

Rapport établi conjointement par  
l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire  
et l'Agence internationale de l'énergie atomique  
2010



# Uranium 2009 : Ressources, production et demande



AGENCE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

Rapport établi conjointement par  
l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire  
et l'Agence internationale de l'énergie atomique

ISBN 978-92-64-08889-4

# **Uranium 2009 : Ressources, production et demande**

© OCDE 2010  
NEA n° 6892

AGENCE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE  
ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

## ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

L'OCDE est un forum unique en son genre où les gouvernements de 31 démocraties œuvrent ensemble pour relever les défis économiques, sociaux et environnementaux que pose la mondialisation. L'OCDE est aussi à l'avant-garde des efforts entrepris pour comprendre les évolutions du monde actuel et les préoccupations qu'elles font naître. Elle aide les gouvernements à faire face à des situations nouvelles en examinant des thèmes tels que le gouvernement d'entreprise, l'économie de l'information et les défis posés par le vieillissement de la population. L'Organisation offre aux gouvernements un cadre leur permettant de comparer leurs expériences en matière de politiques, de chercher des réponses à des problèmes communs, d'identifier les bonnes pratiques et de travailler à la coordination des politiques nationales et internationales.

Les pays membres de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Chili, la Corée, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. La Commission européenne participe aux travaux de l'OCDE.

Les Éditions OCDE assurent une large diffusion aux travaux de l'Organisation. Ces derniers comprennent les résultats de l'activité de collecte de statistiques, les travaux de recherche menés sur des questions économiques, sociales et environnementales, ainsi que les conventions, les principes directeurs et les modèles développés par les pays membres.

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les interprétations exprimées ne reflètent pas nécessairement les vues de l'OCDE ou des gouvernements de ses pays membres.

*Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les interprétations exprimées ne reflètent pas nécessairement les vues de l'OCDE ou des gouvernements de ses pays membres.*

### L'AGENCE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) a été créée le 1<sup>er</sup> février 1958 sous le nom d'Agence européenne pour l'énergie nucléaire de l'OECE. Elle a pris sa dénomination actuelle le 20 avril 1972, lorsque le Japon est devenu son premier pays membre de plein exercice non européen. L'Agence compte actuellement 28 pays membres de l'OCDE : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, la Corée, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. La Commission des Communautés européennes participe également à ses travaux.

La mission de l'AEN est :

- d'aider ses pays membres à maintenir et à approfondir, par l'intermédiaire de la coopération internationale, les bases scientifiques, technologiques et juridiques indispensables à une utilisation sûre, respectueuse de l'environnement et économique de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques ; et
- de fournir des évaluations faisant autorité et de dégager des convergences de vues sur des questions importantes qui serviront aux gouvernements à définir leur politique nucléaire, et contribueront aux analyses plus générales de politiques réalisées par l'OCDE concernant des aspects tels que l'énergie et le développement durable.

Les domaines de compétence de l'AEN comprennent la sûreté nucléaire et le régime des autorisations, la gestion des déchets radioactifs, la radioprotection, les sciences nucléaires, les aspects économiques et technologiques du cycle du combustible, le droit et la responsabilité nucléaires et l'information du public. La Banque de données de l'AEN procure aux pays participants des services scientifiques concernant les données nucléaires et les programmes de calcul.

Pour ces activités, ainsi que pour d'autres travaux connexes, l'AEN collabore étroitement avec l'Agence internationale de l'énergie atomique à Vienne, avec laquelle un Accord de coopération est en vigueur, ainsi qu'avec d'autres organisations internationales opérant dans le domaine de l'énergie nucléaire.

Publié en anglais sous le titre :

#### **Uranium 2009: Resources, Production and Demand**

Les corrigenda des publications de l'OCDE sont disponibles sur : [www.oecd.org/editions/corrigenda](http://www.oecd.org/editions/corrigenda).

© OCDE 2010

---

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright. Les demandes pour usage public ou commercial ou de traduction devront être adressées à [rights@oecd.org](mailto:rights@oecd.org). Les demandes d'autorisation de photocopier une partie de ce contenu à des fins publiques ou commerciales peuvent être obtenues auprès du Copyright Clearance Center (CCC) [info@copyright.com](mailto:info@copyright.com) ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) [contact@cfcopies.com](mailto:contact@cfcopies.com).

---

Photos de couverture : Cameco, Canada ; AREVA, France.

## PRÉFACE

Depuis le milieu des années 60, l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) et l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) ont procédé conjointement, avec l'aide de leurs pays et États membres, à des mises à jour périodiques (actuellement tous les deux ans) de leur rapport récapitulant les ressources mondiales d'uranium, la production et la demande. Cet ouvrage, mieux connu sous le nom de « Livre rouge », est publié par l'OCDE/AEN. Cette 23<sup>e</sup> édition du Livre rouge remplace celle de 2007 et repose sur des données au 1<sup>er</sup> janvier 2009.

Le Livre rouge présente une analyse approfondie de l'offre et de la demande actuelles d'uranium ainsi que des prévisions jusqu'en 2035. Cette analyse est fondée sur la comparaison entre les estimations des ressources en uranium (selon un classement par catégorie de certitude géologique et de coûts de production) et la capacité de production minière basée sur la demande, découlant des projections de la puissance nucléaire installée.

Dans les cas où les prévisions à long terme de la puissance nucléaire installée n'ont pas été fournies par les autorités nationales, les prévisions de demande ont été calculées avec l'aide d'organismes experts. Cet ouvrage contient également les dernières données sur les ressources en uranium, l'exploration, la production et les stocks d'uranium, des récapitulatifs historiques sur les données d'exploration et de production, ainsi qu'un aperçu des projets de production minière. S'y trouvent également des rapports par pays contenant des données détaillées sur les développements récents en matière d'exploration et de production d'uranium, des mises à jour concernant les activités environnementales et des informations pertinentes sur les politiques nationales en matière d'uranium et d'énergie nucléaire.

Le Livre rouge contient par ailleurs une compilation et une évaluation des données précédemment publiées sur les ressources non conventionnelles d'uranium. Les informations disponibles sur les sources secondaires d'uranium y sont également présentées, accompagnées d'une estimation de leur impact possible sur le marché.

Cette publication s'appuie sur les données obtenues au moyen de questionnaires soumis par l'AEN aux pays membres de l'OCDE (17 d'entre eux ont répondu et un rapport national a été préparé par le Secrétariat du Groupe conjoint de l'AEN et de l'AIEA sur l'uranium) et par l'AIEA pour les États qui ne sont pas membres de l'OCDE (18 pays ont répondu et quatre rapports nationaux ont été préparés par le Secrétariat). Les opinions exprimées dans les Parties I et II ne reflètent pas nécessairement le point de vue des pays membres ou des organisations internationales participantes. Ce rapport est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE.

### *Remerciements*

L'Agence de l'OCDE pour l'énergie (AEN), Paris, et l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), Vienne, remercient tous les organismes (voir annexe 2) qui ont collaborés à la réalisation de cette publication en répondant au questionnaire qui leur a été adressé.



## TABLE DES MATIÈRES

|   |     |
|---|-----|
| <b>PRÉFACE</b> .....  | 3   |
| <b>EXPOSÉ DE SYNTHÈSE</b> .....   | 9   |
| <b>I. OFFRE D'URANIUM</b> .....   | 15  |
| A. RESSOURCES EN URANIUM .....  | 15  |
| • Ressources classiques identifiées .....   | 15  |
| • Répartition des ressources classiques identifiées par catégorie<br>et par tranche de coût.....                      | 16  |
| • Répartition des ressources par méthode de production .....  | 21  |
| • Répartition des ressources par type de gisement .....   | 22  |
| • Proximité des ressources par rapport aux centres de production.....   | 28  |
| • Ressources non découvertes .....  | 28  |
| • Autres ressources et produits .....   | 30  |
| • Thorium .....   | 34  |
| B. PROSPECTION DE L'URANIUM.....  | 36  |
| • Activités en cours et événements récents .....  | 41  |
| C. PRODUCTION d'URANIUM.....  | 47  |
| • État actuel de la production d'uranium.....   | 52  |
| • Structure de la propriété .....   | 54  |
| • Emploi .....  | 56  |
| • Techniques de production.....   | 57  |
| • Projections relatives à la capacité théorique de production.....  | 58  |
| • Évolution des installations de production.....  | 59  |
| <b>II. DEMANDE D'URANIUM</b> .....  | 65  |
| A. ÉTAT ACTUEL DE LA PUISSANCE NUCLÉAIRE INSTALLÉE ET BESOINS EN<br>URANIUM DES CENTRALES NUCLÉAIRES .....            | 65  |
| B. PROJECTIONS RELATIVES À LA PUISSANCE NUCLÉAIRE INSTALLÉE ET<br>AUX BESOINS CONNEXES EN URANIUM JUSQU'EN 2035 ..... | 82  |
| • Facteurs influant sur la puissance installée et sur les besoins en uranium.....                                     | 82  |
| • Projections jusqu'en 2035 .....   | 84  |
| C. RELATIONS ENTRE L'OFFRE ET LA DEMANDE D'URANIUM .....  | 92  |
| • Sources primaires d'approvisionnement en uranium .....  | 92  |
| • Sources secondaires d'approvisionnement en uranium.....   | 93  |
| • Évolution du marché de l'uranium .....  | 105 |
| • Offre et demande jusqu'en 2035 .....  | 109 |
| D. PERSPECTIVE À LONG TERME .....   | 112 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>III. URANIUM : CONTRIBUTIONS NATIONALES CONCERNANT LA PROSPECTION, LES RESSOURCES, LA PRODUCTION, LA DEMANDE ET L'ENVIRONNEMENT .....</b> | <b>119</b> |
| Afrique du Sud.....  | 120        |
| Allemagne .....  | 137        |
| Argentine.....   | 142        |
| Arménie.....   | 153        |
| Australie.....   | 155        |
| Botswana.....  | 168        |
| Brésil .....   | 169        |
| Bulgarie.....  | 181        |
| Canada.....  | 189        |
| Chine .....  | 204        |
| Danemark .....   | 216        |
| Égypte .....   | 219        |
| Espagne .....  | 223        |
| États-Unis d'Amérique .....  | 231        |
| Fédération de Russie .....   | 251        |
| Finlande.....  | 265        |
| France.....  | 273        |
| Hongrie .....  | 278        |
| Inde .....   | 287        |
| Indonésie .....  | 302        |
| Japon .....  | 306        |
| Jordanie .....   | 312        |
| Kazakhstan.....  | 314        |
| Malawi .....   | 331        |
| Mongolie .....   | 335        |
| Namibie.....   | 346        |
| Niger .....  | 364        |
| Pérou .....  | 373        |
| Pologne .....  | 376        |
| Portugal.....  | 380        |
| République de Corée.....   | 386        |
| République islamique d'Iran.....   | 389        |
| République slovaque.....   | 396        |
| République tchèque.....  | 401        |
| Royaume-Uni.....   | 412        |
| Slovénie.....  | 416        |
| Suède.....   | 421        |
| Tanzanie.....  | 426        |
| Turquie.....   | 431        |
| Ukraine.....   | 434        |

## ANNEXES

|  |     |
|--|-----|
| 1. Membres du groupe conjoint de l'AEN et de l'AIEA sur l'uranium .....                      | 447 |
| 2. Liste des organismes ayant contribué au présent rapport et des personnes à contacter..... | 451 |
| 3. Glossaire de définitions et terminologie .....  | 455 |
| 4. Liste d'acronymes .....   | 469 |
| 5. Coefficients de conversion de l'énergie .....   | 471 |
| 6. Liste de toutes les éditions du Livre Rouge (1965-2010) et rapports nationaux.....        | 473 |
| 7. Taux de change.....   | 481 |
| 8. Groupements de pays et de zones géographiques ayant des activités liées à l'uranium.....  | 483 |



## EXPOSÉ DE SYNTHÈSE

Le présent ouvrage, intitulé *Uranium 2009 : Ressources, production et demande*, contient, en plus de chiffres actualisés relatifs aux ressources, les résultats du dernier examen en date des aspects fondamentaux du marché mondial de l'uranium, assorti d'un état statistique de l'industrie mondiale de l'uranium au 1<sup>er</sup> janvier 2009. Il constitue la 23<sup>e</sup> édition de la publication, désormais connue sous le nom de « Livre rouge », et qui est parue pour la première fois en 1965. L'ouvrage contient des données officielles transmises par 35 pays (et cinq contributions de pays établies par le Secrétariat) sur la prospection, les ressources et la production d'uranium, ainsi que sur les besoins des centrales nucléaires. Il propose des projections relatives à la puissance nucléaire installée et aux besoins en uranium des centrales nucléaires jusqu'en 2035. On y trouve aussi une analyse de l'offre et la demande en uranium à long terme.

### *Prospection*

En 2008, le montant total des dépenses mondiales de prospection et de développement des mines s'est élevé à environ 1.641 milliards USD, ce qui marque une hausse de 133 % par rapport aux chiffres actualisés pour 2006, en dépit du fléchissement des prix du marché à partir du milieu de l'année 2007. La plupart des grands pays producteurs ont signalé des dépenses notablement accrues, à mesure de la poursuite des activités de recherche de nouvelles ressources et de mise en service de nouveaux centres de production. Les activités mondiales de prospection demeurent en majorité concentrées dans des zones susceptibles de contenir des gisements liés à des discordances et des gisements dans des grès se prêtant à la lixiviation *in situ* (ISL) (parfois dénommée récupération *in situ* ou ISR), principalement au voisinage immédiat des ressources connues et d'installations de production existantes. Toutefois, les prix de l'uranium qui ont augmenté depuis 2003, par rapport aux deux décennies précédentes, ont incité à entreprendre des travaux de prospection de base, de même qu'à intensifier la prospection dans des régions connues pour présenter un bon potentiel sur la base de travaux passés. Environ 80 % des dépenses de prospection et de mise en valeur engagées en 2008 étaient consacrées à des activités menées sur le territoire national. Les dépenses de prospection et de mise en valeur à l'étranger, bien qu'elles n'aient été notifiées que par la Chine, la Fédération de Russie, la France et le Japon, ont diminué de 352.5 millions en 2007, à 324.3 millions USD en 2008, mais restent très supérieures aux 19.2 millions USD notifiés en 2003. Les dépenses de prospection et de mise en valeur sur le territoire national devraient accuser un léger recul mais se maintenir à un bon niveau tout au long de l'année 2009, pour représenter environ 1.342 milliards USD.

## *Ressources*<sup>1</sup>

Les quantités totales de ressources identifiées (ressources raisonnablement assurées et ressources présumées) ont légèrement diminué pour tomber au 1<sup>er</sup> janvier 2009 à 5 404 000 tonnes d'uranium métal (t d'U) dans la tranche de coût inférieur à 130 USD/kg d'U (<50 USD /lb d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) (soit une baisse de 1.2 % par rapport au 1<sup>er</sup> janvier 2007), mais ont augmenté pour atteindre 6 306 300 t d'U dans la tranche de coût élevé qui a été réintroduite (<260 USD/kg d'U ou <100 USD/lb d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) (soit une hausse de 15.5 % par rapport aux ressources totales de 2007 notifiées dans la catégorie de coût inférieur à 130 USD/kg d'U).

La tranche de coût dite « chère » (<260 USD/kg d'U) a été ajoutée dans la présente édition pour rendre compte de la hausse générale des prix du marché de l'uranium depuis 2003 et des coûts d'extraction croissants. Bien que les ressources identifiées aient globalement augmenté, les ressources « bon marché » ont enregistré un net recul en raison de l'augmentation des coûts d'exploitation minière (réduction de 73 % pour la tranche de coût <40 USD/kg d'U et de 16 % pour la tranche <80 USD/kg d'U). Bien que l'augmentation générale de la nouvelle tranche dite « chère » puisse être attribuée en partie aux nouvelles ressources découvertes, elle reflète avant tout la réévaluation des ressources déjà identifiées. Au rythme de la consommation actuelle (2008), les ressources identifiées sont suffisantes pour assurer l'approvisionnement du parc nucléaire pendant plus de 100 ans.

Le total des ressources non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives) s'élevait au 1<sup>er</sup> janvier 2009 à plus de 10 400 000 t d'U, chiffre légèrement inférieur aux 10 500 000 t d'U notifié en 2007. Il est à noter cependant que certains pays, y compris les grands producteurs possédant d'importantes ressources uranifères identifiées, ne notifient pas ces ressources dans cette catégorie.

Les chiffres concernant les ressources uranifères, présentés dans ce volume, sont un « instantané » de la situation au 1<sup>er</sup> janvier 2009. Ces chiffres sont en perpétuelle évolution et sont liés aux prix des produits. L'accroissement global des quantités de ressources identifiées entre 2007 et 2009, y compris dans la tranche « chère » qui a été réintroduite, équivalant à plus de

---

1. Les ressources en uranium sont classées selon un système (fondé sur la certitude géologique et les coûts de production) élaboré afin de réunir les estimations de ressources provenant d'un certain nombre de pays différents de manière à obtenir des chiffres mondiaux harmonisés. Les ressources identifiées (RRA et ressources présumées) se rapportent aux gisements d'uranium délimités par des mesures directes suffisantes pour mener des études de pré-faisabilité et parfois de faisabilité. Pour les ressources raisonnablement assurées (RRA), une confiance élevée dans les estimations de teneur et de tonnage est généralement compatible avec les normes de prise de décision en matière d'exploitation. Les ressources présumées ne sont pas définies avec un degré de certitude aussi élevé et exigent généralement des mesures directes supplémentaires avant de décider de procéder à l'exploitation. Les ressources non découvertes (ressources pronostiquées et spéculatives) se rapportent à des ressources dont on escompte la présence sur la base des connaissances géologiques de gisements précédemment découverts et de la cartographie géologique régionale. Les ressources pronostiquées se rapportent à celles qui sont pressenties exister dans des provinces uranifères connues, avec généralement à l'appui certaines preuves directes. Les ressources spéculatives se rapportent à celles présumées exister dans des provinces géologiques susceptibles de renfermer des gisements d'uranium. Tant les ressources pronostiquées que les ressources spéculatives exigent d'importants travaux de prospection avant que leur existence puisse être confirmée et que les teneurs et tonnages puissent être déterminés. Pour une description plus détaillée, voir l'annexe 3.

13 ans de besoins en uranium au niveau de 2009, montre que les prix de l'uranium influent sur les quantités totales de ressources et qu'en présence d'incitations de marché adéquates, de nouvelles ressources sont rapidement identifiées. Les conditions de marché favorables stimuleront la prospection et, comme par le passé, l'intensification des activités de prospection permettra d'identifier des ressources supplémentaires grâce aux travaux menés sur les gisements existants et de découvrir de nouveaux gisements présentant un intérêt économique. Par exemple, les efforts récents déployés en Australie ont permis de découvrir plusieurs nouveaux gisements et d'importantes occurrences possibles d'uranium : Double 8 (Australie occidentale), Beverley North et Blackbush (Australie méridionale), Ranger 3 Deeps, Thunderball, N147 et Crystal Creek (Territoire du Nord). La poursuite des efforts au Canada a permis de découvrir des gisements à forte teneur dans le bassin de l'Athabasca, tels que Centennial, Shea Creek, Wheeler River et Roughrider.

### ***Production***

La production d'uranium en 2008 s'est élevée à 43 880 t d'U au total, soit 6 % de plus que les 41 244 t d'U produites en 2007 et 11 % de plus que les 39 617 t d'U produites en 2006. Comme en 2006, 20 pays au total ont fait état d'une production en 2008. La hausse de la production mondiale entre 2006 et 2008 tient principalement à la forte augmentation de la production (61 %) du Kazakhstan. Des augmentations plus modestes ont été enregistrées en Australie, au Brésil, en Fédération de Russie et en Namibie. Des reculs de la production ont été relevés dans un certain nombre de pays entre 2006 et 2008 (notamment au Canada, aux États-Unis et au Niger) en raison à la fois de teneurs des minerais plus faibles que prévues, de difficultés techniques et des travaux d'agrandissement des mines. L'exploitation minière en souterrain a représenté 32 % de la production mondiale en 2008 ; l'exploitation par ISL, 30 % (et connaît une forte augmentation, en raison principalement de l'accroissement des capacités au Kazakhstan) ; l'extraction à ciel ouvert, 27 % ; les 11 % restants proviennent surtout de la récupération de l'uranium comme coproduit ou sous-produit de l'extraction du cuivre et de l'or, ainsi que d'autres méthodes non classiques. La production mondiale d'uranium en 2009 devrait progresser de 16 % pour dépasser 51 000 t d'U, le Malawi devenant producteur et le Kazakhstan affichant des résultats toujours plus élevés (et une fois encore la plus forte hausse, dépassant les 60 %, entre 2008 et 2009).

### ***Production d'uranium et environnement***

Bien que le Livre rouge traite essentiellement des ressources, de la production et de la demande d'uranium, les aspects environnementaux de la production d'uranium sont une fois de plus abordés dans certaines contributions nationales au présent volume. Les activités évoquées dans ce cadre peuvent être généralement classées en deux catégories. La première comprend les travaux destinés à remédier aux conséquences de pratiques de production d'uranium qui ne sont plus autorisées de nos jours et qui ont laissé des séquelles dans plusieurs pays (Allemagne, Brésil, Bulgarie, Canada, Espagne, États-Unis, Hongrie, Kazakhstan, Pologne, République tchèque, Slovaquie et Ukraine, par exemple). Ce volume fait le point sur certaines de ces activités. Ces expériences sont un important rappel des conséquences de pratiques dépassées en matière d'exploitation minière qu'il faut continuer d'éviter à l'avenir, la production d'uranium étant appelée à s'étendre à des pays dépourvus d'expérience dans ce domaine d'activité.

Entrent dans la seconde catégorie, les activités visant à assurer que les travaux d'exploitation sont menés de façon à protéger les personnes et l'environnement et à éviter la création de nouvelles séquelles d'exploitation. Les informations présentées dans plusieurs contributions nationales comprennent des notes sur certains aspects déterminants du développement des mines d'uranium, notamment sur les procédures d'évaluation environnementale préalables à l'ouverture de mines ou à

l'expansion de sites (en Australie et au Canada, par exemple), les programmes de surveillance dans les mines en exploitation (au Kazakhstan, par exemple), les efforts visant à réduire la consommation d'eau (en Namibie, par exemple) et l'instauration d'un nouveau régime plus strict de radioprotection environnementale (en Chine, par exemple). L'exploitation de l'uranium procure des avantages aux populations locales et il est fait état de l'utilisation du produit des taxes d'exploitation de l'uranium, ainsi que de l'action des entreprises pour améliorer les conditions de vie des personnes vivant à proximité des sites miniers (au Kazakhstan et en Namibie, par exemple). Les sociétés qui exploitent les mines d'uranium continuent également d'obtenir la certification ISO 14001, norme internationale de qualité en gestion environnementale, pour améliorer la gestion durable et la protection environnementale sur les sites d'exploitation (des progrès à cet égard sont notés en Namibie et au Niger).

Le lecteur trouvera un complément d'information sur les aspects environnementaux de la production d'uranium dans un rapport établi par le Groupe conjoint AEN/AIEA sur l'uranium, intitulé *Réaménagement de l'environnement des sites de production d'uranium*, Paris, OCDE, 2002 et dans *Environmental Activities in Uranium Mining and Milling*, Paris, OCDE, 1999.

### ***Demande d'uranium***

À la fin de 2008, on comptait au total 435 réacteurs nucléaires commerciaux en exploitation, représentant une puissance installée nette d'environ 373 GWe et ayant une consommation d'environ 59 065 t d'U, mesurée d'après les acquisitions d'uranium. Les acquisitions d'uranium ont diminué depuis quelques années, la hausse des coûts de l'uranium ayant incité les compagnies à prescrire de plus faibles teneurs de rejet dans les installations d'enrichissement afin de réduire la consommation d'uranium et compte tenu de la baisse des stocks. D'ici à 2035, la puissance nucléaire installée mondiale devrait s'accroître, atteignant entre 511 GWe (nets) environ dans l'hypothèse basse retenue pour estimer la demande, et 782 GWe (nets) dans l'hypothèse haute, ce qui représente des hausses de 37 % et 110 % par rapport aux chiffres de 2009. En conséquence, les besoins annuels mondiaux en uranium des centrales nucléaires devraient se situer entre 87 370 et 138 165 t d'U d'ici à 2035.

Les projections relatives à la puissance nucléaire installée varient considérablement d'une région à l'autre. Les hausses les plus importantes devraient intervenir en Asie de l'Est, et pourraient se situer entre 120 GWe et 167 GWe à l'horizon 2035, ce qui respectivement, représente un bond de plus de 150 % et de plus de 210 % par rapport aux chiffres de 2009. La puissance installée dans les pays d'Europe non membres de l'Union européenne devrait aussi connaître une forte augmentation (de 75 % à 170 %). Parmi les autres régions susceptibles de connaître une croissance de l'électronucléaire figurent le Moyen-Orient, l'Asie méridionale et l'Amérique centrale et du Sud, l'Afrique et l'Asie du Sud-Est. Les projections concernant la puissance installée et les besoins sont très variables en Amérique du Nord (allant d'une baisse de 30 % à une augmentation de plus de 40 %) et dans l'Union européenne (allant d'une baisse de 10 % à une augmentation de près de 20 %).

Ces projections comportent cependant des incertitudes, car le rôle que l'énergie nucléaire sera appelée à jouer pour répondre aux besoins d'énergie fait actuellement l'objet de débats. Parmi les principaux facteurs, dont dépendra l'évolution future de la puissance installée, figurent la demande de base prévue d'électricité, les préoccupations en matière de non-prolifération, l'acceptation de l'énergie nucléaire par le public et les stratégies proposées pour la gestion des déchets, de même que la compétitivité économique des centrales nucléaires, la possibilité de financer des projets demandant de gros investissements et le coût du combustible par rapport aux autres technologies de production d'électricité. Le souci de la sécurité à long terme des approvisionnements en combustibles fossiles et

la prise de conscience de l'intérêt de recourir à l'énergie nucléaire pour atteindre les objectifs de réduction des gaz à effet de serre pourraient contribuer à revoir à la hausse la croissance projetée de la demande d'uranium.

### ***Relation entre l'offre et la demande***

En 2008, la production mondiale d'uranium (43 880 t d'U) permettait de satisfaire à environ 74 % des besoins mondiaux des centrales nucléaires (59 065 t d'U), le reste des besoins étant couvert grâce à des approvisionnements en uranium déjà extrait (sources dites secondaires), notamment par des prélèvements sur les stocks gouvernementaux et commerciaux excédentaires, à la livraison d'uranium faiblement enrichi (UFE) obtenu par mélange à partir de l'uranium hautement enrichi (UHE) issu du démantèlement des ogives nucléaires, au réenrichissement de l'uranium appauvri et au retraitement du combustible usé.

Le développement de mines d'uranium a fait écho aux signaux du marché adressés par la hausse des prix et l'accroissement de la demande. Selon les prévisions actuelles, la capacité théorique de production primaire d'uranium des centres existants, commandés, prévus et envisagés pourrait satisfaire aux besoins mondiaux projetés en uranium correspondant à l'hypothèse haute jusqu'en 2028 et à ceux correspondant à l'hypothèse basse jusqu'en 2035. Après cette date, il sera nécessaire, pour assurer la fourniture de combustible à tous les réacteurs, y compris aux nouveaux réacteurs mis en service en 2035, pendant toute leur durée de vie utile, d'identifier de nouvelles ressources et d'agrandir les mines. Si la demande progresse parallèlement à la hausse prévue de la puissance installée, les prix de l'uranium devraient augmenter, ce qui stimulera l'investissement dans les capacités de production. Toutefois, ces prix devront atteindre des niveaux suffisamment élevés pour pouvoir financer ces activités compte tenu notamment de l'augmentation des coûts de production. Les sources secondaires demeureront nécessaires, complétées dans la mesure du possible par des économies d'uranium réalisées en prescrivant de faibles teneurs de rejet dans les installations d'enrichissement et en améliorant les technologies du cycle de combustible.

Bien que les informations relatives aux sources secondaires soient incomplètes, il est probable que ces sources perdent du terrain sur le marché, en particulier après 2013. Il reste toutefois des quantités sans doute importantes d'uranium déjà extrait (matériels militaires, notamment) dont une partie pourrait être acheminée sous contrôle vers le marché. Dans les années à venir, à mesure que les approvisionnements secondaires baisseront, les besoins des centrales nucléaires devront de plus en plus être satisfaits par la production des mines. L'introduction d'autres cycles du combustible, si l'on réussit à les mettre au point et à les appliquer, pourrait profondément modifier l'équilibre du marché, mais il est trop tôt pour dire avec certitude quelles seront l'efficacité et l'étendue de l'application des cycles proposés. À l'évidence, le marché de l'uranium devra rester ferme pour stimuler la mise en place en temps voulu de la capacité de production requise et pour accroître les ressources identifiées. Étant donné la longueur des délais requis pour découvrir de nouvelles ressources et les mettre en exploitation (de l'ordre de 10 ans, voire davantage), du réseau de mines d'uranium relativement clairsemé au plan mondial et des incertitudes géopolitiques dans certains grands pays producteurs, le marché devra encourager le maintien des activités de prospection et de développement des mines si l'on veut éviter les risques de pénuries d'uranium.

## ***Conclusion***

En dépit des baisses récentes dues à la crise économique et financière mondiale, la demande mondiale d'électricité devrait continuer d'augmenter à un rythme rapide au cours des décennies à venir pour appuyer la croissance économique et répondre aux besoins d'une population toujours plus nombreuse. La reconnaissance par de nombreux gouvernements du fait que l'électronucléaire peut assurer, à des prix concurrentiels, une production d'électricité qui est pour l'essentiel sans émissions de gaz à effet de serre, et du rôle que le nucléaire peut jouer dans le renforcement de la sécurité des approvisionnements énergétiques, améliore les perspectives d'accroissement de la puissance nucléaire installée, mais cet accroissement reste difficile à évaluer.

Quel que soit le rôle que l'énergie nucléaire sera amenée à jouer en fin de compte dans la couverture de la demande croissante d'électricité, les ressources en uranium décrites dans le présent ouvrage sont plus que suffisantes pour répondre aux besoins projetés. Les quantités nécessaires pour répondre aux besoins correspondant à l'hypothèse haute à l'horizon 2035, représentent moins de la moitié des ressources identifiées décrites dans le présent ouvrage. L'enjeu reste toutefois de mettre en place des modes d'exploitation environnementalement viables et d'acheminer en temps voulu sur le marché les quantités croissantes d'uranium requises. La mise en valeur des ressources nécessaires pour répondre à la demande d'uranium prévue dans les délais requis ne pourra se faire qu'en présence d'un marché dynamique.

## I. OFFRE D'URANIUM

Ce chapitre dresse un bilan, à l'échelle mondiale, de l'état actuel des ressources, de la prospection et de la production d'uranium. On y trouvera en outre un exposé et une analyse des capacités théoriques de production à l'horizon 2035 dans les pays qui en ont fait état.

### A. RESSOURCES EN URANIUM

#### Ressources classiques identifiées

Dans la présente édition, les ressources identifiées se composent des *ressources raisonnablement assurées* (RRA) et des *ressources présumées* (précédemment RSE-I) récupérables à un coût inférieur à 260 USD/kg d'U (100 USD/lb d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>)<sup>1</sup>. Une nouvelle catégorie de coûts a été ajoutée (tranche comprise entre 130 USD/kg d'U et 260 USD/kg d'U) à celles des précédentes éditions qui recensaient les ressources disponibles à des coûts allant jusqu'à 130 USD/kg d'U (50 USD/lbU<sub>3</sub>O<sub>8</sub>). Le tableau 1 récapitule, par catégories de ressources et tranches de coût, l'évolution des ressources identifiées entre l'édition de 2007 du Livre rouge et la présente édition. Comme on le voit au tableau 1, les ressources identifiées récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U ont diminué de 65 000 t d'U entre 2007 et 2009 (soit d'environ 1.2 %), pour tomber à 5 404 000 t d'U, en raison principalement des fortes baisses signalées en Afrique du Sud, aux États-Unis, dans la Fédération de Russie, au Kazakhstan et en Ukraine, baisses qui dépassent les augmentations notifiées en Argentine, en Australie, au Canada, en Chine, en Inde, au Malawi et en Namibie. Les baisses enregistrées résultent principalement du reclassement de ressources déjà connues dans des catégories de coûts plus élevés en raison de l'augmentation des coûts d'exploitation.

Si les ressources récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U ont diminué, on observe un accroissement global des ressources identifiées récupérables à des coûts inférieurs à 260 USD/kg d'U entre 2007 et 2009 (supérieur à celui de la tranche de coût inférieur à 130 USD/kg d'U relevé en 2007) de plus de 837 000 t d'U, ce qui correspond à plus de 13 années d'approvisionnement en uranium au regard des besoins en 2009. Si les augmentations notifiées sont en partie imputables aux nouvelles découvertes résultant d'une intensification de la prospection, la plupart s'expliquent par la réévaluation de gisements connus et l'intensification des efforts de prospection pour prolonger la durée de vie ou accroître la production des sites existants.

---

1. Toutes les ressources classiques identifiées sont indiquées en termes d'uranium récupérable. Dans le cas des pays qui ont indiqué des ressources en termes de ressources *in situ*, les chiffres ont été corrigés de manière à estimer les ressources récupérables, soit en appliquant les facteurs de récupération fournis par le pays, soit en utilisant les estimations du Secrétariat selon la méthode de production prévue (voir *ressources récupérables* à l'annexe 3).

Contrairement aux ressources des tranches de coûts les plus élevés qui ont globalement augmenté, les ressources identifiées appartenant aux deux catégories inférieures (coût inférieur à 40 USD/kg d'U et à 80 USD/kg d'U, soit environ 15 USD/lb d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> et 30 USD/lb d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) accusent une baisse de près de 2 174 000 t d'U et 715 000 t d'U, respectivement (c'est-à-dire de 73 % et 16 % par rapport à 2007). Les RRA et les ressources présumées comprises dans la tranche inférieure (<40 USD/kg d'U) ont sensiblement diminué principalement du fait du reclassement de ressources dans des catégories de coûts supérieurs en Afrique du Sud, en Australie, dans la Fédération de Russie, au Kazakhstan, en Namibie, au Niger et en Ukraine. Il importe toutefois de noter que le recul des ressources de la tranche inférieure en Australie pourrait être moins important que ce qui est indiqué sachant qu'il n'est pas possible d'estimer le coût de la production d'uranium comme sous-produit à Olympic Dam, site implanté sur le plus grand gisement d'uranium du monde. Les estimations actuelles des ressources identifiées, des RRA et des ressources présumées sont présentées pour chaque pays respectivement dans les tableaux 2, 3 et 4.

### Répartition des ressources classiques identifiées par catégorie et par tranche de coût

Les plus grandes variations de la quantité totale de ressources classiques identifiées enregistrées entre 2007 et 2009 (tableau 2) concernent l'Australie, le Canada, les États-Unis et la Namibie. Les figures 1, 2 et 3 montrent respectivement les répartitions des ressources identifiées, des RRA et des ressources présumées, entre les pays dotés d'importantes ressources.

**Tableau 1. Évolution des ressources identifiées entre 2007 et 2009 (1 000 t d'U)**

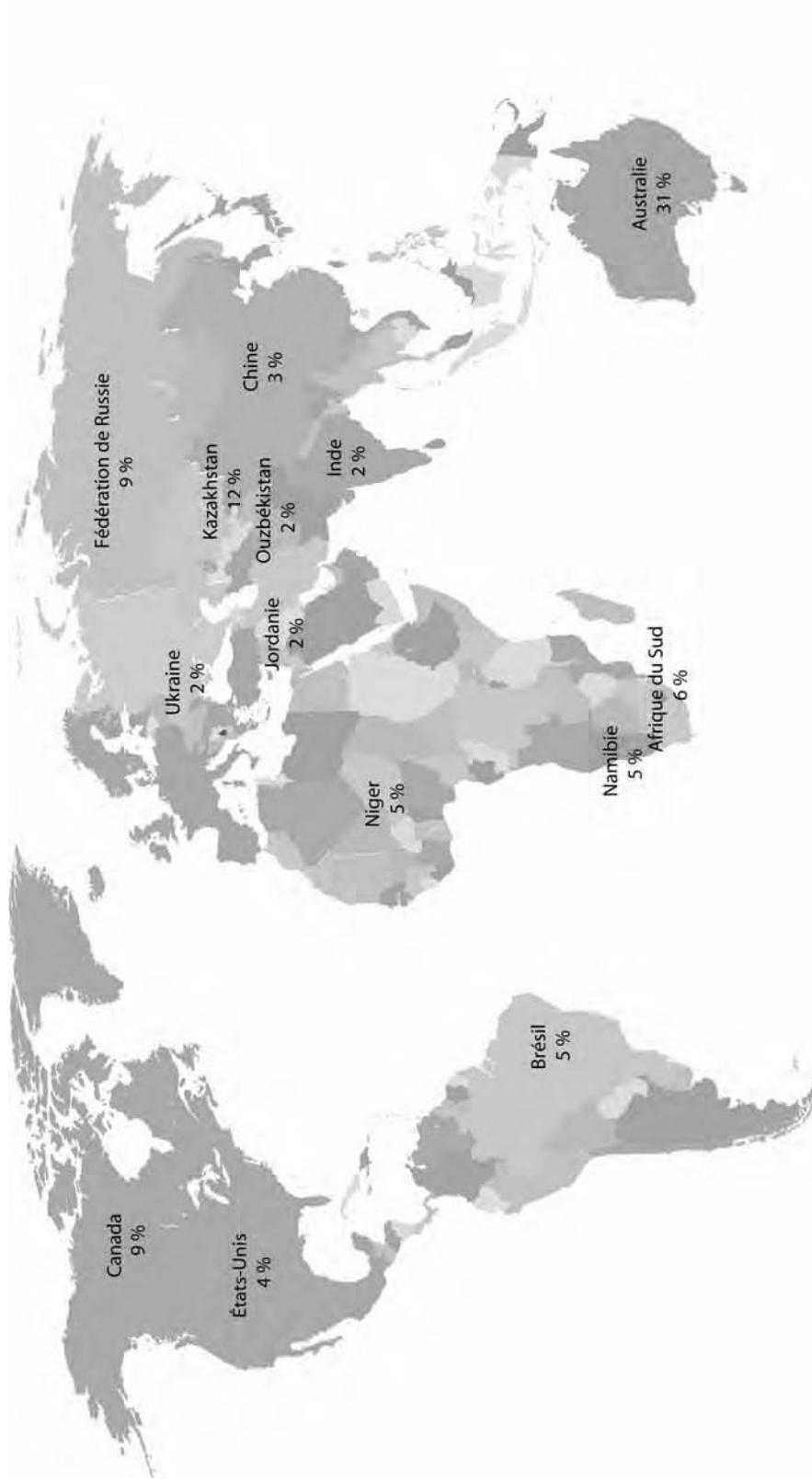
| Catégorie                             | 2007   | 2009    | Variation <sup>(a)</sup> |
|---------------------------------------|--------|---------|--------------------------|
| <b>Ressources identifiées (total)</b> |        |         |                          |
| <260 USD/kg d'U                       | n.d.   | > 6 306 | + 837 <sup>(b)</sup>     |
| <130 USD/kg d'U                       | 5 469  | 5 404   | - 65                     |
| <80 USD/kg d'U                        | >4 456 | 3 742   | - 715                    |
| <40 USD/kg d'U <sup>(c)</sup>         | 2 970  | > 796   | - 2 174                  |
| <b>RRA</b>                            |        |         |                          |
| <260 USD/kg d'U                       | n.d.   | > 4 004 | + 666 <sup>(b)</sup>     |
| <130 USD/kg d'U                       | >3 338 | 3 525   | + 187                    |
| <80 USD/kg d'U                        | 2 598  | > 2 516 | - 82                     |
| <40 USD/kg d'U <sup>(c)</sup>         | >1 766 | 570     | - 1 196                  |
| <b>Ressources présumées</b>           |        |         |                          |
| <260 USD/kg d'U                       | n.d.   | 2 302   | + 172 <sup>(b)</sup>     |
| <130 USD/kg d'U                       | >2 130 | > 1 879 | - 251                    |
| <80 USD/kg d'U                        | >1 858 | 1 226   | - 632                    |
| <40 USD/kg d'U <sup>(c)</sup>         | 1 204  | > 226   | - 978                    |

(a) Il se peut que les variations ne soient pas égales aux différences indiquées entre 2009 et 2007, les chiffres ayant été arrondis séparément.

(b) Supérieure aux chiffres de 2007 pour la tranche inférieure à 130 USD/kg d'U.

(c) Les ressources comprises dans les tranches de coût inférieur à 40 USD/kg d'U sont probablement supérieures aux chiffres indiqués, car certains pays ont fait savoir qu'ils ne disposaient pas d'estimations détaillées ou que ces données étaient confidentielles.

**Figure 1. Répartition mondiale des ressources identifiées (<130 USD/kg d'U)**



La répartition mondiale des ressources identifiées entre 14 pays qui, soit sont d'importants producteurs d'uranium, soit ont d'importants projets visant l'expansion de la puissance nucléaire installée, met en lumière la répartition largement partagée de ces ressources. Ensemble, ces 14 pays détiennent environ 97 % des ressources mondiales identifiées dans cette tranche de coût (les 3 % restants étant répartis entre 19 autres pays). Cette large répartition géographique des ressources en uranium constitue une importante caractéristique de l'énergie nucléaire eu égard à la sécurité des approvisionnements énergétiques.

**Tableau 2. Ressources identifiées (RRA + ressources présumées)**  
(ressources récupérables au 1<sup>er</sup> janvier 2009, en tonnes d'U,  
arrondies à la centaine de tonnes la plus proche)

| Pays                                  | Tranches de coût |                  |                  |                  |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                       | <40 USD/kg d'U   | <80 USD/kg d'U   | <130 USD/kg d'U  | <260 USD/kg d'U  |
| Afrique du Sud (b) (f)                | 153 300          | 232 900          | 295 600          | 295 600          |
| Algérie (a) (b) (c)                   | 0*               | 0*               | 19 500           | 19 500           |
| Allemagne (b) (c)                     | 0                | 0                | 0                | 7 000            |
| Argentine                             | 0                | 11 400           | 19 100           | 19 100           |
| Australie                             | n.d.             | 1 612 000        | 1 673 000        | 1 679 000        |
| Brésil                                | 139 900          | 231 300          | 278 700          | 278 700          |
| Canada                                | 366 700          | 447 400          | 485 300          | 544 700          |
| Chili (c)                             | 0                | 0                | 0*               | 1 500            |
| Chine (c)                             | 67 400           | 150 000          | 171 400          | 171 400          |
| Congo, Rép. dém. du (a) (b) (c)       | 0                | 0*               | 0*               | 2 700            |
| Danemark (b) (c)                      | 0                | 0                | 0                | 85 600*          |
| Égypte                                | 0                | 0                | 0                | 1 900            |
| Espagne (b)                           | 0                | 2 500            | 11 300           | 11 300           |
| États-Unis                            | 0                | 39 000           | 207 400          | 472 100          |
| Fédération de Russie                  | 0                | 158 100          | 480 300          | 566 300          |
| Finlande (b) (c)                      | 0                | 0                | 1 100            | 1 100            |
| France                                | 0                | 0                | 100              | 9 100            |
| Gabon (a) (b)                         | 0                | 0                | 4 800            | 5 800            |
| Grèce (a) (b)                         | 0*               | 0*               | 0*               | 7 000            |
| Hongrie                               | 0                | 0                | 0                | 8 600            |
| Inde (c) (d)                          | 0                | 0                | 80 200           | 80 200           |
| Indonésie (b) (c)                     | 0*               | 0*               | 4 800            | 6 000            |
| Iran, République islamique d'         | 0                | 0                | 0*               | 2 200            |
| Italie (a) (b)                        | 0                | 0                | 4 800            | 6 100            |
| Japon (b)                             | 0                | 0*               | 6 600            | 6 600            |
| Jordanie (a) (c)                      | 0*               | 111 800          | 111 800          | 111 800          |
| Kazakhstan (c)                        | 44 400           | 475 500          | 651 800          | 832 000          |
| Malawi*                               | 0                | 8 100            | 15 000*          | 15 000           |
| Mexique (a) (b) (c)                   | 0                | 0                | 0*               | 1 800            |
| Mongolie (b) (c)                      | 0                | 41 800           | 49 300           | 49 300           |
| Namibie (a) (c)*                      | 0                | 2 000            | 284 200          | 284 200          |
| Niger (a) (c)*                        | 17 000           | 73 400           | 272 900          | 275 500          |
| Ouzbékistan (a) (c) (e)               | 0                | 86 200*          | 114 600*         | 114 600*         |
| Pérou (c)                             | 0                | 0                | 2 700            | 2 700            |
| Portugal (a) (b)                      | 0                | 4 500            | 7 000            | 7 000            |
| République centrafricaine (a) (b) (c) | 0*               | 0*               | 12 000           | 12 000           |
| République slovaque*                  | 0                | 0                | 0                | 10 200           |
| République tchèque                    | 0                | 500              | 500              | 500              |
| Roumanie (a)                          | 0                | 0                | 6 700            | 6 700            |
| Slovénie (a) (b) (c)                  | 0                | 0*               | 9 200            | 9 200            |
| Somalie (a) (b) (c)                   | 0                | 0*               | 0*               | 7 600            |
| Suède (a) (b)                         | 0                | 0                | 10 000           | 10 000           |
| Tanzanie (c)                          | 0                | 0                | 0                | 28 400*          |
| Turquie (b) (c)                       | 0                | 0*               | 7 300            | 7 300            |
| Ukraine (c)                           | 5 700            | 53 500           | 105 000          | 223 600          |
| Vietnam (a) (b) (c)                   | 0                | 0*               | 0*               | 6 400            |
| Zimbabwe (a) (b) (c)                  | 0                | 0*               | 0*               | 1 400            |
| <b>Total (g)</b>                      | <b>796 400</b>   | <b>3 741 900</b> | <b>5 404 000</b> | <b>6 306 300</b> |

n.d. Données non disponibles. \* Estimation du Secrétariat.

(a) Aucune ressource n'étant indiquée dans les réponses de 2009, les données sont tirées de la précédente édition du Livre rouge.

(b) Pas d'évaluation au cours des cinq dernières années.

(c) Les ressources *in situ* ont été corrigées par le Secrétariat pour estimer la quantité de ressources récupérables à l'aide des facteurs de conversion fournis par les pays ou estimés par le Secrétariat compte tenu des méthodes d'exploitation prévues.

(d) Aucune donnée sur les coûts n'ayant été fournie, les ressources notifiées ont été portées dans la tranche de coût inférieur à 130 USD/kg d'U.

(e) Données tirées de la précédente édition du Livre rouge, déduction faite de la production passée.

(f) Estimations de ressources ne tenant pas compte de la production.

(g) Les totaux concernant les tranches de coûts inférieurs à 40 USD/kg d'U et à 80 USD/kg d'U sont plus élevés que les chiffres indiqués car certains pays ne notifient pas les ressources bon marché. Les totaux peuvent ne pas être égaux à la somme des composants, ces derniers ayant été arrondis séparément.

**Tableau 3. Ressources raisonnablement assurées (RRA)**  
(ressources récupérables au 1<sup>er</sup> janvier 2009, tonnes d'U,  
arrondies à la centaine de tonnes la plus proche)

| Pays                                  | Tranches de coût |                  |                  |                  |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                       | <40 USD/kg d'U   | <80 USD/kg d'U   | <130 USD/kg d'U  | <260 USD/kg d'U  |
| Afrique du Sud (b) (f)                | 76 800           | 142 000          | 195 200          | 195 200          |
| Algérie (a) (b) (c)                   | 0*               | 0*               | 19 500           | 19 500           |
| Allemagne (b) (c)                     | 0                | 0                | 0                | 3 000            |
| Argentine                             | 0                | 7 000            | 10 400           | 10 400           |
| Australie                             | n.d.             | 1 163 000        | 1 176 000        | 1 179 000        |
| Brésil                                | 139 900          | 157 700          | 157 700          | 157 700          |
| Canada                                | 267 100          | 336 800          | 361 100          | 387 400          |
| Chili (c)                             | 0                | 0                | 0*               | 800              |
| Chine (c)                             | 52 000           | 100 900          | 115 900          | 115 900          |
| Congo, Rép. dém. du (a) (b) (c)       | 0                | 0*               | 0*               | 1 400            |
| Espagne (b)                           | 0                | 2 500            | 4 900            | 4 900            |
| États-Unis                            | 0                | 39 000           | 207 400          | 472 100          |
| Fédération de Russie                  | 0                | 100 400          | 181 400          | 181 400          |
| Finlande (b) (c)                      | 0                | 0                | 1 100            | 1 100            |
| France                                | 0                | 0                | 0                | 9 000            |
| Gabon (a) (b)                         | 0                | 0                | 4 800            | 4 800            |
| Grèce (a) (b)                         | 0*               | 0*               | 0*               | 1 000            |
| Inde (c) (d)                          | 0                | 0                | 55 200           | 55 200           |
| Indonésie (b) (c)                     | 0*               | 0*               | 4 800            | 4 800            |
| Iran, République islamique d'         | 0                | 0                | 0*               | 700              |
| Italie (a) (b)                        | 0                | 0*               | 4 800            | 4 800            |
| Japon (b)                             | 0                | 0*               | 6 600            | 6 600            |
| Jordanie (a) (c)                      | 0*               | 44 000           | 44 000           | 44 000           |
| Kazakhstan (c)                        | 14 600           | 233 900          | 336 200          | 414 200          |
| Malawi*                               | 0                | 8 100            | 13 600           | 13 600           |
| Mexique (a) (b) (c)                   | 0                | 0                | 0*               | 1 300            |
| Mongolie (b) (c)*                     | 0                | 37 500           | 37 500           | 37 500           |
| Namibie (e)                           | 0*               | 2 000*           | 157 000*         | 157 000          |
| Niger (a) (c)*                        | 17 000           | 42 500           | 242 000          | 244 600          |
| Ouzbékistan (a) (b) (e)               | 0                | 55 200*          | 76 000*          | 76 000*          |
| Pérou (c)                             | 0                | 0*               | 1 300            | 1 300            |
| Portugal (a) (b)                      | 0                | 4 500*           | 6 000            | 6 000            |
| République centrafricaine (a) (b) (c) | 0*               | 0*               | 12 000           | 12 000           |
| République slovaque*                  | 0                | 0                | 0                | 5 100            |
| République tchèque                    | 0                | 400              | 400              | 400              |
| Roumanie (a)                          | 0                | 0                | 3 100            | 3 100            |
| Slovénie (a) (b) (c)                  | 0                | 0*               | 1 700*           | 1 700            |
| Somalie (a) (b) (c)                   | 0                | 0                | 0*               | 5 000            |
| Suède (a) (b)                         | 0                | 0                | 4 000            | 4 000            |
| Tanzanie (c)                          | 0                | 0                | 0                | 8 900*           |
| Turquie (b) (c)                       | 0                | 0*               | 7 300            | 7 300            |
| Ukraine (c)                           | 2 500            | 38 700           | 76 000           | 142 400          |
| Vietnam (a) (b) (c)                   | 0                | 0                | 0*               | 1 000            |
| Zimbabwe (a) (b) (c)                  | 0                | 0                | 0*               | 1 400            |
| <b>Total (g)</b>                      | <b>569 900</b>   | <b>2 516 100</b> | <b>3 524 900</b> | <b>4 004 500</b> |

n.d. Données non disponibles. \* Estimation du Secrétariat.

- (a) Aucune ressource n'étant indiquée dans les réponses de 2009, les données sont tirées de la précédente édition du Livre rouge.  
(b) Pas d'évaluation au cours des cinq dernières années.  
(c) Les ressources *in situ* ont été corrigées par le Secrétariat pour estimer la quantité de ressources récupérables à l'aide des facteurs de conversion fournis par les pays ou estimés par le Secrétariat compte tenu des méthodes d'exploitation prévues.  
(d) Aucune donnée sur les coûts n'ayant été fournie, les ressources notifiées ont été portées dans la tranche de coût inférieur à 260 USD/kg d'U.  
(e) Données tirées de la précédente édition du Livre rouge, déduction faite de la production passée.  
(f) Estimations de ressources ne tenant pas compte de la production.  
(g) Les totaux concernant les tranches de coûts inférieurs à 40 USD /kg d'U et à 80 USD/kg d'U sont plus élevés que les chiffres indiqués car certains pays ne notifient pas les ressources bon marché. Les totaux peuvent ne pas être égaux à la somme des composants, ces derniers ayant été arrondis séparément.

**Tableau 4. Ressources présumées**  
(ressources récupérables au 1<sup>er</sup> janvier 2009, tonnes d'U,  
arrondies à la centaine de tonnes la plus proche)

| Pays                              | Tranches de coût |                  |                  |                  |
|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                   | <40 USD/kg d'U   | <80 USD/kg d'U   | <130 USD/kg d'U  | <260 USD/kg d'U  |
| Afrique du Sud (b) (e)            | 78 500           | 90 900           | 100 400          | 100 400          |
| Allemagne (b) (c)                 | 0                | 0                | 0                | 4 000            |
| Argentine                         | 0                | 4 400            | 8 700            | 8 700            |
| Australie                         | n.d.             | 449 000          | 497 000          | 500 000          |
| Brésil                            | 0                | 73 600           | 121 000          | 121 000          |
| Canada                            | 99 700           | 110 600          | 124 200          | 157 200          |
| Chili (a) (b) (c)                 | 0                | 0                | 0                | 700              |
| Chine (c)                         | 15 400           | 49 100           | 55 500           | 55 500           |
| Congo, Rép. dém. du (a) (b) (c)   | 0                | 0*               | 0*               | 1 300            |
| Danemark (b) (c)                  | 0                | 0                | 0                | 85 600*          |
| Égypte                            | 0                | 0                | 0*               | 1 900            |
| Espagne (b)                       | 0                | 0                | 6 400            | 6 400            |
| Fédération de Russie              | 0                | 57 700           | 298 900          | 384 900          |
| France (b)                        | 0                | 0                | 100*             | 100              |
| Gabon (a) (b)                     | 0                | 0                | 0*               | 1 000            |
| Grèce (a) (b)                     | 0*               | 0*               | 0*               | 6 000            |
| Hongrie                           | 0                | 0                | 0                | 8 600            |
| Inde (c) (d)                      | 0                | 0                | 24 900           | 24 900           |
| Indonésie (b) (c)                 | 0                | 0*               | 0*               | 1 200            |
| Iran, République islamique d' (c) | 0                | 0                | 0*               | 1 400            |
| Italie (a) (b)                    | 0                | 0                | 0*               | 1 300            |
| Jordanie (a) (c)                  | 0*               | 67 800           | 67 800           | 67 800           |
| Kazakhstan (c)                    | 29 800           | 241 500          | 315 600          | 417 900          |
| Malawi*                           | 0                | 0                | 1 500            | 1 500            |
| Mexique (a) (b) (c)               | 0                | 0                | 0*               | 500              |
| Mongolie (b) (c)                  | 0                | 4 300*           | 11 800*          | 11 800*          |
| Namibie (a) (c) (d)*              | 0                | 0                | 127 200          | 127 200          |
| Niger (a) (c)*                    | 0                | 30 900           | 30 900           | 30 900           |
| Ouzbékistan (a) (b) (c)           | 0                | 31 000           | 38 600           | 38 600           |
| Pérou (b) (c)                     | 0                | 0*               | 1 400*           | 1 400*           |
| Portugal (a) (b)                  | 0                | 0*               | 1 000            | 1 000            |
| République slovaque*              | 0                | 0                | 0                | 5 200            |
| République tchèque                | 0                | 100              | 100              | 100              |
| Roumanie (a)                      | 0                | 0                | 3 600            | 3 600            |
| Slovénie (a) (b) (c)              | 0                | 0*               | 7 500            | 7 500            |
| Somalie (a) (b) (c)               | 0                | 0                | 0*               | 2 600            |
| Suède (a) (b)                     | 0                | 0                | 6 000            | 6 000            |
| Tanzanie*                         | 0                | 0                | 0                | 19 500           |
| Ukraine (c)                       | 3 200            | 14 900           | 29 000           | 81 200           |
| Vietnam (a) (b) (c)               | 0                | 0*               | 0*               | 5 400            |
| <b>Total (e)</b>                  | <b>226 600</b>   | <b>1 225 800</b> | <b>1 879 100</b> | <b>2 301 800</b> |

n.d. Données non disponibles. \* Estimation du Secrétariat.

- (a) Aucune ressource n'étant indiquée dans les réponses de 2009, les données sont celles de la précédente édition du Livre rouge concernant les ressources présumées ou les RSE-1.
- (b) Évaluation non réalisée au cours des cinq dernières années.
- (c) Les ressources *in situ* ont été corrigées par le Secrétariat pour estimer la quantité de ressources récupérables à l'aide des facteurs de conversion fournis par les pays ou estimés par le Secrétariat compte tenu des méthodes d'exploitation prévues.
- (d) Aucune donnée sur les coûts n'ayant été fournie, les ressources notifiées ont été portées dans la tranche de coût inférieur à 130 USD/kg d'U.
- (e) Les totaux concernant les tranches de coûts inférieurs à 40 USD/kg d'U et à 80 USD/kg d'U sont plus élevés que les chiffres notifiés car certains pays ne notifient pas les ressources bon marché. Les totaux peuvent ne pas être égaux à la somme des composants, ces derniers ayant été arrondis séparément.

Les ressources classiques raisonnablement assurées (RRA) récupérables à des coûts inférieurs à 40 USD/kg d'U, c'est-à-dire la catégorie la plus intéressante économiquement, ont diminué de 1 196 500 t d'U depuis 2007 pour tomber à 569 900 t d'U au total (ce qui marque un recul d'environ 68 % par rapport à 2007). Des baisses importantes ont été enregistrées en Australie, dans la Fédération

de Russie, au Kazakhstan, en Namibie, en Ouzbékistan et en Ukraine. Les RRA récupérables à un coût inférieur à 130 USD/kg d'U ont progressé quant à elles de 186 600 t d'U par rapport à 2007 (de 6 %), pour atteindre 3 524 900 t d'U au total, les fortes hausses notifiées par l'Australie, et dans une moindre mesure par le Canada, la Chine et la Fédération de Russie, dépassant les baisses notifiées par les États-Unis, le Kazakhstan et l'Ukraine. L'addition de la nouvelle tranche de ressources chères (comprises entre 130 USD/kg d'U et 260 USD/kg d'U) a ajouté 666 200 t d'U aux RRA, à mettre au compte principalement des États-Unis, du Kazakhstan et de l'Ukraine et dans une moindre mesure de l'Australie et du Canada. Ces changements résultent en grande partie de la réévaluation de gisements connus. On notera en particulier les évolutions notifiées par l'Australie et le Kazakhstan. En Australie, les RRA bon marché (<40 USD/kg d'U) ne sont plus notifiées en raison de l'augmentation rapide des coûts d'extraction et des difficultés que pose l'évaluation de ces coûts sur le site d'Olympic Dam, où l'uranium est extrait sous forme de sous-produit du cuivre, de l'or et de l'argent. Au Kazakhstan, les RRA bon marché (<40 USD/kg d'U) ont accusé un recul de 220 000 t d'U et des baisses ont été également notifiées dans les tranches <80 USD/kg d'U (plus de 110 000 t d'U) et <130 USD/kg d'U (plus de 41 000 t d'U), du fait de la hausse des coûts et de modifications de la fiscalité. Des reclassements analogues mais moins importants ont été notifiés par les États-Unis, la Fédération de Russie et l'Ukraine.

Les ressources classiques présumées ont diminué dans toutes les tranches de coûts, à l'exception de la nouvelle tranche de coût élevé (comprise entre 130 USD/kg d'U et 260 USD/kg d'U). La baisse des ressources présumées bon marché (40 USD/kg d'U) a atteint 977 000 t d'U (81 % par rapport à 2007). L'Australie, la Fédération de Russie, le Kazakhstan et l'Ukraine ont tous indiqué un recul des ressources présumées, le Kazakhstan affichant les plus fortes baisses. La Fédération de Russie, le Kazakhstan et l'Ukraine ont reclassé une grande quantité de ressources dans la catégorie de coût supérieur, une grande partie des ressources ayant été réévaluée au regard de la hausse des coûts de production ; les activités de prospection au Canada, en Chine et au Danemark (Groenland) ont donné lieu à l'introduction d'une nouvelle catégorie de ressources présumées chères.

Globalement, les ressources classiques identifiées (RRA plus ressources présumées), récupérables à un coût inférieur à 40 USD/kg d'U, ont été amputées de 2 173 600 t d'U (baisse de 73 % par rapport à 2007) et celles récupérables à un coût inférieur à 130 USD/kg d'U, de 64 800 t d'U (baisse de 1.2 % par rapport à 2007). Les ressources notifiées dans la nouvelle catégorie de coût élevé (comprise entre 130 USD/kg d'U et 260 USD/kg d'U) ont ajouté 837 500 t d'U au total des ressources classiques au 1<sup>er</sup> janvier 2009.

### **Répartition des ressources par méthode de production**

En 2009, les pays ont notifié leurs ressources identifiées par tranche de coût et par méthode de production prévue, à savoir exploitation *à ciel ouvert* ou *en souterrain*, *lixiviation in situ*, *lixiviation en tas* ou *lixiviation en place*, *récupération comme coproduit et/ou sous-produit*, ou non spécifiée.

S'agissant des RRA récupérables à bon marché (coût inférieur à 40 USD/kg d'U) notifiées en fonction de la méthode d'extraction, l'exploitation en souterrain arrive en tête (principalement au Canada) suivie par la récupération sous forme de coproduit/sous-produit et par ISL (tableau 6), même si la récupération sous forme de coproduit/sous-produit est sans doute sous-estimée en raison des difficultés que pose l'évaluation des coûts d'extraction de l'uranium avec ces techniques, en particulier à la mine d'Olympic Dam en Australie. S'agissant des RRA récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U, la principale méthode de production devrait être l'exploitation en souterrain (pratiquement 1/3 des ressources notifiées), suivi par la récupération sous forme de coproduit/sous-

produit, l'exploitation à ciel ouvert et la lixiviation *in situ* (ISL). Ce même ordre s'applique également à la nouvelle tranche de ressources à coût élevé (<260 USD/kg d'U).

S'agissant des ressources présumées (tableau 7), celles qui restent dans la tranche de coût inférieur à 40 USD/kg d'U sont principalement exploitées en souterrain et par ISL. Dans la tranche inférieure à 130 USD/kg d'U, l'exploitation en souterrain devrait être la première méthode de production, suivie par la récupération sous forme de coproduit/sous-produit, l'ISL et l'exploitation à ciel ouvert. Les méthodes utilisées pour la catégorie de coût élevé (<260 USD/kg d'U) suivent pratiquement le même ordre, à ceci près que l'exploitation à ciel ouvert est légèrement plus importante que la récupération sous forme de coproduit/sous-produit.

### **Répartition des ressources par type de gisement**

En 2009, les pays ont également notifié leurs ressources identifiées par tranche de coût et en fonction des types géologiques de gisements : gisements liés à des discordances, contenus dans des grès, liés à des complexes bréchiques à hématite, liés à des conglomérats à galets de quartz, filoniens, intrusifs, volcaniques et liés à des caldeiras, métasomatiques ou autres gisements. On peut trouver une définition de ces types de gisements dans le glossaire de définitions figurant dans l'annexe 3.

Dans ce qui reste de la tranche de RRA bon marché (<40 USD/kg d'U), les gisements liés à des discordances (au Canada et en Australie) arrivent en tête, suivis par les gisements métasomatiques et liés à des conglomérats à galets de quartz (tableau 8). Dans la tranche de coût inférieur à 130 USD/kg d'U, on trouve principalement des complexes bréchiques à hématite (en Australie), suivis de près par les ressources contenues dans des grès (aux États-Unis, au Kazakhstan et au Niger), puis par des gisements liés à des discordances. Dans la nouvelle catégorie de coût élevé (<260 USD/kg d'U) les gisements contenus dans des grès occupent la première place, suivis de près par des gisements liés à des complexes bréchiques à hématite.

Des observations analogues peuvent être formulées à propos des ressources présumées (tableau 9). Dans ce qui reste de la tranche de coût inférieur à 40 USD/kg d'U (<40 USD/kg d'U), les gisements liés à des discordances arrivent en tête, suivis des conglomérats à galets de quartz. Dans la tranche de coût inférieur à 130 USD/kg d'U, les ressources liées à des gisements contenus dans des grès (au Kazakhstan et dans la Fédération de Russie) sont les plus importantes, suivies par les ressources liées à des complexes bréchiques à hématite (en Australie) et à des gisements métasomatiques (dans la Fédération de Russie et en Ukraine). Dans la nouvelle tranche de coût élevé (<260 USD/kg d'U), les gisements contenus dans des grès restent les plus importants, suivis par les gisements métasomatiques et liés à des complexes bréchiques à hématite.

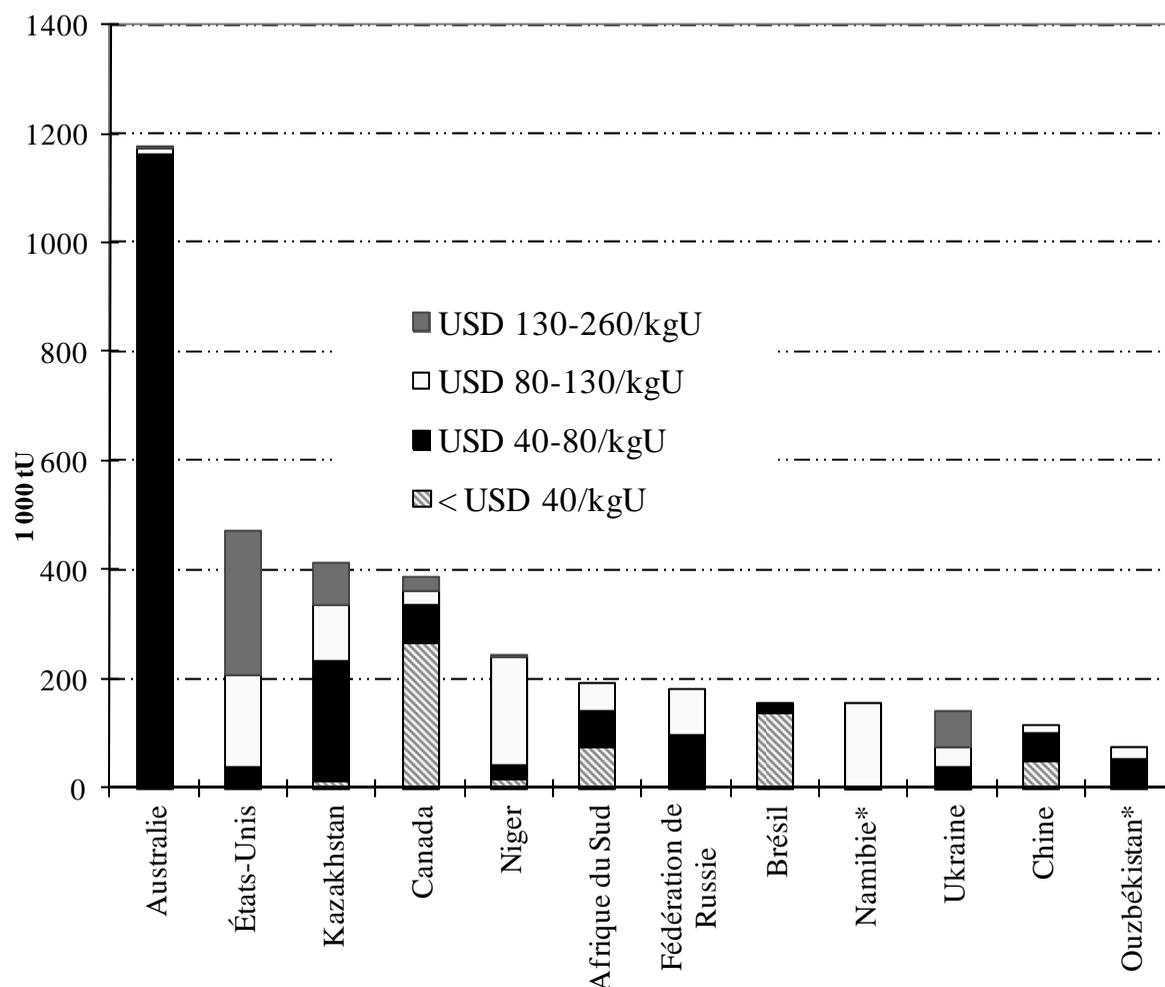
**Tableau 5. Principales variations intervenues dans les ressources identifiées par pays**  
(ressources récupérables en milliers de tonnes d'U)

| Pays                 | Catégorie de ressources | 2007 | 2009  | Variation | Explications   |
|----------------------|-------------------------|------|-------|-----------|--|
| Afrique du Sud       | RRA                     |      |       |           | Réévaluation des ressources.   |
|                      | <40 USD/kg d'U          | 115  | 77    | -38       |  |
|                      | <80 USD/kg d'U          | 206  | 142   | -64       |  |
|                      | <130 USD/kg d'U         | 285  | 195   | -90       |  |
|                      | <260 USD/kg d'U         | n.d. | 195   | n.d.      |  |
|                      | Ressources présumées    |      |       |           |  |
|                      | <40 USD/kg d'U          | 120  | 78    | -41       |  |
|                      | <80 USD/kg d'U          | 137  | 91    | -46       |  |
| <130 USD/kg d'U      | 151                     | 100  | -51   |           |  |
| <260 USD/kg d'U      | n.d.                    | 100  | n.d.  |           |  |
| Australie            | RRA                     |      |       |           | Ressources supplémentaires localisées à Olympic Dam, Ranger, Mt Fitch, Gisements de Mt Gee, Westmoreland et Valhalla. Reclassement des catégories de ressources. |
|                      | <40 USD/kg d'U          | 709  | n.d.  | n.d.      |  |
|                      | <80 USD/kg d'U          | 714  | 1 163 | +449      |  |
|                      | <130 USD/kg d'U         | 725  | 1 176 | +451      |  |
|                      | <260 USD/kg d'U         | n.d. | 1 179 | n.d.      |  |
|                      | Ressources présumées    |      |       |           |  |
|                      | <40 USD/kg d'U          | 487  | n.d.  | n.d.      |  |
|                      | <80 USD/kg d'U          | 502  | 449   | -53       |  |
| <130 USD/kg d'U      | 518                     | 497  | -21   |           |  |
| <260 USD/kg d'U      | n.d.                    | 500  | n.d.  |           |  |
| Canada               | RRA                     |      |       |           | La réévaluation des gisements découverts dans les années 70 a permis d'identifier plusieurs nouvelles ressources conformes à la norme NI 43-101.                 |
|                      | <40 USD/kg d'U          | 270  | 267   | -3        |  |
|                      | <80 USD/kg d'U          | 329  | 337   | +8        |  |
|                      | <130 USD/kg d'U         | 329  | 361   | +32       |  |
|                      | <260 USD/kg d'U         | n.d. | 387   | n.d.      |  |
|                      | Ressources présumées    |      |       |           |  |
|                      | <40 USD/kg d'U          | 82   | 100   | +18       |  |
|                      | <80 USD/kg d'U          | 94   | 111   | +17       |  |
| <130 USD/kg d'U      | 94                      | 124  | +30   |           |  |
| <260 USD/kg d'U      | n.d.                    | 157  | n.d.  |           |  |
| Danemark             | RRA                     |      |       |           | Augmentation des ressources présumées à coût élevé et baisse des RRA suite à la réévaluation du gisement de Kvanefjeld.  |
|                      | <130 USD/kg d'U         | 20   | 0     | -20       |  |
|                      | <260 USD/kg d'U         | n.d. | 0     | n.d.      |  |
|                      | Ressources présumées    |      |       |           |  |
| <130 USD/kg d'U      | 12                      | 0    | -12   |           |  |
| <260 USD/kg d'U      | n.d.                    | 86   | n.d.  |           |  |
| États-Unis           | RRA                     |      |       |           | Réévaluation entraînant un mouvement vers les tranches de coûts supérieurs.  |
|                      | <80 USD/kg d'U          | 99   | 39    | -60       |  |
|                      | <130 USD/kg d'U         | 339  | 207   | -132      |  |
|                      | <260 USD/kg d'U         | n.d. | 472   | n.d.      |  |
| Fédération de Russie | RRA                     |      |       |           | Réévaluation des ressources, principalement entre les différentes tranches de coût.<br>Reclassement entre catégories.  |
|                      | <40 USD/kg d'U          | 48   | 0     | -48       |  |
|                      | <80 USD/kg d'U          | 172  | 100   | -72       |  |
|                      | <130 USD/kg d'U         | 172  | 181   | +9        |  |
|                      | <260 USD/kg d'U         | n.d. | 181   | n.d.      |  |
|                      | Ressources présumées    |      |       |           |  |
|                      | <40 USD/kg d'U          | 36   | 0     | -36       |  |
|                      | <80 USD/kg d'U          | 323  | 58    | -265      |  |
| <130 USD/kg d'U      | 373                     | 299  | -74   |           |  |
| <260 USD/kg d'U      | n.d.                    | 384  | n.d.  |           |  |

**Tableau 5. Principales variations intervenues dans les ressources identifiées par pays (suite)**  
(ressources récupérables en milliers de tonnes d'U)

| Pays                 | Catégorie de ressources | 2007 | 2009 | Variation   | Explications   |
|----------------------|-------------------------|------|------|---|--|
| Inde                 | RRA                     | 49   | 55   | +6  | Réévaluation des ressources.   |
|                      | <130 USD/kg d'U         | n.d. | 55   | n.d.  |  |
|                      | <260 USD/kg d'U         | n.d. | 55   | n.d.  |  |
| Kazakhstan           | Ressources présumées    |      |      |   |  |
|                      | <130 USD/kg d'U         | 24   | 25   | +1  |  |
|                      | <260 USD/kg d'U         | n.d. | 25   | n.d.  |  |
|                      | RRA                     |      |      |   |  |
|                      | <40 USD/kg d'U          | 236  | 15   | -221  |  |
|                      | <80 USD/kg d'U          | 344  | 234  | -110  |  |
| Mongolie             | <130 USD/kg d'U         | 378  | 336  | -42   | Réévaluation entraînant un mouvement vers les tranches de coûts supérieurs en raison principalement de la modification du cadre juridique.         |
|                      | <260 USD/kg d'U         | n.d. | 414  | n.d.  |  |
|                      | Ressources présumées    |      |      |   |  |
|                      | <40 USD/kg d'U          | 282  | 30   | -252  |  |
|                      | <80 USD/kg d'U          | 407  | 242  | -165  |  |
|                      | <130 USD/kg d'U         | 439  | 316  | -123  |  |
| Namibie              | <260 USD/kg d'U         | n.d. | 418  | n.d.  | Réévaluation des gisements par le Secrétariat pour tenir compte de la hausse des coûts d'extraction.   |
|                      | RRA                     |      |      |   |  |
|                      | <40 USD/kg d'U          | 8    | 0    | -8  |  |
|                      | <80 USD/kg d'U          | 46   | 38   | -9  |  |
|                      | <130 USD/kg d'U         | n.d. | 38   | n.d.  |  |
|                      | <260 USD/kg d'U         | n.d. | 38   | n.d.  |  |
| Ukraine              | Ressources présumées    |      |      |   | Ressources supplémentaires localisées sur les gisements de Rossing, Langer Heinrich, Rossing South, Trekopje, Valencia, Ida Dome, Etango et Husaf. |
|                      | <40 USD/kg d'U          | 8    | 0    | -8  |  |
|                      | <80 USD/kg d'U          | 16   | 4    | -12   |  |
|                      | <130 USD/kg d'U         | 16   | 12   | -4  |  |
|                      | <260 USD/kg d'U         | n.d. | 12   | n.d.  |  |
|                      | RRA                     |      |      |   |  |
| <80 USD/kg d'U       | 145                     | 2    | -143 | Réévaluation entraînant un mouvement vers les tranches de coûts supérieurs. |  |
| <130 USD/kg d'U      | 176                     | 157  | -19  |   |  |
| <260 USD/kg d'U      | n.d.                    | 157  | n.d. |   |  |
| Ressources présumées |                         |      |      |   |  |
| <80 USD/kg d'U       | 85                      | 0    | -85  |   |  |
| <130 USD/kg d'U      | 99                      | 127  | +28  |   |  |
| Ukraine              | <260 USD/kg d'U         | n.d. | 127  | n.d.  | Réévaluation entraînant un mouvement vers les tranches de coûts supérieurs.  |
|                      | RRA                     |      |      |   |  |
|                      | <80 USD/kg d'U          | 127  | 39   | -88   |  |
|                      | <130 USD/kg d'U         | 135  | 76   | -59   |  |
|                      | <260 USD/kg d'U         | n.d. | 142  | n.d.  |  |
|                      | Ressources présumées    |      |      |   |  |
| <80 USD/kg d'U       | 58                      | 15   | -43  |   |  |
| <130 USD/kg d'U      | 65                      | 29   | -36  |   |  |
| <260 USD/kg d'U      | n.d.                    | 81   | n.d. |   |  |
|                      |                         |      |      |   |  |

**Figure 2. Répartition des ressources raisonnablement assurées (RRA) entre les pays détenteurs de la plus grande partie des RRA**



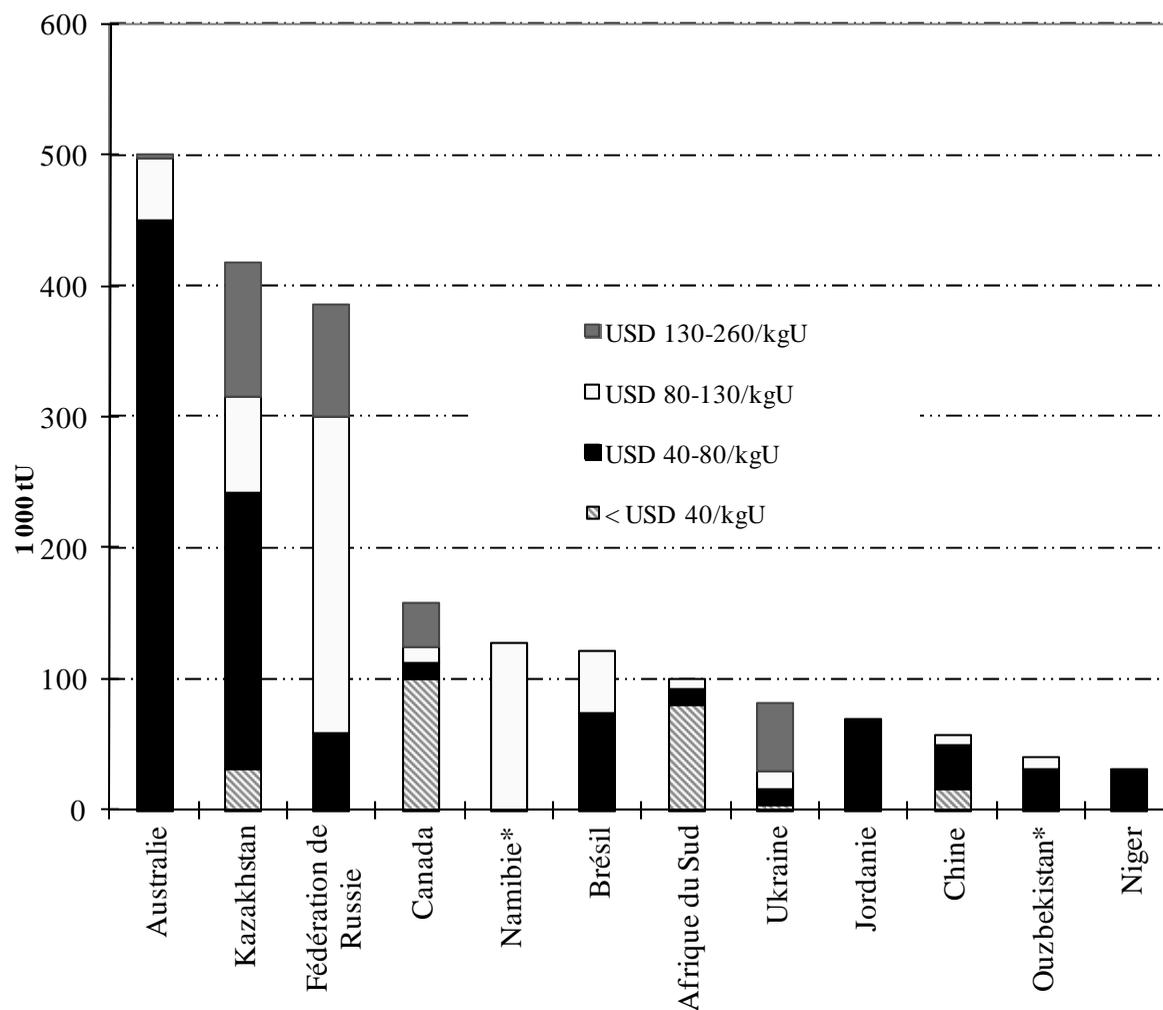
\* Estimation du Secrétariat.

**Tableau 6. Ressources raisonnablement assurées (RRA) par méthode de production (tonnes d'U)**

|                            | <40 USD/kg d'U | <80 USD/kg d'U   | <130 USD/kg d'U  | <260 USD/kg d'U  |
|----------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| Mine à ciel ouvert         | 41 400         | 370 600          | 833 400          | 950 900          |
| Mine souterraine           | 386 400        | 710 700          | 1 031 800        | 1 354 500        |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 51 600         | 407 200          | 519 000          | 541 500          |
| Lixiviation en tas*        | 5 000          | 19 300           | 64 600           | 64 600           |
| Lixiviation en place       | 0              | 0                | 6 300            | 6 300            |
| Coproduit/sous-produit     | 71 100         | 972 900          | 972 900          | 972 900          |
| Méthode non spécifiée      | 14 400         | 35 400           | 96 900           | 113 700          |
| <b>Total</b>               | <b>569 900</b> | <b>2 516 100</b> | <b>3 524 900</b> | <b>4 004 500</b> |

\* Estimation du Secrétariat.

**Figure 3. Répartition des ressources présumées entre les pays détenteurs de la plus grande partie de ces ressources**



\* Estimation du Secrétariat.

**Tableau 7. Ressources présumées par méthode de production (tonnes d'U)**

|                            | <40 USD/kg d'U | <80 USD/kg d'U   | <130 USD/kg d'U  | <260 USD/kg d'U  |
|----------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| Mine à ciel ouvert         | 2 400          | 160 400          | 347 600          | 463 000          |
| Mine souterraine           | 181 000        | 332 900          | 637 500          | 862 000          |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 41 800         | 329 000          | 387 700          | 389 000          |
| Lixiviation en tas*        | 0              | 13 000           | 22 600           | 22 600           |
| Lixiviation en place       | 0              | 0                | 3 200            | 7 100            |
| Coproduit/sous-produit     | 0              | 346 200          | 398 600          | 398 600          |
| Méthode non spécifiée      | 1 430          | 44 300           | 81 900           | 159 500          |
| <b>Total</b>               | <b>226 600</b> | <b>1 225 800</b> | <b>1 879 100</b> | <b>2 301 800</b> |

\* Estimation du Secrétariat.

**Tableau 8. Ressources raisonnablement assurées (RRA) par type de gisement (tonnes d'U)**

|                                   | <40 USD/kg d'U | <80 USD/kg d'U   | <130 USD/kg d'U  | <260 USD/kg d'U  |
|-----------------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| Lié à des discordances            | 267 100        | 536 800          | 559 400          | 564 300          |
| Lié à des grés                    | 32 900         | 424 200          | 888 500          | 1 118 800        |
| Complexe bréchique à hématite     | 0              | 900 300          | 908 000          | 908 000          |
| Conglomérat à galets de quartz    | 61 100         | 82 100           | 108 800          | 108 800          |
| Filonien                          | 0              | 7 400            | 64 600           | 129 100          |
| Intrusif                          | 1 000          | 5 000            | 97 100           | 100 100          |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0              | 132 400          | 166 800          | 193 500          |
| Métasomatiques                    | 88 800         | 147 600          | 246 700          | 314 300          |
| Autres*                           | 53 600         | 138 600          | 263 000          | 278 200          |
| Non spécifié                      | 65 400         | 141 700          | 222 000          | 289 400          |
| <b>Total</b>                      | <b>569 900</b> | <b>2 516 100</b> | <b>3 524 900</b> | <b>4 004 500</b> |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même des types de roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Tableau 9. Ressources présumées par type de gisement (tonnes d'U)**

|                                   | <40 USD/kg d'U | <80 USD/kg d'U   | <130 USD/kg d'U  | <260 USD/kg d'U  |
|-----------------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| Lié à des discordances            | 99 700         | 163 600          | 165 500          | 169 400          |
| Lié à des grés                    | 32 200         | 396 000          | 480 500          | 528 700          |
| Complexe bréchique à hématite     | 0              | 339 900          | 347 500          | 347 500          |
| Conglomérat à galets de quartz    | 73 906         | 88 900           | 94 500           | 107 100          |
| Filonien                          | 0              | 700              | 50 700           | 159 600          |
| Intrusif                          | 800            | 5 900            | 92 500           | 181 200          |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0              | 31 300           | 48 000           | 98 500           |
| Métasomatiques                    | 3 200          | 28 000           | 335 900          | 413 300          |
| Autres*                           | 0              | 118 300          | 190 400          | 201 300          |
| Non spécifié                      | 16 800         | 53 200           | 73 600           | 95 200           |
| <b>Total</b>                      | <b>226 600</b> | <b>1 225 800</b> | <b>1 879 100</b> | <b>2 301 800</b> |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même des types de roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

## Proximité des ressources par rapport aux centres de production

Au total huit pays ont fourni des estimations sur la disponibilité des ressources en vue de la production à court terme en indiquant le pourcentage des ressources identifiées (RRA et ressources présumées) récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U et à 130 USD/kg d'U, qui sont tributaires des centres de production existants et commandés (tableau 10). Les ressources tributaires des centres de production existants et commandés dans les huit pays énumérés ci-dessous s'élèvent au total à 2 486 752 t d'U pour la tranche de coût inférieur à 80 USD/kg d'U, soit environ 10 % de moins qu'en 2007 où ce chiffre représentait 2 757 590 t d'U.

**Tableau 10. Ressources identifiées se trouvant à proximité de centres de production existants ou commandés\***

| Pays           | RRA + ressources présumées récupérables à moins de 80 USD/kg d'U |           |                               | RRA + ressources présumées récupérables à moins de 130 USD/kg d'U |      |                               |
|----------------|--|-----------|-------------------------------|---|------|-------------------------------|
|                | Dans les centres de production existants ou commandés            |           |                               | Dans les centres de production existants ou commandés             |      |                               |
|                | Ressources totales   | %         | Ressources proches de centres | Ressources totales  | %    | Ressources proches de centres |
| Afrique du Sud | 232 900  | 13        | 30 277                        | 295 600   | n.d. | n.d.                          |
| Australie      | 1 612 000  | 83        | 1 337 960                     | 1 673 000   | n.d. | n.d.                          |
| Brésil         | 231 300  | 66        | 152 658                       | 278 700   | 66   | 183 942                       |
| Canada         | 447 400  | 75        | 335 550                       | 485 300   | 69   | 334 857                       |
| Féd. de Russie | 158 100  | 90        | 142 290                       | 480 300   | n.d. | n.d.                          |
| Kazakhstan     | 475 500  | 93        | 442 215                       | 651 800   | 82   | 534 476                       |
| Rép. tchèque   | 500  | 100       | 500                           | n.d.  | n.d. | n.d.                          |
| Ukraine        | 53 500   | 89        | 47 615                        | 105 000   | 82   | 86 100                        |
| <b>Total</b>   | <b>3 211 200</b>   | <b>77</b> | <b>2 486 752</b>              | <b>3 969 700</b>  |      | <b>n.d.</b>                   |

n.d. Données non disponibles.

\* Ressources identifiées uniquement dans les pays ayant notifié des ressources tributaires de centres de production ; il ne s'agit pas des ressources mondiales totales.

## Ressources non découvertes

Les ressources non découvertes (*ressources pronostiquées et ressources spéculatives*) se rapportent à des ressources dont on présume l'existence sur la base des connaissances géologiques de gisements déjà découverts et de la cartographie géologique régionale. Les *ressources pronostiquées* se rapportent à celles dont on escompte la présence dans des provinces uranifères connues, généralement en se fondant sur certaines preuves directes. Les *ressources spéculatives* (RS) se rapportent à celles dont on escompte la présence dans des provinces géologiques susceptibles de renfermer des gisements d'uranium. Les ressources tant pronostiquées que spéculatives requièrent d'importantes activités de prospection avant que leur existence puisse être confirmée et que les teneurs et tonnages puissent être déterminés. Les ressources pronostiquées et les ressources spéculatives sont, dans leur totalité, indiquées en tant que ressources *in situ* (tableau 11).

Les informations relatives aux quantités de RS dans le monde sont incomplètes, seuls 26 pays ayant notifié dans le passé ce type de ressources. Seuls 16 pays ont fait état de RS en vue de la présente édition, contre 27 pays dans le cas des RRA. Un certain nombre de pays n'ont pas fait mention de ressources non découvertes dans leur contribution à l'édition 2009 du Livre rouge, alors que d'autres ont signalé qu'ils ne procèdent pas à des mises à jour systématiques des évaluations relatives à ce type de ressources. Néanmoins, on estime que quelques-uns de ces pays, tels que l'Australie, le Gabon et la Namibie, ont un important potentiel de ressources dans des zones peu explorées.

D'après les estimations, les quantités totales de ressources pronostiquées s'élèvent à environ 2.81 millions de tonnes d'U récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U (soit 2 % de plus que les 2.77 millions t d'U estimés en 2007), dont environ 1.70 million de tonnes d'U dans la tranche de coût inférieur à 80 USD/kg d'U (contre 1.95 million t d'U en 2007, soit 12 % de moins). Les quantités totales de ressources pronostiquées s'élèvent à environ 2.91 millions de tonnes d'U récupérables à des coûts inférieurs à 260 USD/kg d'U. D'importantes variations dans les quantités de ressources pronostiquées sont intervenues entre 2007 et 2009 au Kazakhstan (augmentation de 280 000 t d'U à 321 600 t d'U dans la tranche de coût <80 USD/kg d'U et de 300 000 t d'U à 498 500 t d'U dans la tranche <130 USD/kg d'U), dans la Fédération de Russie (recul de 276 500 t d'U à 182 000 t d'U dans la tranche <80 USD/kg d'U) et en Ukraine (recul de 22 500 t d'U à 15 300 t d'U dans la tranche <130 USD/kg d'U). Les quantités totales de ressources pronostiquées dans la nouvelle catégorie de coût élevé s'élèvent à 2 905 000 t d'U, soit 5 % de plus que les quantités totales notifiées dans la tranche <130 USD/kg d'U en 2007.

Les quantités totales pour les pays ayant notifié des ressources spéculatives (RS) récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U s'établissent à environ 3.7 millions de tonnes d'U, ce qui marque une baisse de plus de 1 059 000 t d'U (22 %) par rapport aux quantités totales relevées en 2007.

Les ressources spéculatives (RS) récupérables à des coûts inférieurs à 260 USD/kg d'U représentaient un peu plus de 3.9 millions de tonnes d'U. Environ 3.6 millions de tonnes d'U ont été notifiées sans estimation de leur coût de production, c'est-à-dire 620 500 tonnes d'U (21 %) de moins qu'en 2007. Les variations les plus importantes concernant les RS sont enregistrées au Kazakhstan, où 200 000 tonnes d'U ont été reclassées de la catégorie des ressources spéculatives à celle des ressources pronostiquées à coût élevé (<260 USD/kg d'U), et dans la Fédération de Russie, où les ressources spéculatives ont été amputées de 714 000 t d'U dans la tranche <130 USD/kg d'U et 633 000 t d'U ont été ajoutées au total des ressources de la tranche de coûts indéterminés. L'Indonésie et la République islamique d'Iran ont enregistré de légères hausses (<5000 t d'U) des quantités de ressources spéculatives. Les quantités totales de RS notifiées sont estimées à près de 7.5 millions de tonnes d'U, soit un peu moins (3.6 %) que les 7.7 millions de tonnes d'U relevées en 2007.

**Tableau 11. Ressources non découvertes\***  
(en milliers de tonnes d'U, au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

| Pays                                   | Ressources pronostiquées |                      |                      | Ressources spéculatives |                      |                                 |                |
|--|--------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------|
|  | Tranches de coût         |                      |                      | Tranches de coût        |                      |                                 |                |
|  | < 80 USD/<br>kg d'U      | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U    | < 260 USD/<br>kg d'U | Tranche de coût<br>indéterminée | Total          |
| Afrique du Sud                         | 34.9                     | 110.3                | 110.3                | n.d.                    | n.d.                 | 1 112.9                         | 1 112.9        |
| Allemagne                              | 0.0                      | 0.0                  | 0.0                  | 0.0                     | 0.0                  | 74.0                            | 74.0           |
| Argentine                              | n.d.                     | 1.4                  | 1.4                  | n.d.                    | n.d.                 | n.d.                            | n.d.           |
| Brésil                                 | 300.0                    | 300.0                | 300.0                | n.d.                    | n.d.                 | 500.0                           | 500.0          |
| Bulgarie                               | n.d.                     | n.d.                 | 25.0                 | n.d.                    | n.d.                 | n.d.                            | n.d.           |
| Canada                                 | 50.0                     | 150.0                | 150.0                | 700.0                   | 700.0                | 0.0                             | 700.0          |
| Chili (a)                              | n.d.                     | 1.5                  | 1.5                  | n.d.                    | n.d.                 | 3.2                             | 3.2            |
| Chine (a)                              | 3.6                      | 3.6                  | 3.6                  | 4.1                     | 4.1                  | 0.0                             | 4.1            |
| Colombie (a)                           | n.d.                     | 11.0                 | 11.0                 | 217.0                   | 217.0                | 0.0                             | 217.0          |
| Danemark (a)                           | 0.0                      | 0.0                  | 0.0                  | 50.0                    | 50.0                 | 10.0                            | 60.0           |
| États-Unis                             | 839.0                    | 1 273.0              | 1 273.0              | 858.0                   | 858.0                | 482.0                           | 1 340.0        |
| Fédération de Russie                   | n.d.                     | 182.0                | 182.0                | n.d.                    | n.d.                 | 633.0                           | 633.0          |
| Grèce (a)                              | 6.0                      | 6.0                  | 6.0                  | 0.0                     | 0.0                  | 0.0                             | 0.0            |
| Hongrie                                | 0.0                      | 18.4                 | 18.4                 | n.d.                    | n.d.                 | n.d.                            | n.d.           |
| Inde (a)                               | n.d.                     | n.d.                 | 63.6*                | n.d.                    | n.d.                 | 17.0                            | 17.0           |
| Indonésie (a)                          | n.d.                     | n.d.                 | n.d.                 | 16.1                    | 16.1                 | 0.0                             | 16.1           |
| Iran, Rép. islamique d'                | 0.0                      | 4.2                  | 4.2                  | n.d.                    | 14.0                 | n.d.                            | 14.0           |
| Italie (a)                             | n.d.                     | n.d.                 | n.d.                 | n.d.                    | n.d.                 | 10.0                            | 10.0           |
| Jordanie (a)                           | 67.8                     | 84.8                 | 84.8                 | 84.8                    | 84.8                 | n.d.                            | 84.8           |
| Kazakhstan                             | 321.6                    | 498.5                | 500.0                | 270.5                   | 300.0                | n.d.                            | 300.0          |
| Mexique (a)                            | n.d.                     | 3.0                  | 3.0                  | n.d.                    | n.d.                 | 10.0                            | 10.0           |
| Mongolie (a)                           | 0.0                      | 0.0                  | 0.0                  | 1 390.0                 | 1 390.0              | n.d.                            | 1 390.0        |
| Niger (a)                              | 14.5                     | 24.6                 | 24.6                 | n.d.                    | n.d.                 | n.d.                            | n.d.           |
| Ouzbékistan (a)                        | 56.3                     | 85.0                 | 85.0                 | 0.0                     | 0.0                  | 134.7                           | 134.7          |
| Pérou                                  | 6.6                      | 6.6                  | 6.6                  | 19.7                    | 19.7                 | n.d.                            | 19.7           |
| Portugal                               | 1.0                      | 1.5                  | 1.5                  | n.d.                    | n.d.                 | n.d.                            | n.d.           |
| République tchèque                     | 0.2                      | 0.2                  | 0.2                  | 0.0                     | 0.0                  | 179.0                           | 179.0          |
| Roumanie (a)                           | n.d.                     | 3.0                  | 3.0                  | 3.0                     | 3.0                  | n.d.                            | 3.0            |
| Slovénie                               | 0.0                      | 1.1                  | 1.1                  | n.d.                    | n.d.                 | n.d.                            | n.d.           |
| Ukraine                                | n.d.                     | 15.3                 | 15.3                 | n.d.                    | 120.0                | 135.0                           | 255.0          |
| Venezuela (a)                          | n.d.                     | n.d.                 | n.d.                 | 0.0                     | 0.0                  | 163.0                           | 163.0          |
| Vietnam (a)                            | 0.0                      | 7.9                  | 7.9                  | 100.0                   | 100.0                | 130.0                           | 230.0          |
| Zambie (a)                             | 0.0                      | 22.0                 | 22.0                 | n.d.                    | n.d.                 | n.d.                            | n.d.           |
| Zimbabwe (a)                           | 0.0                      | 0.0                  | 0.0                  | 25.0                    | 25.0                 | 0.0                             | 25.0           |
| <b>Total (rapporté par les pays)**</b> | <b>1 701.5</b>           | <b>2 814.8</b>       | <b>2 905.0</b>       | <b>3 738.2</b>          | <b>3 901.7</b>       | <b>3 593.8</b>                  | <b>7 495.5</b> |

Les ressources non découvertes sont indiquées en tant que ressources *in situ*.

n.d. Données non disponibles. \* Estimation du Secrétariat par tranches de coût. \*\* Les totaux peuvent ne pas être égaux à la somme des composants, ces derniers ayant été arrondis séparément.

(a) Aucune ressource n'étant indiquée dans les réponses de 2009, les données sont tirées de la précédente édition du Livre rouge.

### Autres ressources et produits

Par ressources classiques, on entend les ressources à partir desquelles de l'uranium est récupérable comme produit primaire, coproduit ou important sous-produit, alors que les ressources non classiques sont des ressources à partir desquelles l'uranium est uniquement récupérable en tant

que sous-produit d'importance secondaire, par exemple l'uranium associé à des phosphates naturels, des minerais non ferreux, de la carbonatite, des schistes noirs et du lignite. Les ressources non classiques en uranium qui ont été notifiées à ce jour sont pour la plupart associées à de l'uranium extrait des phosphates, mais il existe d'autres sources potentielles (l'eau de mer et les schistes noirs, par exemple). Étant donné que peu de pays ont fait état d'informations actualisées, une compilation complète des ressources non classiques en uranium et d'autres matières susceptibles de constituer des combustibles nucléaires (le thorium, par exemple) n'est pas possible. On trouvera néanmoins ci-après une synthèse des informations attestées au cours des dernières années et des données notifiées pour les besoins de la présente édition.

Historiquement, les gisements de phosphates [1] sont les seules ressources non classiques à partir desquelles on a récupéré une quantité notable d'uranium. Le traitement des phosphates naturels d'origine marocaine en Belgique a produit 686 t d'U entre 1975 et 1999, et environ 17 150 t d'U ont été récupérées aux États-Unis à partir de phosphates naturels de Floride entre 1954 et 1962. Une quantité atteignant 40 000 t d'U a aussi été récupérée à partir du traitement de dépôts organiques marins (essentiellement des concentrations d'arrêtes de poisson fossiles) au Kazakhstan. Dans les années 90, le prix de l'uranium est tombé à un niveau tel que ces opérations n'ont plus présenté d'intérêt économique d'où la fermeture de la plupart de ces installations. Celles des États-Unis ont été déclassées et démolies.

Les coûts de production estimés pour un projet de récupération de 50 t d'uranium/an sous forme de sous-produit, capital et investissement compris, allaient de 40 USD/kg d'U à 115 USD/kg d'U (15 USD/lb d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> et 45 USD/lb d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) aux États-Unis dans les années 80 [2]. Plus récemment, des coûts de production allant de 65 USD/kg d'U à 78 USD/kg d'U (25 USD/lb d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> et 30 USD/lb d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) ont été annoncés en Australie par Uranium Equities [3] bien que les résultats de l'étude de faisabilité n'aient pas encore été communiqués. En novembre 2009, Cameco a investi 16.5 millions USD dans Uranium Equities afin de développer et commercialiser son procédé PhosEnergy.

Une réunion technique de l'AIEA s'est tenue en novembre 2009 pour faire le point sur les activités dans ce domaine. A cette occasion, diverses questions concernant les perspectives d'exploitation de ces ressources non classiques ont été passées en revue, ainsi qu'un certain nombre d'aspects intéressant la recherche, les évolutions technologiques et l'environnement [4]. De toute évidence, la hausse des prix de l'uranium et les prévisions d'accroissement de la demande font qu'un large éventail de projets et de technologies sont actuellement étudiés par les pouvoirs publics et les entreprises commerciales.

Des ressources non classiques en uranium ont été signalées par certains pays dans les éditions du Livre rouge parues entre 1965 et 1993. En 2009, seul un très petit nombre de pays (Afrique du Sud, Égypte, Finlande et Pérou) ont mentionné ou notifié de telles ressources (tableau 12). Toutefois, compte tenu de la hausse générale du prix de l'uranium depuis 2003, comparé aux niveaux des 20 années précédentes, les ressources non classiques en uranium, notamment celles contenues dans les phosphates naturels, bénéficient d'un regain d'intérêt. Au Brésil, le développement du projet de St. Quitéria se poursuit, et devrait permettre de produire à compter de 2012 jusqu'à 1 000 t d'U/an à partir de l'acide phosphorique tiré du gisement de phosphate/uranium d'Itaia. L'Égypte estime à 42 000 t la quantité d'uranium contenue dans ses gisements de phosphates du Crétacé supérieur, dont la teneur en uranium serait de 50-200 ppm. Le Pérou mentionne le potentiel du gîte de Bayovar à Piura qui, selon les estimations, pourrait contenir jusqu'à 16 000 t d'U, avec une concentration moyenne de 60 ppm. L'Afrique du Sud fait état du potentiel à long terme des gisements de phosphate au large de sa côte ouest pour la récupération d'uranium, avec des concentrations pouvant aller jusqu'à 430 ppm. Bien qu'il n'en soit pas fait état dans la présente édition du Livre rouge, d'autres pays tels que la

Jordanie, le Maroc et la Tunisie ont aussi exprimé de l'intérêt pour la récupération de l'uranium présent dans les phosphates naturels, durant la production d'engrais.

Toutefois, d'autres sources que les phosphates naturels présentent également de l'intérêt. En Finlande, les sulfures polymétalliques (nickel, zinc, cuivre et cobalt) à faible teneur présents dans les schistes noirs de Talivaara sont exploités par lixiviation bactérienne en tas depuis octobre 2008. Bien que la récupération d'uranium ne fasse pas partie actuellement du procédé d'extraction, l'uranium contenu dans le minerai pourrait être extrait si les conditions du marché étaient favorables.

En 2007, le ministère de l'Emploi et de l'Économie de la Finlande a reconduit pour deux ans la concession minière de Sokli pour l'exploitation du minerai de phosphate contenant du niobium, du thorium et de l'uranium. L'évaluation environnementale effectuée à l'appui du projet prévoit en option la production d'uranium. En Finlande également, Mawson Resources et Namura Finland travaillent à la mise en valeur du gisement de Nuottijärvi. Ce gisement renferme des ressources à coût élevé (>130 USD/kg d'U) qui ont déjà été estimées à 1 000 t d'U.

Si les prix de l'uranium dépassaient les 260 USD/kg d'U (100 USD/lb d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>), la récupération des sous-produits uranifères de ressources non classiques, en particulier dans les installations de traitement du phosphate, devrait devenir économiquement viable. Si l'on parvient à s'affranchir des obstacles que pourraient constituer les prescriptions réglementaires et la formation de personnel qualifié, la production d'uranium en tant que sous-produit de l'acide phosphorique pourrait redevenir une source importante et compétitive. De même, l'uranium actuellement présent à très faibles concentrations dans les engrais, et dispersé sur les sols, pourrait être récupéré et utilisé dans le cycle du combustible nucléaire.

**Tableau 12. Ressources non classiques notifiées en 2009 (tonnes d'U)**

| Pays           | Tonnes d'U | Types de gisement  |
|----------------|------------|--|
| Afrique du Sud | n.c.       | Gisements associés aux phosphates et gisements de charbon                              |
| Égypte         | 42 000     | Gisements associés aux phosphates  |
| Finlande       | 5 500      | Gisements de schistes noirs et de carbonatite  |
| Pérou          | 21 600     | Gisements associés aux phosphates et gisements polymétalliques (Cu, Pb, Zn, Ag, W, Ni) |

n.c. = non communiqué.

Le tableau 13 récapitule les quantités de ressources non classiques dont il a été fait état dans les éditions du Livre rouge parues depuis 1965 [5]. Ces chiffres sont incomplets. Ils ne comprennent pas toutes les ressources non classiques existant dans le monde, car les importantes ressources en uranium liées aux schistes noirs de Chattanooga (États-Unis) et de Ronneburg (Allemagne), qui s'élèvent à 4.2 millions de tonnes d'U au total, n'y figurent pas. Ne sont pas également prises en compte les importantes ressources en uranium liées aux sables littoraux renfermant de la monazite au Brésil, aux États-Unis, en Inde, en Égypte, en Malaisie et au Sri Lanka. Les ressources non classiques ne sont pas plus notifiées de façon régulière dans les ex-républiques de l'URSS.

**Tableau 13. Ressources non classiques en uranium (milliers de t d'U) notifiées dans les éditions du Livre rouge parues de 1965 à 1993**

| Pays       | Phosphates naturels | Minerais non ferreux | Carbonatite | Schistes noirs, lignite |
|------------|---------------------|----------------------|-------------|-------------------------|
| Brésil*    | 28.0-70.0           | 2.0                  | 13.0        |                         |
| Chili      | 0.6-2.8             | 4.5-5.2              |             |                         |
| Colombie   | 20.0-60.0           |                      |             |                         |
| Égypte**   | 35.0-100.0          |                      |             |                         |
| États-Unis | 14.0-33.0           | 1.8                  |             |                         |
| Finlande   | 1                   |                      | 2.5         | 3.0-9.0                 |
| Grèce      | 0.5                 |                      |             |                         |
| Inde       | 1.7-2.5             | 6.6-22.9             |             | 4.0                     |
| Jordanie   | 100-123.4           |                      |             |                         |
| Kazakhstan | 58                  |                      |             |                         |
| Maroc      | 6 526               |                      |             |                         |
| Mexique    | 100-151             | 1.0                  |             |                         |
| Pérou      | 20                  | 0.14-1.41            |             |                         |
| Suède      |                     |                      |             | 300.0                   |
| Syrie      | 60.0-80.0           |                      |             |                         |
| Thaïlande  | 0.5-1.5             |                      |             |                         |
| Venezuela  | 42.0                |                      |             |                         |
| Vietnam    |                     |                      |             | 0.5                     |

\* Considérées comme des ressources classiques au Brésil et donc incluses dans les chiffres des ressources classiques relatifs au Brésil.

\*\* Comprennent une quantité inconnue d'uranium renfermée dans de la monazite.

La quantité totale d'uranium notifiée dans les précédentes éditions du Livre rouge en tant que ressources non classiques, dont les gisements associés aux phosphates du Maroc constituent la part la plus importante (>85 %), s'élève à environ 7.3-7.6 millions de tonnes d'U. Comme mentionné plus haut, ce total n'inclut pas de gisements importants situés dans d'autres pays et représente donc une estimation des ressources non classiques en uranium sans doute en deçà de la réalité.

D'autres estimations des ressources en uranium liées aux gisements de phosphates d'origine marine et organique laissent présager l'existence de près de 9 millions de tonnes d'U dans quatre pays seulement : les États-Unis, la Jordanie, le Maroc et le Mexique [6]. D'autres estiment que la quantité totale mondiale s'élèverait à 22 millions de tonnes d'U, estimation mentionnée dans l'édition de 2005 du Livre rouge [7]. Les études sur la concentration en uranium des phosphates naturels [8] et les estimations concernant l'ampleur de ces gîtes [9] confirment les estimations indiquant des quantités importantes d'uranium dans les phosphates naturels. La variation de ces estimations montre qu'il convient de considérer ces chiffres comme s'inscrivant dans un inventaire minéral général, plutôt que correspondant aux catégories standards utilisées dans la notification des ressources. Les estimations des concentrations d'uranium dans les phosphates naturels doivent être établies de façon plus rigoureuse pour pouvoir déterminer l'abondance de ces ressources, leur accessibilité et les conditions économiques de la production d'uranium dès lors que les prix du marché de l'uranium pourront justifier l'exploitation de ces gisements.

Les activités de récupération de l'uranium présent dans les dépôts de résidus de traitement se sont aussi récemment intensifiées en Afrique du Sud. Harmony Gold a étudié les possibilités de récupérer

l'uranium dans 11 dépôts de résidus de traitement au sud-ouest de Johannesburg, où le seul dépôt de Cooke situé près de Doornkop contiendrait, selon les estimations, 9 500 t d'U, ainsi que de l'or. Gold Fields étudie aussi le potentiel d'exploitation des dépôts de résidus de traitement et d'un gisement associé à des conglomérats à galets de quartz contenant de l'uranium et de l'or à la Mine Beatrix près de Welkom, qui renfermerait selon les estimations 24 600 t d'U et 75 t d'or. First Uranium a entrepris de produire de l'uranium à partir de 14 anciennes aires de confinement des résidus de traitement dans le cadre du projet de réaménagement des stockages de résidus de Mine Waste Solutions (MWS).

Le Canadien Sparton Resources a mené d'importants travaux, principalement axés sur une centrale thermique à charbon chinoise, pour développer une technologie permettant de récupérer l'uranium contenu dans les cendres de charbon, mais il étudie également les possibilités offertes par d'autres sites de stockage des cendres en Chine, en Afrique du Sud et en Europe de l'Est. Bien que ce procédé ait déjà été utilisé à petite échelle, tout comme les autres technologies d'extraction de sources d'uranium non classiques, il ne sera commercialement viable que si les prix de l'uranium dépassaient un certain niveau. L'uranium extrait des résidus et des cendres de charbon apportera certes un complément précieux mais, tels qu'ils sont décrits actuellement, ces projets ne produiront chaque année que de faibles quantités, de l'ordre de quelques centaines de tonnes d'U chacun.

UraMin Inc. (désormais AREVA Resources Southern Africa) a étudié les possibilités de récupération de l'uranium dans le bassin de Springbok Flats qui, selon les estimations, pourrait contenir 77 000 t d'U à des concentrations de 0.06-0.1 %. Toutefois, la recherche d'une méthode rentable et acceptable du point de vue de l'environnement permettant d'extraire l'uranium de cette source demeure problématique.

L'eau de mer est considérée depuis longtemps comme une source possible d'uranium, en raison des grandes quantités qu'elle contient (4 milliards de t d'U, environ) et de leur caractère pratiquement inépuisable. Cependant, en raison de la faible concentration de l'uranium dans l'eau de mer (3-4 parties par milliard), on estime qu'il faudrait traiter environ 350 000 tonnes d'eau pour produire un seul kg d'uranium. Néanmoins, à l'exception de son coût élevé de récupération, il n'y a pas de raison intrinsèque pour laquelle une partie au moins de ces importantes ressources ne pourrait pas être extraite à partir de diverses côtes à raison de quelques centaines de tonnes chaque année.

Des recherches ont été consacrées à la récupération de l'uranium présent dans l'eau de mer en Allemagne, aux États-Unis, en Italie, au Japon et au Royaume-Uni dans les années 70 et 80, mais seul le Japon semble actuellement poursuivre ses travaux. Les chercheurs japonais continuent de tester un système de récupération à l'aide de « tresses » de polymères directement ancrées au fond de la mer, qui ont permis de récupérer environ 2.0 g d'U par kg d'adsorbant durant la période d'essai [10]. Le facteur de récupération annuel de tels systèmes à grande échelle était estimé à environ 1 200 t d'U/an pour un coût de récupération supérieur à 700 USD/kg d'U en 2006. Les recherches se poursuivent au Japon dans le cadre d'essais pilotes [11] afin d'améliorer le facteur de récupération et d'abaisser les coûts vers des niveaux plus compétitifs. Ce type de technologie éviterait de devoir traiter de grandes quantités d'eau de mer.

## **Thorium**

Le thorium, qui est abondant et largement répandu, pourrait également être utilisé comme source de combustible nucléaire. Les plus importantes ressources identifiées en thorium ont pour la plupart été découvertes au cours de la recherche d'uranium, de terres rares, de niobium, de phosphates et de titane dans des carbonatites et des corps ignés alcalins. Aujourd'hui, le thorium est principalement récupéré à partir de la monazite en tant que sous-produit du traitement des gisements de sable à minéraux lourds tels que les minéraux titanifères, zirconifères et stannifères. Des informations sur les

ressources en thorium [1, 5] ont été publiées dans les éditions du Livre rouge parues entre 1965 et 1981, utilisant généralement la même terminologie que celle appliquée à cette époque aux ressources en uranium (par exemple, ressources raisonnablement assurées et ressources supplémentaires estimées I et II, qui sont maintenant respectivement qualifiées de ressources présumées et pronostiquées). On ne dispose pas de nouvelles informations depuis la publication de l'édition 2007 du Livre rouge. Les ressources mondiales en thorium, qui sont répertoriées par types principaux de gisements dans le tableau 14, sont estimées à environ 6.08 millions de tonnes de Th au total, y compris les ressources non découvertes.

**Tableau 14. Principaux types de gisements et ressources de thorium [5]**

| Type de gisement | Ressources (1 000 t Th) |
|------------------|-------------------------|
| Carbonatite      | 1 900                   |
| Placer           | 1 500                   |
| Type filonien    | 1 300                   |
| Roches alcalines | 1 120                   |
| Autres           | 258                     |
| <b>Total</b>     | <b>6 078</b>            |

Le tableau 15 répertorie ces ressources en thorium par pays, en les classant dans des catégories semblables à celles utilisées pour les ressources en uranium.

**Tableau 15. Ressources mondiales en thorium (milliers de tonnes de Th) [3]**

| Pays            | RRA<br>< 80 USD/kg Th | RSE I (présumées)<br><80 USD/kg Th | Identifiées<br><80 USD/kg Th | Pronostiquées |
|-----------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------------|---------------|
| Afrique du Sud  | 18                    | n.d.                               | 18                           | 130           |
| Australie*      | 46                    | 406                                | 452                          | n.d.          |
| Brésil*         | 172                   | 130                                | 302                          | 330           |
| Canada          | n.d.                  | 44                                 | 44                           | 128           |
| Égypte          | n.d.                  | 100                                | 100                          | 280           |
| États-Unis      | 122                   | 278                                | 400                          | 274           |
| Féd. de Russie. | 75                    | n.d.                               | 75                           | n.d.          |
| Groenland       | 54                    | n.d.                               | 54                           | 32            |
| Inde            | 319                   | n.d.                               | 319                          | n.d.          |
| Norvège         | n.d.                  | 132                                | 132                          | 132           |
| Turquie         | n.d.                  | n.d.                               | n.d.                         | n.d.          |
| Venezuela       | n.d.                  | 300                                | 300                          | n.d.          |
| Autres          | 23                    | 10                                 | 33                           | 81            |
| <b>Total</b>    | <b>829</b>            | <b>1 400</b>                       | <b>2 229</b>                 | <b>1 387</b>  |

n.d. Données non disponibles.

\* Sur la base d'évaluations actualisées.

Le total des ressources mondiales en thorium estimées dans les catégories des RRA, des RSE-I (ressources identifiées) et des ressources pronostiquées répertoriées dans le tableau 15 s'élève à 3.6 millions de tonnes de Th, soit environ 60 % des ressources mondiales en thorium répertoriées dans

le tableau 14. Les différences entre ces estimations sont le résultat des méthodes différentes utilisées (par exemple, coûts et degrés de certitude géologique différents).

Les sources d'uranium dites secondaires, certes faibles par rapport aux ressources décrites plus haut, jouent un rôle notable dans la couverture des besoins présents en combustible nucléaire et devraient continuer à le faire pendant plusieurs années. On trouvera dans la section « Demande d'uranium » du présent ouvrage, une analyse détaillée de ces ressources.

## B. PROSPECTION DE L'URANIUM

Les activités de prospection et de mise en valeur se sont poursuivies en 2007 et 2008 à un rythme pratiquement jamais vu depuis 20 ans, sous l'effet de la hausse du prix de l'uranium au comptant jusqu'au milieu de l'année 2007. Ces activités ont eu lieu dans des pays ayant précédemment mené des travaux de prospection et de mise en valeur des gisements d'uranium et également dans de nombreux pays où la prospection de l'uranium avait été suspendue pendant quelques temps. Étant donné que la plupart de ces pays n'ont pas fait état de dépenses de prospection et de mise en valeur, il est probable que les dépenses mondiales totales de prospection et de mise en valeur de l'uranium soient plus élevées que celles notifiées dans le présent ouvrage.

Les activités mondiales de prospection de l'uranium demeurent inégalement réparties du point de vue géographique, la majorité des dépenses de prospection étant concentrées dans les zones présumées les plus susceptibles de donner lieu à la découverte de gisements présentant un intérêt économique, principalement de *gisements liés à des discordances, contenus dans des grès et liés à des complexes bréchiques à hématite*.

En 2008, seuls la Chine, la Fédération de Russie, la France et le Japon ont fait état de dépenses de prospection et de développement à l'étranger, qui représentent un montant total de 324.3 millions USD (tableau 16). En 2007, le Canada, la Chine, la France, le Japon et la Suisse ont aussi fait état de dépenses à l'étranger d'un montant total de 352.5 millions USD, soit plus de 20 fois plus qu'en 2002. En 2009, les dépenses de prospection et de développement à l'étranger devraient diminuer pour tomber à 197.0 millions USD, bien que seuls la France, la Fédération de Russie et le Japon aient indiqué leurs dépenses prévues. Le total des dépenses de prospection à l'étranger donne une image incomplète, car on sait que des dépenses ont été effectuées par des entreprises basées en Australie et en République de Corée, mais aucune donnée n'a été communiquée. L'évolution des dépenses de prospection tant sur le territoire national qu'à l'étranger est représentée à la figure 4.

Les dépenses nationales de prospection et de mise en valeur ont accusé une baisse générale de 1998 à 2001, puis commencé à augmenter légèrement en 2002, date à laquelle 18 pays au total ont fait état de dépenses nationales d'un montant d'environ 95.1 millions USD (tableau 17). En 2003 et 2004, respectivement 20 et 21 pays ont fait état d'activités de prospection et développement s'élevant respectivement à quelques 123.8 millions USD et 218.8 millions USD. Ces chiffres risquent néanmoins de sous-estimer le montant total des dépenses de prospection sachant que plusieurs pays, soit n'ont pas rendu compte de leurs dépenses de prospection et de mise en valeur, soit n'ont notifié que les dépenses publiques, comme on le verra par la suite.

En 2005, 19 pays ont fait état de dépenses de prospection et de développement sur le territoire national s'élevant au total à environ 393.7 millions USD, en hausse d'environ 80 % par rapport à 2004. En 2006, 17 pays ont fait état de dépenses de prospection et de développement sur le territoire national s'élevant au total à environ 704.5 millions USD, en hausse d'environ 79 % par rapport à 2005 (ces chiffres comprennent des estimations prudentes calculées par le Secrétariat pour la Namibie et

l'Ouzbékistan). Les dépenses de prospection et de mise en valeur notifiées par 22 pays ont enregistré une nouvelle hausse de 89 % en 2007 pour atteindre près de 1.328 milliards USD, puis de 24 % en 2008 pour atteindre au total 1.641 milliards USD (données notifiées ici encore par 22 pays et estimations du Secrétariat pour la Namibie et l'Ouzbékistan).

La plus grande partie des dépenses notifiées en 2008 concerne six pays seulement : l'Australie, le Canada, les États-Unis, la Fédération de Russie, le Kazakhstan et le Niger. Ces pays ont représenté ensemble plus de 90 % des dépenses notifiées de prospection et de mise en valeur sur le territoire national. S'agissant des dépenses notifiées engagées sur le territoire national, 60 % correspondent à seulement trois pays: l'Australie, le Canada et les États-Unis. Dans l'ensemble, les dépenses de prospection et de développement sur le territoire national devraient se maintenir à un bon niveau mais s'infléchir de 18 % en 2009 pour tomber à 1.342 milliards USD d'après les rapports de 18 pays (même si l'Afrique du Sud a fait état des dépenses sur un seul site). Les hausses les plus importantes prévues en 2009 devraient concerner l'Australie, le Canada, la Fédération de Russie, la Jordanie, le Kazakhstan et le Niger. La figure 4 représente ces évolutions, montrant la récente rapide divergence entre les dépenses engagées sur le territoire national et à l'étranger.

**Tableau 16. Dépenses de prospection et de mise en valeur de l'uranium engagées à l'étranger**  
(milliers USD au cours de l'année considérée)

| Pays           | Avant 2002       | 2002          | 2003          | 2004          | 2005                | 2006                 | 2007                 | 2008                 | 2009 (prévisions)  |
|----------------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| Allemagne      | 403 158          | 0             | 0             | 0             | 0                   | 0                    | 0                    | 0                    | 0                  |
| Australie      | n.d.             | n.d.          | n.d.          | 1 571         | 8 855               | 4 580                | n.d.                 | n.d.                 | n.d.               |
| Belgique       | 4 500            | 0             | 0             | 0             | 0                   | 0                    | 0                    | 0                    | 0                  |
| Canada         | 22 820           | 2 549         | 2 547         | 9 559         | 53 968 <sup>P</sup> | 124 546 <sup>P</sup> | 139 655              | n.d.                 | n.d.               |
| Chine          | 0                | 0             | 0             | 0             | n.d.                | n.d.                 | 157 237 <sup>1</sup> | 183 717 <sup>1</sup> | n.d.               |
| Corée, Rép. de | 24 049           | n.d.          | n.d.          | n.d.          | n.d.                | n.d.                 | n.d.                 | n.d.                 | n.d.               |
| Espagne        | 20 400           | 0             | 0             | 0             | 0                   | 0                    | 0                    | 0                    | 0                  |
| États-Unis     | 260 598          | n.d.          | n.d.          | n.d.          | n.d.                | n.d.                 | n.d.                 | n.d.                 | n.d.               |
| Féd. de Russie | n.d.             | n.d.          | n.d.          | n.d.          | n.d.                | n.d.                 | n.d.                 | 49 724               | 108 190            |
| France         | 722 623          | 14 370        | 16 701        | 59 701        | 127 500             | 85 000               | 53 985               | 87 092               | 84 406             |
| Japon          | 418 331          | n.d.          | n.d.          | n.d.          | n.d.                | n.d.                 | 1 570 <sup>2</sup>   | 3 810 <sup>2</sup>   | 4 430 <sup>2</sup> |
| Royaume-Uni    | 61 263           | 0             | 0             | 0             | 0                   | 0                    | 0                    | 0                    | 0                  |
| Suisse         | 29 657           | 0             | 0             | 3             | 0                   | 3                    | 16                   | 0                    | 0                  |
| <b>Total</b>   | <b>1 967 399</b> | <b>16 919</b> | <b>19 248</b> | <b>70 834</b> | <b>190 323</b>      | <b>214 129</b>       | <b>352 463</b>       | <b>324 342</b>       | <b>197 026</b>     |

*Note* : Les dépenses de prospection et de mise en valeur sur le territoire national représentent les dépenses totales provenant de sources nationales et étrangères à l'intérieur de chaque pays. Les dépenses à l'étranger sont ainsi un sous-ensemble des dépenses nationales.

1. Dépenses publiques de mise en valeur uniquement.

2. Dépenses publiques uniquement.

p. Données provisoires.

n.d. Données non disponibles.

**Tableau 17. Dépenses de prospection et de mise en valeur de l'uranium sur le territoire national engagées par le secteur privé et public dans les pays indiqués**  
(milliers USD au cours de l'année considérée)

| Pays                    | Avant 2002 | 2002   | 2003   | 2004   | 2005    | 2006    | 2007    | 2008               | 2009 (prévisions)  |
|-------------------------|------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------------------|--------------------|
| Afrique du Sud          | 140 846    | 0      | 73     | 886    | 1 593   | 24 698  | 14 972  | 3 922 <sup>e</sup> | 6 787 <sup>e</sup> |
| Allemagne (c)           | 2 002 789  |        |        |        |         |         |         |                    |                    |
| Argentine (a)           | 51 022     | 265    | 627    | 701    | 966     | 649     | 439     | 481                | 1 268              |
| Australie               | 501 813    | 3 020  | 4 116  | 9 971  | 31 366  | 61 603  | 149 917 | 211 612            | 139 179            |
| Bangladesh              | 453        | n.d.   | n.d.   | n.d.   | n.d.    | n.d.    | n.d.    | n.d.               | n.d.               |
| Belgique                | 2 487      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0                  | 0                  |
| Bolivie                 | 9 343      | n.d.   | n.d.   | n.d.   | n.d.    | n.d.    | n.d.    | n.d.               | n.d.               |
| Botswana                | 825        | n.d.   | n.d.   | n.d.   | n.d.    | n.d.    | n.d.    | 377                | n.d.               |
| Brésil                  | 186 128    | n.d.   | n.d.   | 449    | 0       | 0       | 0       | 0                  | 4 304              |
| Cameroun                | 1 282      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0                  | 0                  |
| Canada                  | 1 243 914  | 22 876 | 21 687 | 78 676 | 184 921 | 316 364 | 532 710 | 514 751            | 224 774            |
| Chili                   | 6 627      | 154    | 115    | 133    | 84      | 100     | 113     | n.d.               | n.d.               |
| Chine                   | 10 200     | 7 200  | 7 600  | 9 500  | 13 500  | 23 905  | 33 971  | 43 240             | 40 176             |
| Colombie                | 19 946     | n.d.   | n.d.   | 0      | 0       | 0       | 6000    | n.d.               | n.d.               |
| Corée, Rép. de          | 17 886     | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0                  | 0                  |
| Costa Rica              | 364        | n.d.   | n.d.   | n.d.   | n.d.    | n.d.    | n.d.    | n.d.               | n.d.               |
| Cuba                    | 972        | n.d.   | n.d.   | n.d.   | n.d.    | n.d.    | n.d.    | n.d.               | n.d.               |
| Danemark                | 4 140      | 0      | 0      | 0      | 0       | n.d.    | n.d.    | n.d.               | n.d.               |
| Équateur                | 1 945      | n.d.   | n.d.   | n.d.   | n.d.    | n.d.    | n.d.    | n.d.               | n.d.               |
| Égypte                  | 95 990     | 7 186  | 5 631  | 2 589  | 1 730   | 1 736   | 1 761   | 2 378              | 2 777              |
| Espagne                 | 140 455    | 0      | 0      | 0      | n.d.    | 427     | 3 887   | 4 552              | n.d.               |
| États-Unis              | 2 506 761  | 352    | 31 300 | 59 000 | 77 800  | 155 300 | 245 700 | 246 400            | n.d.               |
| Féd. de Russie.         | 76 939     | 10 420 | 7 241  | 10 597 | 24 946  | 33 496  | 64 218  | 221 528            | 258 761            |
| Finlande                | 13 984     | 0      | 0      | 210    | 803     | 1 798   | 1 511   | 2 418              | n.d.               |
| France                  | 907 240    | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0                  | 0                  |
| Gabon                   | 102 433    | 0      | 0      | 0      | 0       | n.d.    | n.d.    | n.d.               | n.d.               |
| Ghana                   | 90         | n.d.   | n.d.   | n.d.   | n.d.    | n.d.    | n.d.    | n.d.               | n.d.               |
| Grèce                   | 17 547     | n.d.   | n.d.   | n.d.   | n.d.    | n.d.    | n.d.    | n.d.               | n.d.               |
| Guatemala               | 610        | n.d.   | n.d.   | n.d.   | n.d.    | n.d.    | n.d.    | n.d.               | n.d.               |
| Hongrie                 | 3 700      | 0      | 0      | 0      | 0       | n.d.    | 112     | 239                | n.d.               |
| Inde                    | 289 134    | 11 922 | 14 172 | 14 333 | 16 588  | 16 422  | 19 793  | 25 093             | 31 983             |
| Indonésie               | 15 815     | 30     | 33     | 31     | n.d.    | 120     | 122     | 0                  | 217                |
| Iran, Rép. islamique d' | 4 561      | 1 389  | 3 781  | 3 751  | 3 723   | 4 826   | 3 930   | 8 047              | 16 357             |
| Irlande                 | 6 200      | n.d.   | n.d.   | n.d.   | n.d.    | n.d.    | n.d.    | n.d.               | n.d.               |
| Italie                  | 75 060     | n.d.   | n.d.   | n.d.   | n.d.    | n.d.    | n.d.    | n.d.               | n.d.               |
| Jamaïque                | 30         | n.d.   | n.d.   | n.d.   | n.d.    | n.d.    | n.d.    | n.d.               | n.d.               |
| Japon                   | 19 697     | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 0                  | 0                  |
| Jordanie                | 920        | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       | 353                | 115 819            |
| Kazakhstan              | 31 040     | 11 836 | 4 372  | 723    | 1 169   | 8 500   | 34 318  | 78 155             | 130 083            |
| Lesotho                 | 21         | n.d.   | n.d.   | n.d.   | n.d.    | n.d.    | n.d.    | n.d.               | n.d.               |
| Madagascar              | 5 293      | n.d.   | n.d.   | n.d.   | n.d.    | n.d.    | n.d.    | n.d.               | n.d.               |

**Tableau 17. Dépenses de prospection et de mise en valeur de l'uranium sur le territoire national engagées par le secteur privé et public dans les pays indiqués**  
(milliers USD au cours de l'année considérée) (suite)

| Pays                   | Avant 2002        | 2002          | 2003           | 2004           | 2005           | 2006           | 2007             | 2008             | 2009 (prévisions) |
|------------------------|-------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|-------------------|
| Malaisie               | 10 478            | n.d.          | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.             | n.d.             | n.d.              |
| Mali                   | 58 693            | n.d.          | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.             | n.d.             | n.d.              |
| Maroc                  | 2 752             | n.d.          | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.             | n.d.             | n.d.              |
| Mexique                | 30 306            | n.d.          | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.             | n.d.             | n.d.              |
| Mongolie               | 8 153             | n.d.          | n.d.           | n.d.           | n.d.           | 12 527         | 26 138           | 26 649           | 19 178            |
| Namibie                | 25 631            | 0             | 110            | 1 747          | 2 000*         | 2 000*         | 8 000*           | 14 000*          | 12 000*           |
| Niger                  | 208 513           | 3 126         | 4 545          | 4 222          | 6 400*         | 12 453         | 152 984          | 207 173          | 312 097           |
| Nigeria                | 6 950             | n.d.          | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.             | n.d.             | n.d.              |
| Norvège                | 3 180             | 0             | 0              | 0              | 0              | 0              | 0                | 0                | 0                 |
| Ouzbékistan            | 112 402           | 13 255        | 13 923         | 16 995         | 21 230*        | 21 230*        | 21 230*          | 21 230*          | 21 230*           |
| Paraguay               | 26 360            | n.d.          | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.             | n.d.             | n.d.              |
| Pérou                  | 4 776             | 0             | 0              | 0              | 0              | n.d.           | n.d.             | n.d.             | n.d.              |
| Philippines            | 3 456             | 4             | 2              | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.             | n.d.             | n.d.              |
| Portugal               | 17 637            | 0             | 0              | 0              | 0              | 0              | 0                | 0                | 0                 |
| Rép. centrafricaine    | 21 800            | n.d.          | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.             | n.d.             | n.d.              |
| République tchèque (b) | 313 995           | 25            | 56             | 23             | 53             | 132            | 33               | 373              | 108               |
| Roumanie               | 10 060            | n.d.          | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.             | n.d.             | n.d.              |
| Royaume-Uni            | 3 815             | 0             | 0              | 0              | 0              | 0              | 0                | 0                | 0                 |
| Rwanda                 | 1 505             | 0             | 0              | 0              | 0              | 0              | 0                | 0                | 0                 |
| Slovénie <sup>d</sup>  | 1 581             | n.d.          | n.d.           | n.d.           | n.d.           | 0              | 0                | 0                | 0                 |
| Somalie                | 10 000            | n.d.          | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.             | n.d.             | n.d.              |
| Sri Lanka              | 43                | n.d.          | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.             | n.d.             | n.d.              |
| Soudan                 | 200               | 0             | 0              | 0              | 0              | 0              | 0                | 0                | 0                 |
| Suède                  | 47 900            | 0             | 0              | 0              | 0              | n.d.           | n.d.             | n.d.             | n.d.              |
| Suisse                 | 3 359             | 0             | 0              | 0              | 0              | 0              | 0                | 0                | 0                 |
| Syrie                  | 1 151             | n.d.          | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.             | n.d.             | n.d.              |
| Thaïlande              | 11 299            | n.d.          | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.             | n.d.             | n.d.              |
| Turquie                | 21 981            | n.d.          | 7              | 7              | 23             | 56             | 50               | 74               | 189               |
| Ukraine                | 10 341            | 1 898         | 3 415          | 4 259          | 4 801          | 6 168          | 6 560            | 7 548            | 4 725             |
| Uruguay                | 231               | n.d.          | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.             | n.d.             | n.d.              |
| URSS                   | 3 692 350         |               |                |                |                |                |                  |                  |                   |
| Vietnam                | 2 842             | 132           | 980            | 45             | n.d.           | n.d.           | n.d.             | n.d.             | n.d.              |
| Zambie                 | 25                | n.d.          | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.             | n.d.             | n.d.              |
| Zimbabwe               | 6 902             | n.d.          | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.             | n.d.             | n.d.              |
| <b>TOTAL</b>           | <b>13 196 836</b> | <b>95 090</b> | <b>123 786</b> | <b>218 848</b> | <b>393 696</b> | <b>704 510</b> | <b>1 328 468</b> | <b>1 640 593</b> | <b>1 342 012</b>  |

n.d. Données non disponibles. \* Estimation du Secrétariat.

(a) Dépenses publiques de prospection uniquement.

(b) Inclut 312 560 USD dépensés en Tchécoslovaquie (avant 1996).

(c) Inclut 1 905 920 USD dépensé en RDA entre 1946 et 1990.

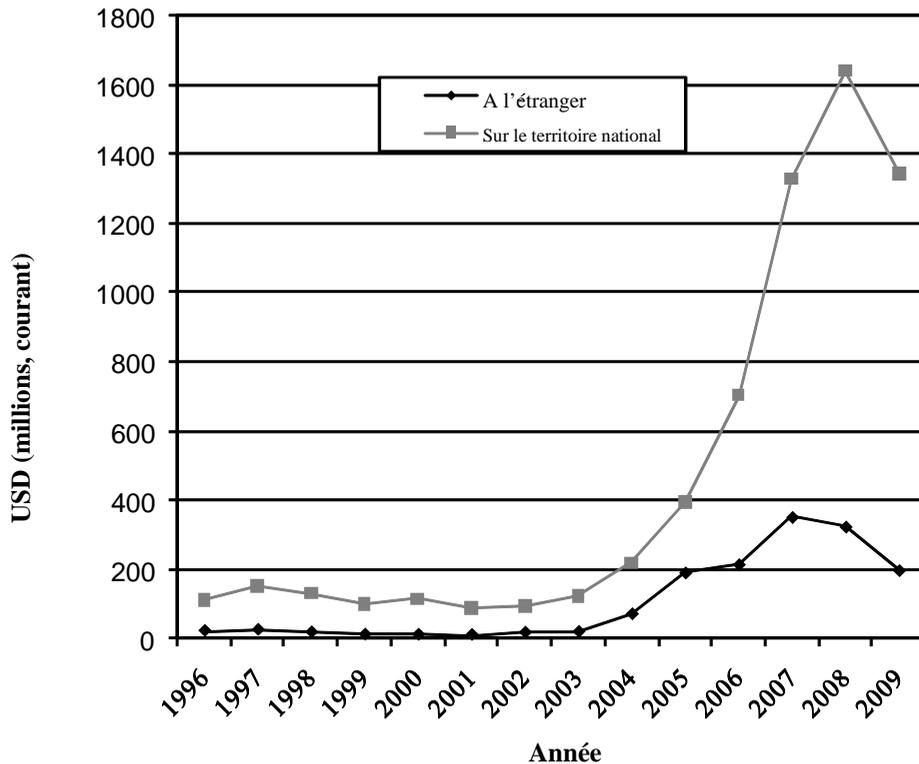
(d) Inclut toutes les dépenses effectuées dans d'autres parties de l'ex-Yougoslavie.

(e) Données concernant uniquement Ezulwini.

(f) Inclut les dépenses de remise en état et de réaménagement de 2004 à 2008. Les dépenses de réaménagement s'élevaient à 50.9 millions USD, 50.2 millions USD et 49.1 millions USD en 2006, 2007 et 2008, respectivement.

Note : Les dépenses de prospection et de mise en valeur sur le territoire national représentent les dépenses annuelles totales provenant de sources nationales et étrangères à l'intérieur de chaque pays.

**Figure 4. Évolution des dépenses de prospection et de développement**



#### Activités en cours et événements récents

**Amérique du Nord.** Au **Canada**, les dépenses de prospection de l'uranium sur le territoire national ont représenté à elles seules 385 millions USD en 2008, ce qui marque un léger recul par rapport aux 386 millions enregistrés en 2007. Les dépenses de prospection devraient continuer à diminuer en 2009 pour tomber à 170 millions USD.

Comme les années précédentes, les activités de prospection de l'uranium ont été concentrées dans les régions propices à la présence de gisements associés aux discordances du Protérozoïque dans le bassin d'Athabasca (Saskatchewan) et aussi dans une moindre mesure à des contextes géologiques analogues dans les bassins de Thelon et de Hornby Bay (Nunavut et Territoires du Nord-Ouest). Les activités de prospection de l'uranium sont restées très intensives dans les monts Otish, au Québec, où Strateco Resources Inc. a demandé un permis d'exploration souterraine en vue de sonder le gisement Matoush. L'activité de prospection dans la Ceinture minérale centrale du Labrador, où Aurora Energy Resources Inc. propose de mettre en valeur les gisements Michelin et Jacques Lake, s'est fortement ralentie après avril 2008 lorsque le gouvernement autochtone régional a imposé un moratoire de trois ans sur l'exploitation de l'uranium sur ses terres. En avril 2008, le gouvernement de la Colombie britannique a imposé un moratoire sur l'exploitation de l'uranium et du thorium et, au mois de juillet de cette même année, la province du Nouveau-Brunswick a limité les terres ouvertes à la prospection de l'uranium. La chute des prix au comptant de l'uranium au second semestre de 2007 a provoqué un ralentissement de la prospection dans les autres régions du Canada.

Les sondages de prospection et de développement de l'uranium ont représenté un total de 821 300 millions en 2008, après avoir atteint le niveau sans précédent de 853 200 millions en 2007. En 2007, plus de 60 % des sondages de prospection et de développement ont été menés au Saskatchewan.

En 2008, les dépenses totales de prospection et de développement de l'uranium du Canada s'élevaient à 515 millions USD, ce qui marque un recul de 3 % par rapport aux 533 millions USD enregistrés en 2007. Moins d'un tiers des dépenses totales de prospection et de développement en 2008 peut être imputé à la prospection souterraine, à l'évaluation des gisements et à la prise en charge et l'entretien liés à des projets en attente d'autorisation de mise en production.

En 2008, les **États-Unis** ont enregistré une augmentation notable des dépenses de prospection et de développement de mines sur le territoire national, les sommes engagées depuis 2006 atteignant 246.4 millions USD, c'est-à-dire un peu plus que les 245.7 millions USD relevés en 2007. Bien qu'une partie de ces dépenses ait été liée à des activités de déclassement et de réaménagement, le maintien de cette évolution à la hausse des investissements indique un retournement de tendance important pour l'industrie. L'accroissement récent des dépenses de mise en valeur et de production s'explique en grande partie par la hausse générale des prix de l'uranium (et du vanadium). Le nombre de sondages de prospection et de forages pratiqués pour la mise en exploitation s'élevait à 9 355 en 2008 et à 9 347 en 2007 avec une forte augmentation de la profondeur totale des forages (1 552 656 mètres en 2008 et 1 568 501 mètres en 2007, contre 576 682 en 2006). Le regain d'intérêt pour l'obtention de concessions relatives à des terrains connus pour recéler des réserves d'uranium s'est traduit par l'achat des droits miniers de ces terrains et par la création de co-entreprises en vue de la prospection et de la mise en valeur de nouveaux gisements éventuels principalement dans les États suivants : Arizona, Californie, Colorado, Montana, Nebraska, Nevada, Nouveau Mexique, Oregon, Sud Dakota, Texas, Utah et Wyoming.

**Amérique centrale et Amérique du Sud.** Les dépenses publiques de prospection notifiées par l'**Argentine** représentaient un total de 0.481 million en 2008, soit un peu plus que les 0.439 millions de l'année précédente. Plusieurs sociétés étrangères, notamment AREVA, mènent des projets de prospection dans le pays mais les données sur leurs dépenses n'ont pas été communiquées. Les activités de prospection publiques ont notamment consisté en un programme visant à achever l'étude finale de faisabilité relative au gisement de Cerro Solo et l'évaluation des zones avoisinantes. D'autres programmes de prospection sont en outre prévus dans un proche avenir (gisements de type filonien à Las Thermas et de type gréseux se prêtant à une exploitation par lixiviation *in situ*). Les dépenses publiques et les activités de forage devraient s'intensifier en 2009 pour atteindre 1.268 millions USD et 20 000 m, contre 2 956 m en 2008. L'opposition locale à la prospection et l'exploitation de l'uranium reste vive dans certaines parties du pays.

Aucune activité de prospection n'a été menée au **Brésil** entre 2005 et 2008. En 2009, en plus de la cartographie géologique des nouvelles régions cibles dans l'État de Bahia et des activités préliminaires de prospection dans la zone de Rio Cristalino (État de Pará), un programme de sondages est prévu pour confirmer la continuité des gisements de Cachoeira et de Engenho à Lagoa Real (site de Caeté). Les dépenses de prospection devraient s'élever à 4 304 millions USD en 2009.

Au **Pérou**, l'Instituto Peruano de Energia Nuclear (IPEN) s'attache à promouvoir les zones d'intérêt potentiel pour la prospection de l'uranium. En 2007 et 2008, plusieurs entreprises ont mené des travaux dans la zone de Macusani, où se trouvent la plupart des ressources identifiées du pays, afin d'explorer et de mettre en valeur ces ressources au moyen de puits forés dans différents sites potentiellement uranifères. Les détails de ces travaux et des autres activités n'ont pas été communiqués par les autorités du Pérou.

Des activités de prospection ont aussi été menées au Chili, en Colombie, en Équateur, en Guyane, au Paraguay et au Venezuela, mais aucune information détaillée n'a été notifiée à leur sujet.

**Union européenne.** La **République tchèque** n'a pas entrepris de travaux sur le terrain et les activités de prospection se sont concentrées sur la partie la plus profonde du gisement de Rozna afin d'identifier les ressources supplémentaires et prolonger la durée de vie de la mine. Au **Danemark (Groenland)** le renforcement des activités de prospection au cours des dernières années a permis de délimiter un grand gisement polymétallique contenant d'importantes quantités d'uranium, mais aucun détail n'a été fourni par les pouvoirs publics sur ces activités. L'estimation des ressources se base sur les données recueillies dans le cadre de la prospection d'autres métaux, étant donné que la prospection et l'exploitation d'éléments radioactifs sont interdites au Groenland.

La **Finlande** a fait état de dépenses de prospection sur son territoire national de 1.51 million USD et 2.42 millions USD en 2007 et 2008 respectivement. Compte tenu des difficultés et des délais de délivrance d'autorisations, les activités ont essentiellement consisté en prospection de base, dans des zones faisant tout d'abord l'objet d'une réservation de concession puis d'une demande de concession. AREVA a effectué en 2007 des levés aérogéophysiques sur sa zone cible en Finlande orientale, suivis de travaux de terrassement et de forages carottés en 2008, après que le tribunal a rendu une décision favorable. La longueur des procédures d'autorisation, y compris les recours probables en appel aux décisions concernant les concessions, ainsi que la contraction générale des fonds alloués à la prospection pourraient inciter les entreprises à réduire leurs activités en Finlande en 2009.

Si aucune activité n'a été menée au cours des dernières années sur son territoire, la **France** a fait état d'une hausse de ses dépenses de prospection et de développement de l'uranium à l'étranger, qui sont passées de 54 millions USD en 2007 à 87 millions USD en 2008, mais ce chiffre reste largement en deçà du niveau sans précédent de 127.5 millions USD atteint en 2005. Les dépenses devraient dépasser 84 millions USD en 2009. La France a fait état d'activités de prospection et de développement en Afrique du Sud, en Australie, au Canada, en Finlande, au Kazakhstan, en Mongolie, au Niger et en République centrafricaine.

En **Hongrie**, l'activité de prospection a essentiellement porté sur le développement d'un nouveau modèle géologique pour le gisement de type gréseux précédemment exploité de Mecsek, afin de procéder à une estimation révisée des ressources. Des forages ont été effectués dans le gisement de type roll-front de Bátaszék et également, de façon plus limitée, dans celui de Dinnyeberki. Ces efforts ont représenté une dépense totale de 0.11 million USD et 0.24 million USD en 2007 et 2008, respectivement. Au total 950 mètres ont été forés en 2008.

En 2007 et 2008, plusieurs entreprises étrangères ont indiqué qu'elles souhaiteraient obtenir des droits miniers pour la zone de Nisa au **Portugal**. En **Espagne**, Berkeley Resources par le truchement de sa filiale espagnole Minera de Rio Alagón S.L (MRA), a conduit des recherches actives sur 11 autorisations de prospection couvrant 45 214 hectares au total. En réévaluant les données historiques et en menant des programmes de forages à circulation inverse et carottés, l'entreprise a évalué la base de ressources selon le code JORC à 27 millions lbs d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> (10 385 t d'U) répartis dans quatre gîtes. Les dépenses de prospection ont atteint 3.9 millions USD et 4.6 millions USD en 2007 et 2008, respectivement. Des compagnies internationales de prospection de l'uranium ont aussi mené des activités en **République slovaque** et en **Suède**, mais les dépenses correspondant à ces activités n'ont pas été notifiées par les autorités nationales.

**Europe hors UE.** En **Arménie**, une co-entreprise a été créée avec la Fédération de Russie en avril 2008 pour la prospection, l'extraction et le traitement de l'uranium dans le pays et les travaux, destinés dans un premier temps à évaluer les documents d'archive, ont commencé peu de temps après. Le plan de travail fixe le début de la prospection en 2009. Dans la **Fédération de Russie**, les travaux de prospection de l'uranium se sont concentrés dans la République de Kalmoukie et la République de Bouriatie, en Transbaïkalie et dans la Péninsule de Tchoukotka. Les travaux menés en Bouriatie

(district uranifère de Vitim) ont permis d'identifier un groupe de paléovallées uranifères et l'occurrence d'uranium à Doulesminskoe. En Kalmoukie, un essai de lixiviation *in situ* (ISL) sur deux puits effectué au gisement de Balkovskoe a donné des résultats positifs et la prospection en Transbaïkalie (au nord du lac Baïkal) a permis d'identifier des zones prometteuses pour des activités ultérieures de prospection. Les dépenses totales de prospection et de mise en valeur de la Fédération de Russie ont augmenté en 2008 pour s'établir à plus de 221.5 millions USD, contre 64.2 millions en 2007. Ces dépenses devraient continuer de progresser pour atteindre 258.8 millions en 2009, sachant que les travaux de prospection se poursuivront dans les régions situées près des mines d'uranium en exploitation et dans les régions d'intérêt de Sibérie orientale et de Kalmoukie, et ceux de mise en valeur dans les gisements d'Elkon, de Gornoe et d'Olovskoe. La Fédération de Russie a également mené depuis quelques années des activités de prospection et de mise en valeur hors de son territoire, le pays ayant fait état de dépenses à l'étranger de 49.7 millions USD et 108.2 millions USD en 2008 et en 2009, respectivement.

En **Turquie**, des travaux de prospection ont été réalisés pour rechercher d'éventuelles ressources radioactives dans des granites, des roches intrusives acides et des roches sédimentaires, sur une superficie de 10 000 km<sup>2</sup> dans la région de Kırşehir-Nevşehir-Aksaray-Ankara en 2007 et 2008. En 2009, la prospection se poursuivra dans des granites, des roches intrusives acides et des roches sédimentaires dans une zone de plus de 5 000 km<sup>2</sup> dans la région de Kütahya-Uşak-Manisa. Les dépenses de prospection ont représenté 0.05 million USD et 0.07 million USD en 2007 et 2008, respectivement, et devraient augmenter jusqu'à 0.19 million USD en 2009, avec le lancement prévu d'un projet de forage de 1 000 mètres.

L'**Ukraine** a poursuivi ses activités de prospection de gisements de *type filonien* et des gisements liés à des discordances (Verbovskaya, Khotynskaya, Drukhovskaya) ont été découverts sur les versants occidentaux du bouclier ukrainien dans les zones de la discordance du Riphéen. Des travaux ont été également entrepris pour assurer le suivi des ressources pronostiquées calculées dans les zones de Rozanovskaya, Gayvoronskaya et Khmel'nitskoy. Les dépenses de prospection et de mise en valeur qui représentaient un total de 6.6 millions USD en 2007, sont passées à 7.5 millions USD en 2008 mais devraient retomber à 4.7 millions en 2009.

**Afrique.** Le gouvernement du **Botswana** a fait état de dépenses de prospection de 0.377 million USD en 2008, parallèlement à l'établissement de réglementations régissant l'extraction et le traitement de l'uranium. En **Égypte**, les activités de prospection et de mise en valeur se sont concentrées dans quatre zones d'intérêt des portions méridionales et septentrionales du Désert oriental et dans le sud-ouest de la Péninsule du Sinaï. Début 2009, de grands travaux d'exploration géologique, géophysique et géochimique ont été lancés dans la partie méridionale du Désert oriental et dans la région de la mer Rouge, pour étudier principalement les ressources potentielles d'uranium dans les nouvelles zones cibles. Des ressources non classiques, comprenant des gisements de phosphorite font aussi l'objet de recherches. Le montant total des dépenses en Égypte a régulièrement augmenté, de 1.76 million USD en 2007 à 2.38 millions USD en 2008. Les dépenses devraient continuer de progresser pour s'établir à environ 2.8 millions USD en 2009.

En **Namibie**, d'importants programmes de forage ont été menés à l'appui du projet d'agrandissement des mines de Rössing et Langer Heinrich, de la mise en valeur de la mine de Trekkopje et des travaux en cours pour évaluer plusieurs gisements en vue de leur possible exploitation (Husab, Etango, Marenica, Rössing South et Omahola). Cependant, le gouvernement de la Namibie n'a fait état de dépenses et d'activités de forage que pour le seul site de Rössing. Au **Niger**, les activités ont été axées sur la mise en valeur des ressources se trouvant dans et autour des sites miniers existants, dans le souci d'élargir la base de ressources dans la zone occidentale d'Arlit. Plusieurs gisements (Ebba, Tamgak et Tabele) sont aussi actuellement mis en valeur dans ce secteur.

Les nouveaux projets de prospection et de mise en valeur, s'accompagnant d'importantes campagnes de sondages dans les gisements d'Azelik, d'Imouraren et de Teguidda, se sont poursuivis en 2009. Les dépenses de prospection et de mise en valeur notifiées par les autorités ministérielles du Niger s'élevaient à 153 millions USD en 2007 et 207 millions USD en 2008, et elles devraient atteindre 312.1 millions en 2009. Au **Malawi**, un projet de 9 955 mètres de forages intercalaires a été conduit en 2008 sur le gisement de Kayelekera, en exploitation à ciel ouvert depuis avril 2009, mais aucune dépense n'a été notifiée.

En **Afrique du Sud**, l'affermissement du marché et l'instauration d'une politique favorable ont encouragé depuis quelques années au moins huit compagnies à s'investir activement dans la prospection, la mise en valeur et l'exploitation des gisements. Des entreprises s'emploient en outre à évaluer les sous-produits de l'uranium que pourraient receler les formations aurifères de Witwatersrand et les possibilités de récupération dans les dépôts de résidus de traitement (« boues »). On a également observé ces dernières années un regain d'intérêt pour les occurrences d'uranium dans le bassin du Karoo, et les recherches sur les sources non classiques d'uranium, notamment dans le bassin de Springbok Flats. Le montant total des dépenses en Afrique du Sud est tombé à 14.97 millions USD en 2007 après avoir culminé à 24.7 millions USD en 2006. Les dépenses de prospection, notifiées uniquement par la compagnie exploitant Ezulwini en 2008 et 2009, ont continué de chuter pour tomber à 3.92 millions USD en 2008, mais elles devraient se redresser en 2009 pour atteindre 6.78 millions USD. En **Tanzanie**, environ 70 autorisations ont été délivrées aux compagnies intéressées par la prospection d'uranium et l'étude des formations sédimentaires datant de l'âge de Karoo au sud du pays (projets Mkuju River, Mbamba Bay et Tanzanie méridionale) et des cibles uranifères dans les calcrètes et formations gréseuses associées aux paléochenaux dans le bassin de Bahi en Tanzanie centrale (Projets Bahi North et Handa), mais les autorités nationales n'ont pas communiqué de détails sur les dépenses et les forages. Des estimations révisées des ressources et des études de pré faisabilité ont été publiées par les sociétés concernées.

Des activités de prospection ont également été menées au Burkina Faso, au Cameroun, en République centrafricaine, en République démocratique du Congo, au Gabon, en Guinée, à Madagascar, au Malawi, au Mali, en Mauritanie, au Mozambique et en Zambie, mais les gouvernements de ces pays n'ont pas communiqué de détails à leur sujet, ni indiqué les coûts associés.

**Moyen-Orient, Asie centrale et du Sud.** En **Inde**, des programmes sont en cours dans plusieurs provinces, principalement dans les bassins méso-protérozoïques, néo-protérozoïques et de grès crétacés. Les forages annuels ont considérablement progressé, de 46.6 km en 2006, à 60.46 km puis 117.75 km en 2007 et 2008, respectivement. Un vaste programme de forage de plus de 321 km est prévu en 2009. Les dépenses de prospection ont augmenté en conséquence, de 19.8 millions USD et 25 millions USD en 2007 et 2008, respectivement, à 32 millions USD en 2009.

En **Iran**, outre les projets déjà à l'étude qui ont été mentionnés dans l'édition de 2007 du Livre rouge, des travaux de prospection ont commencé en 2007 et 2008 dans de nouvelles zones situées au sud-est et à l'est du pays (provinces de Kerman, Sistan-va-Baluchstan, South Khorasan et Razavi Khorasan). En 2009, des études structurales régionales continueront d'être menées pour couvrir presque la moitié orientale de l'Iran. Des travaux de reconnaissance de gisements sédimentaires au moyen de méthodes modernes sont en cours dans tout le pays afin d'évaluer le potentiel de minéralisation uranifère des bassins. Les seules dépenses de prospection représentaient un montant total proche de 1.8 million USD et 5.4 millions USD en 2007 et en 2008, respectivement, et devraient connaître une forte hausse pour s'établir à près de 6.9 millions USD en 2009, qui couvriront notamment le financement d'une campagne de forage de 40 km. Les dépenses de prospection et de mise en valeur représentaient au total 3.9 millions USD, 8.0 millions USD et 16.4 millions USD en 2007, 2008 et 2009, respectivement.

En **Jordanie**, la Jordan Atomic Energy Commission (JAEC) a été créée en 2008 pour développer le programme électronucléaire jordanien, qui comprend la prospection, l'extraction et l'exploitation de l'uranium et d'autres matières nucléaires. En septembre 2008, la JAEC a créé la Jordanian-French Uranium Mining Company (JFUMC) chargée de toutes les activités de prospection devant mener à une étude de faisabilité de la mise en valeur des ressources en Jordanie centrale. Rio-Tinto mène des travaux de reconnaissance et de prospection dans les trois domaines de coopération avec la JAEC et des activités de prospection sont menées en coopération avec la compagnie chinoise SinoU dans deux autres secteurs. Les dépenses de prospection et de mise en valeur se sont élevées à 0.4 million en 2008 et devraient monter en flèche pour atteindre 116 millions USD en 2009.

Au **Kazakhstan**, les dépenses de prospection sont passées de 7.84 millions USD en 2006, à 13.2 millions USD en 2007 puis 42 millions USD en 2008. Le nombre de forages a été porté de 1 036 en 2007 à 1 693 en 2008, et la longueur totale forée, de 514 783 mètres à 853 862 mètres. En 2009, les efforts seront renforcés et les dépenses devraient dépasser 60 millions USD pour un total de plus de 1 081 000 mètres de forage. De 2005 à 2008, des travaux de prospection ont été effectués sur des gisements de type gréseux à Moinkoum, Inkai, Mynkoudouk et Boudenovskoye dans la province uranifère de Shu-Sarysu et le gisement du Kharassan septentrional dans la province uranifère du Syr-Daria. Une réestimation géologique et économique des gisements de type filonien dans la province uranifère du Kazakhstan septentrional a été effectuée en 2007-2008. En 2009, les travaux de prospection et de production pilote par ISL devraient s'achever sur le site occidental du gisement de Mynkoudouk, sur le site n° 4 du gisement d'Inkai et sur le site central du gisement de Mynkoudouk. Akbastau JSC engagera des travaux de prospection sur les sites n° 1, 3 et 4 du gisement de Buddenovskoye en 2009-2010, lesquels font tous l'objet de projets de production pilote par ISL. En 2010, Volkovgeology JSC devrait relancer la prospection géologique sur des gisements de type gréseux dans de nouvelles zones d'intérêt des provinces uranifères de Shu-Sarysu et du Syr-Daria. Compte tenu des importantes dépenses de développement minier les montants totaux ont atteint 34.3 millions USD, 78.2 millions USD et 130.1 millions USD en 2007, 2008 et 2009, respectivement.

Les activités de prospection se poursuivent en **Ouzbékistan** afin d'accroître la production d'uranium, bien que les autorités publiques n'aient pas communiqué de détails. Des compagnies chinoises et japonaises ont signé des accords au cours des dernières années avec le gouvernement de l'Ouzbékistan pour pouvoir évaluer la production d'uranium des gisements de schistes noirs et explorer les gisements contenus dans des grès.

**Asie du Sud-est.** Des activités limitées ont été menées en **Indonésie** en 2007 (sondages à Semut) et les sondages devraient se poursuivre en 2009 dans le secteur de Kalan. Des travaux de prospection systématique sont également prévus dans la zone de Kawat où les ressources spéculatives ont été accrues de 11 000 t d'U. Aucune autre activité de prospection n'a été signalée par les gouvernements des autres pays d'Asie du Sud-est.

**Asie de l'Est.** La **Chine** a fait état de dépenses de prospection et de mise en valeur en hausse, de 33.9 millions USD et 43.2 millions USD en 2007 et 2008, respectivement. La Chine continue d'axer ses efforts de prospection sur les gisements contenus dans des grès se prêtant à une exploitation par lixiviation *in situ* dans le bassin du Yili dans la région du Xinjiang et dans le bassin d'Erdos dans la région autonome de la Mongolie intérieure. Les travaux ont par ailleurs repris sur les gisements hydrothermaux de type filonien au sud de la Chine. En 2009, les dépenses de prospection devraient se chiffrer à 40.2 millions USD, avec un important programme de forage (1 590 trous, 500 km). Les activités de prospection et de mise en valeur hors du territoire national, principalement au Kazakhstan et au Niger, ont représenté une dépense totale de 157.0 millions USD et 183.7 millions USD en 2007 et 2008, respectivement. La Chine a appliqué le principe « deux marchés, deux ressources » pour

répondre rapidement à l'explosion de la demande intérieure d'uranium, comme en témoigne la hausse des dépenses sur le territoire national et à l'étranger que l'on vient d'évoquer.

Au **Japon**, aucune activité de prospection n'a été menée depuis 1988, mais Japan-Canada Uranium Co. Ltd. est active au Canada et des entreprises privées japonaises détiennent des parts dans des entreprises de mise en valeur et d'extraction au Canada, au Niger, au Kazakhstan et dans d'autres pays. Les dépenses de mise en valeur et de prospection à l'étranger s'élevaient à 1.6 million USD et 3.8 millions USD en 2007 et 2008 respectivement, et devraient progresser pour dépasser 4.4 millions USD en 2009.

Les activités de prospection se poursuivent en **Mongolie**, principalement menées par les sociétés canadiennes Khan Resources Inc., Western Prospector Group Ltd., East Asia Minerals Corporation, Denison Mines et Cameco. Solomon Resources Mongolia et les filiales étrangères d'AREVA, Chinese National Nuclear Corp, le Japon et la Fédération de Russie, entre autres. Ces activités ont notamment visé à mettre en valeur le gisement de Dornot, les gisements de Gurvanbulak, Nemer et Mardaingol du district de Saddle Hills et les gisements de Kharat et de Khaikhan de la région orientale du Gobi. Les dépenses de prospection de l'industrie ont atteint un montant total de 26.1 millions USD et 26.6 millions USD en 2007 et 2008 respectivement, et devraient accuser un léger recul pour tomber à 19.2 millions USD en 2009. Les forages ont progressé régulièrement au cours des dernières années, de 167 259 mètres en 2006, à 170 637 mètres puis 172 669 mètres en 2007 et 2008, respectivement.

**Pacifique.** La prospection s'est poursuivie à un bon rythme dans plusieurs régions d'**Australie**, et les dépenses de prospection et de mise en valeur ont évolué à la hausse, de 61.6 millions USD en 2006, à 149.9 millions USD en 2007, puis 211.6 millions USD en 2008. Les travaux ont essentiellement concerné la région de Gawler Craton/Stuart Shelf (Australie méridionale, SA) pour les gisements liés à des complexes bréchiques à hématite, Frome Embayment (SA) pour les gisements contenus dans des grès, Alligator Rivers (Territoire du Nord) pour les gisements liés à des discordances dans des métasédiments du Paléoproterozoïque et dans la région de Mount Isa (Queensland) pour les extensions des gisements de type métasomatique. Des découvertes importantes ont eu lieu en 2007 et 2008, notamment le gisement Double 8 dans les sables paléogènes Tertiaire en Australie occidentale, celui de Blackbush en Australie méridionale, celui de Thunderball près de Hayes Creek dans le Territoire du Nord et le projet N147 au sud-est de Nabarlek, dans le Territoire du Nord également. Les activités de prospection sur le territoire national devraient marquer le pas pour tomber à 139.2 millions USD en 2009. En 2007 et 2008, Paladin Energy Ltd (société australienne de prospection) a achevé la mise en valeur de la mine à ciel ouvert de Kayelekera au Malawi. La production minière a débuté en mai 2009. Paladin est aussi l'exploitant de la mine d'uranium de Langer Heinrich en Namibie, où la production a commencé en 2007 et dont la capacité a été accrue. Aucune information sur les dépenses de prospection et de mise en valeur à l'étranger n'a été communiquée par le gouvernement.

### C. PRODUCTION D'URANIUM

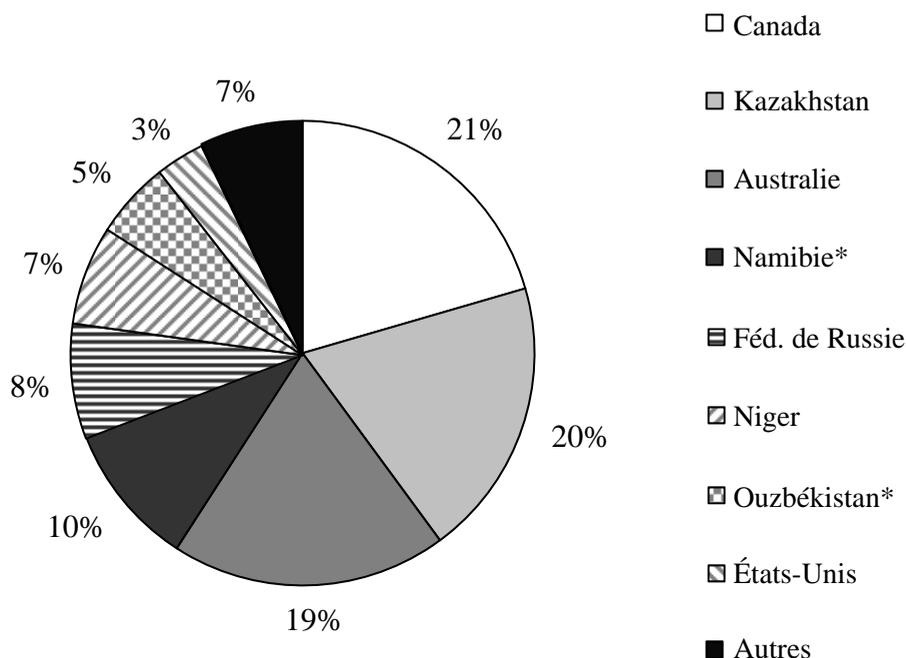
En 2008, de l'uranium a été produit dans 20 pays, c'est-à-dire autant qu'en 2006 (l'Allemagne ne fait état d'aucune production par traitement de l'eau d'exhaure en 2008 mais la Bulgarie a pour la première fois signalé une production par cette méthode). Trois des 20 pays producteurs (la Bulgarie, la France et la Hongrie), ont produit de l'uranium uniquement dans le cadre du réaménagement de mines. Depuis 2006, la croissance de la production a été plus rapide au Kazakhstan que dans les autres pays, de 26 % et 28 % en 2007 et 2008, respectivement. En 2008, le Kazakhstan est devenu le deuxième producteur mondial et si les plans de développement se réalisent comme cela a été le cas jusqu'ici, ce pays devrait devenir le premier producteur mondial en 2009. La Namibie a aussi considérablement

accru sa production et se classait au quatrième rang des producteurs mondiaux en 2008. Quatre pays, l’Australie, le Canada, la Namibie et le Kazakhstan, concentraient 69 % de la production mondiale en 2008 et seulement huit, le Canada (21 %), le Kazakhstan (20 %), l’Australie (19 %), la Namibie (10 %), la Fédération de Russie (8 %), le Niger (7 %), l’Ouzbékistan (5 %) et les États-Unis (3 %), représentaient 93 % de la production mondiale en 2008 (figure 5).

Globalement, la production mondiale d’uranium a augmenté de 39 617 t d’U en 2006 à 41 244 t d’U en 2007 (progression de 4.1 %) puis 43 880 t d’U en 2008 (progression de 6 % par rapport à 2007). En 2009, la production d’uranium devrait augmenter de 16 % pour dépasser les 51 000 t d’U.

Dans les pays de l’OCDE, la production a d’abord enregistré une légère hausse, de 19 705 t d’U en 2006 à 20 176 t d’U en 2007, pour ensuite retomber à 19 203 t d’U en 2008. En 2009, la production devrait faiblement augmenter pour s’établir à 20 108 t d’U. Le tableau 18 récapitule les grands changements intervenus dans la production de certains pays entre 2006 et 2008. Le tableau 19 et la figure 6 illustrent l’évolution de la production d’uranium dans les différents pays<sup>2</sup>.

**Figure 5. Production d’uranium en 2008 : 43 880 t d’U**



\* Estimation du Secrétariat.

2. Certains chiffres relatifs à la production passée ont changé depuis la dernière édition du Livre rouge, de nouvelles données ayant été communiquées par les pays membres.

**Tableau 18. Production d'uranium dans certains pays et explication des principales variations intervenues (tonnes d'U)**

| <b>Pays</b>                 | <b>Production<br/>2006</b> | <b>Production<br/>2008</b> | <b>Variation<br/>2006-2008</b> | <b>Explication des variations de la<br/>production</b>  |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|---|
| <b>Australie</b>            | 7 593                      | 8 433                      | +840                           | La production a augmenté dans les trois mines (Olympic Dam, Ranger et Beverley).  |
| <b>Brésil</b>               | 200                        | 330                        | +130                           | La production a augmenté à Caetité conformément au plan de mise en valeur.  |
| <b>Canada</b>               | 9 862                      | 9 000                      | -862                           | Minerai à faible teneur traité à McClean Lake et Rabbit Lake ; retard à Cigar Lake.   |
| <b>États-Unis</b>           | 1 805                      | 1 492                      | -313                           | Baisse de la production dans les mines existantes en raison de difficultés techniques.  |
| <b>Fédération de Russie</b> | 3 190                      | 3 521                      | +331                           | Hausse de la production des mines existantes conformément aux plans de mise en valeur.  |
| <b>Kazakhstan</b>           | 5 281                      | 8 512                      | +3 231                         | Augmentation de la production des mines existantes et mise en exploitation de nouvelles mines.  |
| <b>Namibie</b>              | 3 076                      | 4 400                      | +1 324                         | Ouverture à Langer Heinrich et accroissement de la production sur ce site et celui de Rössing conformément au plan de mise en valeur. |
| <b>Niger</b>                | 3 443                      | 3 032                      | -411                           | Les travaux nécessaires à l'accroissement de la production ont temporairement réduit la production.                                   |
| <b>République tchèque</b>   | 375                        | 275                        | -100                           | Minerai à faible teneur traité à Rozna, diminution des quantités récupérées par ISL sur le site réaménagé.                            |

**Tableau 19. Évolution de la production d'uranium (tonnes d'U)**

| Pays                        | Avant 2006       | 2006          | 2007          | 2008          | Total à la fin 2008 | 2009 (prévu)  |
|-----------------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|
| Afrique du Sud              | 154 673          | 534           | 540*          | 565*          | 156 312*            | 600*          |
| Allemagne (b)               | 219 411          | 65 (c)        | 41 (c)        | 0 (c)         | 219 517             | 50 (c)        |
| Argentine                   | 2 513            | 0             | 0             | 0             | 2 513               | 0             |
| Australie                   | 131 800          | 7 593         | 8 602         | 8 433         | 156 428             | 8 500         |
| Belgique                    | 686              | 0             | 0             | 0             | 686                 | 0             |
| Brésil                      | 2 009            | 200           | 300           | 330           | 2 839               | 340           |
| Bulgarie                    | 16 357           | 2 (c)         | 2(c)          | 1 (c)         | 16 362              | 2 (c)         |
| Canada                      | 398 332          | 9 862         | 9 476         | 9 000         | 426 670             | 9 900         |
| Chine*                      | 29 169           | 750           | 710           | 770           | 31 399              | 750           |
| Congo, Rép. démocratique du | 25 600*          | 0             | 0             | 0             | 25 600              | 0             |
| Espagne                     | 5 028            | 0             | 0             | 0             | 5 028               | 0             |
| États-Unis                  | 358 596          | 1 805         | 1 747         | 1 492         | 363 640             | 1 400*        |
| Fédération de Russie        | 129 611          | 3 190         | 3 413         | 3 521         | 139 735             | 3 611         |
| Finlande                    | 30               | 0             | 0             | 0             | 30                  | 0             |
| France                      | 75 975           | 3 (c)         | 2*(c)         | 2*(c)         | 75 982              | 2*(c)         |
| Gabon                       | 25 403           | 0             | 0             | 0             | 25 403              | 0             |
| Hongrie                     | 21 048           | 2 (c)         | 1 (c)         | 1 (c)         | 21 052              | 1 (c)         |
| Inde*                       | 8 423            | 230           | 250           | 250           | 9 153               | 250           |
| Iran, Rép. islamique d'     | 0                | 6             | 5             | 6             | 17                  | 10            |
| Japon                       | 84               | 0             | 0             | 0             | 84                  | 0             |
| Kazakhstan                  | 106 474          | 5 281         | 6 633         | 8 512         | 126 900             | 13 900*       |
| Madagascar                  | 785              | 0             | 0             | 0             | 785                 | 0             |
| Malawi                      | 0                | 0             | 0             | 0             | 0                   | 100*          |
| Mexique                     | 49               | 0             | 0             | 0             | 49                  | 0             |
| Mongolie                    | 535              | 0             | 0             | 0             | 535                 | 0             |
| Namibie                     | 84 980           | 3 076         | 2 832*        | 4 400*        | 95 288*             | 4 623*        |
| Niger                       | 100 644          | 3 443         | 3 193         | 3 032         | 110 312             | 3 208         |
| Ouzbékistan (d)             | 28 069           | 2 260         | 2 270*        | 2 340*        | 34 939*             | 2 500*        |
| Pakistan*                   | 1 039            | 40            | 40            | 40            | 1 159               | 40            |
| Pologne                     | 660              | 0             | 0             | 0             | 660                 | 0             |
| Portugal                    | 3 717            | 0             | 0             | 0             | 3 717               | 0             |
| République tchèque (a)      | 109 470          | 375           | 307           | 275           | 110 427             | 255           |
| Roumanie                    | 18 169           | 90            | 80*           | 80*           | 18 419*             | 80*           |
| Slovénie                    | 382              | 0             | 0             | 0             | 382                 | 0             |
| Suède                       | 200              | 0             | 0             | 0             | 200                 | 0             |
| Ukraine                     | 121 957          | 810           | 800           | 830           | 124 397*            | 900           |
| URSS (e)                    | 102 886          | 0             | 0             | 0             | 102 886             | 0             |
| Zambie (f)                  | 86               | 0             | 0             | 0             | 86                  | 0             |
| <b>OCDE</b>                 | <b>1 325 086</b> | <b>19 705</b> | <b>20 176</b> | <b>19 203</b> | <b>1 384 170</b>    | <b>20 108</b> |
| <b>Total</b>                | <b>2 284 850</b> | <b>39 617</b> | <b>41 244</b> | <b>43 880</b> | <b>2 409 591</b>    | <b>51 022</b> |

\* Estimation du Secrétariat.

(a) Comprend 102 241 t d'U produites dans l'ex-Tchécoslovaquie et dans la RFTS de 1946 à la fin de 1992.

(b) La production inclut 213 380 t d'U produites dans l'ex-RDA de 1946 jusqu'à la fin de 1989.

(c) La production provient exclusivement des travaux de réaménagement de mines.

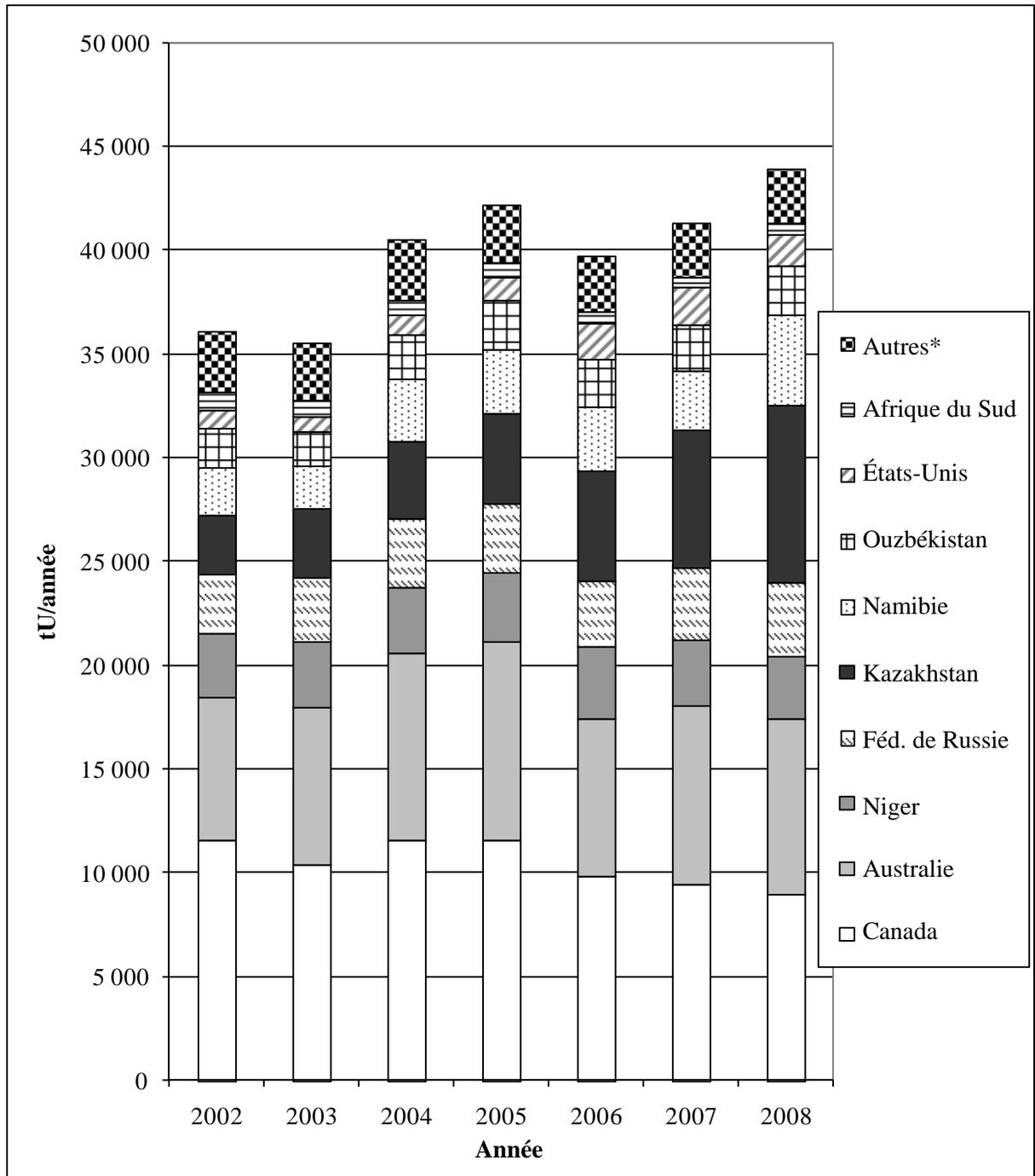
(d) Production depuis 1992 seulement.

(e) Comprend la production dans les ex-Républiques socialistes soviétiques d'Estonie, du Kirghizistan, d'Ouzbékistan et du Tadjikistan.

(f) Correction après reconversion de 102 tonnes d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> en U.

Note : Pour avant 2006, d'autres sources indiquent 6 156 tonnes d'U pour l'Espagne et 91 tonnes d'U pour la Suède.

**Figure 6. Production mondiale récente d'uranium**



\* La rubrique « Autres » couvre les producteurs restants (tableau 15).  
Les valeurs relatives à l'Afrique du Sud, la Chine, la France, l'Inde, la Namibie, l'Ouzbékistan, le Pakistan et la Roumanie sont des estimations.

## État actuel de la production d'uranium

La production de **l'Amérique du Nord**, qui représentait environ 24 % (10 492 t d'U) du total mondial en 2008, a diminué par rapport aux 11 667 t d'U enregistrées en 2006. Le **Canada** est resté le premier producteur mondial en 2008, bien que sa production soit en deçà de sa pleine capacité. En 2008, la production s'est élevée à 9 000 t d'U, soit quelques 5 % de moins que les 9 476 t d'U relevées en 2007 ; ce recul peut être attribué à la plus faible teneur du minerai et à des difficultés d'exploitation. En 2009, la production devrait atteindre 9 900 t d'U. Un projet visant à accroître de quelques 18 % par an (de 7 200 t d'U/an à 8 500 t d'U/an) la production à McArthur River et Key Lake fait encore l'objet d'un examen réglementaire. L'aménagement de la mine de Cigar Lake, inondée lors des travaux de mise en valeur en 2006 puis à nouveau en 2008, se poursuit mais la mine ne devrait pas produire avant 2012 au plus tôt. En novembre 2008, il a été annoncé que l'aménagement de la mine de Midwest serait reporté en raison de la conjoncture économique, des délais et des incertitudes associées à la procédure d'autorisation réglementaire, de l'augmentation des coûts d'équipement et d'exploitation et de l'état du marché de l'uranium. Fin 2009, AREVA Resources Canada Inc. a annoncé le lancement de travaux de mise en arrêt et d'entretien du centre de production de McClean Lake après juillet 2010. La date de remise en route sera fonction de l'état du marché et du calendrier de mise en exploitation de Cigar Lake. En 2008, la production des **États-Unis** s'établissait à 1 492 t d'U, soit 15 % de moins qu'en 2007 (1 747 t d'U) et 17 % de moins qu'en 2006 (1 805 t d'U), du fait de problèmes d'exploitation et de la baisse des prix de l'uranium. En dépit de ce repli récent, la production de 2008 marque une nette progression (58 %) par rapport à celle de 2004 qui s'élevait à 943 t d'U.

Le **Brésil** a été le seul pays producteur en **Amérique du Sud** en 2007 et 2008. La production de l'unique centre de production du pays, Lagoa Real (Caetité) a augmenté, de 200 t d'U en 2006 à 300 t d'U en 2007, puis 330 t d'U en 2008. L'agrandissement de cette installation en vue d'en porter la capacité nominale à 670 t d'U/an se poursuit pour prendre effet en 2010, l'exploitation à ciel ouvert devant laisser la place à des activités en souterrain en 2011. La production d'uranium du projet de St. Quitéria dans le gisement de phosphate/uranium d'Itataia devait commencer en 2012. En **Argentine** les travaux se poursuivent pour remettre en marche la production de la mine de Sierra Pintada faisant partie du complexe de San Rafael, placée en « stand-by » en 1999.

La production de l'**Union européenne** est restée très faible en 2008, et représentait moins de 1 % de la production mondiale totale. La production de la **République tchèque** s'élevait à 275 t d'U en 2008, mais devrait légèrement s'infléchir pour tomber à 255 t d'U en 2009. La production de la mine de Rozna devrait être maintenue tant qu'elle demeure rentable. La **Bulgarie**, la **France** et la **Hongrie** ne produisent plus d'uranium depuis 1990, 2001 et 1997, respectivement. Actuellement, seules de petites quantités sont produites dans le cadre des travaux de réaménagement des mines. En **Allemagne**, 41 t d'U ont été récupérées dans le cadre de ces activités en 2007, mais la production a été nulle en 2008. Selon les prévisions, 50 t d'U pourraient être récupérées en 2009.

La production européenne **hors UE** a légèrement progressé, de 4 090 t d'U en 2006 à 4 401 t d'U en 2008, pour représenter environ 10 % de la production mondiale totale. En 2009, la production devrait faiblement augmenter pour atteindre 4 521 t d'U. La production de la **Fédération de Russie** est passée de 3 190 t d'U en 2006, à 3 521 t d'U en 2008. Si cette hausse est principalement à mettre au compte de la mine de Priargounsky, 471 t d'U ont été produites en 2008 dans l'installation ISL de Dalour (gisement de Dalmatovskoe) dans le district de Transouralie. La production devrait quelque peu progresser pour s'établir à 3 611 t d'U en 2009. En **Ukraine**, la production a augmenté de 810 t d'U en 2006, à 830 t d'U en 2008. La production des mines souterraines de Mitchourinskoïe et de Vatoutinskoïe devrait atteindre 900 t d'U en 2009.

La production d'uranium de trois pays d'**Afrique**, à savoir l'Afrique du Sud, la Namibie et le Niger, a représenté 18 % environ de la production mondiale en 2008. Globalement, la production africaine a été portée de 7 053 t d'U en 2006 à 7 997 t d'U en 2008. La production de la **Namibie** a connu une hausse, de 3 076 t d'U en 2006 à 4 400 t d'U en 2008, qui devrait se poursuivre en 2009 à mesure de l'agrandissement de la mine à ciel ouvert de Langer Heinrich, mise en service en 2007. À la faveur de l'agrandissement proposé de l'installation existante de Rössing et de la poursuite des activités de mise en valeur à Trekkopje, la production devrait continuer d'augmenter dans les années qui viennent. La production du **Niger** a diminué, de 3 443 t d'U en 2006 à 3 032 t d'U en 2008, mais elle devrait reprendre pour s'établir au dessus de 3 200 t d'U en 2009. Les travaux en cours pour mettre en valeur les mines d'Imouraren et Azelik, dont les capacités de production seront de 5 000 t d'U/an et 700 t d'U/an respectivement, présagent une hausse importante de la production à court terme. La production en **Afrique du Sud** est restée relativement stable autour de 534 t d'U en 2006 et 565 t d'U en 2008, mais elle devrait atteindre 600 t d'U en 2009, à mesure que les exploitants mettent en place des circuits pour récupérer l'uranium dans les mines d'or et dans les stocks de résidus de ces sites. La production d'uranium en Afrique du Sud est surtout déterminée par la teneur en or du minerai, car l'uranium est produit en tant que sous-produit ou coproduit de l'exploitation minière de l'or. La production a commencé au **Malawi** en avril 2009 avec l'ouverture de la mine à ciel ouvert de Kayelekera. L'objectif est d'atteindre la pleine capacité de production (1 270 t d'U/an) dès 2010.

Au **Moyen-Orient**, et en **Asie centrale et méridionale**, la production s'est fortement accrue entre 2006 and 2008 pour atteindre au total 11 148 t d'U (25 % environ de la production mondiale) en 2008, contre 7 817 t d'U en 2006. Cette progression est en grande partie imputable à l'évolution enregistrée au **Kazakhstan**, dont la production a augmenté de 5 281 t d'U en 2006 à 8 512 t d'U en 2008 (de 61 %). En 2009, la production devrait connaître une nouvelle hausse de 63 % pour atteindre 13 900 t d'U. Les dépenses de mise en valeur des mines s'élevaient à 21.11 millions USD et 36.17 millions USD en 2007 et 2008, respectivement, et devraient s'établir à 69.48 millions USD en 2009 compte tenu de la poursuite des projets de mise en exploitation. La production de l'**Ouzbékistan**, qui selon les estimations aurait atteint 2 340 t d'U en 2008, devrait être portée à 2 500 t d'U en 2009. L'**Iran** a fait état d'une production de 6 t d'U pour l'exploitation à ciel ouvert du gisement de Gachin et travaille en vue d'ouvrir une deuxième installation à Ardakan (centre de Saghand) d'une capacité de production nominale de 50 t d'U/an en 2012. Les dépenses de mise en valeur s'élevaient à 2.2 millions USD et 2.6 millions USD en 2007 et 2008, respectivement, et devraient augmenter pour atteindre 9.4 millions en 2009. L'**Inde** et le **Pakistan** ne communiquent pas d'informations sur leur production mais, selon les estimations, celle-ci aurait légèrement progressé entre 2006 et 2008, pour s'établir à 270 t d'U et 290 t d'U, respectivement. D'après les données préliminaires dont on dispose, la région devrait prochainement compter un nouveau producteur, puisque la **Jordanie** devrait entrer en scène en 2012 avec une production annuelle estimée à 2 000 t d'U.

En **Asie de l'Est**, la **Chine**, qui est le seul pays producteur de la région, ne communique pas de chiffres officiels sur la production. Selon les estimations, la production annuelle aurait légèrement augmenté, de 750 t d'U en 2006 à 770 t d'U en 2008. Elle ne devrait pas connaître de nouvelle hausse en 2009, même si la mine souterraine de Qinlong et celle de Yining exploitée par ISL ne fonctionnent pas en pleine capacité. Le centre de production de Shaoguan en Chine méridionale (production souterraine par lixiviation en tas) vient d'être achevé et mis en exploitation.

L'**Australie**, qui est le seul pays producteur de la zone du **Pacifique**, a signalé une réduction de 2 % de sa production qui est tombée de 8 602 t d'U en 2007 à 8 433 t d'U en 2008. Des réductions de production ont été enregistrées à Olympic Dam et Beverley en 2008, en raison du traitement de minerai à moindre teneur et de difficultés de traitement. La production de l'Australie devrait se

maintenir autour de 8 500 t d'U en 2009, mais s'élever par la suite grâce au démarrage de la mine ISL de Four Mile, ainsi qu'à l'amélioration de l'exploitation et aux projets d'agrandissement des sites de Ranger et Beverley.

### **Structure de la propriété**

Le tableau 20 présente la structure de la propriété de la production d'uranium en 2008 dans les 20 pays producteurs. Les compagnies minières nationales contrôlaient approximativement 67.6 % de la production de 2008, contre 71.3 % en 2006. Les compagnies minières sous contrôle étranger comptaient pour environ 32.2 % de la production de 2008, dont approximativement 10.2 % étaient sous contrôle de compagnies du secteur public et 22.0 % sous contrôle de compagnies du secteur privé.

**Tableau 20. Structure de la propriété de la production d'uranium sur la base des chiffres de 2008**

| Pays                     | Compagnies minières nationales |             |                  |             | Compagnies minières étrangères |             |                  |             | Total         |
|--------------------------|--------------------------------|-------------|------------------|-------------|--------------------------------|-------------|------------------|-------------|---------------|
|                          | du secteur public              |             | du secteur privé |             | du secteur public              |             | du secteur privé |             |               |
|                          | t d'U                          | %           | t d'U            | %           | t d'U                          | %           | t d'U            | %           |               |
| Afrique du Sud           | 0                              | 0.0         | 565              | 100.0       | 0                              | 0.0         | 0                | 0.0         | 565           |
| Australie                | 0                              | 0.0         | 2 547            | 30.2        | 0                              | 0.0         | 5 886            | 69.8        | 8 433         |
| Bésil                    | 330                            | 100.0       | 0                | 0.0         | 0                              | 0.0         | 0                | 0.0         | 330           |
| Bulgarie                 | 1                              | 100.0       | 0                | 0.0         | 0                              | 0.0         | 0                | 0.0         | 1             |
| Canada                   | 0                              | 0.0         | 6 126            | 68.0        | 2 780                          | 31.0        | 94               | 1.0         | 9 000         |
| Chine*                   | 770                            | 100.0       | 0                | 0.0         | 0                              | 0.0         | 0                | 0.0         | 770           |
| États-Unis*              | 0                              | 0.0         | 1 492            | 100.0       | 0                              | 0.0         | 0                | 0.0         | 1 492         |
| Fédération de Russie     | 3 521                          | 100.0       | 0                | 0.0         | 0                              | 0.0         | 0                | 0.0         | 3 521         |
| France*                  | 2                              | 100.0       | 0                | 0.0         | 0                              | 0.0         | 0                | 0.0         | 2             |
| Hongrie                  | 1                              | 100.0       | 0                | 0.0         | 0                              | 0.0         | 0                | 0.0         | 1             |
| Inde*                    | 250                            | 100.0       | 0                | 0.0         | 0                              | 0.0         | 0                | 0.0         | 250           |
| Iran, Rép. islamique d'* | 6                              | 100.0       | 0                | 0.0         | 0                              | 0.0         | 0                | 0.0         | 6             |
| Kazakhstan               | 5 135                          | 60.3        | 0                | 0.0         | 451                            | 5.3         | 2 926            | 34.4        | 8 512         |
| Namibie*                 | 152                            | 3.5         | 4 198            | 96.5        | 0                              | 0.0         | 0                | 0.0         | 4 350         |
| Niger*                   | 1 006                          | 33.6        | 0                | 0.0         | 1 251                          | 41.8        | 736              | 24.6        | 2 993         |
| Ouzbékistan*             | 2 340                          | 100.0       | 0                | 0.0         | 0                              | 0.0         | 0                | 0.0         | 2 340         |
| Pakistan*                | 40                             | 100.0       | 0                | 0.0         | 0                              | 0.0         | 0                | 0.0         | 40            |
| République tchèque       | 275                            | 100.0       | 0                | 0.0         | 0                              | 0.0         | 0                | 0.0         | 275           |
| Roumanie*                | 80                             | 100.0       | 0                | 0.0         | 0                              | 0.0         | 0                | 0.0         | 80            |
| Ukraine *                | 800                            | 100.0       | 0                | 0.0         | 0                              | 0.0         | 0                | 0.0         | 800           |
| <b>Total</b>             | <b>14 709</b>                  | <b>33.6</b> | <b>14 928</b>    | <b>34.1</b> | <b>4 482</b>                   | <b>10.2</b> | <b>9 642</b>     | <b>22.0</b> | <b>43 761</b> |

\* Estimation du Secrétariat.

## Emploi

Bien que les données soient incomplètes, le tableau 21 montre que les effectifs dans les centres de production d'uranium existants ont progressé de 8.3 % entre 2006 et 2008, et qu'ils devraient continuer d'évoluer dans ce sens en 2009 (+ 4.3 %), principalement en raison de l'agrandissement des mines et de la mise en exploitation de nouveaux projets en Afrique du Sud, en Australie, en Inde, au Kazakhstan et en Namibie. Le tableau 22 présente, pour certains pays, les effectifs directement employés à la production d'uranium (à l'exclusion des personnels des sièges sociaux, de ceux menant des travaux de R&D, des activités préalables à la mise en valeur, etc.).

**Tableau 21. Effectifs des centres de production existants dans les pays indiqués**  
(en années-personnes)

| Pays                    | 2002          | 2003          | 2004          | 2005          | 2006          | 2007          | 2008          | 2009<br>(prévisions) |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|
| Afrique du Sud          | 150           | 150           | 150           | 150           | 150           | 1 150         | 3 000         | 5 500                |
| Allemagne (c)           | 2 691         | 2 444         | 2 230         | 2 101         | 1 835         | 1 775         | 1 770         | 1 683                |
| Argentine               | 60            | 60            | 60            | 60            | 133           | 133           | 133           | 140                  |
| Australie (a)           | 502           | 655           | 743           | 889           | 959           | 3 010         | 3 347         | 3 173                |
| Brésil                  | 128           | 140           | 140           | 140           | 580           | 580           | 640           | 640                  |
| Canada (b)              | 972           | 965           | 985           | 1 067         | 1 665         | 1 873         | 1 984         | 1 600                |
| Chine                   | 8 000         | 7 700         | 7 500         | 7 000         | 7 300         | 7 400         | 7 450         | 7 500                |
| Espagne (c)             | 56            | 56            | 56            | 56            | 58            | 58            | 43            | 43                   |
| États-Unis              | 277           | 204           | 299           | 524           | 600           | 1 076         | 1 409         | n.d.                 |
| Fédération de Russie    | 12 800        | 12 785        | 12 670        | 12 551        | 12 575        | 12 950        | 12 870        | 12 870               |
| Inde                    | 4 200         | 4 200         | 4 200         | 4 200         | 4 300         | 4 300         | 4 634         | 4 634                |
| Iran, Rép. islamique d' | 0             | 0             | 0             | 0             | 285           | 285           | 285           | 300                  |
| Kazakhstan              | 3 770         | 3 870         | 5 120         | 6 522         | 6 941         | 7 845         | 7 940         | 9 448                |
| Namibie*                | 782           | n.d.          | n.d.          | n.d.          | 1 400         | 1 900         | 2 200         | 2 900                |
| Niger                   | 1 558         | 1 606         | 1 598         | 1 657         | 1 741         | 1 900*        | 1 932         | 1 950*               |
| Ouzbékistan*            | 8 370         | 8 460         | 8 560         | 8 620         | 8 700         | 8 700         | 8 700         | 8 700                |
| Portugal (c)            | 11            | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0                    |
| République tchèque      | 2 507         | 2 426         | 2 409         | 2 312         | 2 251         | 2 294         | 2 287         | 2 261                |
| Roumanie*               | 2 000         | 2 000         | 2 000         | 2 000         | 2 000         | 2 000         | 2 000         | 2 000                |
| Slovénie (c)            | 48            | 45            | 40            | 28            | 20            | n.d.          | n.d.          | n.d.                 |
| Ukraine                 | n.d.          | n.d.          | 4 380         | 4 350         | 4 310         | n.d.          | n.d.          | n.d.                 |
| <b>Total</b>            | <b>48 882</b> | <b>47 766</b> | <b>53 140</b> | <b>54 227</b> | <b>57 803</b> | <b>57 229</b> | <b>62 624</b> | <b>65 342</b>        |

\* Estimation du Secrétariat.

- (a) Le centre d'Olympic Dam ne fait pas de distinction entre les effectifs affectés à la production de cuivre, d'uranium, d'argent et d'or. Les effectifs affectés à la production d'uranium ont été estimés.
- (b) Effectifs employés sur les seuls sites miniers.
- (c) Effectifs employés à des activités de déclassement et de remise en état.

**Tableau 22. Effectifs directement employés à la production d'uranium et productivité**

| Pays           | 2006   |                    | 2007   |                    | 2008   |                    |
|----------------|--|--------------------|--|--------------------|--|--------------------|
|                | Emploi dans la production (années-personnes) | Production (t d'U) | Emploi dans la production (années-personnes) | Production (t d'U) | Emploi dans la production (années-personnes) | Production (t d'U) |
| Afrique du Sud | 65   | 534                | 85   | 540*               | 450  | 565*               |
| Australie      | 959  | 7 593              | 302  | 8 602              | 385  | 8 433              |
| Brésil         | 340  | 200                | 340  | 300                | 340  | 330                |
| Canada         | 1 152  | 9 862              | 1 294  | 9 476              | 1 416  | 9 000              |
| Chine          | 6 700  | 750*               | 6 720  | 710*               | 6 740  | 770*               |
| États-Unis     | 412  | 1 805              | 701  | 1 747              | 952  | 1 492              |
| Féd. de Russie | 4 804  | 3 190              | 5 100  | 3 413              | 5 120  | 3 521              |
| Kazakhstan     | 4 460  | 5 281              | 4 706  | 6 633              | 6 598  | 8 512              |
| Namibie        | 426  | 3 067              | 573  | 2 832*             | 1 106  | 4 400*             |
| Niger          | 1 388  | 3 443              | 1 400*                                       | 3 193              | 1 450*                                       | 3 032              |
| Ouzbékistan*   | 7 200  | 2 260              | 7 200  | 2 270              | 7 200  | 2 340              |
| Rép. tchèque   | 1 213  | 375                | 1 106  | 307                | 1 122  | 275                |
| Ukraine        | 1 720  | 810                | 1 690  | 800                | 1 580  | 830                |

\* Estimation du Secrétariat.

### Techniques de production

Pour produire de l'uranium, on a principalement recours à des techniques d'extraction du minerai dans des mines à ciel ouvert ou souterraines, le minerai d'uranium étant traité par des procédés classiques de concentration. Parmi les autres techniques d'extraction figurent la lixiviation *in situ* (ISL, dénommée parfois récupération *in situ* ou ISR), la récupération sous forme de coproduit ou de sous-produit de l'extraction du cuivre, de l'or et des phosphates, la lixiviation en tas et la lixiviation en place (aussi appelée lixiviation en gradins). Par lixiviation en place, on entend la lixiviation du minerai abattu sans le retirer d'une mine souterraine, tandis que la lixiviation en tas est réalisée dans une installation de lixiviation située en surface, une fois que le minerai ait été extrait. De faibles quantités d'uranium sont également récupérées à partir du traitement de l'eau d'exhaure et des travaux de remise en état de l'environnement.

Dans le passé, la production d'uranium impliquait principalement l'extraction du minerai dans des mines à ciel ouvert ou souterraines. Cependant, au cours des deux dernières décennies, l'exploitation par ISL, qui utilise des solutions soit acides soit alcalines pour extraire l'uranium directement à partir du gisement, a pris de plus en plus d'importance. Les liqueurs de mise en solution de l'uranium sont injectées dans la zone minéralisée et récupérées par un système de puits. À l'heure actuelle, la technologie de l'ISL n'est utilisée que pour extraire l'uranium de gisements renfermés dans des grès, et ces dernières années elle est devenue une méthode de production d'uranium de plus en plus importante.

Le tableau 23 illustre la répartition de la production en fonction de la technologie employée ou des sources de matières pendant la période allant de 2005 à 2009. La rubrique « Autres » couvre la récupération de l'uranium par traitement des eaux d'exhaure dans le cadre du réaménagement et du déclassement.

Comme le montre le tableau 23, les quantités produites par ISL dépassaient les quantités extraites des mines à ciel ouvert en 2006 et l'ISL devrait devenir en 2009 la principale technique de production de l'uranium. L'extraction dans des mines à ciel ouvert et souterraines, associée au traitement classique du minerai, qui étaient autrefois les plus courantes, restent des technologies importantes et comptaient pour 60.9 % de la production totale en 2007 et 59.3 % en 2008. La progression de l'ISL depuis 2005 résulte principalement de l'accroissement de la production au Kazakhstan, mais aussi en Australie, en Chine, aux États-Unis, dans la Fédération de Russie et en Ouzbékistan. La récupération de l'uranium sous forme de coproduit ou de sous-produit, qui représentait 8.6 % en 2006 est passée à 8.9 % en 2008 sous l'effet essentiellement de la hausse de la production de la mine d'Olympic Dam en Australie.

En 2009, l'extraction du minerai dans des mines à ciel ouvert et souterraines devrait continuer à assurer la majeure partie de la production mondiale d'uranium (53.9 % de la production totale), même si leur part respective devrait accuser une légère baisse. La production par ISL devrait gagner du terrain, une fois encore principalement à cause de l'augmentation de la production attendue au Kazakhstan (augmentation de 63 % prévue entre 2008 et 2009). Dans un avenir proche, l'ISL pourrait occuper une place encore plus importante si les projets prévus aux États-Unis, dans la Fédération de Russie, au Kazakhstan et en Ouzbékistan prennent corps. D'un autre côté, si la capacité d'Olympic Dam est sensiblement accrue, comme le prévoit un projet actuellement à l'examen, la catégorie coproduit/sous-produit pourrait conserver une place importante.

**Tableau 23. Répartition en pourcentage de la production mondiale par méthode de production**

| Méthode de production      | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009<br>(prévisions) |
|----------------------------|------|------|------|------|----------------------|
| Mine à ciel ouvert         | 28.1 | 24.2 | 24.4 | 27.3 | 25.0                 |
| Mine souterraine           | 39.4 | 39.8 | 36.5 | 32.0 | 28.9                 |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 20.0 | 25.0 | 27.2 | 29.5 | 36.3                 |
| Lixiviation en place*      | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1                 |
| Coproduit/sous-produit     | 10.3 | 8.6  | 9.5  | 8.9  | 7.8                  |
| Lixiviation en tas**       | 1.9  | 2.2  | 2.3  | 2.3  | 1.9                  |
| Autres méthodes***         | 0.3  | 0.2  | 0.1  | <0.1 | 0.1                  |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous ensemble de l'extraction à ciel ouvert, car elle est mise en œuvre parallèlement à l'extraction à ciel ouvert.

\*\*\* Comprend le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

### Projections relatives à la capacité théorique de production

Afin de pouvoir établir plus aisément des projections concernant la disponibilité future de l'uranium, les pays membres ont été invités à fournir des projections de leur *capacité théorique de production* jusqu'en 2035. Le tableau 24 présente les projections correspondant aux *centres de production existants et commandés* (colonnes A-II) ainsi qu'aux *centres de production existants, commandés, prévus et envisagés* (colonnes B-II) dans la tranche de coût inférieur à 130 USD/kg d'U jusqu'en 2035 pour tous les pays qui produisent actuellement ou sont susceptibles de produire de l'uranium à l'avenir. Il convient de noter que les scénarios A-II et B-II s'appuient l'un et l'autre sur des RRA et des ressources présumées entrant dans la tranche de coût inférieur à 130 USD/kg d'U, à l'exception du Pakistan et de la Roumanie.

Plusieurs pays producteurs actuels ou potentiels, notamment la Chine, les États-Unis, l'Inde, l'Iran, la Jordanie, le Malawi, la Mongolie, la Namibie, l'Ouzbékistan, le Pakistan et la Roumanie,

n'ont pas fourni de projections sur leur capacité de production. En conséquence, les estimations concernant ces pays ont été établies sur la base des données fournies pour les précédentes éditions du Livre rouge et les rapports des compagnies. Dans le cas du Pakistan et de la Roumanie, les projections relatives à la capacité théorique de production future figurant dans le tableau 24 ont été établies sur la base de rapports selon lesquels ces pays ont l'intention de produire à hauteur des besoins futurs en uranium de leurs réacteurs nationaux, même si les ressources identifiées actuellement apparaissent insuffisantes pour y répondre.

En 2010, la capacité théorique de production des centres existants et commandés s'établissait, selon les indications reçues, à environ 70 180 t d'U. A titre de comparaison, ce chiffre s'élevait à 54 370 t d'U en 2007. Cela signifie qu'en 2010, les projections de la capacité de production ont crû de près de 16 000 t d'U par rapport à 2007. Cependant, en 2007 la production réelle s'élevait à 41 244 t d'U, soit environ 76 % de la capacité théorique de production annoncée. En 2005, la production représentait 84 % de la capacité annoncée, et en 2003, 75 %. La capacité est rarement, voire jamais, totalement utilisée. La capacité de production totale en 2010, qui comprend les centres prévus et envisagés (catégorie B-II), représente 75 405 t d'U, c'est-à-dire plus de 18 000 t d'U de plus que le chiffre de 2007 qui s'élevait à 56 855 t d'U. Toutefois, la production représentait 73 % de la capacité totale B-II en 2007, 81 % en 2005 et 74 % en 2003.

De toute évidence, une expansion de la capacité théorique de production, induite par la hausse générale des prix de l'uranium depuis 2003, est en cours, et bien que la production évolue également à la hausse, cette hausse n'est pas aussi rapide. L'accroissement de la production prend du temps et exige des conditions de marché telles que l'augmentation de la capacité de production annoncée soit effectivement utilisée pour la production. En 2010, la capacité théorique de production devrait fortement augmenter au Kazakhstan et dans une moindre mesure au Canada. En 2015, des hausses importantes sont attendues au Kazakhstan, en Namibie et au Niger, et dans une moindre mesure en Australie, au Canada, aux États-Unis, dans la Fédération de Russie, au Malawi et en Ouzbékistan. En 2015, la Jordanie devrait aussi produire d'importantes quantités d'uranium.

Plus tard, la fermeture de mines existantes, pour cause d'épuisement des ressources, devrait être contrebalancée par la mise en exploitation de nouvelles mines. Selon les projections actuelles, la capacité théorique de production des centres de production existants et commandés devrait dépasser 98 000 t d'U/an en 2020 et la capacité théorique potentielle totale de production (y compris les centres de production prévus et envisagés, catégorie B-II) devrait connaître une croissance rapide pour s'établir au dessus de 140 000 t d'U/an en 2020.

## **Évolution des installations de production**

La capacité théorique de production des centres existants et commandés n'a que légèrement augmenté entre l'année 2001 (45 310 t d'U), qui marque le début de la hausse des prix de l'uranium, et 2003 (47 170 t d'U) et 2005 (49 720 t d'U). Sous l'effet principalement de l'accroissement de la demande, la capacité de production des centres existants et commandés a été portée à 54 370 t d'U/an en 2007 puis 70 180 t d'U/an en 2010, en dépit du fléchissement des prix du marché qui avaient culminé au milieu de l'année 2007. La capacité théorique de production devrait être sensiblement accrue dans un proche avenir sous l'effet de l'agrandissement des centres de production existants et l'ouverture de nouvelles mines. Au nombre des changements importants qui sont attendus au cours des prochaines années figurent les événements suivants.

**Tableau 24. Capacité théorique de production d'uranium dans le monde jusqu'en 2035**

(tonnes d'U/an, à partir des RRA et des ressources présumées récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U, sauf mention contraire)

| Pays                     | 2010          |               | 2015          |                | 2020          |                | 2025          |                | 2030          |                | 2035          |                |
|--------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
|                          | A-II          | B-II          | A-II          | B-II           | A-II          | B-II           | A-II          | B-II           | A-II          | B-II           | A-II          | B-II           |
| Afrique du Sud (b)       | 4 860         | 4 860         | 4 860         | 6 320          | 4 860         | 6 320          | 4 860         | 6 320          | 4 860         | 6 320          | 4 860         | 6 320          |
| Argentine                | 120           | 120           | 300           | 300            | 500           | 500            | 500*          | 500*           | 500*          | 500*           | 500*          | 500*           |
| Australie                | 9 700         | 9 700         | 10 100        | 16 600         | 10 100        | 24 200         | 10 100        | 27 900         | 9 800         | 27 600         | 9 800         | 27 600         |
| Brésil                   | 340           | 340           | 1 600         | 1 600          | 2 000         | 2 000          | 2 000         | 2 000          | 2 000*        | 2 000*         | 2 000*        | 2 000*         |
| Canada                   | 16 430        | 16 430        | 17 730        | 17 730         | 17 730        | 19 000         | 17 730        | 19 000         | 17 730        | 19 000         | 17 730        | 19 000         |
| Chine*                   | 940           | 1 040         | 940           | 1 040          | 1 200         | 1 200          | 1 200         | 1 200          | 1 200         | 1 200          | 1 200         | 1 200          |
| États-Unis (c)           | 2 900         | 4 600         | 3 400         | 6 100          | 3 800         | 6 600          | 3 700         | 6 500          | 3 100         | 5 600          | 3 100*        | 5 600*         |
| Fédération de Russie     | 3 520         | 3 520         | 5 240         | 5 900          | 7 600         | 11 990         | 7 600         | 13 800         | 6 800         | 13 900         | 6 800         | 13 400         |
| Inde*                    | 295           | 980           | 980           | 980            | 980           | 1 200          | 1 000         | 1 600          | 1 000         | 2 000          | 1 000         | 2 000          |
| Iran, Rép. islamique d** | 20            | 20            | 70            | 70             | 100           | 100            | 100           | 100            | 100           | 100            | 100           | 100            |
| Jordanie*                | 0             | 0             | 2 000         | 2 000          | 2 000         | 2 000          | 2 000         | 2 000          | 2 000         | 2 000          | 2 000         | 2 000          |
| Kazakhstan               | 18 000        | 18 000        | 28 000        | 28 000         | 24 000        | 24 000         | 14 000        | 14 000         | 12 000        | 12 000         | 5 000         | 6 000          |
| Malawi*                  | 0             | 500           | 1 270         | 1 270          | 1 425         | 1 100          | 0             | 0              | 0             | 0              | 0             | 0              |
| Mongolie*                | 0             | 0             | 0             | 500            | 150           | 1 000          | 150           | 1 000          | 150           | 1 000          | 150           | 1 000          |
| Namibie*                 | 5 000         | 6 500         | 6 000         | 15 000         | 8 000         | 19 000         | 6 000         | 14 000         | 5 000         | 10 000         | 5 000         | 7 500          |
| Niger                    | 4 000         | 4 000         | 9 500*        | 11 000*        | 9 500*        | 10 500*        | 5 000*        | 9 500*         | 5 000*        | 5 000*         | 5 000*        | 5 000*         |
| Ouzbékistan (c)          | 2 300         | 2 300         | 3 000         | 3 750*         | 3 000         | 3 750*         | 3 000         | 3 750*         | 3 500         | 3 500          | 3 500*        | 3 500*         |
| Pakistan* (a)            | 65            | 65            | 65            | 110            | 140           | 155            | 140           | 140            | 140           | 140            | 140           | 650            |
| République tchèque       | 500           | 500           | 50            | 50             | 50            | 50             | 50            | 50             | 30*           | 30*            | 20*           | 20*            |
| Roumanie* (a)            | 230           | 230           | 230           | 230            | 350           | 475            | 350           | 475            | 350           | 630            | 350           | 630            |
| Ukraine                  | 960           | 1 700         | 810           | 3 230          | 810           | 5 500          | 250           | 5 500*         | 170           | 5 500*         | 170*          | 5 500*         |
| <b>Total</b>             | <b>70 180</b> | <b>75 405</b> | <b>96 145</b> | <b>121 780</b> | <b>98 295</b> | <b>140 640</b> | <b>79 730</b> | <b>129 335</b> | <b>75 430</b> | <b>118 530</b> | <b>68 420</b> | <b>109 520</b> |

A-II Capacité théorique de production des centres existants et commandés alimentés par des RRA et des ressources présumées récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U.

B-II Capacité théorique de production des centres existants, commandés, prévus et envisagés alimentés par des RRA et des ressources présumées récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U.

n.d. Données non disponibles ou non communiquées.

\* Estimation du Secrétariat.

(a) Les projections sont fondées sur les projets notifiés visant à couvrir les besoins nationaux mais exigeront d'identifier des ressources supplémentaires.

(b) À partir de ressources récupérables à des coûts inférieurs à 40 USD/kg d'U.

(c) Données tirées de la précédente édition du Livre rouge.

## **Réouverture de mines ou agrandissement d'installations existantes programmés**

### **2009**

Australie (Ranger : Construction d'une usine de traitement de la latérite en vue de produire 400 t supplémentaires d'U/an).

### **2009**

Niger (Expansion de la capacité théorique de production des usines de la Somair et de la Cominak de 700 t d'U/an pour atteindre un total de 4 500 t d'U/an).

Kazakhstan (Zarechnoye Sud, 1 000 t d'U/an).

### **2010**

Canada (agrandissement de McArthur River et Key Lake pour produire 8 800 t d'U/an).

Brésil (agrandissement de Caetité pour produire 670 t d'U/an).

Namibie (agrandissement de Langer Heinrich pour produire 2 000 t d'U/an).

### **2012**

Namibie (agrandissement de Rössing pour produire 4 500 t d'U/an).

### **2016**

Australie (projet d'agrandissement d'Olympic Dam pour produire jusqu'à 16 100 t d'U/an).

## **Ouvertures récentes de mines**

### **2007**

Chine (Qinlong, 100 t d'U/an)

Kazakhstan (Kendala JSC- Central Mynkoudouk, 2 000 t d'U/an en 2010)

### **2008**

Kazakhstan (Kharasan-1, production pilote, 1 000 t d'U/an en 2010-2012)

## **Nouvelles exploitations minières prévues (la date indique le début estimé de la production)**

### **2009**

Kazakhstan (Kharasan-2, production pilote, 2 000 t d'U/an en 2010-2012)

Kazakhstan (Appak LLP-West Mynkoudouk, 1 000 t d'U/an en 2010)

Kazakhstan (Karatau LLP – Boudenovskoye-1 production pilote)

Malawi (Kayelekera, 1 270 t d'U/an en 2010)

Afrique du Sud (Uranium One – Dominion & Rietkuil, 1 460 t d'U/an en 2010)

## 2010

|            |   |
|------------|---|
| Australie  | (Honeymoon, 340 t d'U/an)   |
| Australie  | (Four Mile, 1 000 t d'U/an)   |
| Inde       | (Tummalapalle, 215 t d'U/an)  |
| Kazakhstan | (Semizbai-U LLP – Irkol, 500 t d'U/an en 2012)                        |
| Kazakhstan | (Kyzylkoum LLP – Kharasan-1, 1 000 t d'U/an ; 3 000 t d'U/an en 2014) |
| Kazakhstan | (Southern Inkai, 1 000 t d'U/an)                                      |
| Kazakhstan | (Baiken-U LLP–Kharasan Nord, 1 000 t d'U/an ; 2 000 t d'U/an en 2014) |
| Namibie    | (Valencia, 1 150 t d'U/an)  |
| États-Unis | (Lost Creek, 770 t d'U/an)  |
| États-Unis | (Moore Ranch, 770 t d'U/an)   |

## 2011

|            |   |
|------------|---|
| Inde       | (Mohuldih, 75 t d'U/an)   |
| Kazakhstan | (Zhalpak, 750 t d'U/an en 2015)                                       |
| Kazakhstan | (Akbastau JV JSC – Boudenovskoye, 3 000 U/an en 2014)                 |
| Kazakhstan | (Central Moinkoum, 500 t d'U/an en 2018)                              |
| Namibie    | (Trekopje, 1 600 t d'U/an ; possibilité d'extension à 3 500 t d'U/an) |
| Namibie    | (Valencia, 1 000 t d'U/an)  |
| Niger      | (Azelik, 700 t d'U/an)  |
| Russie     | (Khiagda, 1 000 t d'U/an ; 1 800 t d'U/an en 2018)                    |

## 2012

|            |  |
|------------|--|
| Brésil     | (St. Quitéria/Itataia, 1 000 t d'U/an)           |
| Inde       | (Killeng-Pyndengsohiong, Mawthabah 340 t d'U/an) |
| Inde       | (Lambapur-Peddagattu, 130 t d'U/an)              |
| Iran       | (Saghand, 50 t d'U/an)                           |
| Jordanie   | (Jordanie centrale, 2 000 t d'U/an)              |
| Kazakhstan | (Semizbai-U LLP – Semizbai, 500 t d'U/an)        |
| Mongolie   | (Dornod, 1 150 t d'U/an)                         |
| Niger      | (Imouraren, 5 000 t d'U/an)                      |

## 2013

|         |  |
|---------|--|
| Namibie | (Husab, 5 700 t d'U/an)  |
| Canada  | (Cigar Lake, 6 900 t d'U/an)   |
| Canada  | (Midwest, 2 300 t d'U/an) ; calendrier en fonction de l'état du marché |

## 2014

|        |                          |
|--------|--------------------------|
| Russie | (Gornoe, 600 t d'U/an)   |
| Russie | (Olovskoe, 600 t d'U/an) |

## 2015

|         |   |
|---------|---|
| Russie  | (Elkon, 5 000 t d'U/an)                 |
| Ukraine | (Novokonstantinovskoye, 1 500 t d'U/an) |

## RÉFÉRENCES

- [1] BARTHEL, F. (2005), « Thorium and Unconventional Uranium Resources » (Ressources en thorium et ressources non classiques en uranium), Communication présentée à la réunion technique de l'AIEA « Fissile Materials Management Strategies for Sustainable Nuclear Energy » (Stratégies de gestion des matières fissiles pour une énergie nucléaire durable), Vienne, Autriche, 12-15 septembre 2005, Vienne, Autriche.
- [2] MCCARN, D.W. (1998), *Uranium by-product Recovery from Phosphoric Acid Production: Methodology and Cost*, IPI Consulting.
- [3] Uranium Equities [www.uel.com.au/index.php?id=17](http://www.uel.com.au/index.php?id=17).
- [4] Technical Meeting on Uranium from Unconventional Resources (réunion technique de l'AIEA sur les ressources non classiques en uranium), 4-6 novembre 2009, AIEA, Vienne, Autriche, [www.iaea.org/OurWork/ST/NE/NEFW/nfcms\\_rawmaterials\\_tmVienna2009%20.htm](http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/NEFW/nfcms_rawmaterials_tmVienna2009%20.htm).
- [5] AEN (2006), *Ressources, production et demande d'uranium : un bilan de quarante ans*, OCDE, Paris, France.
- [6] AIEA (2001), « Analysis of Uranium Supply to 2050 » (Analyse de l'offre d'uranium jusqu'en 2050), AIEA-SM-362/2, Vienne, Autriche.
- [7] DE VOTO, R.H. et D.N. STEVENS (dir. pub.) (1979), *Uraniferous Phosphate Resources and Technology and Economics of Uranium Recovery from Phosphate Resources* (Ressources en phosphates uranifères – technologie et aspects économiques de la récupération de l'uranium à partir des phosphates), Unites States and Free World, Rep. GJBX-110(79), 3 vols, ministère de l'Énergie des États-Unis, Washington, DC.
- [8] VAN KAUWENBERGH, S.J. (1997), « Cadmium and Other Minor Elements in World Resources of Phosphate Rock » (Le cadmium et les autres éléments mineurs dans les ressources mondiales de phosphates naturels), Actes No. 400, The Fertiliser Society, Londres, [www.fao.org/docrep/007/y5053e/y5053e0d.htm#TopOfPage](http://www.fao.org/docrep/007/y5053e/y5053e0d.htm#TopOfPage).
- [9] [http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/phosphate\\_rock/mcs-2009-phosp.pdf](http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/phosphate_rock/mcs-2009-phosp.pdf).
- [10] TAMADA, M., N. SEKO, N. KASAI et T. SHIMIZU (2006), « Cost Estimation of Uranium Recovery from Seawater with System of Braid Type Adsorbent » (Estimation du coût de la récupération de l'uranium à partir de l'eau de mer à l'aide du système d'adsorbant de type à tresse), dans *JAEA Takasaki Annual Report 2005*, JAEA-Review 2006-042, Takasaki Advanced Radiation Research Institute, Japon.
- [11] TAMADA, M. (2009), Point sur l'évolution actuelle de la récupération de l'uranium dans l'eau de mer (en Japonais), *Zukai, Saisentan Ion Kokan Gijutsu No Subete*, pp. 132-135.



## II. DEMANDE D'URANIUM

Ce chapitre contient une brève description de l'état actuel et de la croissance prévue de la puissance nucléaire installée mondiale et *des besoins en uranium des réacteurs nucléaires commerciaux*. On y trouvera, en outre, une analyse des relations entre l'offre et la demande d'uranium suivie d'une description des évolutions importantes du marché mondial de l'uranium. Les données relatives à 2009 et au-delà sont des estimations et les chiffres effectifs pourraient être différents.

### A. ÉTAT ACTUEL DE LA PUISSANCE NUCLÉAIRE INSTALLÉE ET BESOINS EN URANIUM DES CENTRALES NUCLÉAIRES

**Monde** (372.69 GWe net au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, on dénombrait au total 438 tranches nucléaires raccordées au réseau dans 30 pays et 46 réacteurs en construction (représentant un total de 40.7 GWe nets)<sup>1</sup>. Au cours de 2007 et de 2008, trois réacteurs ont été couplés au réseau, un réacteur a été redémarré après une longue période d'arrêt (pour un total combiné d'environ 2.9 GWe nets) et un réacteur a été définitivement arrêté (soit environ 0.4 GWe net) le 31 décembre 2008. Le tableau 25 et les figures 7 et 8 récapitulent l'état des centrales nucléaires dans le monde au 1<sup>er</sup> janvier 2009. La production d'électricité du parc nucléaire mondial de centrales nucléaires a été d'environ 2 600 TWh en 2007 et d'environ 2 611 TWh en 2008 (tableau 26).

Les besoins mondiaux en uranium s'élevaient à environ 59 065 t d'U en 2008 et étaient estimés être passés à environ 61 730 t d'U en 2009.

**OCDE** (310.32 GWe nets au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, les 343 réacteurs couplés au réseau dans 17 pays membres de l'OCDE représentaient environ 83 % de la puissance nucléaire installée mondiale. On comptait au total 11 réacteurs en construction ayant une puissance nette d'environ 13 GWe. Au cours de 2007 et de 2008, un réacteur a été couplé au réseau (environ 1.1 GWe net) et un réacteur a été arrêté (environ 0.4 GWe net).

À l'intérieur de la zone de l'OCDE, il existe d'importantes différences dans la politique nucléaire. Des pays comme le Japon et la Corée du Sud demeurent déterminés à poursuivre l'expansion de leur parc nucléaire, alors que certains pays membres d'Europe occidentale se sont engagés dans la voie d'une sortie progressive du nucléaire, notamment l'Allemagne, la Belgique, l'Espagne et la Suède, encore que la Suède soit en train de reconsidérer cet engagement. En 2009, l'Italie a mis fin en pratique à un moratoire de 20 ans sur la construction de nouvelles centrales nucléaires et d'autres pays de l'Union européenne, comme la Finlande, la France, la Hongrie, la République slovaque et la République tchèque se sont engagés à conserver l'énergie nucléaire dans leur portefeuille énergétique. En Amérique du Nord, on observe de plus en plus de signes que la construction de nouvelles capacités interviendra, notamment aux États-Unis, impulsée par les mesures d'incitation prévues dans la Loi de 2005 sur la politique énergétique (*2005 Energy Policy Act*).

---

1. Ces chiffres incluent les réacteurs en exploitation et en construction dans le Taipei chinois.

Les besoins en uranium des centrales nucléaires dans la zone de l'OCDE, qui ont été de 47 130 t d'U en 2008, devraient légèrement progresser pour atteindre 47 820 t d'U en 2009.

**Tableau 25. Données nucléaires : synthèse** (au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

| Pays                    | Réacteurs en exploitation | Puissance nucléaire installée (GWe net) | Besoins en uranium en 2008 (t d'U) | Réacteurs en construction | Réacteurs mis en service en 2007 et 2008 | Réacteurs arrêtés en 2007 et 2008 | Réacteurs utilisant du MOX |
|-------------------------|---------------------------|---|------------------------------------|---------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
| Afrique du Sud          | 2                         | 1.800                                   | 280                                | 0                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| Allemagne               | 17                        | 20.470                                  | 2 300 (c)                          | 0                         | 0  | 0                                 | 4                          |
| Argentine               | 2                         | 0.935                                   | 160                                | 1                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| Arménie                 | 1                         | 0.375                                   | 90                                 | 0                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| Belgique                | 7                         | 5.865                                   | 1 030 (c)                          | 0                         | 0  | 0                                 | 1                          |
| Brésil                  | 2                         | 1.766                                   | 450                                | 0                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| Bulgarie                | 2                         | 1.906                                   | 255                                | 2                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| Canada (a)              | 18                        | 12.700                                  | 1 600                              | 0                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| Chine (b)               | 11                        | 8.438                                   | 1 800                              | 12                        | 1  | 0                                 | 0                          |
| Corée, Rép. de          | 20                        | 17.70                                   | 3 400                              | 5                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| Espagne                 | 8                         | 7.450                                   | 1 515                              | 0                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| États-Unis              | 104                       | 101.000                                 | 16 425                             | 1                         | 1  | 0                                 | 0                          |
| Fédération de Russie    | 31                        | 21.743                                  | 4 100                              | 8                         | 0  | 0                                 | NA                         |
| Finlande                | 4                         | 2.680                                   | 485                                | 1                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| France                  | 59                        | 63.130                                  | 9 000 (c)                          | 1                         | 0  | 0                                 | 20                         |
| Hongrie                 | 4                         | 1.860                                   | 420                                | 0                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| Inde                    | 17                        | 3.782                                   | 750                                | 6                         | 1  | 0                                 | 1                          |
| Iran, Rép. islamique d' | 0                         | 0.00                                    | 0                                  | 1                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| Japon                   | 55                        | 47.94                                   | 6 915                              | 3                         | 0  | 0                                 | 1                          |
| Lituanie                | 1                         | 1.185                                   | 210                                | 0                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| Mexique                 | 2                         | 1.365 +                                 | 160 +                              | 0                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| Pakistan                | 2                         | 0.425                                   | 65*                                | 1                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| Pays-Bas                | 1                         | 0.480                                   | 60                                 | 0                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| République slovaque     | 4                         | 1.710                                   | 380                                | 0                         | 0  | 1                                 | 0                          |
| République tchèque      | 6                         | 3.634                                   | 635                                | 0                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| Roumanie                | 2                         | 1.300                                   | 200*                               | 0                         | 1  | 0                                 | 0                          |
| Royaume-Uni             | 19                        | 10.100                                  | 950                                | 0                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| Slovénie                | 1                         | 0.666                                   | 230                                | 0                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| Suède                   | 10                        | 9.000                                   | 1 575                              | 0                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| Suisse                  | 5                         | 3.238                                   | 280 (c)                            | 0                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| Ukraine                 | 15                        | 13.100                                  | 2 480                              | 2                         | 0  | 0                                 | 0                          |
| OCDE                    | 343                       | 310.322                                 | 47 130                             | 11                        | 1  | 1                                 | 26                         |
| <b>Total</b>            | <b>438</b>                | <b>372.692</b>                          | <b>59 065</b>                      | <b>46</b>                 | <b>4</b>                                 | <b>1</b>                          | <b>27</b>                  |

Source : Système de documentation sur les réacteurs de puissance de l'AIEA ([www.iaea.org/programmes/a2/](http://www.iaea.org/programmes/a2/)) à l'exception de la puissance installée et des besoins en uranium en 2008, pour lesquels on a utilisé les réponses des gouvernements à un questionnaire, sauf indication contraire et chiffres arrondis aux cinq tonnes les plus proches. Le combustible MOX n'est pas inclus dans les chiffres relatifs aux besoins en uranium.

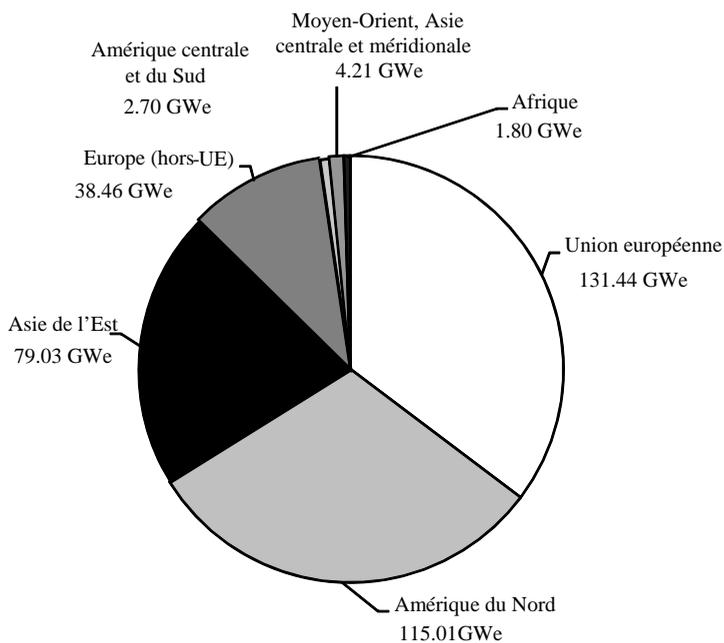
\* Estimation du Secrétariat. + Données tirées de *Données sur l'énergie nucléaire*, OCDE/AEN, Paris, 2009.

(a) Comprend trois unités actuellement en cours de rénovation (Point Lepreau, Bruce A tranches 1 et 2).

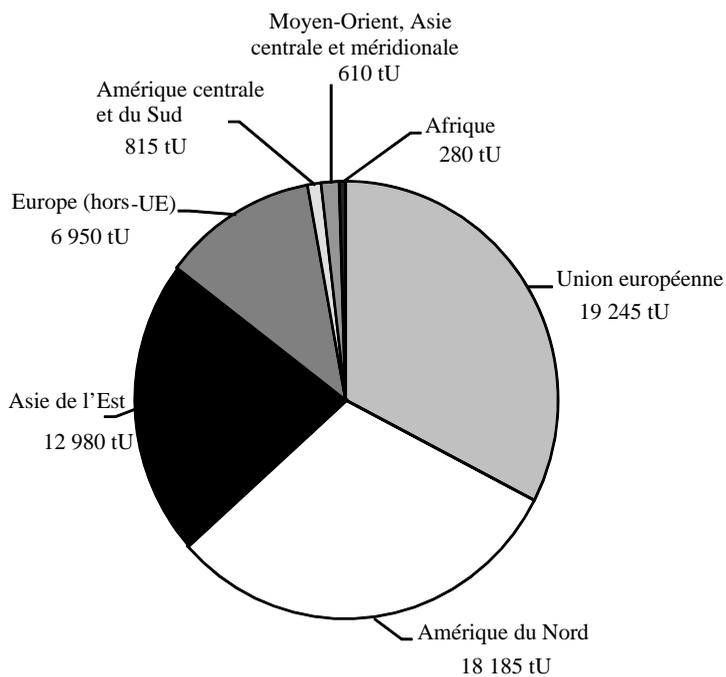
(b) Les données suivantes relatives au Taipei chinois sont prises en compte dans le total mondial, mais pas dans le total pour la Chine : six centrales nucléaires en exploitation, 4.949 GWe nets, 865 t d'U ; deux réacteurs en construction ; pas de mise en service ni d'arrêt en 2007 et 2008.

(c) À l'exclusion du combustible MOX.

**Figure 7. Puissance nucléaire installée mondiale : 372.69 GWe nets (au 1<sup>er</sup> janvier 2009)**



**Figure 8. Besoins mondiaux d'uranium en 2008 : 59 065 tU**



**Tableau 26. Production d'électricité des centrales nucléaires (TWh net)**

| Pays                 | 2005            | 2006            | 2007            | 2008            |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Afrique du Sud*      | 12.20           | 10.07           | 12.6            | 12.8            |
| Allemagne            | 154.60          | 158.70          | 133.2           | 140.9           |
| Argentine            | 6.40*           | 7.15*           | 6.7             | 6.8             |
| Arménie              | 2.50*           | 2.42*           | 2.4             | 2.3             |
| Belgique             | 45.30           | 44.31           | 45.9 +          | 43.4 +          |
| Brésil               | 9.85            | 13.77           | 11.7 (d)        | 13.2 (d)        |
| Bulgarie             | 17.30 (d)       | 18.13 (d)       | 13.7*           | 14.7*           |
| Canada               | 86.70           | 94.00           | 88.2            | 88.6            |
| Chine (c)            | 50.30           | 51.80           | 59.3            | 65.3            |
| Corée                | 139.50 (a) +    | 141.18 (a) +    | 135.4 +         | 143.4 (a) +     |
| Espagne              | 55.40 +         | 57.80 +         | 52.7 +          | 56.4 +          |
| États-Unis           | 782.00 +        | 787.00 +        | 806.4 (a)       | 806.2           |
| Fédération de Russie | 149.40          | 156.40          | 148.0 (d)       | 152.1 (d)       |
| Finlande             | 22.40           | 22.30           | 22.5 (a)        | 22.1            |
| France               | 430.00 (a)      | 428.70 (b)      | 418.0           | 417.6           |
| Hongrie              | 13.00           | 12.66           | 13.8            | 14.0 (a)        |
| Inde                 | 15.70 (d)       | 15.59 (d)       | 15.8 (d)        | 13.2 (d)        |
| Japon                | 280.70 (d)      | 291.50 (d)      | 263.8           | 258.1           |
| Lituanie             | 9.50            | 8.70            | 9.1*            | 9.1*            |
| Mexique              | 10.80 +         | 10.90 (a) +     | 9.9 +           | 9.4 +           |
| Pakistan             | 2.40*           | 2.55*           | 2.3             | 1.7             |
| Pays-Bas             | 3.30            | 3.60            | 4.0             | 4.0             |
| République slovaque  | 16.30           | 16.60           | 14.1 +          | 15.4 +          |
| République tchèque   | 23.30           | 24.50           | 24.6            | 25.0            |
| Roumanie*            | 5.10            | 5.18            | 7.1             | 10.3            |
| Royaume-Uni          | 75.20 +         | 69.40 (d)       | 57.3 +          | 47.7 +          |
| Slovénie             | 5.61            | 5.29            | 5.3             | 6.0 (a)         |
| Suède                | 69.50 (b)       | 65.05           | 63.8 +          | 61.3 (b)        |
| Suisse               | 22.64           | 26.63 (a)       | 26.5 +          | 26.3 +          |
| Ukraine              | 75.20           | 84.90*          | 87.2            | 84.5*           |
| OCDE                 | 2 230.64        | 2 254.83        | 2 180.10        | 2 179.80        |
| <b>Total</b>         | <b>2 630.50</b> | <b>2 675.08</b> | <b>2 600.30</b> | <b>2 611.10</b> |

\* Estimation du Secrétariat.

+ Données sur l'énergie nucléaire, OCDE, Paris, 2009.

(a) Production record.

(b) Données provisoires.

(c) Les données suivantes relatives au Taipei chinois ont été prises en compte dans le total mondial mais pas dans le total pour la Chine : 38.4 TWh en 2005, 38.3 TWh en 2006, 39.0 TWh en 2007, 39.3 TWh en 2008.

(d) Puissance brute convertie en puissance nette par le Secrétariat.

## **Union européenne** (131.4 GWe nets au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, 145 réacteurs nucléaires étaient en exploitation dans l'Union européenne (UE). Au cours de 2007 et 2008, un réacteur a été couplé au réseau (Cernavoda 2, Roumanie, environ 0.65 GWe) et un autre a été arrêté (Bohunice 2, République slovaque, environ 0.41 GWe, condition exigée pour l'entrée dans l'Union européenne). Deux réacteurs EPR (*European Pressurised-water Reactor*) étaient en construction (l'un en Finlande et l'autre en France) ; la construction d'un troisième EPR a été décidée en France, les travaux devant débuter en 2012. Ces installations de modèle avancé devraient entrer en exploitation respectivement en 2012, 2013 et 2017. En République slovaque, les travaux de construction pour l'achèvement des Unités 3 et 4 de Mochovce ont officiellement débuté fin 2008, et en Bulgarie les travaux de construction préliminaires sur deux réacteurs ont été lancés sur le site de Belene. Les deux projets dans ces deux pays visent à remplacer les capacités perdues du fait de l'arrêt imposé de réacteurs de conception ancienne dans ces pays, comme condition à l'entrée dans l'UE.

Des politiques de sortie du nucléaire demeurent en place en Allemagne, en Belgique, en Espagne et en Suède, bien que ces politiques soient en cours de réexamen dans certains de ces pays, notamment en Suède. La proposition de la Commission européenne de réduire les impacts du changement climatique en diminuant les émissions de carbone de 20 % par rapport aux niveaux de 1990 a été adoptée par le Parlement européen et le Conseil en 2008. Cette décision, conjuguée aux préoccupations sur la sécurité des approvisionnements énergétiques renforcées par des interruptions temporaires des fournitures de gaz par la Fédération de Russie à certaines parties de l'Europe au début de 2009, a mis sous les projecteurs l'énergie nucléaire comme source sûre pour la production en base d'électricité à bas carbone.

En **Allemagne**, la Loi de 2002 sur l'énergie nucléaire, qui codifie l'abandon progressif à long terme de l'énergie nucléaire pour la production commerciale d'électricité, a entraîné la fermeture de deux réacteurs. En avril 2009, 53 % de la production allouée au parc nucléaire aux termes de la loi avaient été utilisés. Début 2007, une demande de transfert de puissance installée d'un réacteur déclassé au profit des centrales actuellement en exploitation de Brunsbuettel et de Biblis a été rejetée par le ministère de l'Environnement et par la suite déclarée illicite par le Tribunal administratif fédéral allemand, car ces deux réacteurs ne figuraient pas sur la liste des sept réacteurs désignés comme pouvant bénéficier de transferts provenant de la centrale déclassée de Muelheim-Kaerlich. Comme la Loi sur l'énergie nucléaire autorise le transfert de puissance installée entre centrales désignées et que les découplages du réseau pour maintenance et autres causes d'arrêts pourraient prolonger la durée d'exploitation des différentes centrales, il n'est pas possible de prédire la durée de vie de chacun des 17 réacteurs restant en exploitation. Toutefois, les résultats des élections fédérales allemandes de septembre 2009 soulèvent la possibilité qu'un nouveau gouvernement de coalition de centre-droit assouplisse les conditions de la Loi sur l'énergie nucléaire pour permettre des prolongations de la durée de vie de tous les réacteurs en exploitation, sous réserve de l'accord des autorités de régulation.

En **Belgique**, la ligne d'action du gouvernement consistant à sortir progressivement du nucléaire en limitant la durée de vie utile de ses réacteurs à 40 ans et en n'autorisant pas la construction de nouvelle centrale est maintenue, bien que cette politique puisse être invalidée si la sécurité des approvisionnements énergétiques du pays est menacée. Les rapports demandés par le gouvernement ces dernières années ont recommandé de surseoir à l'arrêt de centrales de manière à remplir les objectifs de réduction des émissions de carbone et, dans le même temps, de conserver une puissance installée suffisante de production d'électricité au-delà de 2015, date à laquelle la première des centrales existantes devrait être arrêtée selon le programme de sortie du nucléaire. Une étude d'un groupe d'experts créé par le gouvernement pour proposer des scénarios de bouquets énergétiques idéaux devrait avoir achevé ses travaux fin 2009. En 2008, le Cabinet belge a mis en œuvre son projet de perception d'une contribution de 250 millions d'euros auprès des opérateurs de centrales nucléaires

(essentiellement Electrabel, propriétaire majoritaire des centrales nucléaires dans le pays) afin d'équilibrer le budget. En 2009, la maison-mère d'Electrabel, Gaz de France Suez, a annoncé son intention de réclamer l'annulation de ce paiement devant la Cour constitutionnelle.

En **Bulgarie**, après la fermeture de deux autres réacteurs à Kozloduy (environ 0.41 GWe net chacun) à la fin de 2006, seules deux grandes unités (environ 0.95 GWe net chacune) demeurent opérationnelles sur ce site qui autrefois comptait six réacteurs en exploitation. Les deux unités restantes ont produit environ 33 % de l'électricité du pays en 2008. Pour compenser la perte de puissance installée et permettre au pays de regagner sa position d'important exportateur d'électricité dans la région sans accroître ses émissions de gaz à effet de serre, les travaux préliminaires de construction de deux réacteurs VVER (environ 0.95 GWe net chacun) ont débuté en 2008 sur le site de Belene, le premier devant entrer en exploitation à l'horizon 2013-2014, bien qu'il soit possible que cette échéance soit repoussée du fait de difficultés à lever des fonds dans le prolongement de la crise financière mondiale. Fin 2008, la Natsionaina Elektricheska Kompania EAD (NEK) de Bulgarie et RWE ont signé un accord de co-entreprise pour le projet de Belene (Belene Power Company AD). RWE Power est à la recherche de partenaires pour sa part de 49 % dans Belene Power Company AD qui exploitera ces unités. Atomstroyexport réalise la centrale dont les composants clés sont fournis par Siemens et AREVA. Un changement de gouvernement à la suite des élections de juillet 2009 a conduit à un réexamen du projet de construction de centrales de Belene et de la participation de 51 % du gouvernement dans l'entreprise, une décision sur la suite donnée étant attendue pour fin 2009.

En **Espagne**, le gouvernement persiste dans son intention d'abandonner l'énergie nucléaire de façon ordonnée et progressive, sans compromettre la sécurité des approvisionnements en électricité. En janvier 2009, le ministre de l'industrie a confirmé qu'aucune nouvelle centrale nucléaire ne serait construite. Toutefois, le gouvernement espagnol a indiqué qu'il pourrait prolonger la durée de vie opérationnelle des huit réacteurs vieillissants du pays (les autorisations d'exploitation de sept de ces centrales doivent être renouvelées entre 2009 et 2011). En juin 2009, l'Autorité espagnole de régulation a publié un rapport non contraignant indiquant que la centrale de Garona âgée de 38 ans pouvait être exploitée sans danger pendant encore dix ans. En juillet 2009 l'autorité de régulation a approuvé une demande du gouvernement de renouvellement de l'autorisation d'exploitation pour quatre années seulement. En septembre 2009, Nuclenor qui est l'exploitant de la centrale de Garona a interjeté un appel de la décision gouvernementale devant les tribunaux.

En **Finlande**, la construction du réacteur EPR Olkiluoto 3 (environ 1.6 GWe net) a été de nouveau retardée du fait de l'obligation de refabriquer certains composants importants en acier et des préoccupations réglementaires quant à la qualité du béton utilisé dans la construction. La centrale devrait désormais devenir opérationnelle en 2012, soit trois années après la date de démarrage initialement prévue. Les participants dans ce contrat à prix fixe et clé en main, AREVA et Teollisuuden Voima Oy (TVO), ont engagé une procédure d'arbitrage devant la Chambre de commerce internationale afin de résoudre leurs différends quant aux demandes d'indemnisation. Trois groupes d'électriciens, Fortum, TVO et Fennovoima ont chacun soumis des demandes au gouvernement pour une décision de principe concernant la construction d'un total de trois nouvelles centrales nucléaires. Les décisions de principe devraient être rendues fin 2009 ou début 2010. Toutefois le Cabinet a indiqué qu'au mieux un seul réacteur serait nécessaire. En 2009, le Cabinet a décidé que les centrales nucléaires et hydroélectriques de Finlande seraient soumises à une taxe afin de réduire les profits résultant de ce qui a été qualifié de « rentes » produites par les centrales à faibles émissions de carbone construites avant le Protocole de Kyoto de 1997. Ces profits résulteraient de coûts évités d'échange de carbone dans le cadre du mécanisme d'échange d'émissions de l'Union européenne (UE).

En **France**, la construction d'un nouvel EPR sur le site de Flamanville a débuté fin 2007 et l'unité devrait entrer en service en 2012. En janvier 2009, le Président Sarkozy a confirmé qu'un projet de construction d'un deuxième EPR démarrerait en 2012 à Penly. Comme Flamanville, Penly accueille deux réacteurs actuellement en exploitation. En 2006, AREVA a commencé la construction au Tricastin d'une unité d'enrichissement par centrifugation de 3 milliards d'euros (Georges Besse II) destinée à remplacer l'installation actuelle par diffusion gazeuse, grosse consommatrice d'énergie. La construction se déroule conformément au calendrier, la production commerciale devant débuter en 2009, pour progressivement attendre sa pleine capacité de 7.5 millions d'UTS vers 2016 (susceptible d'être portée à 11 millions d'UTS, suivant les conditions du marché). En mars 2009, AREVA a reçu l'accord des autorités de réglementation pour le lancement de la construction dans l'unité de Pierrelatte de l'installation de conversion COMURHEX II. Avec une capacité prévue de 15 000 tU devant être atteinte en 2012, l'installation de 610 millions EUR, qui comprend à la fois les sites de Pierrelatte et de Malvesi, est conçue de manière à ce que sa capacité puisse être portée jusqu'à 21 000 tU, suivant les conditions du marché.

En **Hongrie**, les quatre réacteurs VVER en exploitation dans la centrale de Paks ont assuré 37.2 % de la production brute totale d'électricité du pays en 2008. Pour améliorer l'efficacité économique et opérationnelle de la centrale ainsi que sa position sur le marché, un programme prévoyant des augmentations de puissance, une optimisation de la maintenance et des extensions de la durée de vie (de 20 ans) a été engagé en 2005. En 2008, la puissance électrique nominale de l'Unité 2 a été portée à 500 MWe et le processus de relèvement de puissance de l'Unité 3 sera achevé lors d'un arrêt programmé en 2009 (la puissance des Unités 4 et 1 a été augmentée en 2006 et 2007, respectivement). Afin de promouvoir la sécurité, la compétitivité et la pérennité des approvisionnements énergétiques, le Parlement hongrois a élaboré une politique nationale de l'énergie pour la période 2008-2020. Dans le cadre de cette politique, le Parlement a demandé au gouvernement d'engager les travaux préparatoires pour une possible décision sur la réalisation de nouvelles capacités de production d'origine nucléaire. En avril 2009, le Parlement hongrois s'est déclaré fortement en faveur (par 330 voix contre 6) d'une proposition gouvernementale visant à préparer la construction d'une nouvelle tranche dans la centrale de Paks.

En **Italie**, la réélection en avril 2008 du gouvernement de centre-droit a amorcé un mouvement vers la levée d'un moratoire de 20 ans sur l'énergie nucléaire, comme promis pendant la campagne. Une Nouvelle Stratégie Énergétique nationale devrait prévoir la reconstruction du secteur nucléaire, le développement de la concurrence dans la production d'électricité, la diversification des sources d'énergie et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le but de cette stratégie est de mettre en construction la première centrale nucléaire nouvelle d'ici à 2013, et d'ici à 2020 la production d'électricité devrait être constituée de 25 % de nucléaire, de 25 % d'énergies renouvelables et de 50 % de combustibles fossiles. Le pays dépend actuellement des importations pour satisfaire 87 % de ses besoins énergétiques, le pétrole (43 %) et le gaz (36 %) représentant une part importante de sa consommation d'énergie. L'Italie a dû subir des prix élevés de l'électricité et des pénuries occasionnelles d'électricité au cours des années récentes.

En **Lituanie**, la fermeture du seul réacteur encore en exploitation, à savoir la tranche 2 de la centrale d'Ignalina (environ 1.2 GWe net), est programmée pour la fin de 2009, conformément aux accords conclus en vue de l'entrée dans l'Union européenne (la tranche 1 de la centrale d'Ignalina a été fermée le 31 décembre 2004 en vertu du même accord). En 2008, Ignalina 2 a fourni près de 73 % de l'électricité produite dans le pays. Face à la perspective de pénuries d'électricité, la Lituanie a conclu un accord avec la Lettonie, l'Estonie et la Pologne pour la construction d'une nouvelle centrale destinée à remplacer celle d'Ignalina, mais la mise en œuvre de l'accord a été lente. On escompte maintenant que le gouvernement lituanien lancera les appels d'offres pour la centrale en 2009 et il semble peu probable qu'une nouvelle centrale entre en exploitation avant au moins 2018. Les

tentatives pour retarder la fermeture d'Ignalina 2 en modifiant les accords avec l'UE n'ont pas abouti à ce jour et pour faire face à la pénurie d'électricité résultant de la fermeture d'Ignalina 2 fin 2009, les efforts se sont récemment tournés vers la mise en place de liaisons avec le réseau électrique européen.

Aux **Pays-Bas**, le PDG de Delta, propriétaire à 50 % de l'unique REP en exploitation dans le pays sur le site de Borssele, a déclaré en 2008 que sa société avait l'intention de lancer la procédure d'autorisation pour la construction de deux à quatre réacteurs supplémentaires sur le site. Les réponses à cette déclaration par des membres du gouvernement de coalition ont mis en évidence les opinions contradictoires des parties quant à la perspective de la construction de nouvelles centrales nucléaires, le ministre de l'Environnement qui appartient au Parti travailliste indiquant qu'aucune décision ne serait prise par le gouvernement en place alors que le ministre de l'Économie appartenant au Parti démocrate chrétien avait indiqué qu'il n'était pas interdit de réfléchir et que les délais requis pour l'autorisation des installations nucléaires font que le gouvernement en place n'aurait pas à prendre de décision concernant la construction d'une nouvelle centrale nucléaire. Début 2009, suite à un examen approfondi des politiques énergétiques du pays, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) a encouragé le gouvernement néerlandais à arrêter une position claire sur le rôle futur de l'énergie nucléaire en raison des longs délais nécessaires pour planifier, construire et mettre en service un réacteur. En l'absence de l'énergie nucléaire, notait l'AIE, la consommation de pétrole et de gaz était appelée à augmenter, rendant plus difficile pour le pays la réalisation de ses objectifs ambitieux de réduction des émissions de carbone.

En **Pologne**, le Premier ministre a fait connaître en janvier 2009 les priorités pour le secteur de l'énergie, parmi lesquelles figurent la participation à un projet visant à remplacer le réacteur d'Ignalina en Lituanie et la construction de deux nouvelles centrales nucléaires en Pologne, dont la première est destinée à entrer en production en 2020. La Pologne génère actuellement plus de 90 % de son électricité au moyen de centrales au charbon. En septembre 2009, le ministre de l'économie a élaboré un plan d'action pour l'introduction de centrales nucléaires en Pologne, dans lequel sont précisés le dimensionnement et l'emplacement possible des réacteurs, les coûts, les sources de financement et l'impact social et économique du développement de cette option de production d'électricité. Selon ce plan, la première centrale nucléaire devrait être en construction en 2016.

En **République tchèque**, on comptait au 1<sup>er</sup> janvier 2008 six réacteurs en exploitation représentant une puissance installée d'environ 3.6 GWe nets. La modernisation en cours des tranches de la centrale nucléaire de Dukovany (4 VVER d'une puissance de 0.43 GWe net chacune) devrait accroître la puissance installée d'environ 14 % en 2012. En 2007, des pièces de rechange ont été installées sur les turbines des deux tranches de la centrale nucléaire de Temelin (0.96 GWe net pour chaque réacteur), avec pour résultat global un accroissement de puissance d'environ 0.3 GWe et une prolongation de la durée de vie des turbines. En août 2008, la compagnie tchèque CEZ a demandé au ministère de l'Environnement de procéder à une étude d'impact environnemental pour l'ajout de deux nouvelles unités sur le site de la centrale de Temelin. CEZ considère qu'il s'agit d'une mesure technique ne relevant pas du processus de décision politique. En août 2009, CEZ a lancé un appel d'offres public pour la construction de ces deux nouvelles unités, qualifiant celui-ci d'étape administrative logique dans un processus appelé à prendre quelques sept à huit années avant le commencement effectif de la construction. Une coalition formée après les élections de 2006 s'est accordée pour ne pas promouvoir l'énergie nucléaire du fait de l'opposition du partenaire minoritaire de la coalition au pouvoir, le Parti vert.

En **République slovaque**, un total de quatre réacteurs représentant une puissance installée combinée d'environ 1.7 GWe net étaient en exploitation au 1<sup>er</sup> janvier 2009 après l'arrêt de la tranche Bohunice 2 (0.41 GWe net) le 31 décembre 2008 conformément aux accords conclus pour l'entrée dans l'Union européenne (la tranche Bohunice 1, de même conception et de même puissance a été arrêtée fin 2006 en vertu des mêmes accords). En 2008, les cinq réacteurs en exploitation ont fourni

environ 56 % du total de l'électricité produite dans le pays. L'élévation de puissance des tranches Mochovce 1 et 2 a été achevée en 2008 et un projet d'élévation de la puissance des tranches 3 et 4 de la centrale de Bohunice conduira à des augmentations étagées de la puissance installée entre 2008 et 2010. Des travaux d'étude et de développement sont en cours en vue de l'utilisation d'un combustible nucléaire plus riche (jusqu'à 4.87 %) dans l'ensemble des quatre réacteurs à partir de 2011. En août 2008 l'Autorité nationale de régulation a approuvé le projet révisé pour l'achèvement des tranches Mochovce 3 et 4 (la construction des deux réacteurs sur le site a été stoppée en 1992) et en novembre 2008, la construction a été officiellement lancée, l'achèvement des travaux étant prévu pour 2013 et 2014. Une fois achevées, les deux unités conduiront à une augmentation de 0.9 GWe de la puissance installée. En décembre 2008, la société tchèque CEZ a été retenue pour former un partenariat avec le gouvernement slovaque pour la construction sur le site de Bohunice de deux tranches supplémentaires, dont l'achèvement est prévu à l'horizon 2020.

En **Roumanie**, le deuxième réacteur du site de Cernavoda, qui est un réacteur à eau lourde pressurisée CANDU 6 (environ 0.65 GWe net), a été couplé au réseau en octobre 2007. En 2008, les deux unités CANDU ont fourni environ 18 % de l'électricité produite dans le pays, réduisant ainsi de près de 30 % les importations d'électricité du pays cette même année. En 2007, le gouvernement roumain a lancé un appel d'offre pour la construction des tranches 3 et 4 de la centrale de Cernavoda (chacune d'une puissance de 0.72 GWe) pour un montant de 5 milliards USD, dont le démarrage est escompté à l'horizon de 2014-2015. En novembre 2008, EnergoNuclear SA a été formée pour réaliser la construction, la mise en service et l'exploitation des deux nouveaux réacteurs. La société d'État roumaine Nuclearelectrica SA détiendra une participation de 51 % dans EnergoNuclear SA, tandis que l'électricien tchèque CEZ, la société belge Electrabel (qui dépend de GDF-Suez), et les sociétés italienne Enel et allemande RWE Power posséderont chacune une participation de 9.15 %, la société espagnole Iberdrola et le producteur d'acier Arcelor Mittal détenant chacun une part de 6.2 %.

Au **Royaume-Uni**, le gouvernement demeure résolu à mettre en place un cadre permettant à l'industrie de remplacer ses réacteurs pour répondre à la demande et satisfaire les nouveaux objectifs de réduction des émissions de carbone à mesure que le parc actuel de réacteurs vieillissants sera déclassé sur les dix prochaines années. En 2008, le ministre de l'Énergie et du Changement climatique a déclaré que le Royaume-Uni devait investir dans l'énergie nucléaire pour pouvoir remplir son objectif de réduction de 80 % de ses émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2050. La même année, la Commission des affaires économiques de la Chambre des Lords a publié un rapport indiquant que le nucléaire était une option moins coûteuse que les énergies renouvelables et une commission indépendante sur le changement climatique nommée par le gouvernement a indiqué que l'énergie nucléaire était économiquement compétitive avec la production traditionnelle d'électricité à partir d'énergies fossiles, même quand on prend en compte les coûts de déclasser et les prix élevés de l'uranium. Début 2009, la société Électricité de France (EDF) a achevé pour un montant de 12.5 milliards de livres (environ 18 milliards USD) le rachat de British Energy, opérateur britannique de centrales nucléaires, et indiqué qu'elle voulait travailler avec des partenaires pour construire quatre nouvelles centrales, dont la première entrerait en exploitation en 2017. En mars 2009, L'Autorité britannique de démantèlement nucléaire, la Nuclear Decommissioning Authority (NDA), a lancé un appel d'offre pour des terrains destinés à accueillir de nouvelles centrales nucléaires, et s'attend à des offres d'entreprises espérant participer à de nouveaux partenariats de construction de centrales, notamment de E.On et RWE. En avril 2009, le gouvernement a publié une liste de onze sites en Angleterre et au Pays de Galles sur lesquels de nouvelles centrales pourraient être construites, marquant ainsi le début d'une procédure de consultation du public d'une durée d'un mois.

En **Slovénie**, l'unique réacteur nucléaire en exploitation (Krško, 0.67 GWe) est détenu et exploité conjointement avec la Croatie (Nuklearna Elektrana Krško). La centrale de Krško est entrée en exploitation commerciale en 1983 et a une durée de vie nominale de 40 ans. Les générateurs de vapeur

ont été remplacés et la centrale a été remise à niveau en 2001. Le réacteur a fourni 42 % de l'électricité produite en Slovénie en 2008 mais une partie de cette production est exportée pour fournir environ 20 % des approvisionnements en électricité de la Croatie. Outre qu'il envisage de prolonger la durée de vie de la centrale existante, le gouvernement envisagerait également la construction d'un nouveau réacteur qui entrerait en service dès 2017.

En **Suède**, le gouvernement a signalé son intention début 2009 de revenir sur le moratoire en vigueur de construction de nouvelles centrales nucléaires et sur le programme de sortie du nucléaire. En 1980, après un référendum favorable à la sortie du nucléaire, des textes législatifs ont été promulgués, et ont conduit à la fermeture de deux réacteurs avant la fin de leur durée de vie nominale (Barsebäck 1 et 2, pour un total d'environ 1.2 GWe net). Bien qu'il ait été prévu au départ que toutes les centrales nucléaires de Suède seraient arrêtées d'ici à 2010, les conditions de sortie du nucléaire ont été amendées et il n'existe plus de date limite pour l'arrêt des centrales. Un programme en cours de relèvement de puissance du parc nucléaire existant permettra lorsqu'il aura été intégralement mené à bien de quasiment compenser la puissance installée perdue du fait de la fermeture des tranches de Barsebäck. L'évolution des opinions publiques, les préoccupations suscitées par le changement climatique et les limites physiques de la poursuite du développement de l'hydroélectricité, qui est l'autre source majeure d'électricité à bas taux d'émission de carbone, ont conduit l'actuelle coalition au pouvoir à nouer les alliances nécessaires pour lever l'interdiction de construire de nouvelles centrales nucléaires. La nouvelle législation prévoirait la construction de nouveaux réacteurs destinés à remplacer les dix réacteurs existants lorsque ceux-ci atteindront la fin de leur durée de vie opérationnelle. Les textes législatifs invalidant le programme de sortie du nucléaire doivent être approuvés par le Parlement.

Les besoins en uranium des centrales de l'Union européenne en 2008 ont été d'environ 19 245 t d'U et devraient diminuer légèrement pour s'établir à 18 685 t d'U en 2009.

#### **Amérique du Nord** (115.1 GWe nets au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

Au début de 2009, il y avait 104 réacteurs en exploitation aux États-Unis, 18 au Canada et deux au Mexique. La construction destinée à l'achèvement d'un réacteur a été relancée (Watts Bar 2, États-Unis) et aucun réacteur n'a été mis à l'arrêt en 2007 et 2008. Un réacteur à l'arrêt depuis longtemps aux États-Unis (tranche 1 de Brown's Ferry) a été remis en service en 2007.

Au **Canada**, plusieurs projets de construction de nouvelles centrales nucléaires à l'étude par des entreprises privées et les pouvoirs publics n'ont fait à ce jour l'objet d'aucun engagement ferme quant à la suite à donner. Les sociétés Ontario Power Generation (OPG) et Bruce Power ont l'une et l'autre soumis des demandes officielles pour la construction de nouvelles centrales et en juin 2008, le gouvernement de l'Ontario a annoncé qu'il avait sélectionné un site existant (Darlington) pour l'implantation d'un nouveau réacteur. AREVA, Westinghouse et Énergie atomique du Canada limitée (EACL) ont soumis des offres en février 2009, mais le 29 juin 2009 le gouvernement de l'Ontario a annoncé qu'il suspendait ses projets de nouvelle construction en raison de problèmes de prix. Le 23 juillet 2009, Bruce Power (Ontario) a annoncé qu'en raison de la baisse de la demande d'énergie elle allait mettre l'accent sur des projets de modernisation de réacteurs plutôt que de donner suite à sa demande de construction de nouvelles centrales. Des projets de modernisation sont également en cours ou ont été annoncés au Nouveau-Brunswick et au Québec, qui se sont toutefois heurtés à certains retards et dépassements de coûts. Le projet de Bruce Power Alberta de construire jusqu'à quatre réacteurs destinés à fournir l'électricité nécessaire à l'exploitation des sables asphaltiques et l'examen par le gouvernement du Nouveau-Brunswick de la faisabilité de la construction d'un deuxième réacteur dans la province sont toujours en cours. Les gouvernements de l'Alberta et de la Saskatchewan ont constitué des panels d'experts pour rassembler des informations sur la possibilité d'utiliser des centrales nucléaires pour produire de l'électricité et Bruce Power a achevé une étude de

faisabilité sur la construction d'une centrale nucléaire dans la Saskatchewan. Toutefois, en septembre 2009 le Premier ministre de la Saskatchewan a indiqué que l'énergie nucléaire était sans doute une option trop coûteuse pour la province.

Aux **États-Unis**, un total de 13 demandes combinées de licences de construction et d'exploitation représentant plus de 30 TWh de puissance installée nouvelle avait été déposé à la fin de 2008. Bien que moins de la moitié des demandeurs aient achevé les négociations des contrats avec l'entreprise devant construire le réacteur, cinq projets sont considérés comme des engagements fermes de construction d'un total de neuf nouveaux réacteurs (Calvert Cliffs, Levy County, South Texas, Virgil Summer et Vogtle). Bien que ces projets constituent des indications fermes d'intention de construire de nouvelles centrales nucléaires, le financement demeure une question importante. Les coûts de la main-d'œuvre et des matériaux sont élevés et l'ampleur des investissements a conduit certaines compagnies d'électricité à annoncer qu'il n'y aurait pas de construction de nouvelle centrale sans garantie d'emprunt (faisant partie des incitations à la construction de nouvelles centrales nucléaires prévues dans la Loi sur la politique énergétique de 2005 [*Energy Policy Act of 2005*] représentant un montant total de 18.5 milliards USD pour la construction de centrales nucléaires et jusqu'à 2 milliards USD pour des projets d'installations nucléaires d'amont, comme l'enrichissement). En 2007, la Tennessee Valley Authority (TVA) a relancé la construction du réacteur Watts Bar 2, programme qui devrait coûter environ 2.5 milliards USD. Il est prévu que ce réacteur de 1 100 MWe de conception Westinghouse sera opérationnel en 2013. Ce projet se situe dans le prolongement de la remise en service couronnée de succès en mai 2007 de la tranche Browns Ferry-1 de la TVA (arrêtée depuis 1985) après un programme de redémarrage de 1.8 milliard USD.

Au **Mexique**, un programme d'un montant de 600 millions USD pour la modernisation des deux tranches de la centrale de Laguna Verde progresse de façon satisfaisante. Ce programme, qui devrait être achevé en 2010, vise à accroître d'environ 20 % la puissance de ces deux tranches. La possibilité d'ajouter d'autres réacteurs à Laguna Verde et sur d'autres sites sur la côte du golfe du Mexique a été étudiée mais il n'a pas été décidé d'y donner suite.

Les besoins annuels de l'Amérique du Nord, qui ont été d'environ 18 185 t d'U en 2008, devraient fléchir légèrement pour s'établir à 18 050 t d'U en 2009.

#### **Asie de l'Est** (79.03 GWe nets au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, 86 réacteurs<sup>2</sup> étaient en exploitation en Asie de l'Est. Dans cette région, qui connaît la plus forte croissance du parc nucléaire au monde, deux tranches électronucléaires (environ 1.2 GWe nets) ont été couplées au réseau en 2007 et 2008, alors qu'aucune n'a été fermée. Au cours des mêmes deux années, la construction d'un total de 13 réacteurs a été lancée. Une fois ceux-ci achevés, un total d'environ 13.3 GWe nets aura été couplé au réseau dans la région de l'Asie de l'Est (si l'on tient compte des quatre autres réacteurs que les pouvoirs publics ont autorisés mais pour lesquels les travaux n'ont pas encore commencé, le total couplé au réseau s'élèvera à 18.2 GWe).

En **Chine**, on comptait onze tranches électronucléaires en exploitation (environ 8.44 GWe nets) et huit réacteurs en construction (environ 7.61 GWe nets) au 1<sup>er</sup> janvier 2009. En 2007, la construction des tranches Qinshan II-4, (0.61 GWe) et Hongyanhe 1 (1.0 GWe) a été lancée et en 2008 la construction de six réacteurs supplémentaires a officiellement commencé (Ningde 1, Hongyanhe 2, Ningde 2, Fuqing 1, Yangjiang 1 et Fangjiashan 1, chacun de ces réacteurs ayant une puissance nette

---

2. Il y avait aussi six tranches électronucléaires en exploitation dans le Taïpei chinois (environ 4.9 GWe nets) et 2 tranches en construction (environ 2.6 GWe nets).

de 1.0 GWe). Ce rythme de construction de centrales nucléaires en Chine devrait se maintenir pour répondre au plan des autorités qui souhaitent sensiblement augmenter la puissance nucléaire installée totale pour la porter à un niveau compris entre 60 GWe et 70 GWe d'ici à 2020. Un certain nombre de technologies sont déjà en usage ou devrait être utilisées pour augmenter la puissance installée, notamment les types AP 1000, VVER 1000, EPR 1600, Candu 6 et CPR-1000 (une conception chinoise basée sur études françaises). Le gouvernement a également exprimé son intention de poursuivre l'augmentation de la puissance installée pour la porter à un niveau compris entre 120 GWe et 160 GWe d'ici à 2030, parallèlement au développement progressif et à l'introduction d'un cycle fermé du combustible avec des réacteurs rapides. Des plans aussi ambitieux ne devraient cependant pas modifier fortement la contribution relative du nucléaire dans la panoplie énergétique de la Chine (ainsi, les augmentations prévues de la puissance installée à l'horizon 2020 ne devraient faire passer la part du nucléaire que de 4 % à 5 %), compte tenu du rythme auquel la demande devrait augmenter et, de ce fait, les autres modes de production d'énergie sont appelés à se développer.

Au **Japon**, la construction de la tranche 3 de la centrale de Tomari (réacteur à eau sous pression de 0.912 GWe), qui devrait entrer en service vers la fin de 2009, se poursuit. Fin 2005, la construction du REB Shimane 3 (1.373 GWe) a été lancée et à la mi-2008 la construction du REB d'Ohma a débuté. Les travaux se poursuivent également pour redémarrer le réacteur rapide de Monju. La production du parc nucléaire japonais a été réduite ces derniers mois, principalement du fait de l'arrêt prolongé de sept grands réacteurs à Kashiwazaki Kariwa après un violent tremblement de terre en juillet 2007. Bien qu'à l'époque tous les réacteurs aient pu être arrêtés en toute sécurité sans perte de vie humaine, les réparations et essais nécessaires ont réduit d'environ 8 GWe pendant près de deux ans la puissance installée couplée au réseau. Les procédures de redémarrage des tranches 6 et 7 étaient en cours en septembre 2009. Le 31 janvier 2009, les REB Hamaoka 1&2 (0.515 et 0.806 GWe) ont été officiellement arrêtés. Le gouvernement japonais a approuvé un plan énergétique de base destiné à renforcer la sécurité des approvisionnements en donnant davantage d'importance au développement de l'énergie nucléaire ainsi que d'un cycle fermé du combustible basé sur le recyclage du combustible nucléaire et l'utilisation de réacteurs rapides.

Bien que la **Mongolie** ne dispose pas actuellement de centrale nucléaire, elle a fait part de son intérêt pour le développement d'une capacité de production d'origine nucléaire basée sur l'utilisation de réacteurs de faible et moyenne puissance, après avoir signé un accord avec la Fédération de Russie sur la prospection, l'extraction et le traitement de ressources en uranium.

En **République de Corée**, la construction des tranches Shin Kori 2 (0.96 GWe) et Shin Wolsong 1, (0.96 GWe) a débuté en 2007 et celle des tranches Shin-Wolsong 2 (0.96 GWe) et Shin-Kori 3 (1.34 GWe) en 2008. En juin 2007, l'autorisation d'exploitation d'une durée de 30 ans du réacteur Kori 1, première centrale nucléaire construite en Corée, a expiré. Après un programme de modernisation et de remplacement des équipements s'étalant sur une période d'arrêt de six mois et après une étude de sûreté, une nouvelle autorisation d'exploitation de dix ans a été accordée. Kori 1 a recommencé à produire de l'électricité en décembre 2007. Fin 2008, le gouvernement coréen a annoncé un nouveau Plan énergétique national de base qui prévoit une augmentation de la puissance installée de manière à assurer environ 60 % des besoins totaux de production d'électricité du pays d'ici à 2030. A cet effet il faudra mettre en service 10-12 centrales nucléaires nouvelles s'ajoutant aux huit unités déjà programmées ou en construction (ce total comprend deux tranches officiellement approuvées mais non encore en construction). Quatre unités supplémentaires sont soit programmées soit en cours de planification d'ici à 2022 (quatre réacteurs OPR1000 seront mis en service d'ici à 2013 et un total de huit unités APR1400 sont en construction ou planifiées). D'ici à fin 2022, la puissance installée devrait atteindre 32.9 GWe, soit 33 % de la capacité totale de production d'électricité.

Les besoins en uranium des réacteurs de la région de l'Asie de l'Est, qui s'établissaient en 2009 à 12 980 t d'U, devraient augmenter pour atteindre environ 15 760 t d'U.

### **Europe (hors UE) (38.46 GWe net au 1<sup>er</sup> janvier 2009)**

Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, 52 réacteurs étaient en exploitation dans neuf pays. Cette région connaît également une forte expansion, avec dix réacteurs en construction qui, une fois achevés, vont accroître la puissance installée d'environ 7.7 GWe nets. Au cours de 2007 et 2008, aucune nouvelle centrale n'a été couplée au réseau, aucune n'a été arrêtée, et les travaux de construction ont démarré sur quatre réacteurs (total d'environ 2.23 GWe net).

Deux centrales nucléaires ont été couplées au réseau en **Arménie**, l'une en 1976 et la seconde en 1980, chacune avec une durée de vie nominale de 30 ans. Toutes deux ont été arrêtées à la suite d'un important séisme en 1989. En 1995, la plus récente des deux unités (unité 2) a été remise en service. En 2008, cette unité unique, Armenia 2 (0.38 GWe) a fourni 39 % de l'électricité produite dans le pays. Des inquiétudes ont été exprimées concernant le maintien en exploitation de ce réacteur et des efforts ont été déployés pour améliorer la sécurité et la sûreté. En juin 2009, il a été signalé que le gouvernement arménien avait signé un contrat avec un groupe international d'ingénierie pour la gestion d'un projet de construction d'un montant de 4.5 milliards USD portant sur la construction d'un réacteur nucléaire destiné à remplacer l'unité vieillissante en place. Cette nouvelle unité devrait être opérationnelle en 2017.

Dans la **Fédération de Russie**, 31 réacteurs (environ 21.7 GWe nets) étaient en exploitation au 1<sup>er</sup> janvier 2009, assurant environ 17 % du total de l'électricité produite dans le pays. Huit réacteurs étaient en construction (représentant conjointement environ 5.8 GWe nets), y compris la tranche 4 de la centrale de Beloyarsk (réacteur rapide d'environ 0.75 GWe net) qui a été entreprise en juillet 2006. En avril 2007, la construction de deux réacteurs équipant la première centrale nucléaire flottante au monde (tranches 1 et 2 de Severodvinsk – Akademik Lomonosov, soit 2x30 MWe) a démarré officiellement tandis que la construction de la tranche 5 de Balakovo (0.95 GWe) était suspendue. En 2008, la construction de Balakovo 5 a redémarré et celle des tranches Novovoronezh 2-1 (1.1 GWe) et Leningrad 2-1 (1.1 GWe) a débuté. En avril 2009, le gouvernement de la Fédération de Russie a alloué 1.5 milliards USD supplémentaires à la société d'État Rosatom pour permettre la réalisation de l'objectif d'une production d'origine nucléaire d'environ 25 % à 30 % de l'électricité du pays face à la crise économique. La réalisation de cet objectif nécessitera la construction d'un total de 26 nouveaux réacteurs. Bien que les conditions économiques actuelles limitent le rythme escompté de construction à un réacteur par an, il est prévu que dans quelques années le rythme de construction passe à 2-3 GWe/an de puissance installée. D'ici à 2050, le plan actuel prévoit la mise en exploitation de centrales intrinsèquement sûres, utilisant des réacteurs rapides fonctionnant avec un cycle fermé du combustible et du MOX. Il est également prévu de mettre à niveau des centrales nucléaires existantes grâce à l'utilisation de combustibles améliorés, et de prolonger les durées de vie.

En **Suisse**, des demandes de construction d'un total de trois nouveaux réacteurs en remplacement de centrales du parc actuel, lorsque celles-ci atteindront la fin de leur durée de vie opérationnelle, ont été déposées en 2008. En juin, le Groupe énergétique Atel a déposé une demande-cadre d'autorisation pour la construction d'un nouveau réacteur à Gösgen et en décembre, le Groupe Axpo et BKW FMB Energie ont soumis deux autres demandes pour de nouveaux réacteurs à Beznau et Mühleberg. Actuellement, la Suisse fait appel pour sa production d'électricité à des centrales nucléaires et hydroélectriques, ainsi qu'à des importations, mais le potentiel de nouveaux aménagements hydroélectriques est limité. Le gouvernement, à la suite de l'échec d'un référendum sur la poursuite du programme de sortie du nucléaire, a promulgué la Loi sur l'énergie nucléaire de 2003 qui ouvre la voie à la construction de réacteurs de remplacement à mesure que seront déclassées les centrales les plus

anciennes du parc existant aux environs de 2020. Cette date se situe peu de temps après celle à laquelle viendront à expiration les contrats existants avec la France pour la fourniture d'électricité importée. Le pays devrait donc avoir besoin de remplacer une partie de sa capacité de production, de préférence sans augmentation de ses émissions de carbone. Le Conseil fédéral et le Parlement doivent d'abord approuver les plans de demande d'autorisation, puis une décision concernant le lancement de la construction de nouveaux réacteurs sera soumise à un référendum facultatif qui pourrait intervenir à l'horizon 2012 ou 2013.

En **Turquie**, un appel d'offres pour la construction des premières centrales nucléaires du pays (commençant par quatre tranches représentant une puissance installée totale de 4.8 GWe) n'a suscité qu'une offre unique soumise par Atomstroyexport. Le 20 novembre 2009, l'offre a été annulée du fait de difficultés juridiques. Le gouvernement s'efforce de poursuivre le programme par le biais d'un accord intergouvernemental. Un accord a ainsi été conclu avec la Fédération de Russie, qui est en cours de ratification au Parlement.

En **Ukraine**, on comptait au 1<sup>er</sup> janvier 2009 15 réacteurs en exploitation représentant conjointement une puissance installée de 13.1 GWe nets. En 2008, ces réacteurs ont fourni 47 % de l'électricité produite dans le pays. Deux réacteurs sont actuellement en construction (Khmelnitski 3 et 4) qui, une fois achevés, représenteront une puissance installée nouvelle de 1.9 GWe couplée au réseau. La construction de ces deux réacteurs a dans un premier temps été lancée vers le milieu des années 1980, mais elle a été arrêtée. En 2008, Atomstroyexport a remporté un appel d'offres pour l'achèvement de ce projet de construction d'un montant de 4 milliards USD et les deux réacteurs devraient désormais entrer en service en 2015 et 2016. La stratégie actuelle du gouvernement ukrainien préconise de maintenir jusqu'en 2030 la part du nucléaire à son niveau actuel de 45-50 % de la production nationale totale d'électricité. Cela devrait nécessiter la construction de douze nouveaux réacteurs, dont dix d'une puissance installée d'environ 1.5 GWe net et l'extension de la durée de vie des réacteurs du parc existant.

Bien que d'autres pays de la région ne possèdent pas de parc nucléaire, quelques gouvernements, notamment ceux du **Belarus** et de la **Serbie**, envisagent également la possibilité de mettre en place une production nucléaire afin de satisfaire la demande future d'énergie et de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Début 2009, Atomstroyexport aurait été retenue pour construire le premier de deux réacteurs en **Belarus**, car c'était le seul soumissionnaire disposé à fournir un financement pour le projet. Ces deux réacteurs devraient entrer en service en 2016 et 2020. Début 2009 il a été indiqué que malgré un moratoire sur la construction de nouveaux réacteurs dans le pays jusqu'en 2015, le ministre de l'Énergie de **Serbie** aurait déclaré que la possibilité de construire de nouvelles centrales nucléaires devrait être examinée en même temps que d'autres options dans la définition de la politique énergétique du pays.

Les besoins en uranium des réacteurs de la région de l'Europe centrale, orientale et du Sud-est s'élevaient en 2008 à environ 6 950 t d'U et devraient s'accroître pour s'établir à 7 350 t d'U en 2009.

#### **Moyen-Orient, Asie centrale et méridionale** (4.21 GWe nets au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

Au 1<sup>er</sup> janvier 2007, on comptait 19 réacteurs en exploitation et 8 en construction (environ 4.1 GWe nets). En 2007 et 2008, un réacteur a été couplé au réseau (Kaiga-3, Inde, environ 0.2 GWe net) et aucun n'a été fermé.

Dans les **Émirats arabes unis**, l'augmentation de la demande d'énergie jointe à la décision de réduire la consommation intérieure de gaz naturel afin de maintenir les apports de capitaux étrangers ont été des considérations essentielles dans l'action du gouvernement pour développer les capacités de

production fondées sur l'énergie nucléaire. Celui-ci a signé des accords avec l'AIEA sur le développement de centrales nucléaires à des fins pacifiques et des accords de coopération nucléaire avec la France, le Japon et les États-Unis. En octobre 2009, il était prévu qu'un contrat pour la construction d'au moins quatre réacteurs serait attribué sous peu. Bien que ce projet de première centrale nucléaire soit appelé à fournir vraisemblablement environ 3 % de la production d'électricité du pays, les plans gouvernementaux seraient que le nucléaire assure 15 % de la production d'électricité d'ici à 2025.

En **Inde**, 17 réacteurs (environ 3.8 GWe nets) étaient opérationnels au 1<sup>er</sup> janvier 2009 et six réacteurs (trois RELP, deux REO de conception russe et un surgénérateur prototype), représentant une puissance installée totale d'environ 2.9 GWe nets, étaient en construction. En avril 2007, la construction d'un RELP a été achevée et la tranche 3 de la centrale de Kaiga (environ 0.2 GWe net) a été couplée au réseau en novembre 2007. En 2008, les 17 réacteurs en exploitation ont fourni un peu plus de 2 % de l'électricité produite dans le pays. La puissance nucléaire installée totale devrait s'accroître d'environ 2.4 GWe nets d'ici 2011 avec l'achèvement de cinq des six unités en construction. Les projets du gouvernement prévoient un accroissement de la puissance nucléaire installée du pays qui pourrait atteindre 20 GWe d'ici 2020 et 60 GWe d'ici 2030. En juillet 2007, l'Inde et les États-Unis ont signé un contrat de coopération nucléaire civile, en août 2008 le Conseil des gouverneurs de l'AIEA a approuvé un accord spécifique de garanties nucléaires avec l'Inde et en septembre 2008, le Groupe des fournisseurs nucléaires a autorisé le commerce nucléaire avec l'Inde. Ces évolutions permettent à l'Inde d'accéder au combustible et aux équipements nucléaires étrangers pour la première fois en plus de trois décennies. Jusqu'à la signature de ces accords, les possibilités de croissance du nucléaire indien et la puissance installée de ses réacteurs actuellement en exploitation étaient périodiquement limitées par les approvisionnements en uranium. Cette situation a radicalement changé et l'Inde négocie actuellement et signe des accords avec des producteurs d'uranium et des fournisseurs de combustible nucléaire et de réacteurs, ouvrant ainsi la voie à un développement significatif de la puissance nucléaire installée du pays.

En **Iran**, le démarrage escompté de la tranche 1 de la centrale de Bushehr (environ 0.9 GWe net) fournie par Atomstroyexport a été reporté au début de 2010. La date de démarrage du réacteur a déjà été repoussée un certain nombre de fois du fait de difficultés techniques et d'autres problèmes. Le gouvernement de l'Iran a annoncé son intention de disposer d'une puissance nucléaire installée de 20 GWe nets d'ici à 2026. En août 2008, des entreprises locales ont été invitées par l'Organisation iranienne de l'énergie atomique à trouver de possibles sites d'implantation de nouvelles centrales nucléaires.

En **Jordanie**, confronté à l'augmentation de la demande d'énergie et tributaire actuellement des importations pour environ 95 % de ses besoins énergétiques, le Royaume de Jordanie a décidé d'œuvrer pour la construction de nouvelles centrales nucléaires destinées à la production d'électricité et au dessalement de l'eau de mer. Des accords de coopération nucléaire ont été signés avec plusieurs pays, notamment l'Argentine, le Canada, les États-Unis, la Fédération de Russie, la France et le Royaume-Uni, et en septembre 2009 une entreprise d'ingénierie a été engagée pour procéder à une étude d'implantation de la première centrale nucléaire du pays. L'objectif à long terme de ces activités est de développer l'énergie nucléaire de telle manière qu'elle fournisse 30 % de la production intérieure d'électricité à l'horizon 2030.

Au **Pakistan**, deux réacteurs (environ 0.43 GWe net) étaient opérationnels au 1<sup>er</sup> janvier 2009. En 2008, les deux réacteurs ont fourni 2 % de l'électricité produite dans le pays. En 2005, la construction d'un troisième réacteur, la tranche 2 de la centrale de Chasnupp (environ 0.3 GWe net), a démarré aux termes d'un accord passé avec la Société nucléaire nationale de Chine (CNNC). L'achèvement est escompté en 2011. Confronté à de graves pénuries d'électricité, le gouvernement du Pakistan

étudierait un plan de construction de deux unités supplémentaires (0.3 GWe chacune) avec une aide financière et technique de la Chine. Ces deux unités devraient pouvoir être mises en service d'ici à 2018. En 2005, le gouvernement du Pakistan a approuvé un plan visant à porter la puissance nucléaire installée à 8.8 GWe d'ici à l'année 2030.

D'autres pays de la région, actuellement dépourvus de centrales nucléaires, envisagent également le développement de telles installations, notamment l'**Arabie saoudite**, le **Bangladesh**, **Bahreïn**, **Israël**, le **Kazakhstan**, le **Koweït**, **Oman**, le **Qatar** et le **Yémen**.

Les besoins en uranium des réacteurs de la région du Moyen-Orient et de l'Asie centrale et méridionale, qui s'élevaient à environ 815 t d'U en 2008, devraient augmenter pour atteindre 1 005 tU en 2009.

#### **Amérique centrale et du Sud (2.70 GWe nets au 1<sup>er</sup> janvier 2009)**

Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, quatre réacteurs étaient en exploitation dans deux pays de la région et un réacteur était en construction.

En **Argentine**, deux réacteurs (Atucha 1 et Embalse; 0.34 GWe et 0.6 GWe, respectivement) étaient en exploitation au 1<sup>er</sup> janvier 2009. En 2008, ces deux réacteurs fournissaient un peu plus de 6 % de l'électricité produite dans le pays. En août 2006, la société d'Etat Nucleoeléctrica Argentina a redémarré la construction du troisième réacteur du pays (Atucha-2), dont la mise en exploitation devrait intervenir en 2011. La construction avait été suspendue en 1984, faute de fonds, alors que le réacteur était achevé à environ 80 %. Un projet d'élévation de la puissance, de modernisation des équipements et d'extension de la durée de vie de la centrale d'Embalse devrait débuter en 2011. Le gouvernement argentin envisagerait la construction de deux autres réacteurs destinés à augmenter la puissance installée en 2017 et 2023. En mai 2008, l'Argentine a signé avec le Brésil un accord d'importation d'électricité pour réduire les pénuries dont souffre le pays.

Au **Brésil**, deux réacteurs (les tranches 1 et 2 de la centrale d'Angra d'une puissance respectivement de 0.5 GWe net et 1.3 GWe net) étaient en service au 1<sup>er</sup> janvier 2009. En 2008, ces deux réacteurs ont fourni un peu plus de 3 % de l'électricité produite au Brésil. En mars 2009, une autorisation environnementale a été délivrée pour le lancement des travaux préparatoires en vue de la reprise de la construction du réacteur Angra-3 (1.2 GWe net). La construction de ce réacteur a débuté en 1984 mais elle a été interrompue en 1986. Avec la relance de la construction qui devrait débuter en 2010, le réacteur pourrait être achevé en 2015. Le gouvernement brésilien étudie la possibilité de construire de nouvelles centrales pour disposer de quatre à huit GWe de puissance installée supplémentaire d'ici à 2030 afin de répondre à la demande d'énergie.

D'autres pays de la région, non équipés actuellement de centrales nucléaires, envisagent également la réalisation de telles installations, notamment le **Chili**, **Cuba** et le **Venezuela**.

Les besoins en uranium de l'Amérique centrale et du Sud, s'élevaient à environ 610 t d'U en 2008 et devraient fléchir légèrement pour s'établir à environ 590 tU en 2009.

#### **Afrique (1.8 GWe net au 1<sup>er</sup> janvier 2009)**

La puissance nucléaire installée est demeurée constante en Afrique, les deux seuls réacteurs de cette région se trouvant en **Afrique du Sud**. En 2008, ces deux unités ont fourni moins de 1 % du total de l'électricité produite dans les pays, les centrales à charbon constituant actuellement environ 90 % de la capacité de production d'électricité. Afin de répondre à la demande en électricité et réduire les

émissions de carbone, l'opérateur public sud-africain Eskom a lancé en 2007 des appels d'offres pour un parc qui pourrait atteindre 12 réacteurs. Après avoir retardé sa décision pendant plusieurs mois, il a annoncé en décembre 2008 qu'en raison de la crise financière qui se prolongeait et de l'ampleur de l'endettement qui devrait être encouru pour construire les installations, il était contraint de surseoir à la première phase prévue du projet, une centrale comprenant quatre tranches. L'Afrique du Sud reste engagée dans l'énergie nucléaire et l'entreprise d'Etat PBMR poursuit le développement du réacteur PBMR (*Pebble Bed Modular Reactor* ou Réacteur Modulaire à Lit de Boulets) qui est un réacteur à haute température à refroidissement par hélium (0.1 GWe net). Face à cette conjoncture, bien que le pays souffre de l'instabilité de son réseau électrique, Eskom a indiqué début 2009 qu'elle avait désormais abaissé ses prévisions de croissance de la puissance nucléaire installée, les ramenant de 20 GWe à 6 GWe d'ici à 2025, la mise en service opérationnelle des premières unités étant prévue pour 2019, soit deux années après la date initialement prévue.

Bien qu'aucun pays d'Afrique ne dispose actuellement de centrale nucléaire, plusieurs ont exprimé ces dernières années leur intérêt à l'égard du développement de capacité nucléaire pour la production d'électricité et la désalinisation, notamment l'**Algérie**, l'**Égypte**, le **Ghana**, le **Kenya**, le **Maroc**, la **Namibie**, le **Niger**, le **Nigeria**, l'**Ouganda** et la **Tunisie**. Début 2009, l'**Algérie** a signé des accords nucléaires avec l'Argentine, la Chine, les États-Unis et la France et elle négociait avec l'Afrique du Sud et la Fédération de Russie, son objectif étant avec ces accords de coopération de permettre le développement de sa première centrale nucléaire d'ici à 2020. En 2008, l'**Égypte** a chargé une entreprise de réaliser les études et la consultation pour la première centrale nucléaire du pays destinée à répondre aux besoins croissants d'électricité du pays. En août 2009, un site pour une centrale nucléaire aurait été identifié au **Kenya** et une étude environnementale du projet a été achevée. Fin 2008, le **Nigeria** a proposé un projet de cadre juridique destiné à faciliter la mise en œuvre d'un programme de développement de l'énergie nucléaire, étape essentielle sur la voie de l'exploitation de cette forme d'énergie.

Les besoins annuels en uranium des réacteurs en Afrique s'élevaient à environ 280 t d'U en 2008 et devraient augmenter légèrement pour s'établir à 290 t d'U en 2009.

#### **Asie du Sud-Est** (0 GWe net au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

Cette région est dépourvue de réacteurs nucléaires de puissance. Cependant, les gouvernements du Cambodge, de la Malaisie, des Philippines, de la Thaïlande et du Viêt Nam envisagent de construire des réacteurs nucléaires dans les années à venir afin de faire face à l'accroissement de leur demande d'électricité sans augmentation sensible de leurs émissions de gaz à effet de serre. Le gouvernement de l'**Indonésie** envisageait la construction de centrales nucléaires, mais en avril 2009 le Président a annoncé que le pays abandonnait ce plan et allait mettre plutôt l'accent sur le développement de sources d'énergies renouvelables pour répondre à la demande d'électricité. En septembre 2009, le Gouverneur adjoint de l'Autorité de production d'électricité de **Thaïlande** a annoncé qu'il avait l'intention de construire deux centrales nucléaires, à partir de 2020 et 2021, pour réduire l'exposition aux fluctuations des prix du gaz naturel, lequel sert actuellement à produire 70 % de l'électricité du pays. En octobre 2008, le ministère de l'Industrie et du Commerce du **Viêt Nam** a indiqué étudier un projet de construction de centrales nucléaires dont le nombre pourrait atteindre quatre unités de 1.0 GWe entre 2020 et 2024, qui seraient susceptibles de fournir environ 15 % de la production d'électricité du pays.

## **Pacifique (0 GWe net au 1<sup>er</sup> janvier 2009)**

Cette région est actuellement dépourvue de réacteurs de puissance. Les politiques actuellement en vigueur interdisent la mise en place d'un parc électronucléaire en **Australie**. La construction du réacteur de recherche OPAL (réacteur à eau ordinaire et à cuve ouverte) a néanmoins été achevée, les premiers éléments de combustible ont été chargés en août 2006 et l'installation était dans ses phases finales d'essais et d'autorisation en 2009. Le gouvernement de **Nouvelle-Zélande** a également une politique interdisant le développement de l'énergie nucléaire, mais il étudierait les options dont il dispose pour la production future d'électricité, compte tenu des objectifs de réduction des gaz à effet de serre et de la baisse des approvisionnements en gaz naturel.

## **B. PROJECTIONS RELATIVES À LA PUISSANCE NUCLÉAIRE INSTALLÉE ET AUX BESOINS CONNEXES EN URANIUM JUSQU'EN 2035**

### **Facteurs influant sur la puissance installée et sur les besoins en uranium**

À court terme, les besoins en uranium des réacteurs sont essentiellement déterminés par la puissance nucléaire installée ou, plus précisément, par la quantité d'électricité produite dans les centrales nucléaires en exploitation. Comme on l'a déjà observé, la puissance installée prévue à court terme est déjà en majeure partie en exploitation, de sorte que les besoins à court terme peuvent être prédits avec une relative certitude.

La demande d'uranium est aussi directement déterminée par les modifications des performances des centrales nucléaires et des installations liées au cycle du combustible en place, même si la puissance installée demeure identique. Ces dernières années, on a pu observer une tendance mondiale générale à une augmentation de la disponibilité en énergie et des facteurs de capacité des centrales nucléaires. En 2008, le facteur mondial moyen de disponibilité en énergie des centrales nucléaires (tel qu'il est défini par l'AIEA) s'est établi à 80 %, alors qu'en 1990 il n'était que de 71.0 % [1] (le facteur mondial moyen de disponibilité a de fait légèrement fléchi par rapport à sa valeur de 82.9 % en 2006, principalement du fait de l'arrêt prolongé de sept grands réacteurs dans la centrale de Kashiwazaki Kariwa au Japon suite à un violent séisme en juillet 2007). De plus longues durées de vie utile et une disponibilité accrue tendent à accroître les besoins en uranium. Parmi les autres facteurs qui influent sur les besoins en uranium, figurent la longueur du cycle du combustible et le taux de combustion au déchargement du combustible ainsi que les stratégies employées pour optimiser le rapport entre le prix de l'uranium naturel et les services d'enrichissement<sup>3</sup>.

Les prix élevés de l'uranium récemment enregistrés ont constitué pour les compagnies d'électricité une incitation à réduire les besoins en uranium en fixant des teneurs de rejet plus basses dans les usines d'enrichissement, dans la mesure où les contrats en vigueur le permettent et où les usines d'enrichissement sont capables de fournir des services accrus. Comme l'Agence d'approvisionnement d'Euratom l'a noté dans son Rapport annuel de 2008, 97 % des compagnies d'électricité de l'Union européenne (UE)

---

3. Une réduction de la teneur des rejets de 0.3 % à 0.25 % de <sup>235</sup>U aurait pour effet, tous les autres facteurs étant par ailleurs égaux, de réduire la demande d'uranium d'environ 9.5 % et d'accroître la demande d'enrichissement d'environ 11 %. La teneur de rejet choisie par l'organisme d'enrichissement dépend de nombreux facteurs, notamment du ratio entre les prix de l'uranium naturel et de l'enrichissement.

spécifient désormais des teneurs de rejet comprises entre 0.20 % et 0.30 %, confirmant que la légère tendance à la baisse des teneurs de rejet s'est poursuivie en Europe en 2008 [2]. La tendance à la baisse des teneurs de rejet est aussi un facteur dans les données recueillies sur les besoins en uranium pour la présente édition, car les besoins mondiaux ont baissé d'environ 12 % sur deux ans (passant de 66 500 tU en 2006 à 59 065 tU en 2008), malgré une légère augmentation de la puissance installée (<1%) sur cette période. Les besoins en uranium (définis dans le questionnaire pour le Livre rouge comme correspondant aux achats anticipés, et non nécessairement à la consommation) devraient rester inférieurs aux niveaux de 2006 jusqu'à ce que de nouvelles capacités deviennent opérationnelles, notamment en Asie, au cours des trois à quatre prochaines années. En 2010, le nombre d'unités nucléaires aux États-Unis pour lesquelles un rechargement du combustible est prévu est le plus faible depuis quinze ans [3], ce qui constitue un autre facteur, parallèlement aux prélèvements sur les stocks, dans cette baisse des besoins d'uranium.

Les excellentes performances et la compétitivité économique des centrales existantes dues principalement à la faiblesse des coûts d'exploitation, de maintenance et du combustible, ont rendu souhaitable le maintien et l'amélioration de ces centrales dans de nombreux pays. Cela a conduit à la tendance à maintenir les centrales existantes en exploitation aussi longtemps que possible dans des conditions de sûreté, de même qu'à accroître leur puissance installée, lorsque cela est possible. Cette stratégie est particulièrement marquée aux États-Unis mais d'autres pays (par exemple le Canada, la Fédération de Russie, la France, la Hongrie, le Mexique, les Pays-Bas, la République slovaque, la Suède et la Suisse) ont entrepris ou prévoient d'entreprendre des modernisations de leur parc et/ou le prolongement des durées de vie de centrales existantes.

La mise en place de nouvelles centrales aura pour effet d'augmenter les besoins d'uranium, notamment du fait que les besoins de combustible pour le chargement initial sont approximativement de quelque 60 % supérieurs à ceux des rechargements des centrales en exploitation, pour autant que la puissance nucléaire installée créée soit supérieure à celle des unités déclassées. Il existe de nombreux facteurs déterminant les décisions de construire de nouvelles centrales nucléaires qui devront être pris en considération, avant que d'éventuels nouveaux programmes conséquents de construction soient entrepris. Parmi ces facteurs figurent la demande d'électricité projetée, la sécurité et les coûts des approvisionnements en combustible, le coût du financement de ces projets gros consommateurs de capitaux, la compétitivité des coûts du nucléaire par rapport à d'autres technologies de production, et les considérations liées à l'environnement, en particulier les émissions de gaz à effet de serre. En ce qui concerne l'énergie nucléaire, au nombre des questions critiques supplémentaires devant trouver une solution, figurent les réactions et l'acceptation du public à l'égard de la sûreté de l'énergie nucléaire et des stratégies de gestion des déchets envisagées, de même que les préoccupations en matière de non-prolifération découlant du rapport entre les cycles du combustible nucléaire civils et militaires.

Des événements récents laissent penser que plusieurs nations ont décidé que, tout bien pesé, une analyse objective de ces facteurs penche en faveur de la construction de nouvelles centrales nucléaires. D'importants programmes de construction sont en cours en Chine, en Inde et en République de Corée. Et bien que la crise financière mondiale ait conduit à repousser les plans de construction immédiate de nouvelles centrales par exemple en Afrique du Sud et dans la Fédération de Russie, ces pays demeurent engagés dans une croissance à long terme de leur puissance nucléaire installée. Des programmes de construction à plus petite échelle sont également en cours en Finlande et en France et le mouvement en faveur de la construction de nouvelles centrales continue de s'amplifier aux États-Unis, qui envisagent la réalisation d'un nombre de centrales qui pourrait atteindre 26 unités. En 2009, le gouvernement des États-Unis estimait que pour 9 de ces 26 centrales les travaux étaient suffisamment avancés pour que l'on puisse considérer leur construction comme faisant l'objet d'un engagement ferme [4].

L'accroissement de la puissance nucléaire installée a reçu le soutien de dirigeants politiques et d'organisations internationales clés. En mai 2009, les ministres de l'Énergie du G8 se sont ralliés à l'énergie nucléaire comme moyen de diversifier la panoplie énergétique, d'améliorer la sécurité énergétique et de réduire les émissions de gaz à effet de serre dans un nombre croissant de grands pays industriels dans le monde. En juillet 2009, les dirigeants des pays du G8 se sont accordés sur l'objectif d'une réduction de 50 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre d'ici 2050, reconnaissant qu'un nombre croissant de pays voient dans l'énergie nucléaire un moyen de faire face aux problèmes de changement climatique et de sécurité énergétique, tout en réduisant dans le même temps la consommation de combustibles fossiles. Ces aspects comme bien d'autres de la politique énergétique ont été au centre de la Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques de Copenhague fin 2009, dont on attendait beaucoup, mais qui n'a finalement débouché sur aucun accord définitif.

L'Édition 2009 du *World Energy Outlook* note qu'un prolongement de la politique énergétique actuelle devrait conduire à de graves impacts en termes de changement climatique, et que les émissions issues de la production d'électricité sont au cœur du problème [5]. La mise en œuvre d'un scénario 450, correspondant à l'objectif d'un niveau de concentration du CO<sub>2</sub> atmosphérique de 450 ppm considéré comme nécessaire pour éviter de graves impacts sur le climat, est jugée extrêmement ardue mais réalisable. Bien que nécessitant de lourds investissements tant dans l'efficacité énergétique que dans la production d'électricité à faible émission de carbone, notamment dans le nucléaire, le scénario 450 procurerait un grand nombre de retombées bénéfiques corollaires sur les plans de l'économie, de la sécurité énergétique et de la santé humaine, tout en facilitant le développement économique. Les *Perspectives de l'énergie nucléaire 2008* montrent qu'il serait possible d'éviter jusqu'à 11.6 Gt/an de CO<sub>2</sub> avec un programme mondial ambitieux mais réalisable de construction de centrales nucléaires, notamment de 2030 à 2050 [6].

Malgré ces avis positifs sur l'énergie nucléaire, les programmes de sortie du nucléaire actuellement en vigueur dans certains pays européens auront tendance à réduire au fil du temps la puissance nucléaire installée dans la région, bien que certains de ces programmes au moins soient en cours d'invalidation (l'Italie a dans les faits supprimé le moratoire sur l'énergie nucléaire et la Suède a fait part de son intention d'annuler sa législation sur la sortie du nucléaire). Le ralentissement économique actuel, la crise du crédit et la chute récente des prix des combustibles fossiles rendent beaucoup plus difficile la mobilisation de capitaux pour de projets très capitalistiques comme la construction de centrales nucléaires. Toutefois, les programmes de construction, notamment dans l'Asie de l'est et l'Asie centrale, conjugués aux élévations de puissance installée et aux prolongements des durées de vie, devraient au total plus que compenser les fermetures de réacteurs et la puissance nucléaire installée mondiale devrait augmenter jusqu'en 2035, conduisant ainsi à une augmentation des besoins en uranium.

### **Projections jusqu'en 2035<sup>4</sup>**

Les prévisions relatives à la puissance installée et aux besoins en uranium, bien qu'elles soient incertaines en raison des facteurs mentionnés plus haut, laissent présager une croissance future. La

---

4. Les projections relatives à la puissance nucléaire installée et aux besoins en uranium des réacteurs sont fondées sur les réponses officielles émanant des pays membres à des questionnaires diffusés par le Secrétariat. Pour les pays qui n'ont pas fourni ces informations, on a utilisé des projections du Secrétariat fondées sur la publication de l'AIEA intitulée *Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2030* (Estimations relatives à l'énergie, l'électricité et l'électronucléaire pour la période allant jusqu'en 2030). Pour la période 2030 à 2035, les estimations sont basées sur les tendances en matière de développement, les déclassements planifiés et les intentions exprimées par les pouvoirs publics, quand ces informations sont disponibles. En raison des incertitudes pesant sur les programmes nucléaires pour les années au-delà de 2015, des projections hautes et basses sont données.

puissance nucléaire installée devrait selon les projections passer de quelques 372 GWe nets au début de 2009 à un niveau compris entre 511 GWe nets (hypothèse basse) et 782 GWe nets (hypothèse haute) d'ici à l'année 2035. L'hypothèse basse représente une croissance de près de 37 % par rapport à la puissance installée actuelle, tandis que l'hypothèse haute correspond à un accroissement net d'environ 110 % (tableau 27 et figure 9).

Les projections relatives à la puissance nucléaire installée varient considérablement d'une région à une autre. C'est la région de l'Asie de l'Est qui devrait, d'après ces projections, connaître la plus forte croissance, laquelle d'ici à l'année 2035, pourrait se traduire par la mise en place de 120 à 167 GWe de nouvelle puissance installée, représentant respectivement des augmentations de plus 150 % à plus de 210 % par rapport à la puissance installée en 2009. La puissance installée dans les pays du continent européen hors UE devrait également selon les projections augmenter considérablement, avec des augmentations projetées comprises entre 30 et 65 GWe d'ici à 2035 (soit des augmentations d'environ 75 % et 170 %, respectivement). Parmi les autres régions susceptibles de connaître une croissance de l'électronucléaire figurent le Moyen-Orient, l'Asie méridionale et l'Amérique centrale et du Sud, l'Afrique et l'Asie du Sud-Est. Pour l'Amérique du Nord, la puissance nucléaire installée en 2035 varie selon les projections entre une baisse d'environ 30 % et une augmentation de plus de 40 % (hypothèse basse et haute, respectivement). Un scénario analogue est esquissé pour l'Union européenne, où la puissance nucléaire installée devrait selon les projections diminuer de plus de 10 % dans l'hypothèse basse, du fait de la mise en œuvre des plans de sortie du nucléaire. Dans l'hypothèse haute, une partie au moins des plans de sortie sont assouplis ou éliminés, ce qui conduit à une légère progression de la puissance nucléaire installée qui atteint près de 20 % en 2035.

Selon les projections, les besoins mondiaux en uranium des réacteurs d'ici à 2035 (dans l'hypothèse d'une teneur de rejet de 0.30 %) devraient s'accroître pour atteindre 87 370 t d'U par an dans l'hypothèse basse et 138 165 t d'U par an dans l'hypothèse haute, soit des hausses représentant respectivement environ 40 et 120 % par rapport aux besoins de 2009 (tableau 28 et figure 10). Comme pour la puissance installée, les besoins en uranium varient considérablement d'une région à l'autre, en parallèle avec les augmentations prévues de la puissance installée. C'est dans la région de l'Asie de l'Est que sont projetées les plus fortes augmentations des besoins annuels d'uranium (entre 120 % dans l'hypothèse basse et plus de 180 % dans l'hypothèse haute par rapport aux besoins d'uranium pour 2009). Contrairement à l'augmentation régulière des besoins en uranium observée dans le reste du monde, les besoins annuels en Amérique du Nord devraient selon les projections soit baisser de 25 % soit augmenter de 55 % suivant les hypothèses haute et basse, respectivement. Dans l'Union européenne, les projections des besoins annuels d'uranium indiquent soit une baisse de plus de 15 % (hypothèse basse) soit une augmentation de plus de 25 % (hypothèse haute) d'ici 2035.

**Tableau 27. Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe net, au 1<sup>er</sup> janvier 2009)**

| Pays                       | 2008            |                 | 2009            |                 | 2010            |                 | 2015            |                 | 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                            | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| Afrique du Sud             | 1 800           | 1 800           | 1 840           | 1 840*          | 2 800*          | 4 130*          | 2 800*          | 4 130*          | 2 800*          | 7 625*          | 4 130*          | 7 625*          | 4 130*          | 10 120*         | 6 625*          | 12 500*         |
| Allemagne+                 | 20 470          | 20 470          | 20 470          | 13 400          | 3 500           | 3 500           | 3 500           | 3 500           | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               |
| Argentine <sup>b</sup>     | 935             | 935             | 93*             | 1 660*          | 2 705           | 2 705*          | 2 705           | 2 705*          | 2 705*          | 2 705*          | 2 705*          | 2 705*          | 2 705           | 3 600*          | 2 705           | 3 600           |
| Arménie <sup>b</sup>       | 375             | 375             | 375             | 375             | 950             | 950             | 950             | 950             | 950             | 1 900           | 1 900           | 1 900           | 1 900           | 1 900           | 1 900           | 1 900           |
| Belarus*                   | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 1 100           | 1 100           | 1 100           | 1 100           | 2 200           | 2 200           | 2 200           | 2 200           | 2 200           | 1 100           | 2 200           |
| Belgique                   | 5 825           | 5 865           | 5 865           | 5 865           | 4 037           | 5 865           | 4 037           | 5 865           | 5 865           | 5 865           | 5 865           | 5 865           | 5 865           | 7 300*          | 0*              | 7 300*          |
| Bésil <sup>b</sup>         | 1 766           | 1 766           | 1 766           | 2 933           | 2 933           | 3 822           | 2 933           | 3 822           | 2 933           | 4 762           | 2 933           | 4 762           | 2 933           | 6 693           | 4 762*          | 8 566*          |
| Bulgarie <sup>b</sup>      | 1 906           | 1 906           | 1 906*          | 1 906*          | 3 800           | 4 186*          | 3 800           | 4 186*          | 3 800           | 5 286*          | 3 800           | 5 286*          | 3 800           | 5 286*          | 3 800*          | 5 286*          |
| Canada+                    | 12 700          | 12 700          | 14 300          | 14 300          | 11 400          | 15 300          | 11 400          | 15 300          | 14 300*         | 16 200*         | 14 300*         | 16 200*         | 16 200*         | 22 000*         | 14 200*         | 22 000*         |
| Chine <sup>a</sup>         | 8 438           | 8 438           | 20 000          | 35 000          | 40 000          | 58 000          | 40 000          | 58 000          | 58 000          | 71 300          | 58 000          | 71 300          | 71 300          | 83 800          | 83 800          | 108 800         |
| Corée, Rép. de             | 17 700          | 17 700          | 18 700          | 25 900          | 31 500          | 31 500          | 31 500          | 31 500          | 34 000*         | 36 700*         | 42 700          | 36 700*         | 42 700          | 42 700          | 42 700*         | 44 000*         |
| Égypte*                    | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 1 000           | 1 000           | 1 000           | 1 000           | 3 000           | 1 000           | 3 000           |
| Émirats arabes unis*       | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 1 000           | 1 000           | 1 000           | 1 000           | 1 000           | 0               | 1 000           |
| Espagne+                   | 7 450           | 7 450           | 7 600           | 7 600           | 7 600           | 7 600           | 7 600           | 7 600           | 7 600           | 9 250*          | 7 300*          | 9 250*          | 7 300*          | 10 750*         | 2 350*          | 7 300*          |
| États-Unis                 | 100 700         | 101 000         | 101 200         | 104 100         | 105 100         | 113 800         | 105 100         | 113 800         | 100 700         | 120 100         | 74 300          | 120 100         | 74 300          | 132 200         | 65 000*         | 140 000*        |
| Féd de Russie <sup>b</sup> | 21 743          | 21 743          | 23 430          | 30 927          | 34 676          | 41 237          | 34 676          | 41 237          | 37 488          | 46 860          | 39 362          | 46 860          | 39 362          | 56 232          | 37 488          | 65 604          |
| Finlande+                  | 2 680           | 2 680           | 2 680           | 4 280           | 4 280           | 4 280           | 4 280           | 4 280           | 4 280           | 4 280           | 4 280           | 4 280           | 4 280           | 3 810           | 3 320           | 3 320           |
| France                     | 63 130          | 63 130          | 63 130          | 64 730          | 66 030          | 67 630          | 66 030          | 67 630          | 66 030          | 67 630          | 66 030          | 67 630          | 66 030          | 67 630          | 66 030          | 67 630          |
| Hongrie+                   | 1 860           | 1 860           | 1 890           | 1 890           | 1 890           | 1 890           | 1 890           | 1 890           | 1 890           | 1 890           | 1 890           | 1 890           | 1 890           | 1 890           | 950             | 1 890           |
| Inde <sup>b</sup>          | 3 782           | 3 782           | 6 224           | 13 200          | 11 596*         | 21 278*         | 11 596*         | 21 278*         | 15 989*         | 32 196*         | 17 642*         | 32 196*         | 17 642*         | 45 776*         | 19 295*         | 57 776*         |
| Indonésie*                 | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 1 200           | 0               | 1 200           | 0               | 2 400           | 0               | 2 400           |
| Iran, Rép islamique d'     | 0               | 0               | 915             | 915             | 3 175           | 5 075           | 3 175           | 5 075           | 6 975           | 7 925           | 6 975           | 7 925           | 6 975           | 7 925*          | 6 975*          | 7 925*          |
| Italie+                    | 0               | 0               | 0               | 0               | 2 000           | 2 000*          | 2 000           | 2 000*          | 7 000           | 7 000*          | 14 000          | 7 000*          | 14 000          | 14 000*         | 14 000          | 14 000*         |
| Japon                      | 47 500+         | 47 940          | 48 000*         | 52 200*         | 53 700*         | 64 000*         | 53 700*         | 64 000*         | 59 200*         | 67 900*         | 63 300*         | 67 900*         | 63 300*         | 70 700*         | 65 600*         | 80 000*         |
| Jordanie*                  | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 1 000           | 0               | 1 000           | 0               | 1 000           | 0               | 1 000           |
| Kazakhstan                 | 0               | 0               | 0               | 600             | 300*            | 600*            | 300*            | 600*            | 300*            | 3 000           | 600*            | 3 000           | 600*            | 900*            | 600*            | 900*            |
| Lituanie*                  | 1 185           | 1 185           | 0               | 0               | 0               | 1 500           | 0               | 1 500           | 1 500           | 3 000           | 1 500           | 3 000           | 1 500           | 3 000           | 1 500           | 3 000           |
| Malaisie*                  | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 900             | 0               | 900             | 0               | 900             | 0               | 900             |
| Maroc*                     | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 1 000           | 1 000           | 1 000           | 1 000           | 2 000           | 1 000           | 2 000           |
| Mexique+                   | 1 365           | 1 365           | 1 570           | 1 582           | 1 365*          | 1 582           | 1 365*          | 1 582           | 1 365*          | 1 582           | 1 365*          | 1 582           | 1 365*          | 1 582           | 1 365*          | 1 582           |
| Mongolie                   | 0               | 0               | 0               | 0               | 300             | 1 600           | 300             | 1 600           | 300*            | 1 600*          | 300*            | 1 600*          | 300*            | 1 600*          | 300*            | 1 600*          |

**Tableau 27. Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (suite)**  
(MWe net, au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

| Pays                 | 2008             |  | 2009             |                 | 2010            |                 | 2015            |                 | 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|----------------------|------------------|--|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                      |                  |  | Hypothèse basse  | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| Pakistan*            | 425              |  | 425              | 725             | 600             | 725             | 900             | 1 025           | 900             | 900             | 900             | 900             | 4 050           | 900             | 4 050           | 4 050           |
| Pays-Bas+            | 480              |  | 480              | 480             | 480             | 480             | 480             | 480             | 480             | 480             | 480             | 480             | 480             | 480             | 480             | 2 000*          |
| Pologne              | 0                |  | 0                | 0               | 0               | 0               | 1 500           | 1 500           | 3 000           | 3 000           | 3 000           | 3 000           | 4 500           | 4 500           | 4 800*          | 4 800*          |
| République tchèque   | 3 634            |  | 3 634            | 3 634           | 3 700           | 3 800           | 3 800           | 4 900           | 4 900           | 6 000           | 6 000           | 6 000           | 6 200           | 6 000           | 6 000           | 6 200           |
| République slovaque+ | 2 100            |  | 1 710            | 1 780           | 2 460           | 2 740           | 2 460           | 3 850           | 2 480           | 4 060           | 4 060           | 4 060           | 3 400           | 3 400           | 3 400           | 4 060           |
| Roumanie*            | 1 300            |  | 1 300            | 1 300           | 1 300           | 1 300           | 2 000           | 2 700           | 2 000           | 2 700           | 2 000           | 2 700           | 3 600           | 2 000           | 2 000           | 3 600           |
| Royaume-Uni+         | 10 100           |  | 10 100           | 10 500          | 7 200           | 7 200           | 4 400           | 5 800           | 6 200           | 10 600          | 10 600          | 10 600          | 15 600*         | 7 200*          | 7 200*          | 15 600*         |
| Slovenie             | 666 <sup>b</sup> |  | 666 <sup>b</sup> | 704             | 690             | 704             | 690             | 704             | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               |
| Suède+               | 9 000            |  | 9 000            | 10 100          | 10 100          | 10 100          | 10 100          | 10 100*         | 10 100          | 10 100*         | 10 100*         | 10 100*         | 11 000*         | 10 100          | 2 000*          | 11 000*         |
| Suisse               | 3 220            |  | 3 238            | 3 238           | 3 238           | 3 238           | 3 238           | 3 238           | 3 238           | 3 238           | 2 135           | 3 238           | 3 238           | 2 135           | 2 135           | 2 135           |
| Thaïlande*           | 0                |  | 0                | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 900             | 0               | 0               | 900             |
| Turquie+             | 0                |  | 0                | 0               | 0               | 0               | 1 500*          | 4 500*          | 4 500*          | 4 500*          | 4 500*          | 4 500*          | 5 500*          | 4 500*          | 4 500*          | 5 500*          |
| Ukraine <sup>b</sup> | 13 100           |  | 13 100           | 13 100          | 15 000          | 17 000          | 15 800          | 19 200          | 17 900          | 24 800          | 24 800          | 24 800          | 24 900          | 19 000          | 21 000*         | 26 000*         |
| Viêt Nam*            | 0                |  | 0                | 0               | 0               | 0               | 0               | 1 000           | 2 000           | 2 000           | 2 000           | 2 000           | 3 000           | 2 000           | 2 000           | 4 000           |
| <b>Total OCDE</b>    | 309 894          |  | 310 322          | 315 137         | 313 808         | 323 405         | 319 880         | 353 315         | 331 883         | 381 275         | 381 275         | 331 883         | 425 140         | 329 210         | 305 550         | 440 317         |
| <b>Total MONDE</b>   | 372 264          |  | 372 692          | 393 306         | 408 651         | 442 033         | 450 454         | 534 676         | 497 472         | 616 283         | 616 283         | 516 098         | 714 071         | 511 041         | 511 041         | 781 973         |

\* Estimations du Secrétariat, à l'horizon 2030, basées sur la publication *Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2030*, de l'AIEA (Vienne), août 2009 ; pour la période 2030 à 2035, estimations basées sur les tendances en matière de développement, les déclassements planifiés et les intentions exprimées par les pouvoirs publics, quand ces informations sont disponibles.

+ Données tirées de *Données sur l'énergie nucléaire*, AEN, Paris, 2009.

(a) Les données suivantes sur le Taipei chinois sont incluses dans le Total Monde mais non dans les totaux pour la Chine : 4 949 MWe nets en 2008 et 2009, 4 949 et nets pour les hypothèses haute et basse en 2010, 7 649 MWe nets pour les hypothèses haute et basse en 2015 et 2020, 7 469 et 8 949 MWe nets pour les hypothèses haute et basse en 2020 et 2025, et 6 441 et 11 549 MWe nets pour les hypothèses haute et basse en 2030 et 2035, respectivement.

(b) MWe bruts convertis en MWe nets par le Secrétariat.

**Tableau 28. Besoins annuels en uranium des réacteurs jusqu'en 2035**  
(tonnes d'U, besoins arrondis aux cinq tonnes les plus proches)

| Pays                   | 2008            |                 | 2009            |                 | 2010            |                 | 2015            |                 | 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                        | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| Afrique du Sud         | 280             | 290             | 290             | 290             | 295             | 300*            | 490*            | 725*            | 490*            | 725*            | 490*            | 1 335*          | 725*            | 1 770*          | 1 160*          | 2 190*          |
| Allemagne+             | 2 300           | 2 500           | 2 500           | 2 500           | 2 000           | 2 200           | 200             | 350             | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               |
| Argentine <sup>b</sup> | 160             | 110             | 110             | 110             | 265             | 265             | 370             | 370             | 370             | 370             | 370             | 370             | 370             | 460*            | 370*            | 460*            |
| Arménie <sup>b</sup>   | 90              | 90              | 90              | 90              | 90              | 90              | 170             | 170             | 170             | 170             | 170             | 340             | 340             | 340             | 340             | 340             |
| Belarus*               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 190             | 190             | 190             | 190             | 380             | 380             | 380             | 190             | 380             |
| Belgique               | 1 030           | 1 055           | 1 055           | 1 055           | 730             | 1 055           | 730             | 1 055           | 1 055           | 1 055           | 365             | 1 055           | 1 300*          | 1 300*          | 0*              | 1 300*          |
| Brésil <sup>b</sup>    | 450             | 450             | 450             | 450             | 450             | 750             | 750             | 1 000           | 1 000           | 1 000           | 750             | 1 250           | 1 750           | 1 750           | 1 250*          | 2 000*          |
| Bulgarie *             | 255             | 255             | 255             | 335*            | 1 065           | 1 065*          | 445             | 700*            | 445             | 700*            | 445             | 700*            | 700*            | 700*            | 445             | 700*            |
| Canada                 | 1 600           | 1 800           | 1 800           | 2 000           | 1 800           | 2 000           | 2 000           | 2 300           | 2 000           | 2 300           | 2 100           | 2 500           | 2 500*          | 3 235*          | 2 000*          | 3 235*          |
| Chine <sup>a</sup>     | 1 800           | 2 340           | 2 340           | 4 600           | 4 600           | 6 450           | 6 450           | 8 200           | 8 200           | 8 200           | 10 100          | 12 000          | 12 300          | 16 200          | 14 400          | 20 500          |
| Corée, Rép. de         | 3 400           | 4 200           | 4 200           | 4 200           | 4 400           | 4 400           | 6 200           | 6 200           | 6 200           | 6 200           | 6 700           | 6 700           | 7 500           | 7 500           | 7 500*          | 7 700*          |
| Égypte*                | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 175             | 175             | 525             | 175             | 525             |
| Émirats arabes unis *  | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 175             | 0               | 175             | 0               | 175             |
| Espagne                | 1 515           | 1 700           | 1 700           | 1 800           | 1 300           | 1 300           | 1 300           | 1 300           | 1 300           | 1 300           | 1 275*          | 1 620*          | 1 275*          | 1 880*          | 410*            | 1 275*          |
| États-Unis             | 16 425          | 17 530          | 17 530          | 17 530          | 19 870          | 19 870          | 18 560          | 19 950          | 18 050          | 19 950          | 18 050          | 21 075          | 13 125          | 23 465          | 11 260*         | 24 260*         |
| Féd. de Russie         | 4 100           | 5 400           | 5 400           | 5 400           | 7 200           | 7 700           | 8 200           | 9 700           | 8 800           | 9 700           | 8 800           | 11 000          | 9 200           | 13 000          | 9 700           | 15 000          |
| Finlande+              | 485             | 440             | 440             | 480             | 650             | 705             | 650             | 705             | 650             | 705             | 650             | 705             | 470             | 605             | 470             | 505             |
| France                 | 9 000           | 8 500           | 8 500           | 9 500           | 8 000           | 9 000           | 8 000           | 9 000           | 8 000           | 9 000           | 8 000           | 9 000           | 8 000           | 9 000           | 8 000           | 9 000           |
| Hongrie+               | 420             | 360             | 360             | 360             | 360             | 360             | 360             | 360             | 360             | 360             | 360             | 360             | 360             | 360             | 180             | 380             |
| Inde                   | 750             | 950*            | 950*            | 1 260           | 1 410*          | 2 530           | 2 030*          | 4 060           | 2 800*          | 4 060           | 2 800*          | 5 635*          | 3 090*          | 8 010*          | 3 375*          | 10 110*         |
| Indonésie*             | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 210             | 0               | 420             | 0               | 420             |
| Iran, Rép islamique d' | 0               | 160             | 160             | 160             | 160             | 160             | 590             | 910             | 590             | 910             | 1 230           | 1 390           | 1 230*          | 1 390*          | 1 230*          | 1 390*          |
| Italie+                | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 300             | 350*            | 300             | 350*            | 1 100           | 1 225*          | 2 200           | 2 450*          | 2 200           | 2 450*          |
| Japon                  | 6 915           | 8 195*          | 8 195*          | 8 230*          | 8 455*          | 9 140*          | 9 400*          | 11 205*         | 10 365*         | 11 205*         | 10 365*         | 11 885*         | 11 080*         | 12 375*         | 11 480*         | 14 000*         |
| Jordanie*              | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 175             | 0               | 175             | 0               | 175             |
| Kazakhstan             | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 60              | 50*             | 100*            | 50*             | 100*            | 100*            | 100*            | 100*            | 155*            | 100*            | 155*            |
| Lituanie*              | 210             | 105             | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 265             | 0               | 265             | 265             | 525             | 265             | 525             | 265             | 525             |
| Malaisie*              | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 160             | 0               | 160             | 0               | 160             |
| Maroc*                 | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 175             | 175             | 350             | 175             | 350             |
| Mexique+               | 160             | 290             | 420             | 420             | 210             | 360*            | 210             | 360*            | 410             | 410*            | 410             | 410*            | 210             | 360*            | 200             | 360*            |
| Mongolie               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 55              | 280             | 55              | 280             | 55              | 280             | 55              | 280             | 55              | 280             |

**Tableau 28. Besoins annuels en uranium des réacteurs jusqu'en 2035 (suite)**  
(tonnes d'U, besoins arrondis aux cinq tonnes les plus proches)

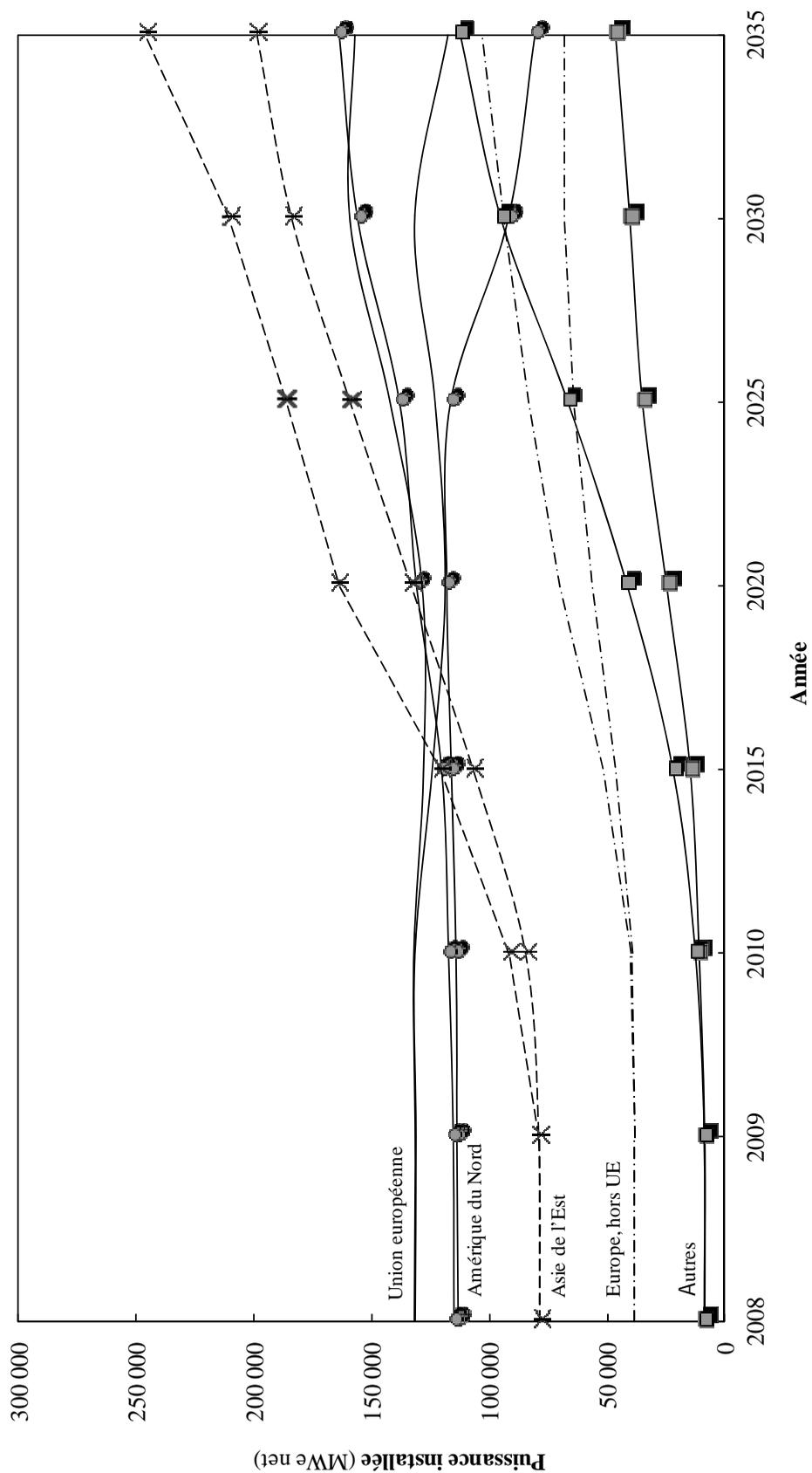
| Pays                 | 2008            |                 | 2009            |                 | 2010            |                 | 2015            |                 | 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |   |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|
|                      | Hypothèse basse | Hypothèse haute |   |
| Pakistan*            | 65              | 75              | 75              | 125             | 105             | 125             | 155             | 180             | 155             | 155             | 155             | 710             | 155             | 710             | 155             | 710             |   |
| Pays-Bas+            | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 60              | 0               | 350*            |   |
| Pologne*             | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 260             | 260             | 350             | 350             | 350             | 785             | 785             | 785             | 840             | 840             |   |
| Roumanie*            | 200             | 200             | 200             | 200             | 200             | 200             | 300             | 400             | 300             | 400             | 400             | 550             | 300             | 550             | 300             | 550             |   |
| République slovaque+ | 380             | 380             | 380             | 380             | 375             | 580             | 375             | 565             | 375             | 565             | 565             | 375             | 190             | 375             | 190             | 375             |   |
| République tchèque   | 635             | 590             | 860             | 870             | 670             | 680             | 675             | 880             | 830             | 1 000           | 830             | 1 000           | 830             | 1 000           | 830             | 1 000           |   |
| Royaume-Uni+         | 950             | 1 215*          | 1 480           | 1 775           | 1 040           | 1 205           | 360             | 410             | 1 085*          | 1 855*          | 1 260*          | 2 730*          | 1 260*          | 2 730*          | 1 260*          | 2 730*          |   |
| Slovenie             | 230*            | 230             | 210             | 245             | 210*            | 245*            | 210             | 245             | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0 |
| Suède+               | 1 575           | 1 685*          | 1 790*          | 1 790           | 1 800*          | 1 800           | 1 800*          | 1 800           | 1 800*          | 1 800           | 1 800*          | 1 800           | 1 800*          | 1 800           | 410*            | 1 800           |   |
| Suisse               | 280             | 280             | 265             | 300             | 380             | 430             | 545             | 605             | 365             | 605             | 605             | 605             | 365             | 605             | 365             | 410             |   |
| Thaïlande            | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 160             | 0               | 160             | 0               | 160             |   |
| Turquie*             | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 260             | 785             | 785             | 785             | 785             | 960             | 785             | 960             | 785             | 960             |   |
| Ukraine              | 2 480           | 2 480           | 2 480           | 2 480           | 2 480           | 3 230           | 3 020           | 3 660           | 3 390           | 4 800           | 4 800           | 4 800           | 3 600           | 4 800           | 3 775*          | 5 000*          |   |
| Viêt Nam*            | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 175             | 350             | 350             | 350             | 525             | 350             | 525             | 350             | 700             |   |
| <b>Total OCDE</b>    | 47 130          | 47 820          | 51 535          | 53 250          | 52 100          | 55 145          | 51 985          | 57 715          | 54 240          | 62 770          | 62 770          | 69 885          | 52 010          | 69 885          | 47 595          | 71 950          |   |
| <b>Total MONDE</b>   | 59 065          | 61 730          | 65 410          | 68 860          | 71 965          | 79 650          | 76 920          | 91 445          | 86 325          | 107 480         | 107 480         | 126 665         | 87 790          | 126 665         | 87 370          | 138 165         |   |

\* Estimations du Secrétariat, à l'horizon 2030, basées sur la publication *Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2030*, de l'AIEA (Vienne), août 2009 ; pour la période 2030 à 2035, estimations basées sur les tendances en matière de développement, les déclassements planifiés et les intentions exprimées par les pouvoirs publics, quand ces informations sont disponibles ; en l'absence de chiffres sur les besoins en uranium dans les réponses au questionnaire, les besoins ont été calculés en prenant l'hypothèse de besoins correspondant à 175 tU/GWe/an.

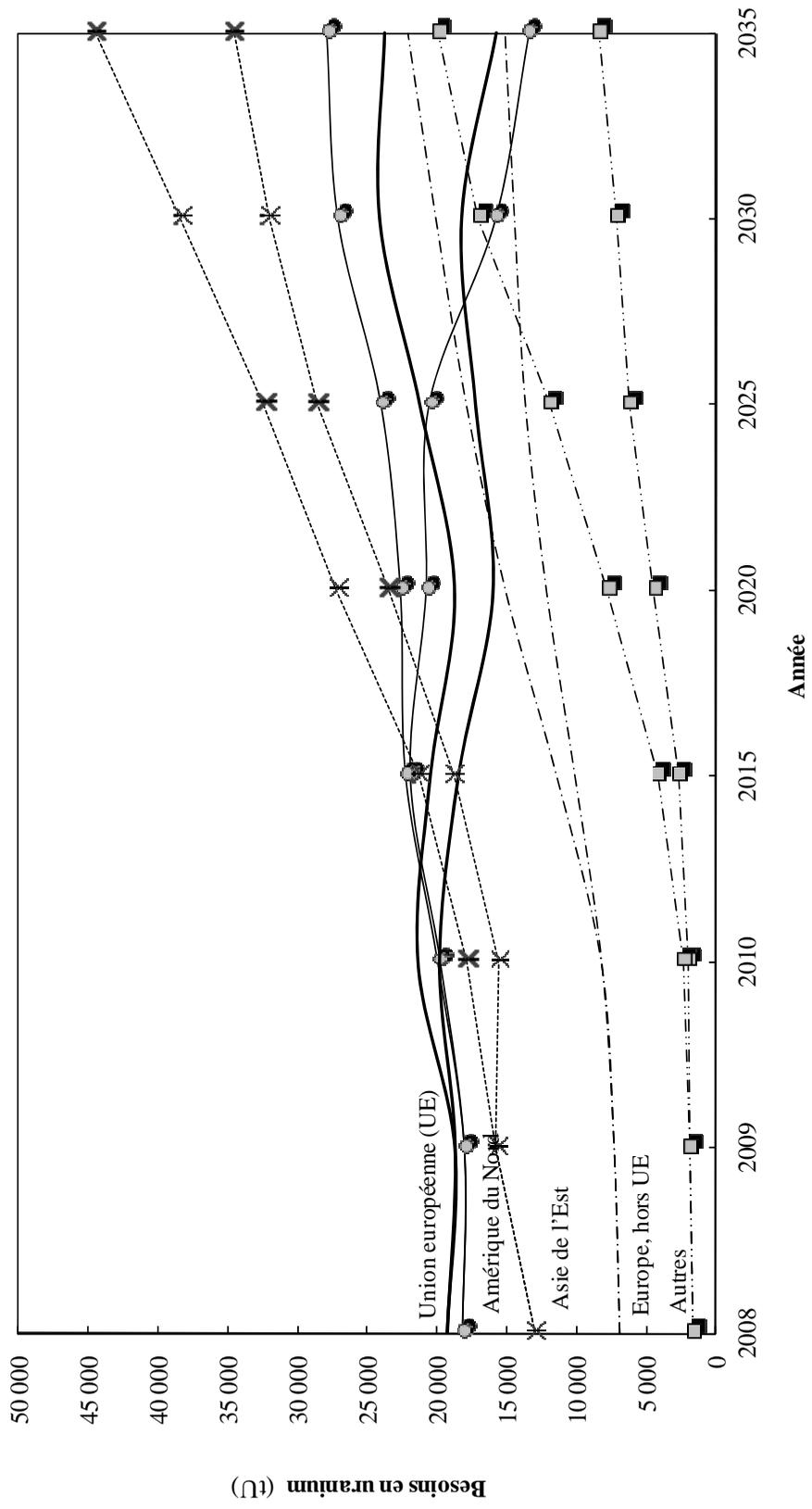
+ Données tirées de *Données sur l'énergie nucléaire*, AEN, Paris, 2009.

- (a) Les données suivantes sur le Taipei chinois sont incluses dans le Total Monde mais non dans les totaux pour la Chine : 865 tU/an en 2008, 2009 et les hypothèses basse et haute en 2010, 1 335 tU/an dans les hypothèses basse et haute en 2015 et 2020, 1 335 tU/an et 1 565 tU/an dans les hypothèses basse et haute en 2025, respectivement, 1 125 tU/an et 2 020 tU/an dans les hypothèses basse et haute en 2030 et 2035, respectivement.
- (b) Données préliminaires.

**Figure 9. Projections de la puissance nucléaire installée jusqu'en 2035**  
 (projections hautes et basses)



**Figure 10. Besoins annuels en uranium des réacteurs jusqu' en 2035**  
 (projections hautes et basses)



## C. RELATIONS ENTRE L'OFFRE ET LA DEMANDE D'URANIUM

L'offre et la demande d'uranium continuent de s'équilibrer et il n'y a pas eu de pénurie d'approvisionnements depuis l'établissement de la précédente édition du Livre rouge. Cependant il faut un certain nombre de sources différentes d'approvisionnement pour satisfaire la demande. La plus importante est la production primaire d'uranium qui, au cours de ces dernières années, a couvert quelque 50 % à 75 % des besoins mondiaux. Le reste a été satisfait ou obtenu à partir de sources secondaires, notamment les stocks d'uranium naturel et enrichi, la dilution d'uranium de qualité militaire, le retraitement du combustible usé et le réenrichissement des résidus d'uranium appauvri.

### Sources primaires d'approvisionnement en uranium

En 2008, de l'uranium a été produit dans 20 pays, soit autant qu'en 2006. Alors qu'aucune quantité d'uranium n'a été récupérée dans le cadre des travaux de réaménagement des mines en Allemagne en 2008, la Bulgarie signale pour la première fois une production limitée par cette méthode. Cette situation ne devrait être que temporaire dans la mesure où la récupération de 50 tU est escomptée en Allemagne en 2009, et que l'on dénombre 21 pays producteurs, dont quatre (Allemagne, Bulgarie, France et Hongrie) ne produiront de l'uranium que dans le cadre de travaux de réaménagement des mines. En 2008, le Kazakhstan n'était dépassé dans la production d'uranium que par le Canada et en 2009 le Kazakhstan est en passe de devenir le premier producteur mondial, s'il poursuit sa série de fortes augmentations de sa production au cours des années passées (respectivement 18 %, 26 % et 28 % sur les années 2006, 2007 et 2008, avec une augmentation attendue de 63 % en 2009). En 2008, quatre pays, l'Australie, le Canada, le Kazakhstan et la Namibie ont fourni 69 % de la production mondiale et seulement huit pays, le Canada (21 %), le Kazakhstan (20 %), l'Australie (19 %), la Namibie (10 %), la Fédération de Russie (8 %), le Niger (7 %), l'Ouzbékistan (5 %) et les États-Unis (3 %) ont assuré 93 % de la production minière mondiale d'uranium.

À titre de comparaison, 30 pays consomment actuellement de l'uranium dans des centrales nucléaires de type commercial, d'où une absence de correspondance entre pays producteurs et consommateurs (figure 11). En 2008, seuls le Canada et l'Afrique du Sud ont produit suffisamment d'uranium pour couvrir leurs besoins nationaux. Tous les autres pays doivent avoir recours à des sources secondaires ou importer de l'uranium et il s'ensuit que le commerce international de l'uranium constitue un volet indispensable et bien établi du marché de l'uranium. Étant donné l'inhomogénéité de cette répartition géographique entre producteurs et consommateurs, un acheminement du combustible nucléaire dans des conditions de sécurité physique et matérielle devra être maintenu sans retards ni obstacles. Les difficultés que certains pays producteurs, en particulier l'Australie, ont rencontrées en ce qui concerne les exigences du transport maritime international et les transferts à destination de ports internationaux sont donc devenues un certain motif d'inquiétude. Cependant, des efforts en vue de mieux informer les autorités portuaires des risques en jeu et la prise en compte du bon acheminement des expéditions de ces matières dont il est possible de se prévaloir de longue date, ont abouti à certaines améliorations de la situation.

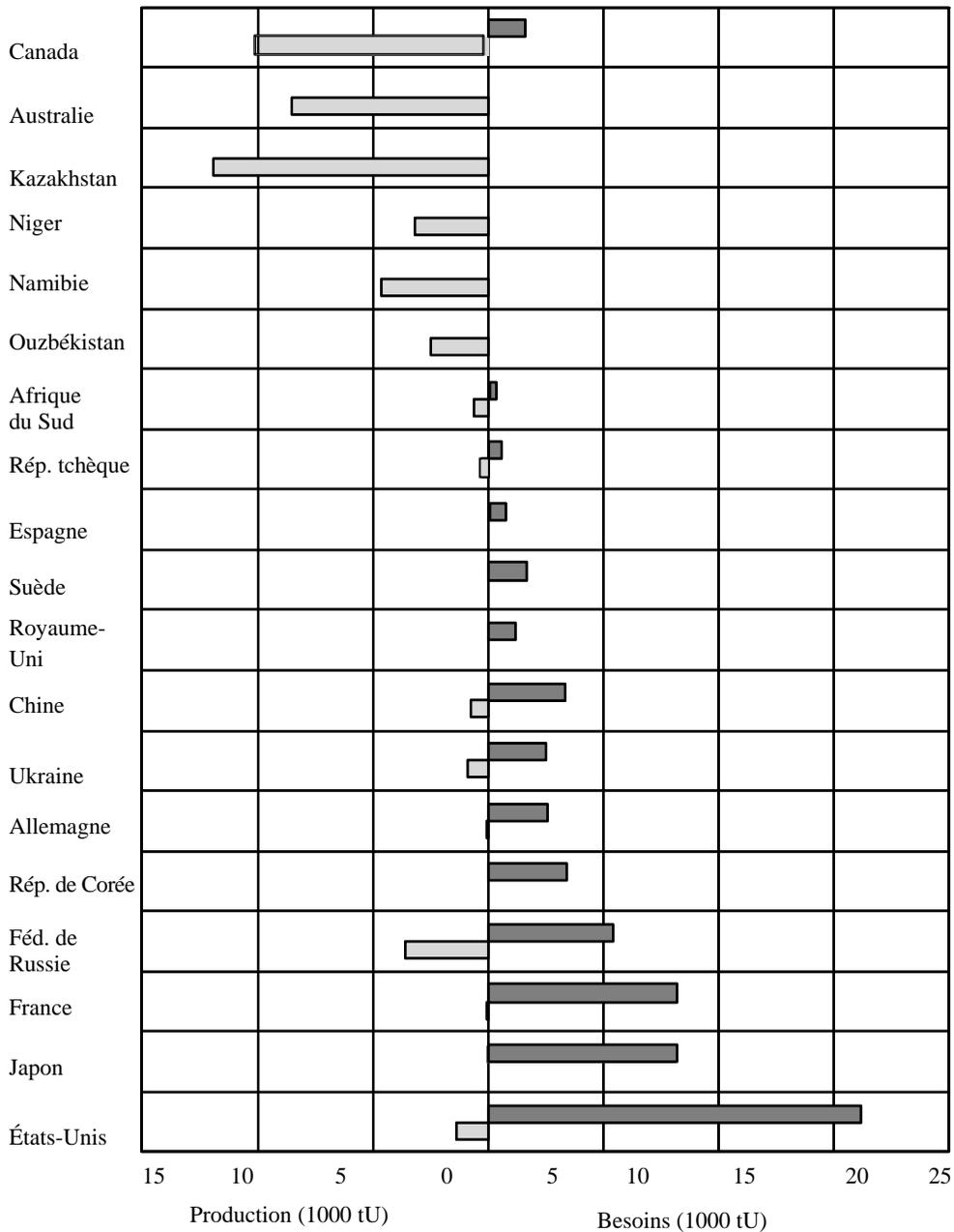
Du fait de la disponibilité actuelle de vastes sources secondaires d'approvisionnement, les volumes de production primaire sont sensiblement inférieurs aux besoins mondiaux de ce combustible. En 2008, la production mondiale d'uranium (43 880 t d'U) a couvert 74 % environ des besoins des réacteurs du monde (59 065 t d'U). Dans les pays de l'OCDE, la production 2008 de 19 203 tU a assuré environ 40 % des besoins (47 130 tU ; figure 12). Le reste des besoins a été satisfait grâce à des importations et à des sources secondaires.

## Sources secondaires d’approvisionnement en uranium

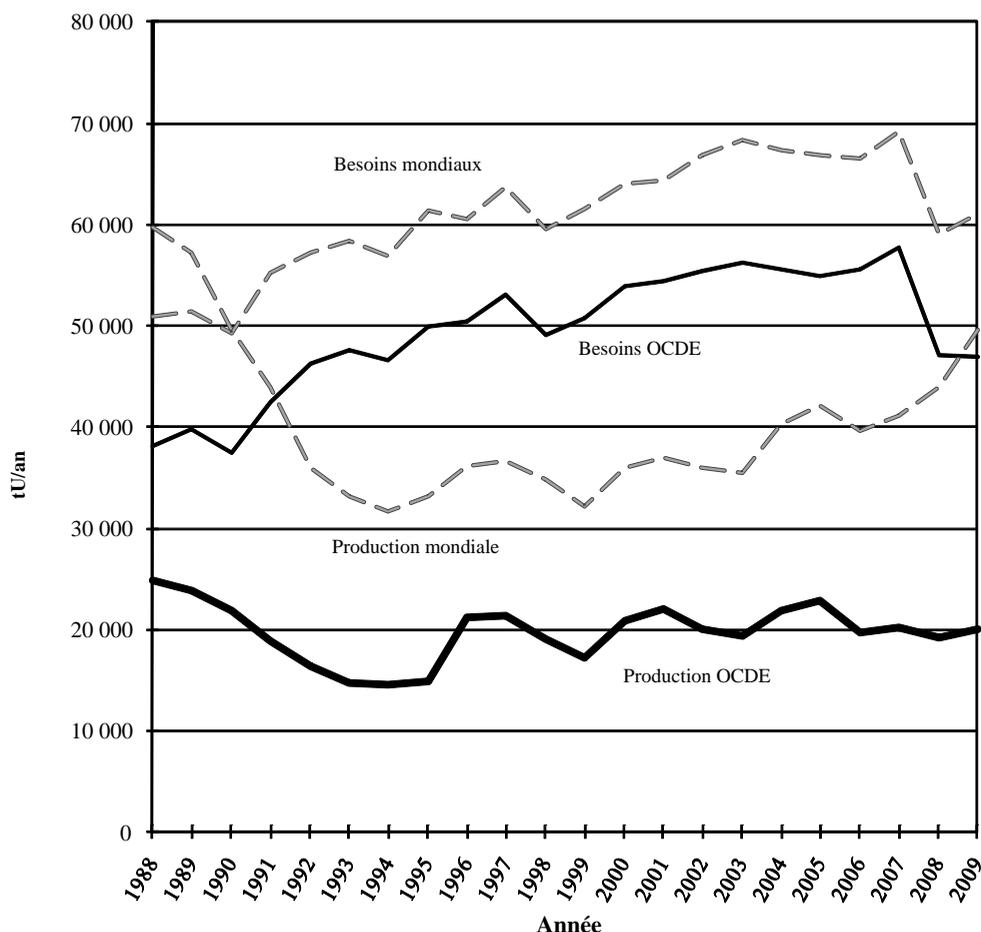
L’uranium se distingue des autres ressources en combustibles par le fait qu’une fraction notable de la demande est couverte par des sources secondaires plutôt que directement par la production minière. Parmi ces sources secondaires figurent :

- les stocks d’uranium naturel et enrichi, d’origine tant civile que militaire ;
- le combustible nucléaire obtenu par retraitement du combustible utilisé des réacteurs et à partir des excédents de plutonium de qualité militaire ;
- l’uranium produit par réenrichissement des résidus d’*uranium appauvri*.

**Figure 11. Estimation de la production d’uranium et des besoins des réacteurs pour 2009 des principaux pays producteurs et consommateurs**



**Figure 12. Production et demande d'uranium des pays de l'OCDE et du monde\* (1988-2009)**

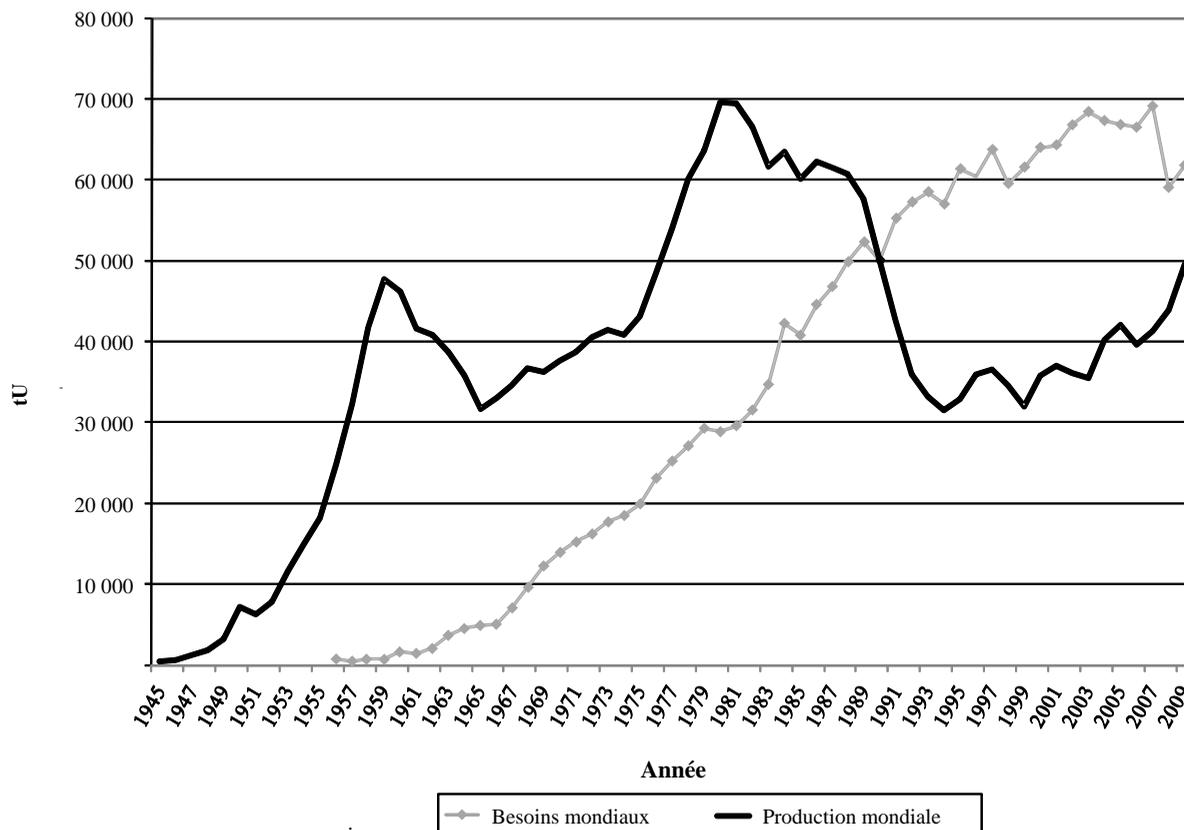


\* Les chiffres de l'année 2009 sont des estimations.

### ***Stocks d'uranium naturel et enrichi***

Du début de l'exploitation industrielle de l'électronucléaire, vers la fin des années 50, jusqu'à 1990 environ, la production d'uranium a constamment dépassé les besoins des centrales en service industriel (figure 13). Cette situation résultait principalement d'un taux d'accroissement de la production d'électricité d'origine nucléaire plus faible que prévu et de niveaux élevés de production à des fins militaires. Cette surproduction a généré des stocks d'uranium susceptibles de pouvoir être utilisés dans des centrales en service industriel. Depuis 1990, la production est inférieure à la demande, le marché étant alimenté par les approvisionnements secondaires. Dans un premier temps, la production est tombée nettement en-dessous de la demande mais il est clair que l'écart s'est sensiblement réduit au cours des deux dernières années avec l'augmentation de la production minière et la baisse des besoins en uranium. La baisse des besoins en uranium en 2008 est vraisemblablement liée au fait que les producteurs d'électricité spécifient des teneurs de rejets plus basses dans les installations d'enrichissement et au moins grand nombre de réacteurs dont le remplacement du combustible a été programmé en 2008. On s'attend à ce que les besoins d'uranium recommencent à augmenter pour atteindre des niveaux égaux ou supérieurs à 70 000 tU d'ici à 2013.

**Figure 13. Production et demande annuelles d'uranium\* (1945-2009)**



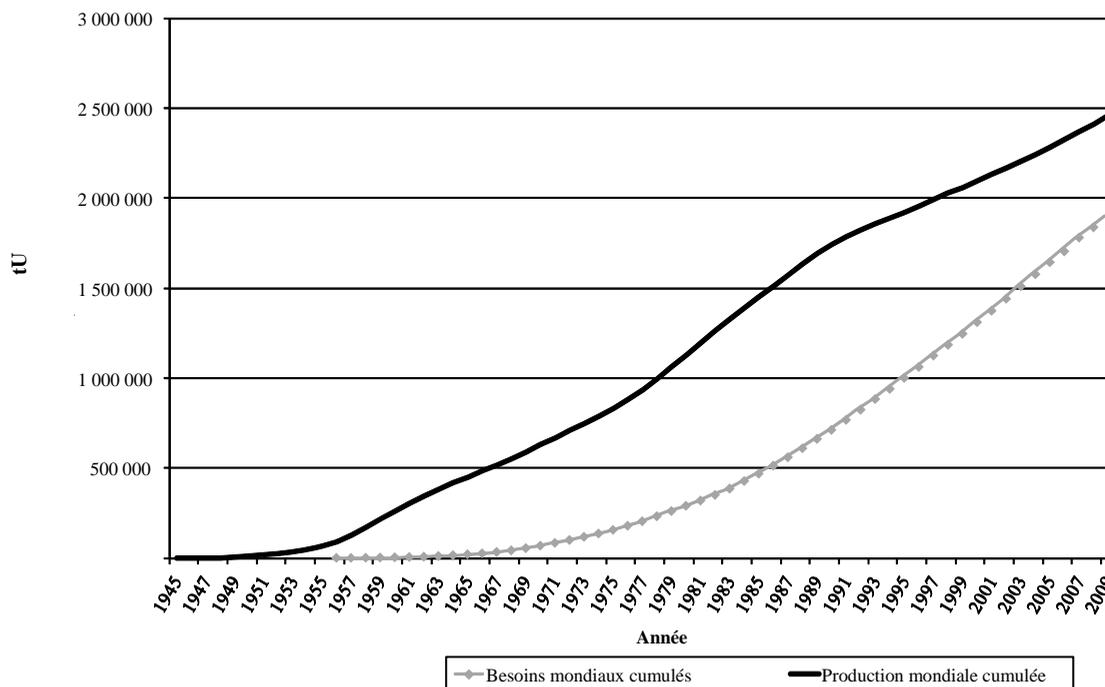
\* Les chiffres de l'année 2009 sont des estimations.

À la suite de la réorganisation politique et économique intervenue en Europe orientale et dans l'ex-Union soviétique au début des années 90, d'importantes mesures ont été prises en vue de mettre en place au plan mondial un marché commercial intégré de l'uranium. Il en est résulté une plus grande disponibilité des approvisionnements en uranium en provenance de l'ex-Union soviétique, notamment du Kazakhstan, de la Fédération de Russie et de l'Ouzbékistan, de même qu'une disponibilité accrue d'informations sur la production et l'utilisation de l'uranium dans l'ex-Union soviétique. Malgré ces faits nouveaux et cette meilleure accessibilité des informations concernant les quantités d'uranium détenues par les compagnies d'électricité, les producteurs et les pouvoirs publics, il subsiste des incertitudes concernant l'importance de ces stocks de même que la disponibilité d'uranium en provenance d'autres sources. Cette situation, jointe à l'incertitude entachant les niveaux souhaités des stocks, continue de peser lourdement sur le marché de l'uranium.

Cependant, les données disponibles tirées des éditions passées du Livre rouge, parallèlement aux informations récemment fournies par les États membres, donnent une indication des limites supérieures possibles du total des stocks susceptibles d'être disponibles au plan commercial. On estime que la production cumulée jusqu'à la fin de 2008 s'est élevée à environ 2 415 000 t d'U alors que les besoins cumulés des réacteurs à la fin de 2008 s'élevaient à environ 1 840 000 t d'U. Cela laisse un stock restant estimé à environ 575 000 t d'U, représentant la limite supérieure de la quantité qui pourrait potentiellement devenir disponible pour le secteur commercial (figure 14). Ce stock d'uranium déjà extrait se compose essentiellement de deux fractions dont la plus importante est utilisée et/ou réservée pour les applications militaires et le reste est utilisé ou stocké par le secteur

civil. Depuis la fin de la guerre froide, des quantités croissantes d'uranium, précédemment réservées à des fins militaires, ont été débloquées et mises à la disposition du secteur commercial. Toutefois, une part de ces stocks restera probablement toujours réservée à des usages militaires.

**Figure 14. Production et demande cumulées d'uranium\* (1945-2009)**



\* Les chiffres de l'année 2009 sont des estimations.

Les stocks civils incluent les stocks stratégiques, la charge en œuvre dans les installations du cycle du combustible et les stocks excédentaires disponibles pour le marché. On estime que les compagnies d'électricité détiennent la majeure partie des stocks commerciaux, car bon nombre d'entre elles ont des politiques qui requièrent la constitution de stocks équivalant à une à deux années de consommation d'uranium naturel. Malgré l'importance de cette source secondaire d'uranium, on sait relativement peu de choses sur la taille des stocks disponibles car peu de pays sont à même ou désireux, principalement pour des raisons de confidentialité, de fournir des renseignements détaillés sur les stocks détenus par les producteurs, les consommateurs ou les gouvernements (tableau 29).

Certains éléments donnent toutefois à penser que l'industrie nucléaire a récemment prélevé sur ses stocks. Aux États-Unis, les stocks commerciaux d'uranium à la fin de 2008 (équivalent d'uranium naturel et enrichi) s'élevaient au total à 41 861 t d'U. Cela représente une baisse d'environ 3 % par rapport aux niveaux de 43 227 tU de 2007. Dans l'Union européenne en 2008, 18 622 tU ont été livrées à des fournisseurs d'électricité de l'UE, contre 21 932 tU en 2007, niveau par ailleurs inférieur aux 19 145 tU chargées dans des réacteurs [2]. Au total, ces données indiquent que la tendance à la constitution de stocks de ces dernières années s'est inversée dans les deux principales régions de demande d'uranium, des prélèvements étant désormais effectués sur les stocks. Toutefois, les besoins en uranium progressent rapidement en Asie de l'Est et d'ici à 2020 la demande dans cette région devrait dépasser à la fois celle de l'Amérique du Nord et celle de l'UE. Les réponses au questionnaire reçues durant la compilation de cet ouvrage ont fourni peu d'indications sur les politiques de stock des pays de la région d'Asie de l'Est.

**Tableau 29. Stocks d'uranium des pays ayant notifié des données**  
(tonnes d'équivalent d'U naturel au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

| <b>Pays</b>             | <b>Uranium naturel</b> | <b>Uranium enrichi</b> |
|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Argentine (a)           | 100                    | 0                      |
| Australie (b)           | n.d.                   | 0                      |
| Belgique                | 0                      | n.d.                   |
| Bulgarie                | 0                      | 81                     |
| Canada (b)              | n.d.                   | 0                      |
| Chine                   | n.d.                   | n.d.                   |
| République tchèque (c)  | < 200                  | n.d.                   |
| Égypte                  | n.d.                   | n.d.                   |
| Finlande (d)            | n.d.                   | n.d.                   |
| France (e)              | n.d.                   | n.d.                   |
| Allemagne (f)           | n.d.                   | n.d.                   |
| Hongrie                 | 5                      | 0                      |
| Inde                    | n.d.                   | n.d.                   |
| République de Corée (g) | 2 000                  | 6 000                  |
| Lituanie (h)            | 0                      | 47                     |
| Mexique (i)             | n.d.                   | n.d.                   |
| Pays-Bas                | n.d.                   | n.d.                   |
| Niger                   | 0                      | 0                      |
| Pologne                 | n.d.                   | n.d.                   |
| Portugal                | 168                    | 0                      |
| République slovaque (j) | 0                      | n.d.                   |
| Afrique du Sud          | n.d.                   | n.d.                   |
| Espagne (k)             | n.d.                   | >611                   |
| Suisse (l)              | 1 516                  | 850                    |
| Turquie                 | 2                      | 0                      |
| Ukraine                 | 1 229                  | n.d.                   |
| Royaume-Uni             | n.d.                   | n.d.                   |
| États-Unis (m)          | 40 184                 | 21 404                 |
| Viêt Nam                | 0                      | 0                      |
| <b>Total</b>            | <b>45 404</b>          | <b>&gt;28 993</b>      |

Les pays ne sont pas classés par ordre alphabétique dans le tableau.

n.d. Non disponible ou non divulgué.

- (a) Données relatives aux seuls stocks gouvernementaux. Les données commerciales ne sont pas disponibles.
- (b) Stocks gouvernementaux inexistant dans toutes les catégories. Les données commerciales ne sont pas disponibles.
- (c) La République tchèque maintient des stocks équivalents toutes formes confondues à environ deux années de besoins.
- (d) Les compagnies d'électricité exploitant des centrales nucléaires maintiennent des réserves d'assemblages de combustibles suffisantes pour 7 à 12 mois de consommation.
- (e) Maintien par EDF de stocks permettant de couvrir au moins trois ans de besoins prévisionnels en combustible.
- (f) Comprend également 3 500 t (d'équivalent U) d'uranium appauvri.
- (g) Maintien de stocks stratégiques ainsi que d'environ une année de consommation prévisionnelle correspondant aux quantités nécessaires au fonctionnement des installations du cycle du combustible.
- (h) Un stock de combustible suffisant pour assurer trois mois d'exploitation est généralement maintenu à la centrale nucléaire d'Ignalina.
- (i) Maintien d'un à deux rechargements d'uranium naturel dans une usine d'enrichissement.
- (j) Le gouvernement maintient un petit stock d'uranium enrichi sous forme d'assemblages combustibles.
- (k) La réglementation impose aux compagnies d'électricité exploitant des centrales nucléaires un stock stratégique représentant conjointement au moins 611 t d'U.
- (l) Les compagnies d'électricité détiennent également 78.5 t (d'équivalent U) d'uranium retraité.
- (m) Uniquement stocks détenus par le gouvernement et les compagnies d'électricité ; les stocks des producteurs s'élevaient à 10 354 t d'U supplémentaires, mais la répartition en quantités d'uranium naturel et d'uranium enrichi n'est pas disponible. Les stocks gouvernementaux comprennent également 25 950 t (d'équivalent U) d'uranium appauvri.

Les informations disponibles laissent à penser qu'aucun stock de quelque importance n'est détenu dans des pays européens hors UE, à l'exception de la Fédération de Russie. Les réserves d'uranium enrichi et d'uranium naturel détenues par la Fédération de Russie, bien qu'elles n'aient jamais été notifiées officiellement, sont supposées considérables. Toutefois, ces stocks font l'objet de prélèvements depuis plusieurs années.

D'importants stocks d'uranium précédemment affectés à des applications militaires tant aux États-Unis que dans la Fédération de Russie sont devenus disponibles en vue d'applications commerciales, constituant une source notable d'uranium pour le marché. L'uranium hautement enrichi (UHE) et l'uranium naturel détenus sous diverses formes par le secteur militaire pourraient représenter au total plusieurs années d'approvisionnement en équivalent d'uranium naturel pour les applications commerciales.

En mars 2008, le Secrétaire à l'énergie des États-Unis a publié une déclaration de principe sur la gestion des excédents de stock d'uranium détenus par le ministère de l'Énergie (DOE). Les excédents de stock du DOE sont constitués d'uranium hautement enrichi (UHE), d'uranium faiblement enrichi (UFE), d'uranium naturel et d'uranium appauvri qui au total équivalent à environ 59 000 tU. Le plan de gestion diffusé plus tard dans la même année indique que le total d'équivalent d'uranium naturel susceptible d'être rendu disponible sur une année quelconque ne représenterait généralement pas plus de 10 % du total des besoins en combustible national de l'ensemble des centrales nucléaires titulaires d'autorisations (les besoins totaux sont estimés à quelques 19 230 tU/an entre 2008 et 2017), non comprises toutefois les ventes potentielles d'uranium naturel pour le cœur initial de réacteurs [7]. Cette quantité ne devrait pas avoir d'effet préjudiciable sur les industries nationales d'extraction, de conversion et d'enrichissement. Outre les orientations données concernant la cession de matières sur les 25 prochaines années, le plan expose en détail la forme et la quantité des matières qui pourraient être rendues disponibles au cours des dix prochaines années, lesquelles iraient de 584 tU (équivalent d'uranium naturel) en 2008 au chiffre record de 3 957 tU en 2014.

#### *Uranium hautement enrichi provenant de la Fédération de Russie*

Le 16 octobre 1992, les États-Unis et la Fédération de Russie ont signé un accord intergouvernemental concernant le traitement final de l'uranium hautement enrichi (UHE) issu de l'armement nucléaire (*Agreement between the Government of the US and the Government of the Russian Federation Concerning the Disposition of Highly Enriched Uranium Extracted from Nuclear Weapons*). L'Accord d'achat d'UHE prévoit sur 20 ans la dilution par mélange de 500 tonnes d'UHE pour produire de l'uranium faiblement enrichi (UFE). L'United States Enrichment Corporation Inc. (USEC), représentant exclusif des États-Unis pour la mise en œuvre de cet accord, reçoit de la part de la Fédération de Russie de l'uranium faiblement enrichi destiné à être vendu aux centrales nucléaires du secteur civil. L'USEC n'achète et ne vend que la composante enrichissement de cet UFE aux termes de contrats commerciaux en vigueur passés avec des acheteurs de services d'enrichissement. Un accord en vue du maintien d'une industrie nationale de l'enrichissement de l'uranium, signé entre le ministère de l'Énergie (DOE) et l'USEC le 17 juin 2002, stipulait les conditions auxquelles la société USEC continue de représenter le gouvernement des États-Unis pour l'Accord d'achat d'UHE (*HEU Purchase Agreement*). En juin 2006, la Fédération de Russie a indiqué que l'accord visant l'UHE ne serait pas renouvelé à l'expiration de l'accord initial en 2013.

En vertu d'un accord distinct dans le cadre du programme visant l'UHE, la composante uranium naturel (produit d'alimentation) est mise en vente aux termes d'un accord commercial passé entre trois sociétés occidentales (Cameco, AREVA et Nukem) et Techsnabexport de la Fédération de Russie. En dehors de la composante uranium naturel (produit d'alimentation) de l'UFE tiré de l'UHE, les importations d'uranium en provenance de la Fédération de Russie ont été limitées par l'Accord

suspendant l'enquête antidumping sur l'uranium en provenance de la Fédération de Russie (Accord de suspension) (*Agreement Suspending the Antidumping Duty Investigation on Uranium from the Russian Federation – Suspension Agreement*) passé entre le ministère du Commerce (Department of Commerce–DOC) et le ministère de l'Énergie atomique de la Fédération de Russie en 1992. Par suite de l'Accord de suspension, le DOC a suspendu les enquêtes antidumping car la Fédération de Russie a accepté de vendre de l'uranium aux États-Unis dans le cadre d'un système de contingents aux termes duquel aux importations en provenance de la Russie devrait correspondre une quantité équivalente d'uranium nouvellement produit aux États-Unis. Un avenant à l'Accord de suspension datant de 1994 contient une clause fixant la date de résiliation prévue au 31 mars 2004. Cependant, la Fédération de Russie n'a pas demandé au DOC de procéder à un examen de la résiliation, condition requise pour cette dernière, et le DOC s'est déclaré d'avis que l'Accord de suspension n'était pas venu à expiration. Un second accord de révision a ultérieurement été signé le 1<sup>er</sup> juillet 2005, maintenant les modalités de l'Accord de suspension pendant la durée de la révision.

En septembre 2005, les gouvernements des États-Unis et de la Fédération de Russie ont fait une déclaration commune reconnaissant que la mise en œuvre de l'Accord d'achat d'UHE était parvenue à mi-parcours, 250 tonnes d'UHE ayant été transformées par mélange en UFE, sur les 500 tonnes d'UHE au total couvertes par l'Accord. Au 23 septembre 2009, 375 tonnes d'UHE avaient été appauvries par mélange et 10 868 tonnes de combustible à UFE avaient été livrées aux États-Unis pour être utilisées dans des réacteurs commerciaux. Les livraisons à cette date correspondent au démantèlement de 15 000 têtes nucléaires et le programme respecte le calendrier prévoyant la fin de la transformation en combustible nucléaire pour réacteurs nucléaires commerciaux par appauvrissement par mélange de l'équivalent de 20 000 têtes nucléaires à la fin de 2013.

Le 1<sup>er</sup> février 2008, de hauts responsables des États-Unis et de la Fédération de Russie ont signé un amendement à l'Accord de suspension. L'amendement autorise l'entrée de très faibles quantités d'UFE russe aux États-Unis, à compter de 2011, et il autorise des ventes beaucoup plus importantes de produits uranifères russes directement à des compagnies d'électricité des États-Unis dans le cadre du quota de 2014 à 2020. Le quota de 2014 à 2020 correspond au maximum à 20 % des besoins en combustible des réacteurs des États-Unis selon les projections de World Nuclear Association, l'approvisionnement en combustible d'origine russe des nouveaux réacteurs se faisant cependant hors quota. Depuis la signature de l'amendement, des accords d'approvisionnement en combustible nucléaire ont été signés entre des compagnies d'électricité américaines et la Fédération de Russie.

Le 30 septembre 2008, l'Amendement Domenici à l'Accord de suspension a été promulgué. Il réaffirme les plans précités autorisant l'accès de la Fédération de Russie à 20 % du marché américain du combustible nucléaire après 2013, à la condition que la Fédération de Russie achève l'appauvrissement par mélange de 500 tonnes d'UHE selon les modalités et conditions de l'Accord d'achat d'UHE existant. L'Amendement Domenici comporte également une disposition autorisant l'accès de la Fédération de Russie à 25 % du marché de l'uranium américain après 2013, à la condition que la Fédération de Russie signe un nouvel accord pour appauvrir par mélange en UFE 300 tonnes supplémentaires d'UHE à l'expiration de l'Accord d'achat d'UHE à la fin 2013.

#### *Uranium hautement enrichi d'origine américaine*

Les États-Unis se sont engagés à assurer le traitement final d'environ 174.3 tonnes d'excédents d'UHE, dont 151 tonnes environ devraient, selon les plans, être par la suite appauvries par mélange pour être utilisées en tant que combustible en uranium faiblement enrichi (UFE) dans des réacteurs de recherche et commerciaux et 23 tonnes seraient destinées à être évacuées comme déchets. Au 30 juin 2009, l'appauvrissement par mélange était réalisé à 95 %.

En avril 2001, le ministère de l'Énergie (Department of Energy – DOE) et la Tennessee Valley Authority (TVA) ont passé un accord inter institutions en vertu duquel la TVA utilisera l'UFE résultant de l'appauvrissement par mélange d'environ 33 tonnes d'excédents américains d'UHE. En 2004, cet accord a été modifié afin de porter le total à 39 tonnes d'UHE et 5.6 tonnes supplémentaires d'UHE ont été ajoutées au programme en 2008. Cet UFE est considéré comme « non-conforme », car sa teneur en <sup>236</sup>U dépasse les limites prévues pour le combustible nucléaire commercial. Différentes parties de ces matières font l'objet d'un appauvrissement par mélange sur le Site de Savannah River (Savannah River Site – SRS) du DOE et chez un sous-traitant de la TVA. L'appauvrissement par mélange a débuté au SRS en 2003 et chez le sous-traitant en 2004. Ce programme d'appauvrissement par mélange se poursuit et l'utilisation de l'uranium mélangé faiblement enrichi (*Blended Low-enriched Uranium* ou BLEU) afin de produire de l'électricité a commencé dans le réacteur de Browns Ferry de la TVA début 2005. La mise en œuvre de l'accord devrait permettre d'assurer l'alimentation en combustible des réacteurs de la TVA jusqu'en 2016.

En novembre 2005, le DOE a fait savoir que 200 tonnes supplémentaires d'UHE, s'ajoutant aux 174.3 tonnes d'UHE initialement déclarées, cesseraient définitivement d'être utilisées par les États-Unis dans des armements nucléaires. Sur ces 200 tonnes d'UHE supplémentaires, 160 tonnes serviront à des fins de propulsion navale, 20 tonnes seront appauvries par mélange pour obtenir du combustible en uranium faiblement enrichi destiné à alimenter des réacteurs de puissance ou de recherche, et 20 tonnes seront réservées à des réacteurs spatiaux ou de recherche qui utilisent actuellement de l'UHE, dans l'attente de la mise au point de combustibles qui permettraient le passage à des cœurs de combustible en uranium faiblement enrichi. Pour les réacteurs de puissance, de l'uranium faiblement enrichi deviendrait progressivement disponible d'ici à 25 ans.

Environ 10 tonnes d'excédents d'UHE seront appauvries par mélange afin d'obtenir du combustible faiblement enrichi pour réacteurs de recherche jusque vers 2016. En outre, 17.4 tonnes d'UHE seront appauvries par mélange pour fournir du combustible en uranium faiblement enrichi dans le cadre de l'initiative visant à un approvisionnement fiable en combustible (*Reliable Fuel Supply*) annoncée par le DOE en septembre 2005. Dans le cadre de cette initiative, les États-Unis maintiendront une réserve d'uranium faiblement enrichi qui, en cas de désorganisation du marché, pourra être vendu aux pays qui renoncent à l'enrichissement et au retraitement. Le 29 juin 2007, l'Administration nationale pour la sécurité nucléaire (National Nuclear Security Administration – NNSA) du DOE a passé un contrat avec la société par actions Wesdyne International (filiale de la société par actions Westinghouse Electric Company) et avec la société Nuclear Fuel Services, Inc. visant à l'appauvrissement par mélange de 17.4 tonnes d'UHE entre 2007 et 2010, en vue de produire environ 290 tonnes de combustible en uranium faiblement enrichi. Ce combustible sera disponible pour être utilisé dans des réacteurs civils par des pays qui n'ont pas recours à des technologies d'enrichissement et de retraitement de l'uranium. Les pays remplissant ces conditions n'auront accès à ce combustible au prix en vigueur sur le marché qu'en cas de situation d'urgence perturbant le flux normal des approvisionnements en combustible.

En décembre 2008, 67.6 tonnes supplémentaires d'UHE ont été déclarées non allouées (non actuellement engagées ou approuvées pour une utilisation ou un programme spécifique) dans l'*Excess Uranium Inventory Management Plan* du DOE. Le DOE a indiqué que ces matières seraient graduellement mises à disposition sur les prochaines décennies à un rythme conditionné par ceux du démantèlement d'armes et des matières issues des réacteurs navals.

En juin 2009, la NNSA a annoncé avoir alloué un contrat à WesDyne International LLC pour l'appauvrissement par mélange de 12.1 tonnes supplémentaires d'UHE entre 2009 et 2012, qui devrait produire environ 220 tonnes d'UFE. Une faible portion de l'UFE sera vendue pour couvrir les coûts

du programme, tandis que la majeure partie de l'UFE produit dans le cadre du programme sera stockée au bénéfice du programme MOX pour l'élimination des excédents de plutonium militaire.

### ***Combustible nucléaire produit par retraitement des combustibles usés de réacteurs et excédents de plutonium liés aux armements***

Les composants du combustible usé provenant des centrales constituent une source de matière fissile susceptible de revêtir de l'importance, qui pourrait se substituer à la production primaire d'uranium. Lorsque le combustible est déchargé d'un réacteur commercial, il est potentiellement recyclable, car il subsiste environ 96 % de la matière fissile primitive en plus du plutonium créé au cours du processus de fission. Ce plutonium recyclé peut être réutilisé dans des réacteurs autorisés à employer du combustible à mélange d'oxydes (MOX). L'uranium récupéré par suite du retraitement du combustible usé, couramment dénommé uranium de retraitement (URT), n'est pas systématiquement recyclé ; il est plutôt stocké en vue d'une réutilisation future.

L'utilisation du combustible MOX n'a pas encore sensiblement modifié la demande mondiale d'uranium, car seul un nombre relativement restreint, et récemment en baisse, de réacteurs utilise ce type de combustible. En outre, le nombre de recyclages possibles à l'aide de la technologie actuelle de retraitement et des réacteurs est limité par l'accumulation d'isotopes du plutonium qui ne sont pas fissiles sous l'effet du spectre de neutrons thermiques présent dans les réacteurs à eau ordinaire, et par l'accumulation d'éléments indésirables, en particulier le curium.

En janvier 2009 on dénombrait 27 réacteurs, soit environ 6 % du parc mondial en exploitation, autorisés à utiliser du combustible MOX, notamment des réacteurs en Allemagne, en Belgique, en France, en Inde et au Japon (tableaux 25 et 30). Des réacteurs supplémentaires pourraient être autorisés à utiliser du combustible MOX en Chine et dans la Fédération de Russie. Les États-Unis ont autorisé un réacteur à utiliser ce type de combustible dans le cadre de son programme d'élimination des matières provenant des armements, afin de procéder à des essais préliminaires du combustible MOX entre 2005 et 2008.

Il existe des installations de retraitement et de fabrication de combustible MOX en service ou en construction en Chine, aux États-Unis, dans la Fédération de Russie, en France, en Inde, au Japon et au Royaume-Uni. La société Japan Nuclear Fuel Ltd. procède à la séparation à titre expérimental de plutonium dans l'usine de retraitement de Rokkasho depuis mars 2006 et les compagnies d'électricité japonaises se fixent comme objectif d'utiliser du combustible MOX dans 16 à 18 réacteurs à la suite de consultations et d'autorisations. Dans un premier temps elles utiliseront du combustible MOX fabriqué à l'étranger, pour ensuite utiliser du combustible MOX produit dans l'usine JMOX. La mise en service commercial de l'usine JMOX, située à côté de l'installation de retraitement de Rokkasho, devrait débuter en 2015 (capacité of 130 tHM/an).

En 2003, l'unité de production de combustible MOX de Cadarache a cessé sa production commerciale et en 2006 l'usine de combustible MOX située en Belgique (Belgonucléaire) a été fermée. En 2007, l'usine Melox de Marcoule (France) a été autorisée à porter sa production annuelle de 145 tonnes à 195 tonnes de combustible MOX.

L'Agence d'approvisionnement d'Euratom a signalé que le recours au combustible MOX dans les 27 États de l'Union européenne a sensiblement augmenté en 2008 pour atteindre 16 430 kg Pu contre 8 624 kg Pu en 2007. L'utilisation de plutonium dans le combustible MOX a entraîné une réduction des besoins en uranium naturel estimée à 1 035 tU en 2007 et 1 972 tU en 2008. Cette Agence estime que depuis 1996, l'utilisation dans les réacteurs de l'UE de 120.9 tonnes de plutonium

dans du combustible MOX s'est substituée à un total cumulé de 14 521 tU [2]. Étant donné que le recours au combustible MOX dans le monde est en grande majorité le fait de l'Europe occidentale, cela permet d'avoir une estimation raisonnable de l'incidence de l'utilisation du combustible MOX au plan mondial au cours de cette période.

Les réponses au questionnaire ont fourni quelques données sur la production et l'utilisation du combustible MOX (tableau 30).

**Tableau 30. Production et utilisation de combustible MOX (tonnes d'équivalent d'U naturel)**

| Pays                      | Avant 2006 | 2006  | 2007  | 2008  | Total à la fin 2008 | Prévisions 2009 |
|---------------------------|------------|-------|-------|-------|---------------------|-----------------|
| <i>Production de MOX</i>  |            |       |       |       |                     |                 |
| Belgique                  | 523        | 0     | 0     | 0     | 523                 | 0               |
| France                    | n.d.       | 1 160 | 1 000 | 1 008 | 14 038              | 1 160           |
| Japon                     | 598        | 0     | 9     | 4     | 611                 | 36              |
| Royaume-Uni*              | n.d.       | 22    | 11    | n.d.  | n.d.                | n.d.            |
| États-Unis                | 0          | 0     | 0     | n.d.  | n.d.                | n.d.            |
| <i>Utilisation de MOX</i> |            |       |       |       |                     |                 |
| Belgique                  | 494        | 26    | 0     | 0     | 520                 | 0               |
| France                    | n.d.       | n.d.  | n.d.  | n.d.  | n.d.                | n.d.            |
| Allemagne                 | 5 520      | 330   | 220   | 250   | 6 320               | 210             |
| Japon                     | 521.3      | 10.3  | 0     | 0     | 531.6               | 64.1            |
| Suisse                    | 1 300      | 184   | 94    | 0     | 1 578               | 0               |
| États-Unis                | 0          | 0     | n.d.  | n.d.  | n.d.                | n.d.            |

n.d. Données non disponibles ou non communiquées.

\* Données tirées de l'édition 2007 du Livre rouge.

Dans le passé, plusieurs pays, notamment la Belgique et le Japon, ont eu recours au retraitement du combustible usé pour récupérer de l'uranium, couramment dénommé URT. Seules la France et la Fédération de Russie pratiquent maintenant systématiquement cette récupération, principalement parce que le recyclage de l'URT est une entreprise relativement coûteuse, en raison pour une part de la nécessité d'installations de conversion, d'enrichissement et de fabrication spécialisées. L'évolution des conditions du marché et les préoccupations en matière de non-prolifération amènent cependant à reconsidérer cette option du recyclage. Le retraitement a été relancé en 2008 dans l'usine THORP au Royaume-Uni. En France, l'utilisation d'uranium retraité (actuellement environ 300 t d'équivalent d'uranium naturel/an dans deux réacteurs de Cruas) devrait doubler à partir de 2010, du fait que deux autres réacteurs de Cruas commenceront à utiliser de l'uranium retraité. Cela dit, on ne dispose que d'informations très limitées concernant la quantité d'uranium de retraitement qui est utilisée, encore que, d'après les données disponibles, elle représente chaque année moins de 1 % des besoins mondiaux prévus (tableau 31).

**Tableau 31. Production et utilisation d'uranium de retraitement** (tonnes d'équivalent d'U naturel)

| Pays                  | Avant 2006 | 2006   | 2007   | 2008   | Total à la fin 2008 | Prévisions 2009 |
|-----------------------|------------|--------|--------|--------|---------------------|-----------------|
| <i>Production</i>     |            |        |        |        |                     |                 |
| France (a)            | n.d.       | 1 100* | 1 100* | <1 000 | n.d.                | n.d.            |
| Japon (b)             | 645        | 0      | 0      | 0      | 645                 | 0               |
| Fédération de Russie* | n.d.       | n.d.   | n.d.   | n.d.   | n.d.                | n.d.            |
| Royaume-Uni           | 51 270     | 860    | 260    | 1 689  | 54 079              | n.d.            |
| <i>Utilisation</i>    |            |        |        |        |                     |                 |
| Belgique              | 508(b)     | 0      | 0      | 0      | 508                 | 0               |
| France                | n.d.       | ~300   | ~300   | ~300   | n.d.                | ~300            |
| Allemagne             | n.d.       | 1 250  | 370    | 950    | n.d.                | 700             |
| Japon (c)             | 138        | 27     | 30     | 0      | 195                 | 12              |
| Suisse                | 1 787      | 188    | 226    | 320    | 2 521               | 301             |
| Royaume-Uni           | ~15 000    | n.d.   | n.d.   | n.d.   | ~15 000             | n.d.            |

n.d. Données non disponibles.

\* Données tirées de l'édition 2007 du Livre rouge.

(a) La production devrait être portée à 1 050 tU en 2010.

(b) Pour l'exercice financier.

(c) De 1993 à 2002.

Les noms de pays ne sont pas par ordre alphabétique dans le tableau.

### *Combustible à mélange d'oxydes produit à partir des excédents de plutonium liés aux armements*

En septembre 2000, les États-Unis et la Fédération de Russie ont passé un accord sur le traitement final des excédents de plutonium. Aux termes de cet accord, les États-Unis comme la Fédération de Russie procéderont chacun au traitement final de 34 tonnes d'excédents de plutonium de qualité militaire (quantité suffisante pour produire plus de 4 000 armes nucléaires) à raison d'au moins deux tonnes par an dans chaque pays, une fois que les installations seront en place. Les deux pays ont convenu d'éliminer les excédents de plutonium en les utilisant pour la fabrication de combustible MOX destiné à être utilisé dans des réacteurs nucléaires et l'aménagement d'installations de fabrication de combustible MOX est en cours dans les deux pays. Cette méthode permettra de convertir ces excédents de plutonium sous une forme qui ne se prête pas facilement à la fabrication d'armes nucléaires. En 2009, le Président Barack Obama et le Président russe Dmitry Medvedev ont signé à Moscou une déclaration conjointe sur la coopération nucléaire qui réaffirmait cet engagement.

Le 3 mars 2005, la NRC a annoncé qu'elle avait délivré une autorisation modifiée qui habilite la compagnie Duke Power à utiliser quatre assemblages pilotes de combustible MOX fabriqués en France, dans sa centrale nucléaire de Catawba près de Rock Hill, en Caroline du Sud. L'essai des quatre assemblages de combustible MOX parmi les 189 assemblages traditionnels chargés dans le réacteur a été interrompu en mai 2008 (moins de trois ans après chargement, à la suite de deux cycles d'essais au lieu des trois prévus) du fait de modifications physiques imprévues dans les assemblages MOX de test. La NRC a déterminé que le problème ne menaçait pas la sûreté du réacteur et celui-ci a par la suite été redémarré avec une charge complète d'assemblages de combustible traditionnels.

Le 1<sup>er</sup> août 2007, la NNSA du DOE a démarré la construction d'une installation de fabrication de combustible MOX sur le Site de Savannah River du DOE près d'Aiken, en Caroline du Sud. Au mois

de juillet 2009, le projet progressait en respectant le calendrier et le budget prévus. Cette installation devrait commencer à produire en 2016 du combustible MOX destiné à alimenter quatre réacteurs commerciaux spécialement autorisés à cet effet.

Les 68 tonnes de plutonium de qualité militaire remplaceraient environ 14 000 à 16 000 tonnes d'uranium naturel pendant la durée de ce programme. Cela représente environ 1 % des besoins mondiaux en uranium au cours de cette période.

### ***Uranium produit par réenrichissement des résidus d'uranium appauvri***<sup>5</sup>

Les stocks d'uranium appauvri représentent une importante réserve d'uranium qui pourrait se substituer à la production primaire d'uranium. Cependant, le réenrichissement de l'uranium appauvri a représenté une source secondaire d'uranium limitée, car il n'est rentable que dans des installations d'enrichissement par centrifugation disposant d'une réserve de capacité et ayant de faibles coûts d'exploitation.

A la fin de 2005, les stocks d'uranium appauvri étaient estimés à environ 1 600 000 t d'U et on considère qu'ils s'accroissent annuellement d'environ 60 000 t d'U, sur la base de besoins en uranium s'élevant à 66 000 t d'U par an [8]. Si la totalité de ces stocks était réenrichie à des niveaux appropriés pour du combustible nucléaire, on obtiendrait une quantité estimée à 450 000 t d'U d'équivalent d'uranium naturel, qui serait suffisante pour environ sept années d'exploitation des réacteurs nucléaires du monde entier aux niveaux des besoins en uranium de 2006<sup>6</sup>. Cela exigerait toutefois une réserve de capacité d'enrichissement significative qui n'est pas disponible actuellement.

Les livraisons d'uranium réenrichi en provenance de la Fédération de Russie constituent une source importante d'uranium pour l'Union européenne, représentant 2 à 7 % des quantités totales d'uranium naturel livrées chaque année aux réacteurs de l'UE entre 2003 et 2008 (tableau 32). Cependant, en 2009, la Fédération de Russie a fait savoir qu'elle cessera de réenrichir les résidus d'uranium appauvri, une fois que les contrats en vigueur seront venus à expiration en 2009 et 2010.

**Tableau 32. Fourniture par la Fédération de Russie d'uranium réenrichi aux utilisateurs finaux de l'Union européenne**

| <b>Année</b> | <b>Livraisons d'uranium réenrichi (t d'U)</b> | <b>Pourcentage des livraisons d'uranium naturel</b> |
|--------------|---|---|
| 2003         | 1 200   | 7.3   |
| 2004         | 900   | 6.2   |
| 2005         | 500   | 2.8   |
| 2006         | 700   | 3.3   |
| 2007         | 388   | 1.8   |
| 2008         | 688   | 3.7   |

Sources : Agence d'approvisionnement d'Euratom (2009), *Rapport annuel 2008*, Luxembourg.

5. L'uranium appauvri est un sous-produit du processus d'enrichissement ayant une teneur en <sup>235</sup>U inférieure à celle de l'uranium naturel. Normalement, l'uranium appauvri obtenu comme résidu contient entre 0.5 % et 0.35 % de <sup>235</sup>U, contre 0.711 % présent dans l'uranium naturel.
6. Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (2007), *Gestion des matières fissiles et fertiles recyclables*, Paris, France. Ce total est obtenu en partant de l'hypothèse que 1.6 million de tonnes d'U ayant une teneur de 0.3 % seraient réenrichies pour produire 420 000 t d'U d'équivalent d'uranium naturel, laissant 1 080 000 t d'U de résidus secondaires ayant une teneur de 0.14 %.

Aux États-Unis, le DOE et la Bonneville Power Administration ont entrepris un projet pilote en vue de réenrichir 8 500 t d'U faisant partie des stocks de résidus du DOE. Ce projet pilote conduit sur une période de deux années a établi la viabilité économique et technique du réenrichissement d'une petite partie du stock de résidus d'uranium appauvri du DOE. Le réenrichissement à un niveau d'environ 0.71 % a été achevé dans l'usine de diffusion gazeuse de l'USEC à Paducah (Kentucky), l'enrichissement final devant être réalisé dans le cadre d'un contrat distinct avec URENCO dans des installations d'enrichissement européennes. À la fin de ce processus, environ huit années de combustibles pour réacteur devraient être produites pour utilisation dans la centrale Columbia entre 2009 et 2017. Les États-Unis indiquent que 924.5 t (d'équivalent d'U naturel) ont été produites par enrichissement de résidus en 2006 mais les chiffres des années récentes ne sont pas disponibles.

Les informations complémentaires sur la production et l'utilisation de l'uranium réenrichi ne sont pas aisément accessibles. Les données fournies indiquent cependant que son utilisation est relativement restreinte (voir tableau 33).

**Tableau 33. Utilisation de l'uranium réenrichi** (tonnes d'équivalent d'U naturel)

| Pays         | Avant 2006 | 2006 | 2007 | 2008 | Total à la fin 2008 | Prévisions 2009 |
|--------------|------------|------|------|------|---------------------|-----------------|
| Belgique (a) | 345        | 0    | 0    | 0    | 345                 | 0               |
| Finlande     | 718        | n.d. | 125  | 0    | 843                 | 0               |
| France (b)   | n.d.       | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.                | 0               |
| Suède (c)    | 750        | 200  | 230  | 517  | 1 697               | n.d.            |

n.d. Données non disponibles.

(a) Acheté pour réenrichissement ultérieur.

(b) Une faible quantité de résidus a été réenrichie dans la Fédération de Russie et recyclée dans l'usine d'enrichissement Georges Besse.

(c) *Données sur l'énergie nucléaire*, OCDE, Paris, 2008, 2009.

## Évolution du marché de l'uranium

### Évolution du prix de l'uranium

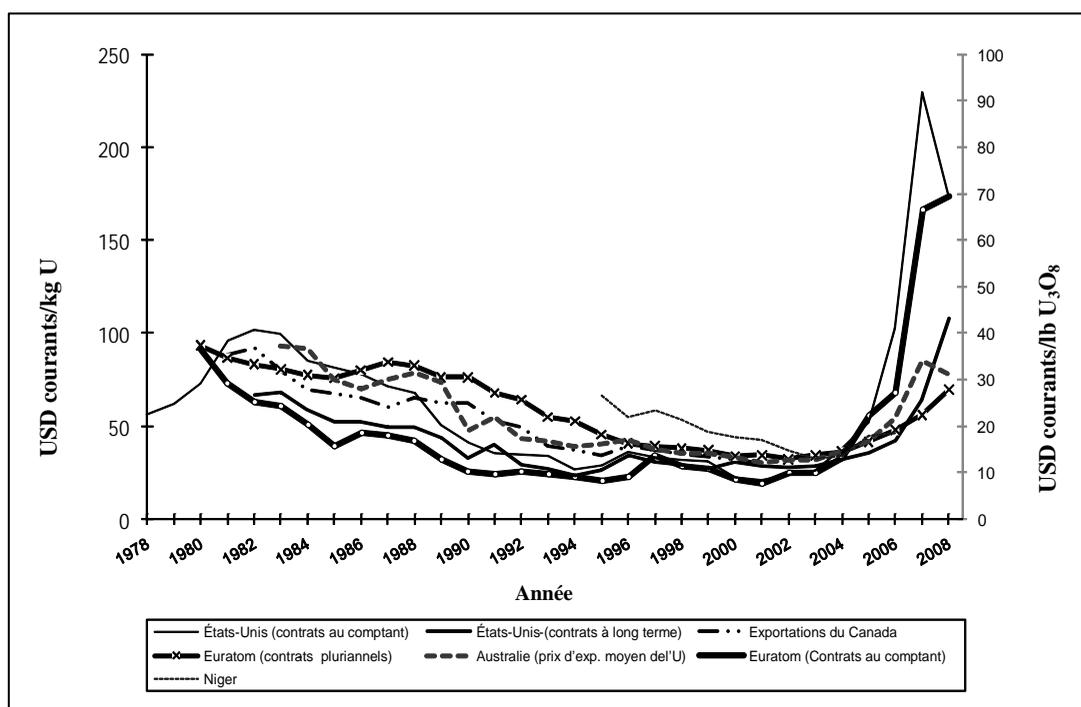
Certaines autorités nationales et internationales, celles d'Australie et des États-Unis ainsi que l'Agence d'approvisionnement d'Euratom par exemple, communiquent des indicateurs de prix afin d'illustrer l'évolution des prix de l'uranium. En outre, des entreprises du secteur, telles que TradeTech, la société Ux Consulting Company LLC (UxC) et d'autres, publient régulièrement des indicateurs de prix au comptant applicables aux livraisons immédiates ou à court terme (représentant généralement moins de 15 % de la totalité des transactions d'uranium, bien qu'ayant progressé jusqu'à représenter 25 % ou plus au cours des années récentes). La figure 15 présente une comparaison des prix annuels moyens à la livraison donnés par diverses sources publiques.

La surproduction d'uranium, qui a persisté pendant les années 90 (figure 13), jointe à la disponibilité de sources secondaires, a entraîné une évolution à la baisse des prix de l'uranium du début des années 80 jusqu'en 1994, date à laquelle ils ont atteint leur niveau le plus bas en 20 ans. Entre 1990 et 1994, de nombreux secteurs de l'industrie mondiale de l'uranium, notamment la prospection, la production et la capacité théorique de production, ont connu d'importantes réductions. Cette situation de contraction de l'offre, jointe à une demande croissante d'uranium et à la faillite d'une importante société de commerce d'uranium, ont abouti à un modeste redressement des prix de l'uranium d'octobre 1994 jusqu'au milieu de 1996. Cette tendance s'est cependant renversée dès lors que des informations progressivement meilleures sur les stocks et les approvisionnements ont continué d'exercer une pression à la baisse sur les prix de l'uranium jusqu'en 2001.

À partir de 2001, le prix de l'uranium a commencé à rebondir après avoir atteint les niveaux les plus bas jamais observés depuis les années 80 et il a poursuivi sa hausse jusqu'à la fin de 2007. Les informations sur les prix émanant d'un nombre limité de sources publiques confirment toutes cette tendance (figure 15). En 2007 et en 2008, les prix ont augmenté de façon spectaculaire d'après la plupart des indicateurs, bien que deux indicateurs de prix (prix d'exportation moyen en Australie et prix des contrats au comptant aux États-Unis) aient baissé de 2007 à 2008. Selon la nature des achats (contrats à long terme par opposition au marché au comptant), les informations disponibles sur les achats d'uranium en 2008 indiquent que les prix d'achat se situaient dans une fourchette comprise entre 69 USD/kg d'U et 174 USD/kg d'U (26 USD/livre d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> et 67 USD/livre d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>).

Bien que la tendance à la hausse ressorte clairement des achats effectués sur le marché au comptant depuis 2001, et en particulier après 2003, le prix a été beaucoup plus fluctuant. En juin 2007, le prix sur le marché au comptant a atteint jusqu'à 136 USD/livre d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> (354 USD/kg d'U) avant de retomber à 85 USD/livre d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> (221 USD/kg d'U) en octobre 2007 et 44.50 USD/livre d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> (115.70 USD/kgU) à la fin de 2009 (figure 16)<sup>7</sup>. Il convient de noter que la figure 15 reflète surtout des contrats à long terme et donc que les variations dynamiques des deux dernières années ne sont pas aussi évidentes que les évolutions apparaissant à la figure 16.

**Figure 15. Prix de l'uranium : 1978-2008**



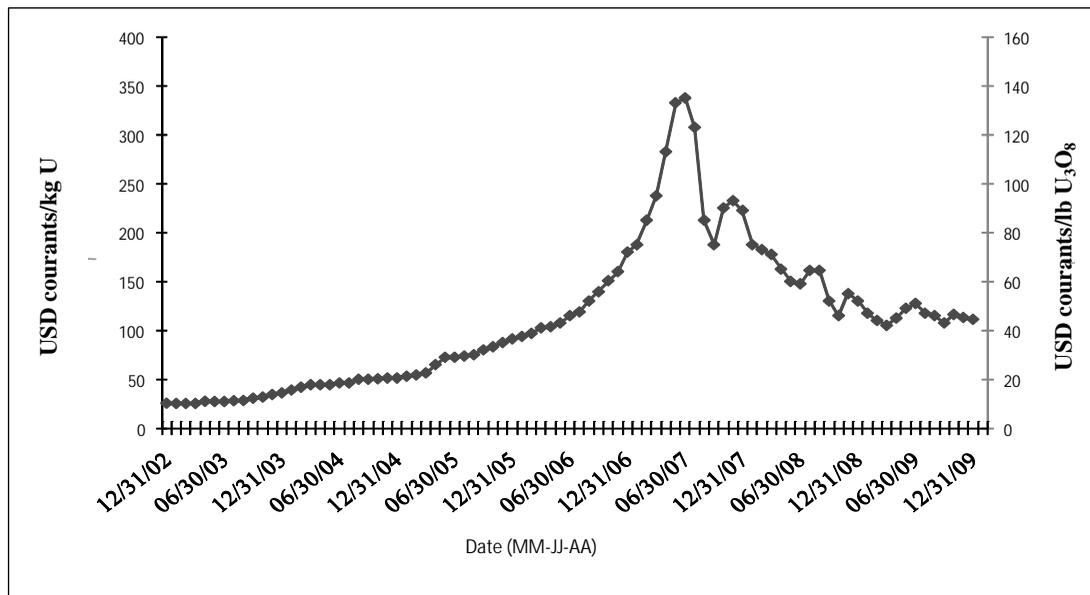
Notes : Les prix indiqués par Euratom s'appliquent aux livraisons au cours de l'année considérée aux termes de contrats pluriannuels.

À partir de 2002, Ressources naturelles Canada (RNCan) a suspendu la publication des prix à l'exportation pour 3 à 5 ans, dans l'attente d'une révision de sa politique.

Sources : Australie, Canada, Agence d'approvisionnement d'Euratom, Niger, États-Unis.

7. Données sur les prix spot aimablement fournies par TradeTech ([www.uranium.info](http://www.uranium.info)).

**Figure 16. Évolution du prix « spot » NUEXCO (31 décembre 200 –31 décembre 2009)**



Diverses raisons ont été avancées pour expliquer la dynamique des prix au comptant entre 2003 et 2009, notamment les problèmes rencontrés dans les centres de production du cycle du combustible nucléaire en 2003 qui ont mis en lumière la dépendance d'un petit nombre d'installations critiques dans la chaîne d'approvisionnement, de même que la faiblesse du dollar des États-Unis, qui est la devise utilisée dans les transactions sur l'uranium. En outre, une prise de conscience croissante de la nature finie des stocks, l'augmentation de la production d'électricité d'origine nucléaire dans des pays tels que la Chine, l'Inde et la Fédération de Russie, la reconnaissance par de nombreux gouvernements du fait que l'électronucléaire peut assurer à des prix compétitifs une production d'électricité en charge de base, exempte pour l'essentiel d'émissions de gaz à effet de serre, et le rôle que le nucléaire peut jouer dans le renforcement de la sécurité des approvisionnements énergétiques, ont probablement tous contribué au raffermissement du marché jusqu'en 2007. L'apparition de spéculateurs sur le marché a également contribué à pousser les prix de l'uranium à la hausse en introduisant une nouvelle demande s'ajoutant à celle des acheteurs traditionnels. Le fléchissement des prix au comptant depuis juin 2007 a été attribué à une correction du marché, à la réticence des acheteurs traditionnels à s'engager dans des transactions à des prix aussi élevés et enfin à la crise financière mondiale qui a stimulé les ventes par des vendeurs en difficulté ayant un besoin urgent de disposer de capitaux.

Après un niveau record en 2007, le prix au comptant de l'uranium a connu une baisse progressive générale avant de s'établir autour d'une fourchette allant de 40 USD/livre d' $U_3O_8$  (104 USD/kgU) à 50 USD/livre d' $U_3O_8$  (130 USD/kgU) en 2009. Les projets de ventes sur les stocks gouvernementaux aux États-Unis semblent avoir compensé l'augmentation de la demande en Chine et en Inde à mesure que ces pays mettaient en œuvre leurs programmes de forte croissance du nucléaire. Bien que les prix sur le marché au comptant jusqu'à fin 2009 aient été sensiblement inférieurs aux chiffres record enregistrés au milieu de l'année 2007, ils sont néanmoins demeurés sensiblement (quatre à cinq fois) plus élevés que les prix au comptant jusqu'à la fin des années 90.

#### *Autres faits nouveaux sur le marché*

Le 13 février 2002, le ministère du Commerce des États-Unis (Department of Commerce, DOC) a prononcé des décisions définitives dans des enquêtes antidumping et sur des droits compensateurs portant sur l'UFE en provenance d'Allemagne, de France, des Pays-Bas et du Royaume-Uni. Le DOC

a pris une ordonnance instituant des droits antidumping frappant les importations d'UFE en provenance de France, alors que des ordonnances instituant des droits compensateurs étaient notifiées à ces quatre pays. Cette décision a eu pour résultat l'application de droits compensateurs à l'encontre de la France, mais pas à l'encontre de l'Allemagne, des Pays-Bas et du Royaume-Uni. Les décisions du DOC ont été contestées devant le Tribunal de commerce international des États-Unis (US Court of International Trade–CIT). En mars 2005, la Cour d'appel des États-Unis pour le circuit fédéral (United States Court of Appeals for the Federal Circuit–CAFC) a confirmé un arrêt antérieur du CIT selon lequel les contrats d'achat de services d'enrichissement, quantifiés en unités de travail de séparation, étaient des contrats de vente de services, non de biens. La législation antidumping américaine ne s'applique qu'à la vente ou à l'achat de biens, mais pas à la vente ou à l'achat de services.

En janvier 2009, la Cour Suprême des États-Unis a cassé une décision antérieure d'un tribunal inférieur de 2005 et confirmé un recours de l'USEC considérant que les achats de services d'enrichissement, quantifiés en unités de travail de séparation (UTS), correspondent à des ventes de biens, et non de services et qu'ils devraient donc pouvoir bénéficier d'une protection en vertu de la Loi sur les tarifs douaniers (*Tariff Law*) de 1930. En substance, la décision avalise l'application de pratiques anti-dumping à l'égard de l'UFE sur le marché américain. La décision de la Cour Suprême n'affecte pas les importations d'UFE en provenance de la Fédération de Russie, qui sont régies par l'Amendement Domenici, présenté plus haut.

### ***Cadre d'action dans l'Union européenne***

Les matières nucléaires destinées aux réacteurs de l'UE proviennent de diverses sources, le Canada, l'Australie, la Fédération de Russie et le Niger étant les plus importants fournisseurs de l'UE. Depuis sa création en 1960 aux termes du Traité Euratom, l'Agence d'Approvisionnement d'Euratom (AAE) a poursuivi une politique de diversification des sources d'approvisionnement en combustible nucléaire afin d'éviter toute dépendance excessive à l'égard d'une source unique. Dans le cadre de l'Union européenne, tous les contrats d'achat d'uranium passés par des utilisateurs finals (autrement dit, les compagnies d'électricité exploitant des centrales nucléaires) doivent être approuvés par l'AAE. Du fait de sa fonction de supervision des contrats et de ses étroites relations avec l'industrie, l'AAE suit en permanence l'évolution du marché, notamment les approvisionnements de l'UE en gaz naturel et en uranium enrichi. L'AAE continue de souligner qu'il importe que les compagnies d'électricité maintiennent des stocks stratégiques d'un niveau suffisant et tirent parti des possibilités du marché pour accroître leurs stocks, en fonction de leurs besoins propres. En outre, il est recommandé aux compagnies d'électricité d'assurer la couverture de la majeure partie de leurs besoins par des contrats à long terme passés avec des sources d'approvisionnement diversifiées.

De modifications statutaires en 2008 ont étendu le mandat de l'AAE pour inclure la surveillance du marché et la fonction d'observatoire du nucléaire, l'objectif étant de doter l'UE d'une source d'expertise, d'information et de conseils sur tous les sujets liés au fonctionnement du marché des matières et services nucléaires. L'AAE se propose de fournir un large éventail d'informations sur les évolutions des marchés du nucléaire, ainsi que de mettre à la disposition du public des rapports sur le marché, les prix moyens, le total de l'offre et de la demande, etc., à l'intérieur de l'UE.

Les ventes d'uranium s'inscrivent principalement dans le cadre de contrats à long terme dont les modalités et conditions ne sont pas rendues publiques. Jusqu'à récemment, l'AAE publiait annuellement deux catégories de prix de l'uranium naturel, à savoir ceux des contrats pluriannuels et ceux des ventes au comptant, les uns et les autres étant des prix historiques calculés sur une période de plusieurs années. Les opérateurs sur le marché de l'uranium recherchant une plus grande transparence des prix, l'AAE a introduit en 2009 un nouveau prix indiciel de l'uranium naturel dans les contrats pluriannuels (*Natural Uranium Multiannual Contracts Index Price* ou *MAC-3*). Ce prix indiciel, élaboré afin de mieux rendre compte des évolutions à court terme des prix de l'uranium et suivre plus

étroitement des tendances du marché, correspond à la moyenne mobile sur 3 ans des prix acquittés dans le cadre des nouveaux contrats (à long terme) pluriannuels pour l'uranium livré aux producteurs d'électricité de l'UE au cours de l'année de notification. Au cours de 2008, le prix moyen MAC 3 (124.58 USD/kgU ou 47.94 USD/livre d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) a été calculé sur 5.84 % du total des livraisons d'uranium effectuées dans l'UE [2]. En 2009, des représentants de l'industrie de l'UE ont recommandé que l'AAE calcule rétrospectivement des indices MAC-3 et les publie dans son prochain Rapport annuel. Le tableau 34 compare les séries existantes d'indices de prix de l'uranium de l'AAE.

**Tableau 34. Prix moyens de l'uranium naturel de l'AAE (2004-2008)**

| Année | Contrats pluriannuels |   | Contrats au comptant |   | Nouveaux contrats pluriannuels (MAC-3) |   |
|-------|-----------------------|---|----------------------|---|--|---|
|       | €/kgU                 | USD/livre d'U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> | €/kgU                | USD/livre d'U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> | €/kgU                                  | USD/livre d'U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> |
| 2004  | 29.2                  | 13.97                                     | 26.14                | 12.51                                     | NA                                     | NA  |
| 2005  | 33.56                 | 16.06                                     | 44.27                | 21.19                                     | NA                                     | NA  |
| 2006  | 38.41                 | 18.38                                     | 53.73                | 25.95                                     | NA                                     | NA  |
| 2007  | 40.98                 | 21.6                                      | 121.8                | 64.21                                     | NA                                     | NA  |
| 2008  | 47.23                 | 26.72                                     | 118.19               | 66.86                                     | 84.75                                  | 47.94                                     |

Plus récemment, l'AAE a commencé à réaliser des études sur un indice trimestriel des prix de l'uranium naturel (QUP) qui pourrait être le premier indice « avancé » à long terme de l'AAE. Celui-ci pourrait représenter la valeur courante du prix à long terme de l'uranium au moment de la signature de contrats à long terme d'achat d'uranium naturel.

Comme la Fédération de Russie est un fournisseur important de matières nucléaires à l'Union européenne, les discussions techniques entre la Commission européenne et la Fédération de Russie se sont poursuivies pendant l'année 2008. Vers la fin de 2009, la proposition par la Commission d'un renouvellement de son mandat à entrer en négociations avec la Fédération de Russie en vue d'établir les termes d'un nouvel accord bilatéral sur la coopération nucléaire a été adoptée par le Conseil.

### Offre et demande jusqu'en 2035

Les conditions du marché constituent le principal facteur motivant les décisions de mettre en place de nouveaux centres de production primaire ou d'agrandir ceux existants. Comme les prix sur le marché ont de façon générale augmenté depuis 2003, même une fois prise en compte la baisse des prix depuis le milieu de 2007, des projets d'augmentation des capacités de production ont été étudiés en réponse aux signaux du marché. Un certain nombre de pays, notamment le Kazakhstan mais aussi l'Afrique du Sud, l'Australie, le Brésil, le Canada, la Fédération de Russie, la Namibie et le Niger ont fait état de projets d'augmentations significatives des capacités futures planifiées. De plus, le Malawi dispose maintenant d'un centre de production et la Jordanie prévoit de démarrer une production dans un proche avenir. Ces évolutions viennent de fait à point nommé car la demande devrait augmenter selon les projections tandis que la disponibilité des sources secondaires devrait diminuer. Toutefois, du fait de la progression des coûts d'extraction et de valorisation, la baisse des prix sur le marché depuis 2007 a eu pour résultats que certains au moins de ces projets ont été retardés.

La situation de l'offre et de la demande évolue avec l'augmentation du nombre de pays qui accroissent leur puissance nucléaire installée ou qui mettent en place pour la première fois des centrales. Dans le même temps, les producteurs s'attachent à améliorer la capacité théorique de production et les gouvernements jettent les bases nécessaires (par exemple législation, réglementations) au développement de nouveaux centres de production là où il n'y a jamais eu de

production d'uranium. Comme les besoins des réacteurs devraient selon les projections augmenter jusqu'en 2035, on s'attend également à une expansion de la capacité théorique de production (figure 17). En 2009, ces plans d'expansion, s'il sont menés à bien, devraient même couvrir les besoins correspondant à l'hypothèse haute de la demande sur une bonne partie de la période, même sans les sources secondaires qui ont couvert entre 25 % et 48 % des besoins entre 2000 et 2008. Ces sources secondaires devraient continuer de représenter une composante importante de l'offre dans les prochaines années (comme indiqué plus haut), bien que les informations limitées disponibles sur les approvisionnements secondaires font qu'il est difficile de déterminer avec précision jusqu'à quand ceux-ci contribueront à la satisfaction de la demande future.

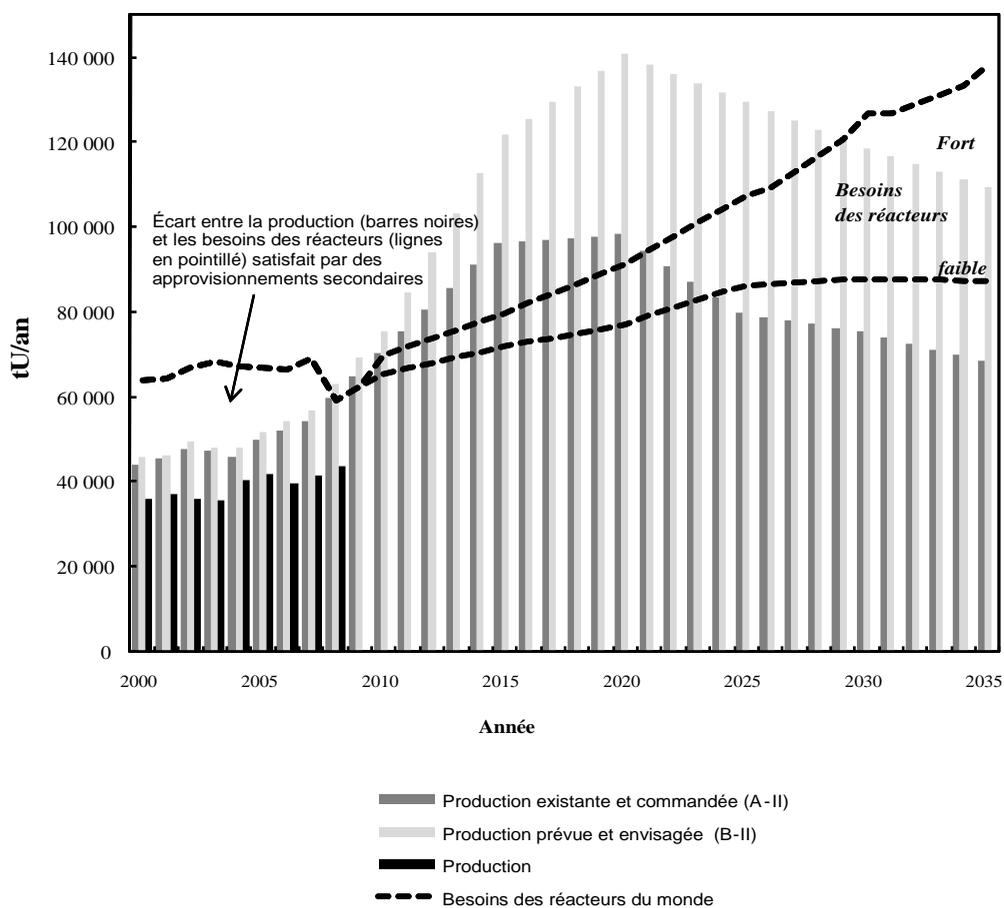
Si toutes les mines existantes et commandées devaient produire à un niveau équivalent ou proche de la capacité de production théorique indiquée, la demande correspondant à l'hypothèse haute devrait selon les projections être satisfaite jusqu'en 2020. Si l'on prend en compte les centres de production prévus et prospectifs, les besoins pour ce niveau de demande seraient alors couverts jusqu'en 2029. En revanche, la capacité théorique de tous les centres de production existants et commandés, bien qu'elle soit susceptible de dépasser les besoins correspondant à la demande dans l'hypothèse haute entre 2010 et 2020, devrait, selon les projections, satisfaire environ 78 % des besoins dans l'hypothèse basse, mais seulement 49 % environ de ces besoins dans l'hypothèse haute d'ici 2035. Avec les centres de production prévus et envisagés, la capacité théorique de production primaire satisferait les besoins correspondant à l'hypothèse basse jusqu'en 2035, mais elle ne suffirait pas à répondre à la demande correspondant à l'hypothèse haute (79 % des besoins de l'hypothèse haute en 2035). Il importe toutefois de noter que cette projection ne couvre les besoins d'uranium correspondant au parc mondial de réacteurs que jusqu'en 2035, et non pas sur l'ensemble de la durée de vie de tous les réacteurs en exploitation en 2035. L'alimentation des nouveaux réacteurs couplés au réseau entre 2010 et 2035 sur l'ensemble de leur durée de vie opérationnelle obligera à trouver de nouvelles sources d'approvisionnement primaire.

Bien que la figure 17 puisse être considérée comme indiquant un marché saturé à court terme, l'expérience passée montre qu'il n'en sera sans doute rien. La capacité théorique de production n'est pas la production. L'écart entre la production (barres noires) et les besoins (ligne pointillée) de 2000 à 2008 a été comblé en puisant dans les approvisionnements secondaires. Le défi à relever sera de combler l'écart entre la production mondiale et les besoins élevés et bas des centrales nucléaires dans les années à venir, compte tenu notamment de la montée des coûts de production et la baisse générale des prix de l'uranium sur le marché de la mi-2007 jusqu'à fin 2009.

La production mondiale n'a jamais dépassé 89 % de la capacité théorique de production déclarée [9] et depuis 2003 elle a varié entre 75 % et 84 % de la capacité totale de production. Étant donné les antécédents récents en matière d'aménagement de mines, on peut raisonnablement s'attendre à de futurs retards dans l'établissement de nouveaux centres de production, réduisant et/ou retardant la production escomptée à partir des centres prévus et envisagés. L'aménagement d'infrastructures et la géopolitique pourraient devenir des facteurs plus significatifs, d'autant que de nouveaux centres sont prévus dans des pays en développement n'ayant aucune expérience de l'extraction d'uranium, ou très peu. Par conséquent, même si l'industrie a réagi vigoureusement au signal du marché que constituent des prix généralement plus élevés depuis 2003, par rapport aux 20 années qui ont précédé, une production primaire supplémentaire et des approvisionnements secondaires seront nécessaires, complétés par des économies d'uranium obtenues dans la mesure du possible par la fixation de teneurs de rejet plus basses pour les usines d'enrichissement. Au-delà de 2013, les sources secondaires d'uranium devraient généralement devenir moins disponibles, ce qui implique que les besoins des réacteurs devront de plus en plus être satisfaits par la production primaire [10]. En conséquence, malgré les importantes additions à la capacité théorique de production indiquées ici, il demeure important que le calendrier de mises en production de ces installations soit respecté. Pour ce faire, une fermeté du marché sera requise pour apporter à l'industrie les investissements nécessaires.

La disponibilité des sources secondaires d'uranium, en particulier le niveau des stocks disponibles et le délai dans lequel ils seront épuisés, demeurent un élément déterminant influant sur le prix du marché. Comme le montre le tableau 29, des renseignements précis sur les sources secondaires d'uranium, en particulier le niveau des stocks, ne sont pas aisément disponibles. Toutefois, on ne peut écarter la possibilité qu'au moins une partie du stock (y compris militaire) potentiellement important continue d'être écoulee sur le marché après 2013. Ces incertitudes rendent difficile une prise de décision efficace concernant les nouvelles capacités théoriques de production. Il est clair toutefois que le marché généralement plus robuste de ces dernières années, comparé à celui des deux dernières décennies du 20<sup>e</sup> siècle, a encouragé un renforcement des activités d'exploration et le développement de capacités de production.

**Figure 17. Capacité théorique annuelle mondiale de production d'uranium projetée jusqu'en 2035 par rapport aux besoins prévus des réacteurs du monde entier\***



Sources : Tableaux 24 et 28.

\* Inclut tous les centres de production existants, commandés, prévus et envisagés alimentés par des RRA et des ressources présumées récupérables à un coût <130 USD/kg d'U.

## D. PERSPECTIVE À LONG TERME

La demande d'uranium est fondamentalement régie par le nombre de réacteurs nucléaires en exploitation, lequel, en dernier ressort, est régi par la demande d'électricité. Les projections du scénario de référence de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) présenté dans l'édition 2009 du *World Energy Outlook* (WEO) indiquent qu'il faudra 4 800 GW de puissance installée nouvelle d'ici 2030 pour répondre aux accroissements projetés de la demande d'électricité et remplacer l'infrastructure vieillissante [5]. En moyenne, la demande d'électricité devrait augmenter d'environ 2.5 % par an, même si à court terme (2011-2013) elle devrait être inférieure aux projections antérieures du fait de l'impact de la crise économique et financière mondiale. Environ 80 % de la croissance globale jusqu'à 2030 devrait se situer dans des pays non membres de l'OCDE, la croissance étant la plus rapide dans les pays d'Asie non membres, avec en tête la Chine et l'Inde. L'importance du rôle que jouera l'énergie nucléaire dans la satisfaction de demande future projetée d'électricité dépendra de l'efficacité avec laquelle seront abordés un certain nombre des facteurs évoqués plus haut (aspects économiques, sûreté, préoccupations en matière de non-prolifération, sécurité des approvisionnements, évacuation des déchets, considérations liées à l'environnement, etc.) et de la manière dont évoluera l'acceptation de l'énergie nucléaire par le public.

Le fait que puisse être reconnue une contribution possible de l'énergie nucléaire dans la réalisation des objectifs de réduction de gaz à effet de serre pourrait accroître le rôle de cette énergie dans la satisfaction de la demande future d'électricité. Comme l'a noté le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), l'électricité produite à partir de combustibles fossiles a été de loin la principale source d'augmentation des émissions de gaz à effet de serre depuis 1970 (deux fois plus que la deuxième plus importante source dans le secteur énergétique et progressant à un rythme beaucoup plus rapide) [11]. Dans le scénario de référence du WEO [5], la consommation de combustibles fossiles continue d'augmenter (en particulier le charbon), avec pour conséquences des augmentations des émissions mondiales et des craintes plus marquées concernant la sécurité des approvisionnements énergétiques. Pour démontrer la façon dont ces questions pourraient être abordées, l'AIE présente un scénario d'action alternatif. Celui-ci préconise une « révolution de l'énergie à bas carbone », dans laquelle l'efficacité énergétique, l'énergie nucléaire et les énergies renouvelables, avec le gaz naturel et la capture et le stockage du carbone, jouent un rôle de plus en plus grand pour répondre à la demande future d'électricité tout en limitant les émissions de CO<sub>2</sub> à un niveau (450 ppm) considéré comme nécessaire pour éviter les conséquences les plus graves du changement climatique. Outre ses avantages pour l'environnement, en termes de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et autres gaz, les préoccupations concernant la sécurité des approvisionnements énergétiques sont moindres, car les besoins globaux d'importation de combustibles fossiles baissent. L'adoption du scénario 450 procurerait des retombées financières considérables, mais celui-ci nécessiterait également des investissements considérables (estimés à 1.75 billion USD de plus que les 13.65 billions USD nécessaires dans le seul secteur de l'électricité selon le scénario de référence). Le financement de projets très capitalistiques de centrales nucléaires pourrait être difficile, en particulier sans tarification du carbone. Cependant, de nombreux gouvernements réexaminent l'option nucléaire compte tenu de l'empreinte carbone quasiment nulle de cette technologie et, comme indiqué plus haut, les perspectives d'augmentation croissance de la puissance nucléaire installée s'améliorent.

Plusieurs utilisations alternatives de l'énergie nucléaire offrent aussi des perspectives d'accroissement du rôle du nucléaire à l'échelle mondiale, notamment pour la désalinisation et la production de chaleur à des fins industrielles et résidentielles. Ces dernières années, plusieurs gouvernements ont évalué activement la possibilité de recourir à l'énergie nucléaire pour la désalinisation (par exemple la Chine, la Jordanie, la Libye et le Qatar), en s'appuyant sur l'expérience acquise dans l'exploitation d'installations nucléaires intégrées de désalinisation en Inde, au Kazakhstan et au Japon. L'AIEA encourage la recherche et la collaboration sur cette question avec la participation de plus de 20 pays. Les analyses économiques indiquent que l'énergie nucléaire peut être compétitive par rapport aux sources d'énergie fossile pour la désalinisation [6].

La cogénération, qui consiste à combiner des applications utilisant la chaleur industrielle avec la production d'électricité, n'est pas un concept nouveau, certains des premiers réacteurs civils dans le monde ayant été utilisés pour fournir de la chaleur en même temps que de l'électricité. Certains pays utilisent depuis des décennies le nucléaire pour produire de la chaleur destinée au chauffage urbain. Le nucléaire est également utilisé pour la production de chaleur destinée à alimenter des processus industriels et il subsiste dans ce domaine un potentiel encore inexploité, mais l'utilisation de réacteurs nucléaires pour ce type d'applications sera conditionné par les paramètres économiques du transport de la chaleur, par les pressions internationales en faveur de la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et les volontés nationales de réduction de la dépendance à l'égard des combustibles fossiles importés [6].

La consommation d'énergie dans les transports, qui devrait continuer de s'accroître rapidement au cours des prochaines décennies, constitue aussi une source majeure d'émissions de gaz à effet de serre. L'électricité de même que l'hydrogène apparaissent comme des sources possibles de substitution aux carburants fossiles dans les véhicules. L'énergie nucléaire offre un moyen de produire de l'électricité en base, qui pourrait être utilisée pour alimenter des véhicules électriques, et ce peut être aussi un moyen de produire de l'hydrogène ce qui permettrait de rendre disponible cet autre vecteur d'énergie avec sensiblement moins d'émissions de gaz à effet de serre que par les méthodes actuelles de production d'hydrogène.

Des modèles de réacteurs de faible ou moyenne puissance seraient aussi un moyen d'élargir l'utilisation de l'énergie nucléaire et par conséquent la demande d'uranium. La plupart des modèles de réacteurs commerciaux sont de forte puissance, de l'ordre de 1 000 à 1 700 MWe, ce qui les rend peu adaptés à de nombreux pays en développement, ou à des communautés isolées, dont le réseau électrique est peu développé ou très localisé. De ce fait, des modèles de réacteurs de faible ou moyenne puissance, à sécurité passive ou intrinsèque mais sans rechargement du combustible sur site, sont en cours de développement, car ils présentent des avantages pour les pays disposant d'une expérience limitée dans le domaine nucléaire. Le développement commercial de tels types de réacteurs pourrait ouvrir un nouveau marché aux vendeurs de réacteurs dans des régions où les besoins de capacité de production d'électricité sont les plus grands [6].

Les initiatives multilatérales dans le domaine du cycle du combustible sont aussi de nature à modifier la demande d'uranium. Poussés par la progression des besoins énergétiques et les préoccupations suscitées par les problèmes de non-prolifération et de déchets, les gouvernements et l'AIEA ont formulé un certain nombre de propositions visant à renforcer la non-prolifération par la mise en place de centres multilatéraux d'enrichissement et de fourniture de combustible. Au mois de décembre 2009, le Partenariat mondial pour l'énergie nucléaire (GNEP) comptait 25 pays partenaires (Arménie, Australie, Bulgarie, Canada, Chine, Estonie, États-Unis, Fédération de Russie, France, Ghana, Hongrie, Italie, Japon, Jordanie, Kazakhstan, Lituanie, Maroc, Oman, Pologne, République de Corée, Roumanie, Royaume-Uni, Sénégal, Slovaquie et Ukraine). En raison d'une forte réduction du financement du partenariat aux États-Unis, certains aspects du programme GNEP ont été revus. Le 15 avril 2009, le DOE a confirmé que le volet national du programme avait été annulé (déploiement

d'une installation de retraitement de taille commerciale aux États-Unis) et que les ressources restantes seraient consacrées au développement d'un cycle du combustible résistant à la prolifération et de stratégies de réduction des déchets.

Le 27 novembre 2009, l'AIEA a annoncé que les gouvernements avaient approuvé un plan proposé par la Fédération de Russie relatif à une banque de fourniture de combustible nucléaire multilatérale, supervisée par l'AIEA. Selon ce plan, la Fédération de Russie hébergera une réserve de 120 tonnes d'UFE, accessible aux pays qui respectent les obligations en matière de garanties nucléaires, si l'approvisionnement en combustible nucléaire était coupé pour des raisons politiques. Le but de cette initiative est d'enrayer la diffusion de technologies sensibles d'enrichissement en supprimant l'incitation à mettre au point des technologies au plan national, face à l'augmentation du nombre de pays qui développent leurs capacités en matière d'énergie nucléaire. La banque de combustible pourrait être prête à fournir de l'UFE dès 2010. C'est l'un des volets de la stratégie poursuivie par l'AIEA pour la multinationalisation complète des parties sensibles du cycle du combustible – enrichissement et retraitement – sur la voie de l'objectif ultime de l'élimination totale des armes nucléaires.

Les progrès technologiques promettent aussi d'être un facteur déterminant l'avenir à long terme de l'énergie nucléaire et la demande d'uranium. Les progrès réalisés dans la technologie des réacteurs et du cycle du combustible visent non seulement la prise en charge des préoccupations concernant les aspects économiques, la sûreté, la sécurité, la non-prolifération et la gestion des déchets, mais aussi un accroissement de l'efficacité avec laquelle les ressources en uranium sont utilisées. L'introduction et l'utilisation de modèles avancés de réacteurs permettraient de recourir à d'autres matières comme combustible nucléaire, au  $^{238}\text{U}$  et au thorium par exemple, élargissant ainsi la base de ressources disponibles. En outre, des réacteurs surgénérateurs pourraient produire plus de combustible qu'ils n'en consomment, car le combustible utilisé pourrait être récupéré, retraité et réutilisé afin de produire un surcroît d'énergie.

De nombreux programmes nationaux et plusieurs grands programmes internationaux s'emploient à mettre au point des technologies avancées, par exemple, le Forum international Génération IV (GIF) et le Projet international sur les réacteurs nucléaires et les cycles du combustible nucléaire innovants (INPRO) de l'AIEA. Au sein du GIF, l'Argentine, le Brésil, le Canada, les États-Unis, la Fédération de Russie, la France, le Japon, la République d'Afrique du Sud, la République de Corée, la République populaire de Chine, le Royaume-Uni, la Suisse et Euratom travaillent ensemble à l'exécution d'un programme de recherche et développement nécessaire pour établir la faisabilité et les performances nominales des modèles de réacteurs de prochaine génération (Gen IV). Ces modèles sont conçus de manière à ce que leur construction et leur exploitation assurent une production durable d'énergie qui réponde aux objectifs de qualité de l'air, optimise l'utilisation des ressources, procure des avantages de coûts manifestes sur le cycle de vie par rapport à d'autres sources d'énergie, affiche un bilan excellent en matière de sûreté et de fiabilité et minimise la production de déchets nucléaires. En 2002, le GIF a examiné 130 propositions et retenu six filières d'exploitation de l'énergie nucléaire sur lesquelles serait centrée la poursuite de la recherche-développement en collaboration. Ces filières de réacteurs sont un réacteur rapide refroidi par sodium, un réacteur à très haute température, un réacteur à eau surcritique, un réacteur rapide refroidi au plomb, un réacteur rapide refroidi par gaz et un réacteur à sels fondus. Le réacteur à très haute température concentre une bonne partie des efforts car il est conçu pour pouvoir produire simultanément de l'électricité et de la chaleur industrielle (notamment pour la production d'hydrogène et la désalinisation).

L'INPRO a pour objet d'aider à faire en sorte que l'énergie nucléaire soit disponible pour répondre, de façon durable, aux besoins énergétiques du 21<sup>e</sup> siècle. En 2009, 30 États membres de l'AIEA (Algérie, Allemagne, Argentine, Arménie, Belarus, Belgique, Brésil, Bulgarie, Canada, Chili,

Chine, Espagne, États-Unis, Fédération de Russie, France, Inde, Indonésie, Italie, Japon, Kazakhstan, Maroc, Pays-Bas, Pakistan, République d'Afrique du Sud, République de Corée, République slovaque, République tchèque, Suisse, Turquie et Ukraine) et la Commission européenne se sont engagés dans le projet INPRO et dix autres États membres, soit participent aux réunions de l'INPRO, soit y sont observateurs. Les détenteurs et utilisateurs de la technologie nucléaire sont rassemblés pour examiner les actions internationales et nationales qui produiraient les innovations requises concernant les réacteurs nucléaires, les cycles du combustible ou les approches institutionnelles. En 2009, les membres de l'INPRO ont établi un plan d'action pour les deux prochaines années qui prévoit l'application d'un processus d'évaluation holistique sur l'ensemble du cycle de vie des filières nucléaires innovantes (aussi bien prévues qu'existantes), la poursuite des projets en collaboration sur la vision de l'INPRO en matière de développement de l'énergie nucléaire (par exemple évaluation comparative des impacts sur l'environnement et défis technologiques du refroidissement des cœurs de réacteurs à haute température), et l'utilisation de scénarios mondiaux et régionaux de progression de l'énergie nucléaire, pour mettre en lumière les interdépendances interrégionales dans la capacité et les ressources de l'industrie, notamment concernant l'uranium, et l'étude des options envisageables, notamment celle du thorium, pour un approvisionnement durable en combustible.

Comme le montre le présent ouvrage, il existe des ressources en uranium suffisantes pour permettre la poursuite de l'utilisation de l'énergie nucléaire et une croissance significative de la puissance nucléaire installée pour la production d'électricité et d'autres usages à long terme. Si l'on considère que les besoins en uranium s'élevaient à 59 065 t d'U en 2008, les ressources identifiées<sup>8</sup> sont suffisantes pour plus de 100 ans. Si l'on se base sur les estimations du rythme actuel de consommation d'uranium dans les réacteurs de puissance<sup>9</sup>, la base des ressources identifiées serait suffisante pour alimenter les réacteurs pendant 115 ans. L'exploitation de l'ensemble de la base des ressources conventionnelles<sup>10</sup> porterait l'échéance à plus de 300 ans, encore que cela nécessiterait d'importantes activités de prospection et de mise en valeur pour que ces ressources puissent être classées dans des catégories plus assurées. La base des ressources en uranium décrite dans le présent document est également plus que suffisante pour répondre à la croissance projetée des besoins jusqu'en 2035. La satisfaction des besoins correspondant à l'hypothèse de croissance faible à l'horizon 2035 consommerait environ 40 % des ressources identifiées disponibles pour un coût inférieur à 130 USD/kgU (34 % des ressources identifiées disponibles pour un coût inférieur à 260 USD/kgU). La satisfaction des besoins correspondant à une croissance forte jusqu'en 2035 consommerait un peu moins de 50 % des ressources identifiées disponibles pour un coût inférieur à 130 USD/kgU (43 % des ressources identifiées disponibles pour un coût inférieur à 260 USD/kgU). Par ailleurs, étant donné le niveau d'avancement et la couverture géographique limités de la prospection de l'uranium au plan mondial, il existe des possibilités considérables de découvrir de nouvelles ressources présentant un intérêt économique. Comme les dernières années l'ont clairement démontré, si les signaux du marché sont appropriés, de nouvelles ressources d'uranium peuvent être aisément identifiées.

- 
8. Les ressources identifiées comprennent toutes les tranches de coût des RRA et des ressources présumées soit un total d'environ 6 306 300 t d'U (tableau 2).
  9. La consommation d'uranium par TWh est tirée de *Trends in the Nuclear Fuel Cycle* (Évolution du cycle du combustible nucléaire), OCDE/AEN (2001), Paris [12]. Ces chiffres ont été utilisés pour déterminer la quantité d'électricité susceptible d'être produite pour les niveaux donnés de ressources en uranium. On a alors déterminé le nombre d'années de production en prenant en compte le taux de production en 2008 (2 611 TWh nets, tableau 26) et en arrondissant aux 5 ans les plus proches.
  10. L'ensemble des ressources classiques comprend toutes les tranches de coût des RRA, des ressources présumées, pronostiquées et spéculatives, soit un total d'environ 16 706 300 t d'U (tableaux 2 et 11). Ce total ne comprend pas les sources secondaires ou les ressources non classiques, par exemple l'uranium extrait des phosphates.

Comme il est noté dans le chapitre sur l'offre d'uranium, il existe également d'importantes ressources non classiques, notamment l'uranium renfermé dans des phosphates naturels, qui pourraient être utilisées pour prolonger notablement la durée pendant laquelle l'énergie nucléaire serait en mesure de répondre à la demande d'énergie à l'aide des technologies actuelles. Cependant il faudra consacrer beaucoup d'efforts et d'investissements pour mieux définir l'importance de cette source d'uranium potentiellement considérable.

L'utilisation de technologies avancées des réacteurs et du cycle du combustible permettrait aussi d'accroître considérablement les approvisionnements mondiaux en énergie à long terme. Le passage à des réacteurs utilisant des technologies avancées et au recyclage du combustible pourrait augmenter la disponibilité à long terme de l'énergie nucléaire, la portant de centaines à des milliers d'années. De plus, le thorium, qui est plus abondant que l'uranium dans la croûte terrestre, constitue aussi une source potentielle de combustible nucléaire, si l'on réussit à mettre au point et à introduire d'autres cycles du combustible. Les réacteurs à combustible au thorium ont fait leurs preuves et ont été exploités au plan industriel dans le passé.

Ainsi, il existe des ressources suffisantes en combustibles nucléaires pour répondre à la demande d'énergie aux niveaux actuels et futurs pendant bon nombre d'années à l'avenir. Cependant, pour que ces perspectives puissent se concrétiser pleinement, il faudra d'importants efforts de prospection et de recherche ainsi que des investissements considérables, tant pour aménager en temps voulu de nouveaux projets miniers, que pour faciliter l'introduction de technologies prometteuses.

## RÉFÉRENCES

- [1] AIEA, Système de documentation sur les réacteurs de puissance, *World Energy Availability Factors by Year* (taux mondiaux de disponibilité en énergie par année), <http://iaea.org/programmes/a2>.
- [2] Agence d'approvisionnement d'Euratom (2009), *Annual Report 2008* (rapport annuel 2008), CCE, Luxembourg.
- [3] *Nucleonics Week*, 26 novembre 2009.
- [4] AEN (2009), *Données sur l'énergie nucléaire*, OCDE, Paris.
- [5] AIE (2009), *World Energy Outlook: 2009* (Perspectives mondiales de l'énergie : 2009), OCDE, Paris, France.
- [6] AEN (2008), *Perspectives de l'énergie nucléaire*, OCDE, Paris.
- [7] United States Department of Energy (2008), *Excess Uranium Inventory Management Plan*, 16 December 2008, [www.nuclear.energy.gov/pdfFiles/inventory\\_plan\\_unclassified.pdf](http://www.nuclear.energy.gov/pdfFiles/inventory_plan_unclassified.pdf).
- [8] AEN (2007), *Gestion des matières fissiles et fertiles recyclables*, OCDE, Paris, France.
- [9] AEN (2006), *Ressources, production et demande d'uranium : un bilan de quarante ans*, OCDE, Paris, France.
- [10] AIEA (2001), *Analysis of Uranium Supply to 2050* (Analyse de l'offre d'uranium jusqu'en 2050), IAEA-SM-362/2, Vienne, Autriche.
- [11] Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (2007), Rapport du Groupe de travail III, « Conséquences, adaptation et vulnérabilité », [www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-spm.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-spm.pdf).
- [12] AEN (2001), *Le cycle du combustible nucléaire : aspects économiques, environnementaux et sociaux*, OCDE, Paris, France.



### **III. URANIUM : CONTRIBUTIONS NATIONALES CONCERNANT LA PROSPECTION, LES RESSOURCES, LA PRODUCTION, LA DEMANDE ET L'ENVIRONNEMENT**

#### **INTRODUCTION**

On trouvera dans la Partie III du présent rapport les contributions nationales sur la prospection, les ressources et la production de l'uranium. Elles ont été fournies par les organismes gouvernementaux (annexe 2) chargés du contrôle des matières premières nucléaires dans leurs pays respectifs, et les détails fournis sont de la responsabilité des divers organismes en question. Dans les pays où des sociétés commerciales procèdent à la prospection, à l'extraction et à la production d'uranium, les données sont d'abord soumises par ces sociétés au gouvernement du pays où elles opèrent et peuvent ensuite être transmises à l'AEN ou à l'AIEA, à la discrétion du gouvernement concerné. Parfois, en l'absence de contribution nationale officielle, le Secrétariat a jugé utile, dans l'intérêt du lecteur, de rédiger des observations complémentaires ou d'établir des estimations afin de compléter le Livre rouge. En pareils cas, il est clairement indiqué qu'il s'agit d'estimations du Secrétariat.

L'AEN et l'AIEA n'ignorent pas que des travaux de prospection sont actuellement en cours dans certains pays qui ne sont pas couverts par le présent rapport. Elles savent aussi que des ressources en uranium ont été découvertes dans certains d'entre eux. Elles ne considèrent pas cependant que l'ensemble de ces ressources soit de nature à modifier sensiblement les conclusions du rapport. Néanmoins, les deux Agences invitent les gouvernements de ces pays à fournir une réponse officielle au questionnaire devant servir à la préparation de la prochaine édition du Livre rouge.

Enfin, il convient de noter que les frontières nationales figurant sur les cartes annexées aux contributions nationales n'ont qu'une valeur indicative et ne représentent pas nécessairement les frontières nationales reconnues par les pays membres de l'OCDE et les États membres de l'AIEA.

Des informations supplémentaires concernant les gisements d'uranium dans le monde sont disponibles dans la base de données en ligne de l'AIEA *World Distribution of Uranium Deposits* – UDEPO ([www.nfcis.iaea.org/](http://www.nfcis.iaea.org/)). Des extraits de cette base de données ont été publiés sous la référence *World Distribution of Uranium Deposits (UDEPO) with Uranium Deposit Classification, 2009 Edition* (IAEA-TECDOC-1629). L'UDEPO présente des données sur les gisements comme l'emplacement, les ordres de grandeurs du tonnage et de la teneur moyenne en uranium, le type géologique, la situation actuelle, les exploitants (le cas échéant) ainsi que d'autres détails techniques et géologiques. Le document de l'AIEA est publié avec le CD-ROM de la base de données dans la version de fin 2008. Il peut être commandé à l'adresse suivante :

#### **AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE**

Unité de la vente des publications et de la publicité, Division des publications

B.P. 100, Wagramerstrasse 5, A-1400 Vienne, Autriche

Téléphone : (43) 1-2600-22529 (ou 22530)

Télécopie : (43) 1-26007-29302

Courrier électronique : [sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org)

Site Web : [www-pub.iaea.org/MTCD/publications/publications.asp](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/publications.asp)

Trente-cinq pays membres ont répondu au questionnaire et le Secrétariat a lui-même rédigé cinq rapports. La section suivante réunit donc 40 rapports nationaux. La présente édition reprend le format révisé utilisé pour la première fois en 2005, qui place les tableaux de données à la fin de chaque rapport national.

## • Afrique du Sud •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Un bref historique de la prospection de l'uranium est présenté dans l'édition de 2007 du Livre rouge.

L'envolée des prix a suscité un regain d'intérêt pour la prospection et la production d'uranium en Afrique du Sud en 2007 et 2008. Les paramètres fondamentaux du marché mondial des métaux, qui n'ont jamais été aussi favorables depuis plus de vingt ans, rendent les perspectives de valorisation de l'uranium plus réalistes.

Les possibilités de récupération de l'uranium à partir de ressources non classiques telles que les phosphates de la côte ouest de l'Afrique du Sud et les combustibles fossiles du bassin de Springbok Flats semblent aussi plus intéressantes à la lumière de la hausse récente du prix de l'uranium.

#### Activités de prospection de l'uranium récentes ou en cours

En Afrique du Sud, le lancement par le gouvernement du programme de valorisation de l'uranium, les paramètres fondamentaux encourageants de la demande et de l'offre et l'attitude beaucoup plus positive vis-à-vis de l'électricité nucléaire favorisent l'envolée des prix de l'uranium qui, à son tour, stimule l'investissement dans des projets nouveaux et existants.

Huit entreprises au moins mènent des activités de prospection, de mise en valeur ou d'exploitation de gisements d'uranium, dont certaines ont été lancées au cours des deux dernières années.

La société canadienne First Uranium Corporation comprend deux entités chargées de l'exploitation : Ezulwini Mining Company Proprietary Limited (Ezulwini) et Mine Waste Solutions Proprietary Limited (MWS). Des droits de prospection ont été octroyés à Ezulwini en janvier 2008 et des forages carottés ont commencé dans le cadre du programme de prospection révisé. Le plan initial prévoyait 18 forages de surface sur une aire de 400 mètres sur 400 mètres. Ce programme a été modifié et 10 forages de surface ont été effectués sur une aire de 300 mètres sur 300 mètres, d'une profondeur de 2 000 mètres chacun. Sur les 10 forages de surface, 4 ont été effectués au coût de 30 millions ZAR. Les dépenses d'infrastructures nécessaires pour compléter les 10 sondages, qui doivent encore être approuvées, sont estimées à 64 millions ZAR environ. Les forages souterrains ont été reportés à une date ultérieure.

L'intense activité de prospection en cours dans la zone uranifère du Karoo devrait conduire à une révision à la hausse des ressources classiques identifiées.

UraMin Inc. a identifié plusieurs zones d'intérêt dans le bassin carbonifère de Springbok Flats sur 22 concessions de prospection, en se concentrant sur les blocs Leffi et Mocha. Les ressources sont estimées, pour l'ensemble du bassin de Springbok Flats, à 77 072 tonnes d'U avec des teneurs de 0.06-0.1 % d'U. La principale difficulté d'exploitation est de trouver un procédé d'extraction qui n'ait pas d'impacts négatifs sur l'environnement (eaux souterraines et atmosphère).

UraMin Inc. conduit également un programme de forages dans les plus grands gisements gréseux du Ryst Kuil Channel, au sud-est de Beaufort West, et à Sutherland, au Karoo dans le Cap-du-Nord, dans

34 zones d'intérêt. Une minéralisation représentant au total près de 27 millions de livres d' $U_3O_8$  (10 385 tonnes d'U) a été identifiée sur les sites de Sutherland et dans les zones avoisinantes.

Peu d'activités, voire aucune, ont été menées dans les autres zones uranifères : systèmes superficiels fluviaux, lacustres et pédogènes dans les provinces du Cap-du-Nord et du Cap-occidental, granites de Concordia dans le Namaqualand près de Springbok, Natal Group dans le Kwazulu – Natal au nord de Shepstone et Mozaan Group dans la partie nord du Kwazulu – Natal, même si toutes ces régions sont susceptibles de renfermer des gisements dont l'exploitation pourrait se révéler rentable.

## RESSOURCES EN URANIUM

### Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et présumées)

Le bassin du Witwatersrand contient la majeure partie (environ 73 %) des ressources classiques identifiées *in situ* récupérables à un coût inférieur à 80 USD/kg U en Afrique du Sud. D'importantes activités de prospection ont été menées sur ce site qui est actuellement la seule source de production d'uranium du pays. Moins de 10 % de l'ensemble des ressources classiques en uranium identifiées récupérables à des coûts inférieurs à 40 USD/kg U et 13 % des ressources classiques identifiées récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg U sont associées à l'unique installation de récupération d'uranium du pays.

Une grande partie de ces ressources en uranium sont associées aux ressources aurifères à l'intérieur du Supergroupe du Witwatersrand. Toutefois, comme la mine de Vaal River Operations est la seule qui possède un circuit de récupération de l'uranium, de grandes quantités d'uranium sont rejetées dans les bassins de retenue des résidus. La récupération de ces ressources en uranium dépendra, dans une large mesure, du degré de dilution dans les résidus non uranifères et de l'utilisation éventuelle de ces résidus pour le remblayage des zones exploitées.

Les chiffres concernant les ressources en uranium de l'Afrique du Sud sont fortement influencés par le taux de change ZAR-USD, l'exploitation des mines, les technologies et procédés d'extraction ainsi que les prix de l'uranium et de l'or. L'uranium récupéré représente en général moins de 10 % de l'ensemble des recettes tirées du minerai extrait.

Le bassin carbonifère de Springbok Flats contient les plus vastes ressources classiques identifiées, mais l'exploitation de ces ressources est limitée faute de procédé métallurgique adapté pour extraire l'uranium du massif houiller qui les renferment. Harmony Gold a étudié les possibilités de récupération de l'uranium de 11 bassins de résidus au sud-ouest de Johannesburg dans les Provinces du Gauteng et du Free State. La décharge de Cooke près de Dooornkop pourrait contenir 9 464 tonnes d'U, et de l'or.

Gold Fields étudie aussi les possibilités de récupérer l'uranium présent dans les bassins de résidus et dans un conglomérat à galets de quartz à la mine Beatrix dans le Central Rand Group près de Welkom. Ce conglomérat contient 30 millions de tonnes de minerai dans lesquelles les ressources identifiées représentent 24 600 tonnes d'U et 75 tonnes d'Au.

Western Uranium Limited a engagé une étude de faisabilité à la mine Henkries près de Pofadder, gisement superficiel pédogène formé de calcrètes contenant de la carnotite, où les ressources identifiées avoisinent 1 126 tonnes d'U, à des teneurs toutefois inférieures à 90 ppm d' $U_3O_8$  (0.0076 % d'U).

En mars 2008, First Uranium a publié un rapport technique révisé sur le projet de réaménagement des bassins de résidus de Mine Waste Solutions (MWS), qui comprend des estimations des ressources actualisées.

### **Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et spéculatives)**

Aucun changement n'a été signalé par rapport aux chiffres publiés dans l'édition de 2007 du Livre rouge.

### **Ressources non classiques et autres produits**

Un champ de phosphates contenant de l'uranium a été identifié au large de la côte occidentale de l'Afrique du Sud. Les teneurs en uranium ne devraient pas excéder 430 ppm d'U (0.043 % d'U) et l'extraction d'uranium de phosphates offshore dans des formations similaires s'est révélée irréaliste.

## **PRODUCTION D'URANIUM**

### **Historique**

Un bref historique est présenté dans l'édition de 2007 du Livre rouge.

La production d'uranium de l'Afrique du Sud s'élevait à 1 400 tonnes d' $U_3O_8$  (1 185 tonnes d'U) en 2007, soit 3.7 % de moins qu'en 2006. En 2008, la production totale représentait 1 700 tonnes d' $U_3O_8$  (1 440 tonnes d'U). La production d'uranium de l'Afrique du Sud devrait augmenter pour dépasser les 5 000 tonnes d' $U_3O_8$  (4 240 tonnes d'U) dans les 10 prochaines années à la faveur principalement des projets du bassin du Witwatersrand et de la province uranifère du Karoo.

L'Afrique du Sud prévoit de construire entre quatre et six nouveaux réacteurs nucléaires d'ici à 2030 et, pour assurer les approvisionnements en combustible nucléaire nécessaires pour répondre aux besoins croissants d'électricité du pays, les exploitants des mines d'or étudient actuellement comment valoriser les résidus des anciennes mines d'or pour en extraire de l'uranium et stimuler l'investissement dans l'agrandissement des installations, la création de capacités, les nouveaux projets et la prospection.

Le boom de l'uranium profite à un nombre croissant d'entreprises minières avec l'entrée en scène de nouveaux acteurs tels que First Uranium Corporation (Simmer & Jack Mines Ltd.), SRX Uranium One, UraMin Inc., Western Uranium Ltd., Harmony Gold, et Witwatersrand Consolidated Gold Resources (Wits Gold) qui investissent dans des programmes de prospection, la production et le marketing.

Le fait qu'en Afrique du Sud, de nombreux centres de production d'uranium exploitent l'uranium en conjonction avec l'or revêt une grande importance. Seul l'or est traité dans les installations métallurgiques et tous les coûts peuvent lui être attribués. Bien qu'il passe dans les installations de traitement, l'uranium n'est pas récupéré et les résidus sont stockés en surface dans des bassins de décantation.

### **Capacité de production et activités de développement minier**

AngloGold Ashanti, le plus grand producteur d'or et d'uranium (comme sous-produit), a accru sa production depuis 2007 et acquis d'autres actifs liés à l'uranium. La production totale d'uranium s'est

élevée à 1.38 million de livres d' $U_3O_8$  (530 tonnes d'U) en 2007 et 1.5 million de livres d' $U_3O_8$  (575 tonnes d'U) en 2008. AngloGold Ashanti prévoit d'accroître sa production annuelle en 2009 et 2010 en portant la capacité de son installation de traitement de l'uranium à 400 kt/mois en 2010.

First Uranium Corporation (Simmer & Jack) s'emploie à mettre en valeur ses mines d'uranium et d'or en Afrique du Sud en rouvrant des chantiers souterrains dans la mine d'Ezulwini et en développant les activités de récupération dans les bassins de résidus de Mine Waste Solutions.

La société prévoit de porter la production annuelle de la mine d'uranium et d'or d'Ezulwini à 130 kt de minerai en 2009 et 180 kt en 2012 grâce à l'exploitation des Upper et Middle Elsburg reefs. L'installation de traitement de l'uranium de la mine d'Ezulwini devrait permettre de récupérer de l'ADU (diuranate d'ammonium ou yellowcake) début 2009. La récupération d'uranium dans les deux premiers modules de l'installation de traitement de l'uranium de 63 millions USD (et le second module de l'installation de traitement de l'or) de Mine Waste Solutions (MWS) est prévue à partir de 2009. En mai 2009, la production d'uranium a commencé avec la mise en service du nouveau module de traitement de l'uranium. La production moyenne annuelle prévue pour les 16 années que devrait durer ce projet est estimée à 349 tonnes d'U et 3 636 kg d'or.

Buffelsfontein Gold Mines Limited (BGM) a construit une installation de traitement à la mine d'Ezulwini dans le Central Rand Group au sud-ouest de Johannesburg. La production a débuté en octobre 2007 et le taux de production annuel devrait atteindre 336 tonnes d'U entre 2008 et 2024.

En juin 2007, SRX Uranium One a ouvert la mine de Dominion Reefs, à l'ouest de Klerksdorp, principalement dédiée à l'uranium, après avoir mené de nombreux travaux de prospection et études de faisabilité. L'exploration et le développement miniers se poursuivent ; la profondeur maximum de cette mine sera de 500 mètres et sa durée de vie de 30 ans. La capacité nominale annuelle de l'installation de traitement est de 1 460 tonnes d'U et devrait augmenter pour atteindre 1 730 tonnes d'U en 2011. Les premières quantités d'ADU (diuranate d'ammonium) ont été produites en mai 2007. Dominion a produit 491 000 livres d' $U_3O_8$  (189 tonnes d'U) et 501 000 livres d' $U_3O_8$  (193 tonnes d'U) respectivement en 2007 et 2008.

UraMin Inc. mène actuellement une étude de faisabilité en Afrique du Sud sur le site uranifère de Ryst Kuil qu'il détient à 74 %. UraMin compte exploiter ces projets d'exploitation à ciel ouvert à faible profondeur, en recourant aux méthodes d'extraction et de traitement couramment utilisées dans des gisements analogues un peu partout dans le monde. La mine de Ryst Kuil Channel, au sud-est de Beaufort West, est prête à ouvrir suite aux importantes recherches menées dans la province uranifère du Karoo (avec récupération de molybdène comme sous-produit).

La production d'oxyde d'uranium de l'Afrique du Sud est entièrement traitée et exportée par la Nuclear Fuels Corporation (NUFCOR). La NUFCOR possède deux installations de traitement capables de produire quelque 4 000 t d' $U_3O_8$  (3 390 tonnes d'U). L'installation commandée par SRX Uranium One, d'une capacité nominale de 1 460 tonnes d'U par an, devrait marcher à plein régime en 2010.

S'agissant des procédés d'extraction de l'uranium utilisés en Afrique du Sud, l'utilisation de systèmes combinés d'ES/EI (Eluex ou Bufflex) et l'introduction de l'échange d'ions en continu à contre courant (CCIX) ont été signalés par le passé. Les colonnes d'extraction ont trouvé une application directe dans le secteur de l'uranium au vu de la cinétique d'extraction rapide. Avec la remise à l'honneur du traitement de l'uranium, les recherches sont réorientées vers le traitement par résine en pulpe (RIP) afin de faire baisser les coûts d'investissement et d'exploitation.

Mine waste solutions (MWS) et Ezulwini représentent deux types d'exploitation. Bien que la conception des installations de traitement de chaque projet suive grosso modo les mêmes principes,

chacune a été adaptée pour répondre aux besoins spécifiques de la production en termes de matières et de volumes à traiter et de teneur du minerai. Les deux installations recourent à des techniques de lixiviation à l'air libre à l'acide sulfurique à 60-80 degrés. La solution d'uranium est traitée par échange d'ions/extraction par solvants (EI/ES) pour améliorer la teneur de la solution. On ajoute ensuite de l'ammonium pour convertir la solution en ADU solide.

Sur le site de récupération de MWS, les matières des bassins de décantation des résidus sont soumises à un traitement d'extraction hydraulique et les boues sont pompées de la station de mise en valeur jusqu'aux installations de récupération de l'uranium et de l'or. L'installation existante de récupération de l'or a une capacité de 633 000 t/mois, mais elle ne permet pas de récupérer l'uranium. Ses rejets sont stockés dans des bassins de décantation pour traitement et récupération ultérieurs. Sont actuellement en construction, pour mise en service en 2010, un nouveau module pour le traitement de l'or et 2 modules pour la récupération de l'uranium, possédant chacun leur propre station de mise en valeur, d'une capacité nominale de 650 000 t/mois. Les flux cumulés issus de ces stations, représentant au total 1 283 000 t/mois, sont acheminés vers les installations où 10 % seront traités dans les circuits de récupération de l'uranium, d'où une capacité de traitement de 128 300 t/mois. Il est prévu de construire, dans une seconde phase, un autre module de traitement de l'or et de l'uranium pour mise en service en 2010. La capacité de l'installation sera ainsi portée de 128 300 t/mois à 193 300 t/mois.

Ezulwini Mining Company a mis en service son installation de récupération de l'uranium dont la production a commencé en 2009. La capacité prévue est de 200 000 t/mois. First Uranium a passé un contrat commercial avec la NUFCOR pour la fourniture de services de calcination. Dans le cadre de cet accord, NUFCOR a remis à niveau un flux de calcination inutilisé pour le seul usage de First Uranium et Mintails.

### **Structure du capital dans l'industrie de l'uranium**

AngloGold Ashanti est principalement cotée à la JSE (Bourse de Johannesburg). Elle est également cotée en bourse à New York, Londres, en Australie et au Ghana ainsi que sur Euronext Paris et Euronext Bruxelles. En Afrique du Sud, AngloGold Ashanti exploite sept mines souterraines détenues à 100 %, situées dans deux zones géographiques du bassin du Witwatersrand. Les plus importantes sont les mines d'or de Vaal dont l'uranium est un sous-produit.

First Uranium Corporation (Simmer & Jack), Ezulwini et Mine Waste Solutions (MWS) sont des filiales à 100 % de First Uranium Corporation.

Uranium One Inc. est une société de production d'uranium canadienne dont la cotation principale se fait à la Bourse de Toronto et la cotation secondaire à la JSE.

UraMin Inc. a été vendue en 2007 à AREVA pour 2,5 milliards USD. AREVA est une société française dont l'actionnaire majoritaire est l'État et qui intègre toutes les activités de la chaîne du nucléaire y compris l'uranium.

Western Uranium Limited est une filiale de Brinkley Mining Plc dont les activités principales sont l'extraction et la prospection de l'uranium en Australie.

Harmony Gold a sa cotation principale à la JSE. Ses actions ordinaires sont également cotées en bourse à Londres, Paris et Berlin et sous forme de certificats de dépôt américains à la bourse de New York et au Nasdaq et de certificats de dépôt internationaux à la Bourse de Bruxelles.

Gold Fields est cotée à la JSE Limited (cotation principale), à la Bourse de New York et à la Bourse internationale de Dubaï, sur Euronext à Bruxelles et à la Bourse suisse.

Witwatersrand Consolidated Gold Resources (Wits Gold Limited) est cotée dans les principaux compartiments de la JSE et de la Bourse de Toronto. Cette société mène des activités de prospection de l'or et possède d'importantes ressources minérales dans le bassin du Witwatersrand en Afrique du Sud.

NUFCOR est une filiale à 100 % d'AngloGold Ashanti Limited.

L'État ne participe à aucune activité de production d'uranium et /ou d'enrichissement.

### **Emploi dans le secteur de l'uranium**

Le secteur de l'uranium emploie 4 980 personnes en Afrique du Sud, réparties comme suit : AngloGold Ashanti, 100 ; NUFCOR, 55 ; First Uranium Corporation, 3 000 (ce chiffre devrait être porté à 5 500 lorsque les deux projets seront pleinement opérationnels) ; Uranium One Inc., 250 ; UraMin Inc., 125 ; Western Uranium Limited, 200 ; Harmony Gold, 750 et Witwatersrand Consolidated Gold Resources, 500.

### **Centres de production futurs**

À la fin de l'année 2009, avec la mise en production des projets de First Uranium, Ezulwini, Ryst Kuil Channel et Buffelsfontein, la production devrait doubler pour atteindre 2 800 tonnes d' $U_3O_8$  (2 375 tonnes d'U).

D'ici à cinq ans (en 2014), compte tenu du projet PBMR lancé par la compagnie d'électricité sud-africaine (Eskom) et en supposant que tous les projets miniers prévus dans les années à venir contribuent comme prévu à la production, que les fondamentaux de la demande et de l'offre restent favorables pendant la période des prévisions et que les réformes de la réglementation n'affectent pas la production en Afrique du Sud, la production du pays pourrait dépasser les 5 000 tonnes d' $U_3O_8$  (4 240 tonnes d'U).

**Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (en janvier 2009)**

|   | Centre n° 1                              | Centre n° 2  | Centre n° 3                                       | Centre n° 4  | Centre n° 5       | Centre n° 6       | Centre n° 7 |
|---|--|--|---|--|-------------------|-------------------|-------------|
| Nom du centre de production                     | AngloGold Ashanti. Vaal River Operations | First Uranium Ezulwini mining  | First Uranium Buffelsfontein                      | SXR Uranium One  | Uramin Inc        | Uramin Inc.       | Uramin Inc. |
| Type de centre de production                    | Existant                                 | Existant   | Existant  | Existant   | Prévu             | Prévu             | Prévu       |
| Date de mise en service                         | 1977                                     | 2009   | 2005  | 2007   | n.d.              | n.d.              | n.d.        |
| Source de minerai :                             |  |  |   |  |                   |                   |             |
| • Nom du gisement                               | Vaal Reef                                | Ezulwini mining  | Wits; BGM   | Dominion Reef  | Ryst Kuil Channel | Springbok Flats   | Sutherland  |
| • Type de gisement                              | Conglomérats à galets de quartz          | Conglomérats à galets de quartz  | Conglomérats à galets de quartz                   | Conglomérats à galets de quartz                                    | Gréseux           | Gréseux           | Gréseux     |
| • Réserves (tonnes d'U)                         | 70 146 tonnes d'U                        | RRA : 29 500 TU <sub>3</sub> O <sub>8</sub>                                | RRA : 27 721 Mt                                   | RRA : 295 000 TU <sub>3</sub> O <sub>8</sub>                       | 6 790 tonnes d'U  | 77 072 tonnes d'U |             |
| • Teneur (% d'U)                                | Non disponible                           | RP : 83 000 TU <sub>3</sub> O <sub>8</sub><br>RRA : 0,081 %<br>RP : 0,038% | RP : 14 326 Mt<br>RRA : 0,287/kg/t<br>RP : 14 326 | RP : 83 000 TU <sub>3</sub> O <sub>8</sub><br>0,10%<br>RP : 0,038% | 0,10%             | 0,10%             |             |
| Exploitation minière :                          |  |  |   |  |                   |                   |             |
| • Type (MCO/MS/ISL)                             | MS                                       | MS   | MS  | MS   | MCO               | MCO               | MCO         |
| • Tonnage (t de minerai/jour)                   | Variable                                 | 100 000 tpm<br>(3 333 tpm)   | 2700 t/j  |  |                   |                   |             |
| • Taux moyen de récupération (%)                |  | 78%  |   |  |                   |                   |             |
| Installation de traitement (acide/alcalin) :    |  |  |   |  |                   |                   |             |
| • Acide/alcalin                                 | acide                                    | acide  | acide   | acide  |                   |                   |             |
| • Type (EI/ES)                                  | ES                                       | EI/ES  | ES  | ES   | ES                | ES                | ES          |
| • Tonnage (t de minerai/jour) Pour l'ISL        |  | 3 333  |   |  |                   |                   |             |
| • Taux moyen de récupération (%)                |  |  |   |  |                   |                   |             |
| Capacité nominale de production (tonnes d'U/an) | 3 400                                    | n.d.   | n.d.  | 1 460  | 1 136             | n.d.              | n.d.        |
| Projets d'agrandissement                        | Oui                                      | Non  | Oui   | Oui  | Oui               | Oui               | Oui         |
| Autres remarques                                | Aucune                                   | Aucune   | Aucune  | Aucune   | Aucune            | Aucune            | Aucune      |

n.d. Non disponible.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (en janvier 2009) (suite)

|   | Centre n° 8                     | Centre n° 9      | Centre n° 10                              | Centre n° 11                    | Centre n° 12                                    | Centre n° 13                             |
|---|---------------------------------|------------------|---|---------------------------------|---|--|
| Nom du centre de production                     | Western Uranium                 | Western Uranium  | Harmony Gold                              | Harmony Gold                    | Wits Gold Uranium                               | First Uranium Mine Waste Solutions (MWS) |
| Type de centre de production                    | Prévu                           | Prévu            | Prévu                                     | Prévu                           | Prévu   | Prévu                                    |
| Date de mise en service                         | n.d.                            | n.d.             | n.d.                                      | n.d.                            | n.d.  | n.d.                                     |
| Source de minerai :                             |                                 |                  |   |                                 |   |  |
| • Nom du gisement                               | Waterval Rietkuil               | Henkries         | Cooke Dump                                | Mine Beatrix                    | Potchesfstrom, Klerksdorp & Southern Free State | Surface                                  |
| • Type de gisement                              | Conglomérats à galets de quartz | Superficiel      | Bassins de boues résiduelles et décharges | Conglomérats à galets de quartz | Conglomérats à galets de quartz                 | Bassins de résidus                       |
| • Réserves (tonnes d'U)                         | 50 590 tonnes d'U               | 1 420 tonnes d'U | 9 464 tonnes d'U                          | 24 600 tonnes d'U               | 266,5 Mt U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>          |  |
| • Teneur (% d'U)                                | 0.09%                           |                  | à 0.09 g/t                                |                                 |   |  |
| Exploitation minière :                          |                                 |                  |   |                                 |   |  |
| • Type (MCO/MS/ISL)                             | MS                              | MCO              | n.d.                                      | MS                              | MS  | 4 276 n.d.                               |
| • Tonnage (t de minerai/jour)                   |                                 |                  |   |                                 |   |  |
| • Taux moyen de récupération (%)                |                                 |                  |   |                                 |   |  |
| Installation de traitement (acide/alkalin) :    |                                 |                  |   |                                 |   | acide                                    |
| • Acide/alkalin                                 |                                 |                  |   |                                 |   | EI/ES                                    |
| • Type (EI/ES)                                  | ES                              | ES               | ES  | ES                              | ES  | 128 000 t/pj                             |
| • Tonnage (t de minerai/jour) Pour l'ISL        |                                 |                  |   |                                 |   | lixiviation à l'air                      |
| • Taux moyen de récupération (%)                |                                 |                  |   |                                 |   | n.d.                                     |
| Capacité nominale de production (tonnes d'U/an) | n.d.                            | n.d.             | n.d.                                      | n.d.                            | n.d.  | n.d.                                     |
| Projets d'agrandissement                        | Oui                             | Oui              | Oui                                       | Oui                             | Oui   | Oui                                      |
| Autres remarques                                | Aucune                          | Aucune           | Aucune                                    | Aucune                          | Aucune  | Aucune                                   |

n.d. Non disponible.

## **Sources secondaires d'uranium**

### ***Production et utilisation de combustibles à mélange d'oxydes***

L'Afrique du Sud n'a jamais produit ni utilisé de combustibles à mélange d'oxydes.

### ***Production et utilisation de résidus réenrichis***

L'Afrique du Sud n'a pas d'usine d'enrichissement de l'uranium. La seule installation qu'elle possédait à Pelindaba a été mise hors service et démantelée entre 1997 et 1998.

### ***Production et utilisation d'uranium de retraitement***

Il n'a pas été produit ni utilisé d'uranium retraité en Afrique du Sud.

En 2007, le gouvernement de l'Afrique du Sud a déclaré l'uranium « minerai stratégique » et lancé un programme de valorisation de l'uranium en vue d'assurer les approvisionnements en combustibles nucléaires nécessaires pour répondre aux besoins croissants d'électricité du pays.

## **ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS**

En Afrique du Sud, certaines zones d'exploitation minière présentent une contamination radioactive, en particulier les sites d'usines d'uranium existantes ou abandonnées. L'autorité de sûreté nationale est chargée de mettre en œuvre la législation nucléaire applicable à ces activités et les normes en vigueur sont conformes à celles adoptées au plan international. L'Afrique du Sud applique une législation rigoureuse en matière d'environnement, qui garantit que ces zones sont convenablement réaménagées après leur fermeture.

Les problèmes d'environnement liés à l'exploitation des mines d'or et d'uranium dans le bassin du Witwatersrand sont la pollution par les poussières, la contamination des eaux superficielles et souterraines, ainsi que la radioactivité résiduelle. La ferraille provenant des installations démantelées ne peut être vendue qu'après décontamination à des niveaux de radioactivité acceptables au plan international.

Comme l'uranium n'est obtenu que sous forme de sous-produit en Afrique du Sud, il est impossible de déterminer sa part dans les coûts totaux des activités de protection de l'environnement. Toutefois, le secteur minier du pays consacre des ressources considérables au réaménagement de l'environnement à chaque étape du processus de production, de la prospection à l'extraction, puis à la fermeture des installations.

Pour obtenir des droits d'exploitation, les sociétés d'exploitation doivent, conformément à la procédure d'autorisation, établir et faire approuver un plan de gestion environnementale (EMP) et un plan social et pour l'emploi (SLP). Ezulwini a fait approuver une nouvelle licence d'exploitation et la demande MWS en est aux dernières étapes de la procédure. Le SLP approuvé d'Ezulwini prévoit des aides au profit d'un centre pour enfants souffrant de paralysie cérébrale (Korekile Home for Cerebral Palsy Children), d'un centre de soins à domicile (Kamohelong Home Based Care), du projet Zamani et du Thabong Village.

Mine Waste Solution (MWS) a été très impliqué pendant de nombreuses années dans la vie de la communauté, dans le cadre de son ancienne licence d'exploitation. Les programmes actuels comprennent le financement de la crèche de Margaret Village et des aides aux écoles primaires et secondaires de Pinnacle. Avant la soumission des EMP respectifs, des études d'impact sur l'environnement ont été effectuées pour les deux projets. Les zones susceptibles d'être touchées ont été identifiées et des systèmes de gestion efficaces ont été mis en place dans ces zones.

A Ezulwini, compte tenu de la présence d'eaux d'origine extérieure dans les zones souterraines, des systèmes ont été mis en place pour séparer l'eau de l'aquifère dolomitique et les eaux de traitement souterraines pour assurer que celles-ci ne soient pas pompées à la surface. Dans la phase 1 du projet l'eau dolomitique est rejetée dans l'environnement, et dans la phase 2, l'eau devrait être traitée sur le site pour satisfaire aux normes de potabilité et distribuée aux habitants de la région.

L'une des retombées positive des activités de MWS est le retraitement des résidus de différentes sources et le stockage des matières résiduelles ne présentant pratiquement aucun danger en un seul site. Toutes les empreintes existantes seront donc effacées. De plus, l'enlèvement des résidus présents actuellement sur les sites permettra de remédier à la pollution des nappes dolomitiques situées sous les décharges.

## **BESOINS EN URANIUM**

L'Afrique du Sud n'a qu'une seule centrale électronucléaire, la centrale de Koeberg, équipée de deux réacteurs ; Koeberg I a été mis en service en 1984 et Koeberg II en 1985. Les deux réacteurs représentent conjointement une puissance installée de 1 840 MWe et nécessitent environ 292 tonnes d'U par an.

En 2007, la compagnie d'électricité sud-africaine (Eskom) a prévu d'accroître sa production totale d'électricité de 1.8 GWe à 80 GWe d'ici 2025, et d'augmenter la puissance nucléaire installée de 20 GWe qui seront produits en partie par un réacteur modulaire à lit de boulets (PBMR). Cependant, il a été annoncé en décembre 2008 que faute de financements suffisants, ces plans seraient retardés de plusieurs années.

Compte tenu des besoins croissants d'énergie de l'Afrique du Sud, l'uranium pourrait certainement renforcer les approvisionnements énergétiques du pays et promouvoir le développement durable. Bien que l'électricité d'origine nucléaire ne puisse pas remplacer les autres formes d'énergie, elle peut occuper une plus large place dans le paysage énergétique et le plan d'intégration énergétique de l'Afrique du Sud. L'utilisation accrue de l'énergie nucléaire devrait contribuer à la réalisation des engagements pris par les pouvoirs publics de diversifier les sources d'énergie et de renforcer la sécurité des approvisionnements.

### **Offre et stratégie d'approvisionnement**

L'Afrique du Sud ne possède pas à l'heure actuelle d'installations d'enrichissement et se procure son uranium sur le marché international. Nuclear Fuel Corporation (NUFCOR) traite et exporte tout l'oxyde d'uranium produit en Afrique du Sud, bien qu'aucune vente d'uranium d'origine locale n'ait été signalée en 2007 et 2008.

Selon PBMR (Pty) Ltd., l'uranium enrichi nécessaire aux réacteurs PBMR en cours de développement sera importé de Russie par le port de Durban puis transporté à Pelindaba dans la province du Nord-Ouest. L'uranium y sera transformé en sphères de combustible pour les réacteurs

puis acheminé par transport routier jusqu'à Koeberg au Cap-Occidental, où se trouve le site de construction du modèle PBMR de démonstration.

Le PBMR a suscité bien des controverses depuis qu'il est entré dans le domaine public. PBMR (Pty) Ltd. fait valoir cependant que le PBMR est une nouvelle génération de réacteurs plus sûrs et techniquement plus avancés, qui excluent pratiquement tout scénario de fusion comme dans la catastrophe de Tchernobyl en 1986. PBMR (Pty) Ltd. écarte également les craintes liées au transport ou aux risques d'accident, en indiquant que le transport de l'uranium par mer et par route a donné des résultats irréprochables depuis cinquante ans. Les normes les plus élevées sont appliquées pour assurer la sécurité du transport et au fil des ans, le PBMR gagne du terrain comme solution pérenne pour l'Afrique du Sud.

## **POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM**

Le *National Nuclear Regulator Act No. 47* et le *Nuclear Energy Act No. 46* de 1999 encadrent les politiques nationales de l'Afrique du Sud concernant la prospection et l'exploitation de l'uranium, le rôle de l'État, la participation étrangère et définissent les conditions applicables aux exportations d'uranium et au stockage du combustible usé.

La première de ces deux lois prévoit le remplacement d'Atomic Energy Corporation of South Africa Ltd, détenue par l'État, par South African Nuclear Energy Corporation Limited (NECSA) qui aura notamment pour mission de réglementer l'acquisition, la détention, l'importation et l'exportation de combustible nucléaire, et d'arrêter les dispositions relatives à l'évacuation des déchets radioactifs et au stockage des matières nucléaires irradiées.

La politique et la stratégie de l'Afrique du Sud en matière d'énergie nucléaire ont pour but d'assurer au pays 40 à 60 années d'approvisionnements en uranium. La stratégie établit un plan pour une capacité de production électrique de base (équivalente à celle de la centrale de Koeberg) et plusieurs centrales électronucléaires petites à moyennes (telles que le PBMR) en Afrique du Sud.

Les politiques du gouvernement sud-africain encouragent la valorisation locale des ressources minérales. Dans le cas de l'uranium, la valorisation (création de valeur ajoutée) implique des responsabilités et la prise en compte des questions de sécurité et de gestion de l'environnement, et doit se conformer aux obligations nationales et internationales du pays.

Les réacteurs nucléaires produisent des déchets très dangereux qui restent radioactifs pendant des dizaines de milliers d'années et doivent être stockés, c'est pourquoi les détracteurs du nucléaire estiment qu'ils présentent un risque trop élevé. Les partisans du nucléaire n'ont pas encore proposé de plans cohérents, ni apporté de réponses satisfaisantes aux questions de santé et de sécurité. Les risques liés au transport des matières dangereuses, les risques d'accident et les coûts élevés de construction et de lancement sont autant de facteurs qui freinent le développement de l'énergie nucléaire.

Les partisans de l'énergie nucléaire en Afrique du Sud disent qu'en dépit de tous ces risques, le pays doit s'engager plus résolument sur la voie du nucléaire. Selon eux, le PBMR serait la solution.

## STOCKS D'URANIUM

La compagnie d'électricité sud-africaine (Eskom) a relevé le niveau de ses stocks stratégiques pour atténuer le déséquilibre actuel entre l'offre et la demande. Ces informations revêtent toutefois un caractère confidentiel et ne peuvent être divulguées.

## PRIX DE L'URANIUM

Les prix de l'uranium sont confidentiels.

### Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national

| Dépenses en milliers de ZAR   | 2006    | 2007    | 2008 <sup>1</sup> | 2009 <sup>1</sup><br>(prévisions) |
|---|---------|---------|-------------------|-----------------------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection   | 158 750 | 7 000   | 30 000            | 64 000                            |
| Dépenses du secteur public pour la prospection  | néant   | néant   | néant             | néant                             |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                                | 2 772   | 99 000  | néant             | néant                             |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                               | néant   | néant   | néant             | néant                             |
| Total des dépenses  | 161 522 | 106 000 | 30 000            | 64 000                            |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                        | 91 621  | 21 269  | 8 000             | 12 000                            |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                          | 164     | 855     | n.d.              | n.d.                              |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                       | néant   | néant   | néant             | n.d.                              |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                         | néant   | néant   | néant             | n.d.                              |
| Forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation (mètres)   | n.d.    | 95 346  | n.d.              | n.d.                              |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation  | 56      | 243     | 4                 | 6                                 |
| Forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation (mètres)  | néant   | néant   | néant             | néant                             |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation | néant   | néant   | néant             | néant                             |
| Sous-total des sondages de prospection (mètres)                                       | 91 621  | 21 269  | 8 000             | 12 000                            |
| Sous-total du nombre de sondages de prospection                                       | 164     | 855     | n.d.              | n.d.                              |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)                | n.d.    | 95 364  | n.d.              | n.d.                              |
| Sous-total du nombre de forages pratiqués pour la mise en exploitation                | 56      | 243     | n.d.              | n.d.                              |
| Total des forages en mètres   | 91 621  | 116 615 | n.d.              | n.d.                              |
| Nombre total de trous forés   | 220     | 1 098   | n.d.              | n.d.                              |

1. Les chiffres de 2008 et 2009 concernent uniquement la société minière d'Esulwini.

### Dépenses de prospection et de mise en exploitation de l'uranium à l'étranger

| Dépenses en milliers de ZAR                             | 2006  | 2007  | 2008  | 2009 (prévisions) |
|---|-------|-------|-------|-------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection           | néant | néant | néant | néant             |
| Dépenses du secteur public pour la prospection          | néant | néant | néant | néant             |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation  | néant | néant | néant | néant             |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation | néant | néant | néant | néant             |
| Total des dépenses                                      | néant | néant | néant | néant             |

### Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production\* (tonnes d'U)

| Méthode de production      | <USD 40/<br>kg U | <USD 80/<br>kg U | <USD 130/<br>kg U | <USD 260/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 93 977           | 136 117          | 193 665           | 193 665           | N/A                            |
| Mine à ciel ouvert         | 1 643            | 22 543           | 24 938            | 24 938            | N/A                            |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                | 0                | 0                 | 0                 | N/A                            |
| Coproduit et sous-produit  | 0                | 0                | 0                 | 0                 | N/A                            |
| Non précisé                | 19 248           | 47 272           | 65 775            | 65 775            | N/A                            |
| Total                      | 114 868          | 205 932          | 284 378           | 284 378           | N/A                            |

\* Ressources *in situ*. Les données sur les RRA sont incomplètes et les totaux des deux tableaux ne correspondent pas.

### Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement (tonnes d'U)

| Type de gisement                  | <USD 40/kg U | <USD 80/kg U | <USD 130/kg U | <USD 260/kg U |
|-----------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Lié à des discordances            | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Lié à des grès                    | 1 643        | 22 543       | 24 938        | 24 938        |
| Complexes bréchiqes à hématite    | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Conglomérats à galets de quartz   | 88 135       | 126 380      | 163 632       | 163 632       |
| Filonien                          | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Intrusif                          | 1 351        | 1 351        | 1 351         | 1 351         |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Métasomatique                     | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Autres*                           | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Total                             | 91 129       | 150 274      | 189 921       | 189 921       |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus. Comprend aussi la catégorie « non précisé ».

**Ressources classiques présumées par méthode de production\*** (tonnes d'U)

| Méthode de production        | <USD 40/<br>kg U | <USD 80/<br>kg U | <USD 130/<br>kg U | <USD 260/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|------------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine             | 114 877          | 124 260          | 130 322           | 130 322           | N/A                            |
| Mine à ciel ouvert           | 2 974            | 7 376            | 7 894             | 7 894             | N/A                            |
| Lixiviation <i>in situ</i>   | 0                | 0                | 0                 | 0                 | N/A                            |
| Coproduit<br>et sous-produit | 0                | 0                | 0                 | 0                 | N/A                            |
| Non précisé                  | 1 906            | 5 676            | 12 495            | 12 495            | N/A                            |
| Total                        | 119 757          | 137 312          | 150 711           | 150 711           | N/A                            |

\* Ressources *in situ*. Les données sur les ressources présumées sont incomplètes et les totaux des deux tableaux ne correspondent pas.

**Ressources classiques présumées par type de gisement** (tonnes d'U)

| Type de gisement                     | <USD 40/kg U | <USD 80/kg U | <USD 130/kg U | <USD 260/kg U |
|--------------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Lié à des discordances               | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Lié à des grès                       | 2 974        | 7 376        | 7 894         | 7 894         |
| Complexes bréchiques à<br>hématite   | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Conglomérats à galets de<br>quartz   | 113 702      | 123 085      | 129 147       | 129 147       |
| Filonien                             | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Intrusif                             | 1 175        | 1 175        | 1 175         | 1 175         |
| Volcanique et lié à des<br>caldeiras | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Métasomatique                        | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Autres*                              | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Total                                | 117 851      | 131 636      | 138 216       | 138 216       |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques pronostiquées** (tonnes d'U)

| Tranches de coût |               |               |
|------------------|---------------|---------------|
| <USD 80/kg U     | <USD 130/kg U | <USD 260/kg U |
| 34 901           | 110 310       | 110 310       |

**Ressources classiques spéculatives** (tonnes d'U)

| Tranches de coût |               |               |
|------------------|---------------|---------------|
| <USD 130/kg U    | <USD 260/kg U | Non spécifiée |
| 0                | 0             | 1 112 900     |

**Production d'uranium par méthode de production** (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Méthode de production      | Total jusqu'à la fin 2005 | 2006 | 2007  | 2008  | Total jusqu'à la fin 2008 | 2009 (prévisions) |
|----------------------------|---------------------------|------|-------|-------|---------------------------|-------------------|
| Mine à ciel ouvert*        |                           |      |       |       |                           |                   |
| Mine souterraine*          |                           |      |       |       |                           |                   |
| Lixiviation <i>in situ</i> |                           |      |       |       |                           |                   |
| Coproduit/sous-produit     | 154 673                   | 534  | 1 400 | 1 750 | 158 357                   | 2 800             |
| Total**                    | 154 673                   | 534  | 1 400 | 1 750 | 158 357                   | 2 800             |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

\*\* La production pour 2007 et 2008 est estimée à 540 tonnes d'U et 570 tonnes d'U respectivement (chiffres du Secrétariat).

**Production d'uranium par type de gisement** (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Type de gisement                  | Total jusqu'à la fin 2005 | 2006 | 2007  | 2008  | Total jusqu'à la fin 2008 | 2009 (prévisions) |
|-----------------------------------|---------------------------|------|-------|-------|---------------------------|-------------------|
| Lié à des discordances            | 0                         | 0    | 0     | 0     | 0                         | 0                 |
| Lié à des grès                    | 0                         | 0    | 0     | 200   | 200                       | 350               |
| Complexes bréchiques à hématite   | 0                         | 0    | 0     | 0     | 0                         | 0                 |
| Conglomérats à galets de quartz   | 154 673                   | 534  | 1 400 | 1 500 | 158 107                   | 2 450             |
| Filonien                          | 0                         | 0    | 0     | 0     | 0                         | 0                 |
| Intrusif                          | 0                         | 0    | 0     | 0     | 0                         | 0                 |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0                         | 0    | 0     | 0     | 0                         | 0                 |
| Métasomatique                     | 0                         | 0    | 0     | 0     | 0                         | 0                 |
| Autres*                           | 0                         | 0    | 0     | 0     | 0                         | 0                 |
| Total                             | 154 673                   | 534  | 1 400 | 1 700 | 158 307                   | 2 800             |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Structure du capital dans l'industrie de l'uranium en 2008**

| Afrique du Sud |     |              |     | Étranger     |     |              |     | Totaux       |     |
|----------------|-----|--------------|-----|--------------|-----|--------------|-----|--------------|-----|
| Public         |     | Privé        |     | Public       |     | Privé        |     |              |     |
| [tonnes d'U]   | [%] | [tonnes d'U] | [%] | [tonnes d'U] | [%] | [tonnes d'U] | [%] | [tonnes d'U] | [%] |
| 0              | 0   | 1 700        | 100 | 0            | 0   | N/A          | N/A | 1 700        | N/A |

**Effectifs de l'industrie de l'uranium dans les centres de production existants (années-personnes)**

|  | 2006 | 2007  | 2008  | 2009<br>(prévisions) |
|--|------|-------|-------|----------------------|
| Effectif total associé aux centres de production existants | 150  | 1 150 | 3 000 | 5 500                |
| Effectif directement affecté à la production d'uranium     | 65   | 85    | 450   | 1 000                |

**Capacité théorique de production à court terme (tonnes d'U/an)**

| 2010  |       |      |      | 2015  |       |      |      | 2020  |       |      |      |
|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|
| A-I   | B-I   | A-II | B-II | A-I   | B-I   | A-II | B-II | A-I   | B-I   | A-II | B-II |
| 4 860 | 4 860 | n.d. | n.d. | 4 860 | 6 320 | n.d. | n.d. | 4 860 | 6 320 | n.d. | n.d. |

| 2025  |       |      |      | 2030  |       |      |      | 2035  |       |      |      |
|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|
| A-I   | B-I   | A-II | B-II | A-I   | B-I   | A-II | B-II | A-I   | B-I   | A-II | B-II |
| 4 860 | 6 320 | n.d. | n.d. | 4 860 | 6 320 | n.d. | n.d. | 4 860 | 6 320 | n.d. | n.d. |

**Production nette d'électricité nucléaire**

|   | 2007 | 2008 |
|---|------|------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 12.6 | 12.8 |

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe nets)**

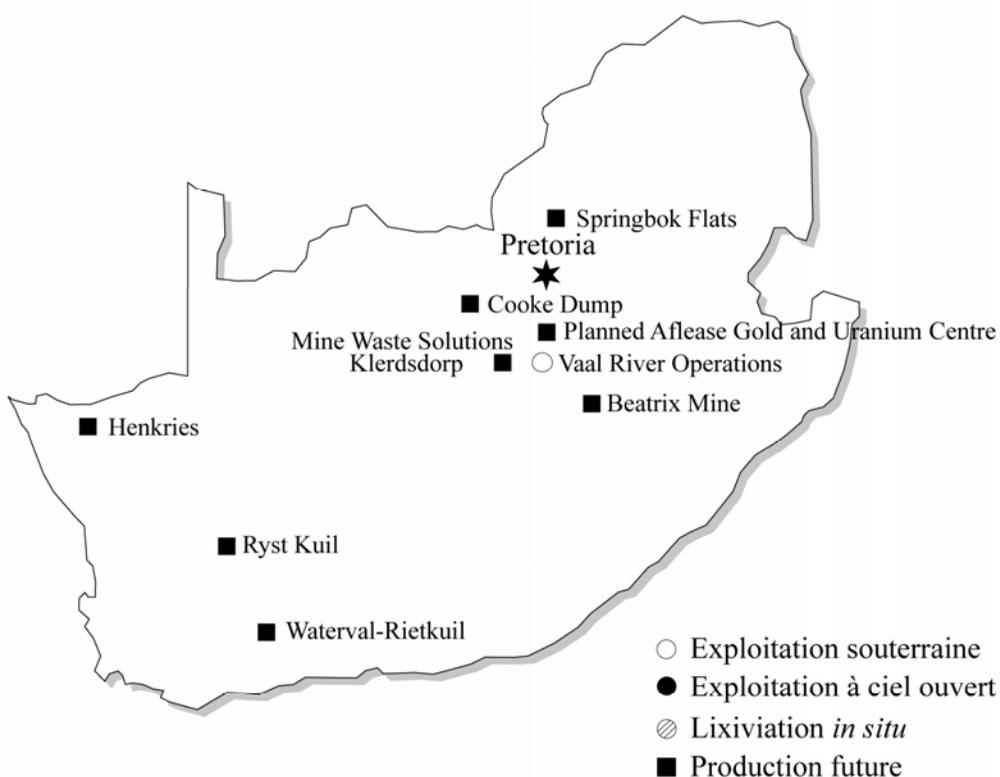
| 2008  | 2009  | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|-------|-------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|       |       | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 1 800 | 1 800 | 1 800                  | 1 840                  | 2 005                  | 8 420                  |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 10 500                 | 15 340                 | 30 000                 | 50 000                 | 30 000                 | 50 000                 | 30 000                 | 50 000                 |

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris)**  
(tonnes d'U)

| 2008 | 2009 | 2010            |                 | 2015            |                 |
|------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|      |      | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 282  | 292  | 292             | 292             | 294             | 1 312           |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 1 569           | 2 144           | 2 099           | 3 235           | 3 175           | 3 235           | 3 225           | 3 500           |



## • Allemagne •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour l'historique de la prospection de l'uranium.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

Aucune activité de prospection n'est en cours en Allemagne. Quelques études portant sur le gisement de Großschloppen ont été réalisées récemment par de sociétés minières « juniors » et des consultants nationaux et internationaux. Mais il n'existe pour l'instant aucun plan ou rapport de prospection ou de forage. La reprise des travaux de prospection dans la mine uranifère de Pöhla (Erzgebirge) vise le tungstène et l'étain.

### RESSOURCES EN URANIUM

#### Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et ressources présumées)

La dernière estimation des ressources classiques identifiées remonte à 1993. Ces dernières se trouvent principalement dans des mines fermées qui sont en cours de démantèlement. Leur disponibilité future demeure incertaine.

#### Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)

Toutes les ressources classiques non découvertes sont classées dans la catégorie des ressources spéculatives récupérables à des coûts supérieurs à 260 USD/kg d'U.

#### Ressources non classiques et autres produits

Aucun.

### PRODUCTION D'URANIUM

#### Historique

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour l'historique de la production d'uranium.

#### Capacité théorique de production

Il n'existe aucune production commerciale d'uranium en Allemagne. Le démantèlement des centres de production allemands a débuté en 1989 pour l'Allemagne de l'Ouest et en 1990 pour

l'Allemagne de l'Est. Depuis 1991, de l'uranium est récupéré dans le cadre du réaménagement des anciennes mines. Entre 1991 et 2008, la quantité d'uranium récupérée à l'occasion du traitement de l'eau d'exhaure et du réaménagement de l'environnement s'est élevée à 2 431 t d'U au total. Depuis 1992, toute la production d'uranium en Allemagne est à mettre au compte du réaménagement de la mine de Königstein.

### **Structure du capital dans l'industrie de l'uranium**

Les centres de production de l'ex-République démocratique allemande étaient la propriété de la société germano-soviétique par actions Wismut (SDAG Wismut). Après la réunification, le ministère de l'Économie allemand a pris le relais de SDAG Wismut. Le gouvernement fédéral allemand, par l'intermédiaire de la société Wismut GmbH, a pris en charge les activités de démantèlement des centres de production et de réaménagement. Tout l'uranium récupéré au cours des travaux de réaménagement appartient à l'État.

En août 1998, la société Cameco a parachevé sa prise de contrôle des sociétés Uranerz Exploration and Mining Ltd. (UEM), au Canada, et Uranerz USA Inc. (UUS), reprises à leur société-mère allemande, Uranerzbergbau GmbH (dont Preussag et Rheinbraun détiennent chacune 50 %). En conséquence, il ne subsiste plus de secteur industriel de l'uranium en Allemagne.

### **Emploi dans le secteur de l'uranium**

Tout l'emploi se concentre dans le démantèlement et le réaménagement des anciennes installations de production. Les effectifs se resserrent depuis les cinq dernières années et sont passés de 2 230 en 2004 à 1 770 en 2008.

### **Centres de production futurs**

Il n'est fait état d'aucune information.

## **POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM**

En vertu de l'accord conclu entre les autorités fédérales et les compagnies d'électricité, le 14 juin 2000, à l'avenir, le recours aux centrales nucléaires sera restreint. Pour chaque tranche, la durée de vie utile résiduelle après le 1<sup>er</sup> janvier 2000 sera calculée sur la base d'une durée de vie de référence de 32 années civiles à compter du démarrage de l'exploitation commerciale. En conséquence, les besoins futurs en uranium vont diminuer, mais il est impossible de donner plus de précisions sur les besoins annuels pour la période allant jusqu'en 2020.

## **STOCKS D'URANIUM**

L'Allemagne ne donne aucune information sur sa politique nationale concernant l'uranium, les stocks d'uranium ou les prix de l'uranium.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production**  
(tonnes d'U)

| Méthode de production      | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Mine à ciel ouvert         | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Coproduit et sous-produit  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Non précisé                | 0                   | 0                   | 0                    | 3 000                |                                |
| <b>Total</b>               | 0                   | 0                   | 0                    | 3 000                |                                |

**Ressources classiques présumées par méthode de production** (tonnes d'U)

| Méthode de production      | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Mine à ciel ouvert         | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Coproduit et sous-produit  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Non précisé                | 0                   | 0                   | 0                    | 4 000                |                                |
| <b>Total</b>               | 0                   | 0                   | 0                    | 4 000                |                                |

**Ressources classiques spéculatives** (tonnes d'U)

| Tranches de coût |                  |              |
|------------------|------------------|--------------|
| < 80 USD/kg d'U  | < 130 USD/kg d'U | Indéterminée |
| 0                | 0                | 74 000       |

**Production d'uranium par méthode de production** (tonnes d'U en concentrés)

| Méthode de production      | Total<br>jusqu'à la<br>fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total<br>jusqu'à la<br>fin de 2008 | 2009<br>(prévision) |
|----------------------------|------------------------------------|------|------|------|------------------------------------|---------------------|
| Mine à ciel ouvert*        | n.d.                               | 0    | 0    | 0    | n.d.                               | 0                   |
| Mine souterraine*          | n.d.                               | 0    | 0    | 0    | n.d.                               | 0                   |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                                  | 0    | 0    | 0    | 0                                  | 0                   |
| Coproduit/sous-produit     | 0                                  | 0    | 0    | 0    | 0                                  | 0                   |
| <b>Total</b>               | 0                                  | 0    | 0    | 0    | 0                                  | 0                   |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

**Production d'uranium par méthode de traitement** (tonnes d'U en concentrés)

| Type de traitement          | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006      | 2007      | 2008     | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|-----------------------------|------------------------------|-----------|-----------|----------|------------------------------|------------------|
| Classique                   | n.d.                         | 0         | 0         | 0        | 0                            | 0                |
| Lixiviation en place*       | n.d.                         | 0         | 0         | 0        | 0                            | 0                |
| Lixiviation en tas**        | n.d.                         | 0         | 0         | 0        | 0                            | 0                |
| Uranium tiré des phosphates | 0                            | 0         | 0         | 0        | 0                            | 0                |
| Autres méthodes***          | 2 325                        | 65        | 41        | 0        | 2 431                        | 50               |
| <b>Total</b>                | <b>219 411</b>               | <b>65</b> | <b>41</b> | <b>0</b> | <b>219 517</b>               | <b>50</b>        |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et de l'extraction souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

\*\*\* Prenant en compte le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

**Effectifs de l'industrie de l'uranium dans les centres de production existants** (années-personnes)

|  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009 (prévision) |
|--|-------|-------|-------|------------------|
| Effectif total associé aux centres de production       | 1 835 | 1 775 | 1 770 | 1 638            |
| Effectif directement affecté à la production d'uranium | n.d.  | n.d.  | n.d.  | n.d.             |

**Production et utilisation de combustible à mélange d'oxydes** (tonnes d'équivalent uranium naturel)

| Combustible à mélange d'oxydes (MOX)                         | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|--|------------------------------|------|------|------|------------------------------|------------------|
| Production   | 0                            | 0    | 0    |      |                              |                  |
| Utilisation  | 5 520                        | 330  | 220  | 250  | 6 320                        | 210              |
| Nombre de réacteurs commerciaux utilisant du combustible MOX | 16                           | 6    | 4    | 4    | 16                           | 5                |

**Production et utilisation de résidus réenrichis** (tonnes d'équivalent uranium naturel)

| Résidus réenrichis | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|--------------------|------------------------------|------|------|------|------------------------------|------------------|
| Production         | n.d.                         | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.                         | n.d.             |
| Utilisation        | n.d.                         | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.                         | n.d.             |

**Utilisation d'uranium retraité (tonnes d'équivalent uranium naturel)**

| Uranium retraité | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006  | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|------------------|------------------------------|-------|------|------|------------------------------|------------------|
| Production       | n.d.                         | n.d.  | n.d. | n.d. | n.d.                         | n.d.             |
| Utilisation      | n.d.                         | 1 250 | 370  | 950  | n.d.                         | 700              |

**Production nette d'électricité**

|   | 2007  | 2008  |
|---|-------|-------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 133.2 | 140.9 |

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe nets)**

| 2008   | 2009   | 2010            |                 | 2015            |                 |
|--------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|        |        | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 20 470 | 20 470 | 20 470          | 20 470          | 12 100          | 13 400          |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 3 500           | 3 500           | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               |

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris)  
(tonnes d'U)**

| 2008  | 2009  | 2010            |                 | 2015            |                 |
|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|       |       | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 2 300 | 2 600 | 2 500           | 2 500           | 2 000           | 2 200           |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 200             | 350             | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               |

**Stocks d'uranium** (tonnes d'équivalent uranium naturel)

| Détenteur               | Stocks d'uranium naturel sous forme de concentrés | Stocks d'uranium enrichi | Stocks d'uranium appauvri | Stocks d'uranium retraité | Total |
|-------------------------|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
| État                    | n.d.  | n.d.                     | n.d.                      | n.d.                      | n.d.  |
| Producteur              | n.d.  | n.d.                     | n.d.                      | n.d.                      | n.d.  |
| Compagnie d'électricité | n.d.  | n.d.                     | n.d.                      | n.d.                      | n.d.  |
| Total                   | n.d.  | n.d.                     | n.d.                      | n.d.                      | n.d.  |

• **Argentine** •

**PROSPECTION DE L'URANIUM**

**Historique**

Voir l'édition 2001 du Livre rouge pour l'historique de la prospection de l'uranium.

**Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours**

En 1990, des activités de prospection ont été entreprises au voisinage du gisement de Cerro Solo en Patagonie. Depuis 1998, plus de 56 000 mètres de forages ont été pratiqués pour évaluer le potentiel des portions de la structure de paléochenaux favorables à la présence d'uranium. Ces travaux ont permis de délimiter et d'évaluer partiellement plusieurs corps minéralisés supplémentaires renfermant des ressources représentant plusieurs milliers de tonnes. Ces résultats ont permis d'achever l'étude de pré-faisabilité de ce gisement d'uranium et de molybdène. La Commission nationale de l'énergie atomique (CNEA) a élaboré un programme destiné à achever l'étude de faisabilité du gisement de Cerro Solo ainsi que la prospection et l'évaluation des zones adjacentes. Ce dernier programme, qui doit être mis en œuvre en 2007, comprendra la réalisation de quatre ou cinq forages autour du secteur C et 3 000 mètres dans le secteur B.

Les échantillons prélevés lors de la campagne de prospection de l'uranium de Las Termas (type filonien) ont été réanalysés, ce qui a permis d'examiner le projet dans son ensemble. À ce jour, un nouveau programme de forages a été mis en œuvre, et ses résultats seront évalués prochainement.

Par ailleurs, il a été procédé au choix d'autres zones intéressantes où seront menées des études géologiques plus poussées, notamment la possibilité d'exploiter les portions favorables à la présence d'uranium (formations gréseuses) par lixiviation *in situ* (ISL), ainsi que des études de faisabilité dans des environnements granitiques (types filonien et épisyénitique).

Ces dernières années, la prospection de Cerro Solo et des zones voisines s'est intensifiée avec 3 000 m de sondages en 2008, et des prévisions s'élevant à 20 000 m pour 2009 et 12 000 m pour 2010.

## **RESSOURCES EN URANIUM**

### **Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et ressources présumées)**

Les ressources raisonnablement assurées et les ressources présumées ont récemment été réévaluées à la hausse.

### **Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)**

Aucun changement sensible sur ces points depuis le Livre rouge de 2003.

## **PRODUCTION D'URANIUM**

### **Historique**

Voir l'édition 2003 du Livre rouge pour l'historique de la production d'uranium.

### **Capacité théorique de production**

#### ***Projets de production***

Pendant une vingtaine d'années, les centrales nucléaires d'Argentine ont été alimentées par du combustible provenant de sources nationales. À la fin des années 90, constatant que les concentrés produits à l'étranger étaient bien meilleur marché que ceux produits dans le pays, les autorités ont choisi d'importer l'uranium.

À l'heure actuelle, la CNEA propose de relancer la production locale. Les conditions sont plus favorables à l'obtention de coûts compétitifs et le gouvernement a mis en place une politique destinée à encourager l'essor de l'électricité nucléaire.

Quand la décision d'achever la construction de la centrale Atucha II et de la mettre en service sera prise, les besoins en combustible nucléaire de l'Argentine devraient passer à moyen terme de 120 t d'U/an à 220 t d'U/an.

#### ***Projet de réaménagement et de remise en service du complexe d'extraction-traitement de San Rafael***

En juin 2004, la CNEA a proposé à la province de Mendoza et aux autorités nationales chargées d'octroyer les autorisations (Autorité réglementaire nucléaire) de relancer l'activité du complexe d'extraction-traitement de San Rafael (mine de Sierra Pintada). La principale étape du processus d'autorisation est l'étude d'impact sur l'environnement (EIE), qui porte à la fois sur les moyens techniques de prise en charge des déchets produits lors de la précédente période de production et sur l'évaluation de la gestion environnementale des futures activités de production. L'étude d'impact sur l'environnement a été réalisée par l'Université technologique nationale, en collaboration avec le Bureau d'étude allemand DBE TEC et quelques institutions locales.

L'EIE est le fruit de deux années de travail intensif. Elle fournit notamment des valeurs de référence de composés de l'environnement local et des études des risques associés à ces activités. L'EIE vise également à apaiser certaines inquiétudes de la collectivité quant aux déchets qui font l'objet d'une gestion provisoire et à la remise en service du projet.

Il ressort des études effectuées que les opérations antérieures n'avaient pas affecté la qualité des eaux souterraines et superficielles de la zone, ni aucun autre élément de l'environnement régional.

Le réaménagement peut précéder ou accompagner la remise en marche des opérations de production, qui seront sensiblement améliorées grâce aux nouvelles technologies utilisées actuellement. Ces méthodologies prévoient des mesures de sûreté supplémentaires, destinées à renforcer la protection de l'environnement par rapport aux mesures prises lors de la précédente phase d'exploitation. L'exploitation était initialement prévue pour reprendre en 2006.

La faisabilité du projet repose sur des études de réévaluation des principales zones abritant des corps minéralisés, et des changements dans la méthodologie de traitement du minerai, qui permettent de réduire considérablement les coûts de production. Lors de la période 2003-2004, de nouveaux essais pilotes ont été menés à bien en vue de confirmer les résultats antérieurs, visant à introduire d'importantes modifications dans la méthodologie.

La province de Mendoza a rejeté le projet proposé et demandé que la CNEA traite les eaux de la mine à ciel ouvert et les fûts contenant les résidus de purification accumulés pendant la période de production précédente avant d'envisager la proposition de remise en service.

La loi locale n° 7722, récemment adoptée, interdit l'utilisation d'acide sulfurique dans le cadre d'activités minières, compliquant encore les projets de relance de l'exploitation. Il convient de résoudre ce problème avant de poursuivre le projet.

### ***Projet de Cerro Solo***

Des études de pré-faisabilité sont en cours dans le cadre du projet de Cerro Solo dans la province de Chubut, en vue de relancer rapidement les études de faisabilité pour la phase d'aménagement-production.

Dans les conditions actuelles du marché, on estime que le coût de production du projet est devenu compétitif et que les ressources pourraient suffire à répondre à long terme aux besoins des centrales nucléaires nationales.

Cerro Solo est un gisement d'uranium-molybdène de type gréseux d'une teneur en uranium de 0.3 % et qui est situé entre 50 et 120 mètres de profondeur. On estime les ressources à 5 000 t d'U (RRA et ressources présumées) et il est fort possible que de nouvelles ressources soient découvertes dans les environs.

Le projet de Cerro Solo est confronté à des difficultés similaires à celles de San Rafael à Mendoza, dans la mesure où la Loi locale 5001/03 interdit les exploitations à ciel ouvert dans la province. Cependant, d'ici à deux ans la province sera divisée en deux secteurs et l'exploitation d'uranium pourrait alors être autorisée dans la zone de Cerro Solo.

### **Structure du capital dans l'industrie de l'uranium**

À l'heure actuelle, toute l'industrie de l'uranium est contrôlée par le secteur public en Argentine.

## **Emploi dans le secteur de l'uranium**

L'approvisionnement en uranium emploie 140 personnes en Argentine.

## **Sources secondaires d'uranium**

L'Argentine n'a fait mention d'aucune information sur la production et l'utilisation de combustibles à mélange d'oxydes et de résidus réenrichis.

## **ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS**

Sous l'égide d'un projet de coopération internationale avec l'Union européenne (INCO-DC), intitulé « Stratégies innovantes pour la conservation de la qualité de l'eau dans les régions minières d'Amérique latine », des études hydrogéochimiques ont été menées dans le but de déterminer les valeurs de référence avant de commencer la moindre activité minière dans le gisement d'uranium et de molybdène de Cerro Solo. On a ainsi procédé à l'étude des eaux et des sédiments fluviaux, des études chimiques et isotopiques, une interprétation géochimique, une cartographie radiométrique du sol et une évaluation de l'impact sur l'environnement.

Le projet actuel de mise à jour de l'étude de faisabilité de Sierra Pintada met l'accent sur les bonnes pratiques environnementales. Parmi les objectifs à court terme figurent l'amélioration de la surveillance des eaux superficielles et souterraines, ainsi que des études sur les stériles et les déchets d'usine.

À l'heure actuelle, la Banque mondiale se prépare à apporter un financement pour restaurer toutes les anciennes mines et centres de production désaffectés.

## **BESOINS EN URANIUM**

### **Offre et stratégie d'approvisionnement**

Les projets de la Commission nationale de l'énergie atomique pour relancer la production d'uranium en Argentine à moyen terme, décrits dans les différentes parties de ce rapport, traduisent une politique visant à trouver un bon équilibre entre les possibilités offertes par le marché et la réduction des incertitudes en matière d'approvisionnement et de prix.

## **POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM**

Toute société privée, nationale ou étrangère, peut se livrer à la prospection ou à la production d'uranium, mais l'exportation de l'uranium dépend de la consommation locale. Le cadre juridique établi en 1994-1995 régit ces activités afin d'assurer que les pratiques environnementales sont conformes aux normes internationales.

**STOCKS D'URANIUM**

Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, l'ensemble des stocks d'uranium de la CNEA s'élevait à 100 tonnes d'U.

**PRIX DE L'URANIUM**

Il n'y a pas de marché de l'uranium en Argentine.

**Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national**

| <b>Dépenses en ARS</b>   | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>2009</b><br>(prévision) |
|--|-------------|-------------|-------------|----------------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection                                  | n.d.        | n.d.        | n.d.        | n.d.                       |
| Dépenses du secteur public pour la prospection                                 | 2 000 000   | 1 351 000   | 1 500 000   | 4 350 000                  |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                         | n.d.        | n.d.        | n.d.        | n.d.                       |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                        | n.d.        | n.d.        | n.d.        | n.d.                       |
| <b>Total des dépenses</b>  | <b>n.d.</b> | <b>n.d.</b> | <b>n.d.</b> | <b>n.d.</b>                |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                 | n.d.        | n.d.        | n.d.        | n.d.                       |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                   | n.d.        | n.d.        | n.d.        | n.d.                       |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                | 0           | 1 879       | 2 956       | 20 000                     |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                  | 0           | 18          | 36          | 190                        |
| Sondages effectués par le secteur privé pour la mise en exploitation (mètres)  | n.d.        | n.d.        | n.d.        | n.d.                       |
| Nombre de sondages forés par le secteur privé pour la mise en exploitation     | n.d.        | n.d.        | n.d.        | n.d.                       |
| Sondages effectués par le secteur public pour la mise en exploitation (mètres) | 0           | 0           | 0           | 0                          |
| Nombre de sondages forés par le secteur public pour la mise en exploitation    | 0           | 0           | 0           | 0                          |
| <b>Sous-total des sondages de prospection (mètres)</b>                         | <b>n.d.</b> | <b>n.d.</b> | <b>n.d.</b> | <b>n.d.</b>                |
| <b>Sous-total du nombre de sondages de prospection</b>                         | <b>n.d.</b> | <b>n.d.</b> | <b>n.d.</b> | <b>n.d.</b>                |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)         | n.d.        | n.d.        | n.d.        | n.d.                       |
| Sous-total du nombre de forages effectués pour la mise en exploitation         | n.d.        | n.d.        | n.d.        | n.d.                       |
| <b>Total des forages en mètres</b>   | <b>n.d.</b> | <b>n.d.</b> | <b>n.d.</b> | <b>n.d.</b>                |
| <b>Nombre total de trous forés</b>   | <b>n.d.</b> | <b>n.d.</b> | <b>n.d.</b> | <b>n.d.</b>                |

**Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage à l'étranger**

| Dépenses en ARS   | 2006 | 2007 | 2008 | 2009<br>(prévision) |
|---|------|------|------|---------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection           | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.                |
| Dépenses du secteur public pour la prospection          | 0    | 0    | 0    | 0                   |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation  | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.                |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation | 0    | 0    | 0    | 0                   |
| Total des dépenses                                      | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.                |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production        | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine             | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    | 82                             |
| Mine à ciel ouvert           | 0                   | 7 000               | 10 400               | 10 400               |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i>   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Coproduit<br>et sous-produit | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Non précisé                  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                        | 0                   | 7 000               | 10 400               | 10 400               |                                |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Conventionnel         | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    | 82                             |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                   | 7 000               | 10 400               | 10 400               |                                |
| Total                 | 0                   | 7 000               | 10 400               | 10 400               |                                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Associée à la fois aux exploitations à ciel ouvert et souterraine, puisqu'utilisée dans les deux cas.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type du gisement  | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U |
|---|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances                                  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Lié à des grès  | 0                   | 2 890               | 3 890                | 3 890                |
| Complexes bréchiqes à<br>hématite                       | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements liés à des<br>conglomérats à galets de quartz | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Filonien  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Intrusif  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements volcaniques et liés à<br>des caldeiras        | 0                   | 4 110               | 6 510                | 6 510                |
| Métasomatique   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Autres*   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| <b>Total</b>  | <b>0</b>            | <b>7 000</b>        | <b>10 400</b>        | <b>10 400</b>        |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques présumées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production      | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    | 0                              |
| Mine à ciel ouvert         | 0                   | 4 350               | 8 730                | 8 730                | 82                             |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    | 0                              |
| Coproduit et sous-produit  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    | 0                              |
| Non précisé                | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    | 0                              |
| <b>Total</b>               | <b>0</b>            | <b>4 350</b>        | <b>8 730</b>         | <b>8 730</b>         |                                |

**Ressources classiques présumées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Conventionnel         | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                   | 4 350               | 8 730                | 8 730                | 82                             |
| <b>Total</b>          | <b>0</b>            | <b>4 350</b>        | <b>8 730</b>         | <b>8 730</b>         |                                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Associée à la fois aux exploitations à ciel ouvert et souterraine, puisqu'utilisée dans les deux cas.

### Ressources classiques présumées par type de gisement (tonnes d'U)

| Type du gisement                                     | < 40 USD/kg d'U | < 80 USD/kg d'U | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U |
|--|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| Lié à des discordances                               | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Lié à des grès                                       | 0               | 2 550           | 2 620            | 2 620            |
| Complexes bréchiques à hématite                      | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Gisements liés à des conglomérats à galets de quartz | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Filonien   | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Intrusif   | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Gisements volcaniques et liés à des caldeiras        | 0               | 1 800           | 6 110            | 6 110            |
| Métasomatique  | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Autres*  | 0               | 0               | 0                | 0                |
| <b>Total</b>   | <b>0</b>        | <b>4 350</b>    | <b>8 730</b>     | <b>8 730</b>     |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

### Ressources classiques pronostiquées (tonnes d'U)

| Tranches de coût |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|
| < 80 USD/kg d'U  | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U |
| n.d.             | 1 400            | 1 400            |

### Production d'uranium par méthode de production (tonnes d'U en concentrés)

| Méthode de production      | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006     | 2007     | 2008     | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|----------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|------------------------------|------------------|
| Mine à ciel ouvert*        | 1 809                        | 0        | 0        | 0        | 1 809                        | 0                |
| Mine souterraine *         | 704                          | 0        | 0        | 0        | 704                          | 0                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Coproduit/sous-produit     | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| <b>Total</b>               | <b>2 513</b>                 | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>2 513</b>                 | <b>0</b>         |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

**Production d'uranium par méthode de traitement** (tonnes d'U en concentrés)

| Méthode de traitement       | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006     | 2007     | 2008     | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|-----------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|------------------------------|------------------|
| Conventionnel               | 502                          | 0        | 0        | 0        | 502                          | 0                |
| Lixiviation en place*       | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Lixiviation en tas**        | 2 011                        | 0        | 0        | 0        | 2 011                        | 0                |
| Uranium tiré des phosphates | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Autres méthodes***          | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| <b>Total</b>                | <b>2 513</b>                 | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>2 513</b>                 | <b>0</b>         |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Associée à la fois aux exploitations à ciel ouvert et souterraine, puisqu'utilisée dans les deux cas.

\*\*\* Prenant en compte le traitement des eaux d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

**Production d'uranium par type de gisement** (tonnes d'U en concentrés)

| Type de gisement                                     | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006     | 2007     | 2008     | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|--|------------------------------|----------|----------|----------|------------------------------|------------------|
| Lié à des discordances                               | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Lié à des grès                                       | 2 513                        |          |          |          | 2 513                        |                  |
| Complexes bréchiqes à hématite                       | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Gisements liés à des conglomérats à galets de quartz | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Filonien   | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Intrusif   | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Gisements volcaniques et liés à des caldeiras        | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Métasomatique  | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Autres   | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| <b>Total</b>   | <b>2 513</b>                 | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>2 513</b>                 | <b>0</b>         |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Effectifs de l'industrie de l'uranium dans les centres de production existants**  
(années-personnes)

|  | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 (prévision) |
|--|------|------|------|------------------|
| Effectif total associé aux centres de production       | 0    | 0    | 0    | 0                |
| Effectif directement affecté à la production d'uranium | 133  | 133  | 133  | 140              |

**Capacité théorique de production à court terme (tonnes d'U/an)**

| 2010 |     |      |      | 2015 |     |      |      | 2020 |     |      |      |
|------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|-----|------|------|
| A-I  | B-I | A-II | B-II | A-I  | B-I | A-II | B-II | A-I  | B-I | A-II | B-II |
| 120  | 120 | 120  | 120  | 300  | 300 | 300  | 300  | 500  | 500 | 500  | 500  |

| 2025 |      |      |      | 2030 |      |      |      | 2035 |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| A-I  | B-I  | A-II | B-II | A-I  | B-I  | A-II | B-II | A-I  | B-I  | A-II | B-II |
| n.d. |

**Production nette d'électricité**

|   | 2007 | 2008 |
|---|------|------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 6.72 | 6.84 |

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe net)**

| 2008  | 2009  | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|-------|-------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|       |       | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 1 005 | 1 005 | 1 005                  | n.d.                   | 1 785                  | n.d.                   |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 2 908                  | n.d.                   |

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris)  
(tonnes d'U)**

| 2008 | 2009 | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|------|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|      |      | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 160  | 140  | 110                    | 110                    | 265                    | 265                    |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 370                    | 370                    | 370                    | 370                    | n.d.                   | n.d.                   | n.d.                   | n.d.                   |

**Stocks d'uranium** (tonnes d'équivalent uranium naturel)

| Détenteur               | Stocks d'uranium naturel sous forme de concentrés | Stocks d'uranium enrichi | Stocks d'uranium appauvri | Stocks d'uranium retraité | Total |
|-------------------------|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
| État                    | 100   | 0                        | 0                         | 0                         | 100   |
| Producteur              | 0   | 0                        | 0                         | 0                         | 0     |
| Compagnie d'électricité | n.d.  | 0                        | 0                         | 0                         | n.d.  |
| Total                   | n.d.  | 0                        | 0                         | 0                         | n.d.  |



## • Arménie •

### PROSPECTION ET PRODUCTION DE L'URANIUM

Le 23 avril 2007, le directeur général de l'Agence fédérale de l'énergie atomique russe (Rosatom) et le ministre de l'Écologie arménien ont signé un protocole pour la réalisation de travaux de prospection de l'uranium en Arménie.

Ce protocole a permis de fonder la co-entreprise russo-arménienne CJ-SC Armenian-Russian Mining Company en avril 2008, en charge de la prospection géologique, de l'exploitation minière et du traitement de l'uranium. Les fondateurs de CJ-SC Armenian-Russian Mining Company sont la République d'Arménie et Atomredmetzoloto, entreprise publique de la Fédération de Russie.

Les informations nécessaires à ce projet d'extraction de l'uranium ont été rassemblées et analysées, et le document « Activités de prospection géologique 2009-2010 », devant servir à la prospection de minerais uranifères en République d'Arménie, est aujourd'hui complet et approuvé. D'après ce document, la prospection des minerais d'uranium commencera sur le terrain au printemps 2009.

### BESOINS EN URANIUM

Le programme sur l'énergie nucléaire de l'Arménie n'a pas changé au cours des deux dernières années. Les besoins à court terme du pays en uranium demeurent inchangés et sont liés à l'activité d'un unique réacteur VVER-440. Les besoins en uranium correspondant à l'hypothèse haute ont été déterminés en fonction de la durée de vie nominale de cette tranche, dont la puissance installée est d'environ 407.5 MWe.

Les besoins à long terme seront fonction de la politique électronucléaire du pays. Le plan de développement du secteur énergétique de l'Arménie, qui se projette jusqu'en 2020, envisage la construction d'une tranche d'une puissance d'environ 1 000 MWe, à laquelle pourrait s'ajouter une autre tranche de même puissance à l'horizon 2025 (hypothèse haute des prévisions énergétiques).

### OFFRE ET STRATÉGIE D'APPROVISIONNEMENT

Le combustible nécessaire au réacteur de la centrale nucléaire arménienne est fourni par la Fédération de Russie.

Les besoins en combustible nucléaire et la stratégie d'approvisionnement de l'Arménie n'ont pas connu de changement au cours des deux dernières années, le pays continuant de s'approvisionner en combustible auprès de la Fédération de Russie.

En 2007, les autorités arméniennes ont décidé de se joindre à l'accord entre la République du Kazakhstan et la Fédération de Russie pour établir le Centre international d'enrichissement de l'uranium d'Angarsk, sur le territoire russe.

### Production nette d'électricité

|   | 2007 | 2008 |
|---|------|------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 2.35 | 2.27 |

### Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe net)

| 2008 | 2009 | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|------|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|      |      | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 375  | 375  | 375                    | 375                    | 375                    | 375                    |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 1 000                  | 1 000                  | 1 000                  | 2 000                  | 2 000                  | 2 000                  | 2 000                  | 2 000                  |

### Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris) (tonnes d'U)

| 2008 | 2009 | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|------|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|      |      | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 89   | 89   | 89                     | 89                     | 89                     | 89                     |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 169                    | 169                    | 169                    | 338                    | 338                    | 338                    | 338                    | 338                    |

## • Australie •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Pour obtenir un historique complet de la prospection et de la mise en exploitation de l'uranium en Australie, il convient de consulter le document suivant : *Australia's Uranium Resources, Geology and Development Deposits*, Aden McKay et Yanis Miezitis, AGSO-Geoscience Australia, *Resource Report No. 1*, disponible à l'adresse : [www.ga.gov.au/about/corporate/ga\\_authors/uranium\\_resources.jsp](http://www.ga.gov.au/about/corporate/ga_authors/uranium_resources.jsp).

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

Les dépenses de prospection de l'uranium en Australie sont passées de 80.7 millions AUD en 2006 à 181.4 millions AUD en 2007 puis 220.5 millions AUD en 2008.

Les principales zones de prospection de l'uranium en 2007 et 2008 ont été les suivantes :

- région du craton de Gawler/plateau continental de Stuart (Australie méridionale) – recherche de gisements de type complexe bréchique à hématite ;
- baie de Frome (Australie méridionale) – recherche de gisements de type gréseux ;
- région d'Alligator Rivers (Territoire du Nord) – recherche de gisements liés à des discordances dans des métasédiments du Paléoproterozoïque ;
- région de Mount Isa (Queensland) – recherche de prolongements de gisements de type métasomatique.

#### *Olympic Dam*

Les sondages de prospection ont permis de découvrir de nouvelles ressources dans la portion sud-est du corps minéralisé. Lancés en 2005, ces sondages ont plus que doublé le volume total des ressources de toutes catégories, passé de 3.98 milliards de tonnes à 8.34 milliards de tonnes en juin 2008. La teneur moyenne de ces ressources est de 0.88 % en cuivre, 0.28 kg/t en U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, 0.31 g/t d'or et 1.5 g/t d'argent.

#### *Four Mile*

L'impact sur l'environnement du projet de lixiviation *in situ* (ISL) de Four Mile, dans le Sud de l'Australie, a été évalué en 2008 et début 2009 dans le cadre de la Loi sur la Protection de l'environnement et de la biodiversité de l'État australien. Ce projet a reçu l'approbation formelle des autorités en juillet 2009 ; il prévoit notamment la construction d'une installation utilisant des résines échangeuses d'ions à Four Mile. Les résines enrichies issues de cette installation seront transportées dans des camions-citernes sur 8 km jusqu'à l'usine de Beverley où l'uranium sera récupéré pour produire des concentrés d'oxyde d'uranium. Il est proposé de commencer l'extraction par ISL dans la partie Est de Four Mile en 2010.

En 2009, la co-entreprise Cameco-Mitsubishi entamera des sondages de prospection à Kintyre (Australie occidentale) pour estimer les ressources et étudier la faisabilité d'une exploitation minière.

Plusieurs découvertes ont été annoncées en 2007 et 2008, à savoir : gisement de Double 8 dans des paléochenaux qui renferment du grès datant du Tertiaire, à 180 km à l'Est/Nord-est de Kalgoorlie (Australie occidentale) ; gisement de Blackbush à Mullaquana, à 20 km au Sud de Whyalla (Australie méridionale) ; gisement de Thunderball près de Hayes Creek dans le géosynclinal de Pine Creek (Territoire du Nord) ; projet N147 au Sud-est de Nabarlek dans la région d'Alligator Rivers (Territoire du Nord).

### **Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage à l'étranger**

En 2007 et 2008, la société de prospection australienne Paladin Energy Ltd. a préparé la mise en exploitation à ciel ouvert du gisement de Kayelekera au Malawi. La production y a commencé en mai 2009. Paladin exploite aussi la mine uranifère de Langer Heinrich en Namibie, où la production a débuté en 2007 et dont la capacité est en hausse.

## **RESSOURCES EN URANIUM**

### **Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et ressources présumées)**

Les ressources classiques identifiées en Australie récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U ont atteint 1 612 000 t d'U au 1<sup>er</sup> janvier 2009, soit 33 % de plus que les prévisions au 1<sup>er</sup> janvier 2007. Ces hausses s'expliquent par les ressources supplémentaires identifiées dans les gisements d'Olympic Dam (Australie méridionale), Ranger (Territoire du Nord) et Four Mile (Australie méridionale).

Près de 96 % des ressources classiques identifiées de l'Australie récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U sont situés dans les six gisements suivants :

- Olympic Dam, qui est le plus grand gisement d'uranium du monde ;
- Ranger, Jabiluka, Koongarra dans la région d'Alligator Rivers (Territoire du Nord) ;
- Kintyre et Yeelirrie (Australie occidentale).

Olympic Dam est le plus grand gisement d'uranium du monde. À partir des réserves de minerais et des ressources minérales communiquées par BHP Billiton en juin 2008, Geoscience Australia a estimé que les ressources raisonnablement assurées récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U renfermées dans ce gisement étaient de 884 400 t d'U, soit 30 % du total des ressources mondiales de cette catégorie. En décembre 2008, on a estimé que la quantité totale des ressources classiques identifiées récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U situées dans le gisement d'Olympic Dam représentait 25 % des ressources mondiales.

L'uranium d'Olympic Dam est un coproduit de l'extraction du cuivre. De l'or et de l'argent sont également récupérés.

Les ressources classiques identifiées d'Australie récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U sont à 80 % tributaires des centres de production existants ou commandés.

## Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)

Il n'existe pas d'estimations des ressources classiques non découvertes en Australie.

## Ressources non classiques et autres produits

Les ressources en uranium appartenant à la catégorie des ressources non classiques et autres produits ne font pas l'objet d'estimations en Australie.

## PRODUCTION D'URANIUM

### Historique

Pour obtenir un historique complet de la production d'uranium en Australie, il convient de consulter le document suivant : *Australia's Uranium Resources, Geology and Development Deposits*, AGSO-Geoscience Australia, *Resource Report No. 1*, disponible à l'adresse suivante : [www.ga.gov.au/about/corporate/ga\\_authors/uranium\\_resources.jsp](http://www.ga.gov.au/about/corporate/ga_authors/uranium_resources.jsp)

### Capacité théorique de production et activités récentes et en cours

L'Australie compte trois mines d'uranium en exploitation : Olympic Dam (exploitation souterraine), Ranger (exploitation à ciel ouvert) et Beverley (lixiviation *in situ*). En 2008, la production a baissé dans ces trois mines pour atteindre un total inférieur de 2 % à celui de 2007.

#### *Olympic Dam*

En 2008, la production d'Olympic Dam a été de 3 344 t d'U, soit 1 % de moins que l'année précédente. L'étude d'impact sur l'environnement de l'agrandissement d'Olympic Dam a été rendue publique pour commentaires en mai 2009. L'agrandissement prévu repose sur l'ouverture d'une large mine à ciel ouvert pour exploiter la portion sud-est du gisement. Cet agrandissement devrait accroître la production totale des extractions à ciel ouvert et souterraine jusqu'à une capacité de 16 100 t d'U (19 000 t d' $U_3O_8$ ) ; 750 000 t de Cu ; 800 000 onces d'Au. L'excavation des morts-terrains devrait commencer en 2010 et le traitement du minerai extrait à ciel ouvert, en 2016. En outre, la capacité de la mine souterraine existante sera portée à quelques 20 Mt par an d'ici 2015. Les opérations de fusion produiront par ailleurs 350 000 t/an de cuivre affiné, tandis que 1.6 Mt/an de concentrés de cuivre présentant une teneur élevée en uranium seront exportés pour être traités à l'étranger.

#### *Ranger*

En 2008, la mine de Ranger a produit 4 530 t d'U, soit 1 % de moins que l'année précédente. La société Energy Resources of Australia propose de construire une installation de lixiviation en tas pour extraire jusqu'à 16 960 t d'U (20 000 t d' $U_3O_8$ ) contenu dans des minéralisations à faible teneur en uranium, *in situ* et à partir de stocks de minerai.

La construction d'une installation de traitement des stocks de minerai latéritique a été achevée en 2008. Ce nouveau site permettra d'augmenter la production de 340 t d'U (400 t d' $U_3O_8$ ) par an.

Une nouvelle usine de tri radiométrique du minerai a été commandée en 2008 et permettra de retraiter 350 000 t de minerai à faible teneur par an. Le traitement de tous les stocks de minerai à faible teneur existants devrait produire 930 t d'U (1 100 t d' $U_3O_8$ ).

Les sondages de prospection dans le secteur Ranger 3 Deeps ont délimité une zone de minéralisation à forte teneur, adjacente de la mine exploitée actuellement, côté Est. On propose de commencer à construire une descenderie permettant la prospection souterraine en 2010.

### ***Beverley***

En 2008, l'exploitation de Beverley a produit près de 559 t d'U, soit environ 12 % de moins que l'année précédente. Heathgate Resources a identifié de nouvelles zones de minéralisation d'uranium se prolongeant à l'Est de la concession minière (Beverley Est) ainsi qu'une minéralisation supplémentaire dans un secteur plus au Sud. Le ministère de l'Environnement, de l'Eau, du Patrimoine et des Arts a approuvé l'agrandissement de la concession minière de Beverley en août 2008, permettant ainsi à l'entreprise d'exploiter ces nouvelles zones.

### **Structure du capital dans l'industrie de l'uranium**

La mine d'uranium de Ranger est contrôlée par la société Energy Resources of Australia Ltd., dont le propriétaire majoritaire est Rio Tinto (68.39 %), le reste du capital étant public.

La mine d'uranium d'Olympic Dam est contrôlée à 100 % par BHP Billiton.

La mine de Beverley est contrôlée à 100 % par Heathgate Resources Pty Ltd., filiale à 100 % de General Atomics (États-Unis).

### **Emploi dans le secteur de l'uranium**

L'effectif total directement lié à la production uranifère dans les trois mines d'uranium australiennes est passé de 302 employés en 2007 à 385 employés en 2008. On s'attend à ce que cet effectif se resserre autour de 374 employés en 2009.

### **Centres de production futurs**

#### ***Honeymoon***

La construction d'une exploitation par ISL et d'une usine de traitement est en cours pour le projet Honeymoon, en Australie méridionale. Selon les prévisions, la production devrait débuter en 2010 avec une capacité annuelle de 340 t d'U (400 t d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>).

#### ***Yeelirrie***

BHP Billiton s'emploie à sonder le site de Yeelirrie (Australie occidentale) en vue de revoir à la hausse les estimations sur les ressources, et a entamé une étude de faisabilité pour la mise en exploitation du gisement. Yeelirrie renferme actuellement des ressources totales représentant 44 520 t d'U (52 500 t d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) avec une teneur moyenne de 0.13 % d'U (0.15 % d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>). L'entreprise a entrepris une EIE qu'elle devra faire approuver avant de pouvoir commencer l'exploitation minière.

#### ***Oban***

Des essais de lixiviation ont été approuvés pour le gisement d'Oban (à 65 km au Nord de la mine de Honeymoon). Ces études peuvent apporter des réponses sur les points suivants : (a) déséquilibre ; (b) continuité hydrologique avec les aquifères qui contiennent la minéralisation uranifère ; (c) possibilité de lixiviation/taux de récupération pour l'évaluation des ressources d'uranium et l'estimation des coûts.

#### ***Crocker Well***

Une co-entreprise constituée par PepinNini Minerals et Sinosteel a lancé une étude d'impact sur l'environnement afin d'obtenir l'approbation des autorités pour la mise en exploitation du gisement de Crocker Well (Australie méridionale).

### Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

|  | Centre 1               | Centre 2                        | Centre 3       | Centre 4                 | Centre 5       | Centre 6  |
|--|------------------------|---------------------------------|----------------|--------------------------|----------------|-----------|
| Nom du centre de production                  | Ranger                 | Olympic Dam                     | Beverley       | Honeymoon                | Four Mile      | Yeelirrie |
| Statut du centre de production               | Existant               | Existant                        | Existant       | Commandé                 | Prévu          | Prévu     |
| Date de mise en service                      | 1981                   | 1988                            | 2 000          | 2010                     | 2010           | Inconnu   |
| Source de minerai :                          |                        |                                 |                |                          |                |           |
| • Nom du gisement                            | Ranger No 3            | Olympic Dam                     | Beverley       | Honeymoon & Kalkaroo est | Four Mile      | Yeelirrie |
| • Type du gisement                           | Lié à des discordances | Complexes bréchiques à hématite | Lié à des grès | Lié à des grès           | Lié à des grès | Calcrètes |
| • Réserves (t d'U)                           | 37 283                 | 241 400                         | 5 560          | 3 230                    | (f)            | 44 500    |
| • Teneur (% d'U)                             | 0.13                   | 0.05                            | 0.15           | 0.17                     |                | 0.13      |
| Exploitation minière :                       |                        |                                 |                |                          |                |           |
| • Type (MCO/MS/ISL)                          | MCO                    | MS                              | ISL            | ISL                      | ISL            | MCO       |
| • Tonnage (t de minerai/jour)                | 4.5 Mt (a)             | 12 Mt                           | n.d.           | n.d.                     | n.d.           | n.d.      |
| • Taux moyen de récupération (%)             | 100                    | 85                              | 65 (b)         | 65 (b)                   | 65 (b)         | n.d.      |
| Installation de traitement (acide/alcalin) : |                        |                                 |                |                          |                |           |
| • Acide/Alcalin                              | Acide                  | Acide                           | Acide          | Acide                    | (g)            | Alcalin   |
| • Type (EI/ES)                               | CBH, ES                | CBH, FLOT, ES                   | EI             | ES                       |                | n.d.      |
| • Tonnage (t de minerai/jour)                | 2.5 Mt/an              | 12 Mt/an                        | 1.62 ML/h      | Aucune information       |                | (h)       |
| • Taux moyen de récupération (%)             | 88                     | 72                              | (b)            | (b)                      |                |           |
| Capacité nominale de production (t d'U/an)   | 4 660                  | 3 820                           | 848            | 340                      | (g)            | n.d.      |
| Projets d'agrandissement                     | (c)                    | (d)                             | (e)            | n.d.                     |                |           |
| Autres remarques                             |                        | n.d.                            | n.d.           | n.d.                     |                | (i)       |

- a) Capacité d'extraction de 4.5 millions de tonnes de minerai et de stériles par an.
- b) Le taux de récupération tient compte des pertes cumulées dues à l'extraction par ISL et au traitement hydrométallurgique.
- c) Le traitement des minerais latéritiques devrait commencer en 2009 et produira près de 340 t d'U (400 t d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) par an. En outre, une nouvelle usine de tri radiométrique du minerai permettra de produire 930 t d'U (1 100 t d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) supplémentaires à partir des stocks existants de minerai à faible teneur. Energy Resources of Australia Ltd. propose de construire une installation de lixiviation en tas pour extraire jusqu'à 20 000 t d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> à partir de minerai à faible teneur.
- d) La société BHP Billiton étudie la faisabilité du développement de l'activité à la mine d'Olympic Dam de afin de produire 16 100 t d'U (19 000 t d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) par an. Il est proposé d'exploiter la portion sud du gisement en pratiquant une large mine à ciel ouvert parallèlement à l'extraction souterraine (exploitation souterraine en chantier d'abattage) dans la portion nord du gisement.
- e) Heathgate Resources a obtenu l'autorisation de développer la capacité de Beverley pour porter la production annuelle à 1 270 t d'U (1 500 t d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) quand elle le jugera commercialement viable.
- f) Four Mile Ouest renferme un total de 12 700 t d'U (15 000 t d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) d'une teneur moyenne de 0.31 % d'U. Four Mile Est renferme des ressources présumées à hauteur de 3 900 t d'U (4 627 t d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) d'une teneur moyenne de 0.14 % d'U.
- g) Les résines enrichies produites à Four Mile seront traitées dans l'usine de Beverley pour récupérer l'uranium.
- h) BHP Billiton étudie diverses possibilités de traitement des minerais, y compris la lixiviation en cuves avec échange d'ions, et la lixiviation en tas avec échange d'ions.
- i) BHP Billiton a entamé la procédure d'approbation environnementale.

## **Sources secondaires d'uranium**

L'Australie ne produit pas et n'utilise pas de combustibles à mélange d'oxydes, de résidus réenrichis ou d'uranium de retraitement.

## **Étude d'impact sur l'environnement**

Tout projet d'ouverture de mine ou d'agrandissement d'exploitations existantes doit faire l'objet d'une évaluation environnementale dans le cadre de la Loi sur la Protection de l'environnement et de la biodiversité. L'étude des impacts sur l'environnement des projets d'agrandissement d'Olympic Dam, d'exploitation par lixiviation en tas de Ranger et de Four Mile était en cours d'évaluation en janvier 2009.

## **Activités réglementaires**

Créé par les pouvoirs publics australiens, l'*Uranium Industry Framework* (UIF) a été établi pour soutenir la croissance du secteur de l'exploitation de l'uranium dans le pays. Les travaux engagés dans ce cadre concernent la réglementation, les transports, les redevances, les compétences et l'implication des populations autochtones. Concernant le volet réglementaire, un rapport indépendant intitulé *Review of Regulatory Efficiency in Uranium Mining* a été achevé en 2008. La mise en œuvre de ses recommandations est prévue pour 2009. D'autres informations sur l'UIF sont disponibles à l'adresse [www.ret.gov.au/uif](http://www.ret.gov.au/uif).

Des travaux sont en cours pour définir le régime réglementaire applicable en Australie occidentale en conséquence des nouvelles mesures autorisant l'exploitation d'uranium. Ce régime s'appuiera sur les régimes réglementaires en place en Australie méridionale et dans le Territoire du Nord, ainsi que sur la législation en vigueur en matière de protection contre les rayonnements dans le cadre de la prospection de l'uranium et de l'exploitation de grès minéralisés en Australie occidentale.

En décembre 2008, le parlement australien a introduit une nouvelle législation établissant un régime de redevances sur l'uranium dans le Territoire du Nord, dispositif qui devrait entrer en vigueur au second semestre de 2009.

## **BESOINS EN URANIUM**

Comme l'Australie n'a pas de centrale nucléaire, ses besoins en uranium sont nuls.

## **POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM**

L'État australien soutient le développement d'un secteur de l'exploitation durable de l'uranium, conforme aux meilleures pratiques mondiales en termes de normes de sûreté et environnementales, pour pouvoir exporter l'uranium vers les pays ayant ratifié le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (TNP) et engagés en faveur de la non-prolifération et des garanties nucléaires. Les États non dotés d'armes nucléaires doivent aussi appliquer un protocole additionnel.

En novembre 2008, les autorités d'Australie occidentale ont levé l'interdiction d'exploitation de l'uranium mise en place par le précédent gouvernement de l'État. L'exploitation de l'uranium en Australie occidentale est strictement encadrée par diverses dispositions en matière de sûreté et de

sécurité, y compris l'obligation de satisfaire toutes les garanties internationales nécessaires et de rigoureux processus d'approbation environnementale pour l'exploitation et le transport de l'uranium.

### STOCKS D'URANIUM

En raison de leur caractère confidentiel, les renseignements sur les stocks des producteurs ne sont pas communiqués.

### PRIX DE L'URANIUM

Le prix moyen de l'uranium exporté par l'Australie en 2008 était de 29.98 USD/lb d' $U_3O_8$  (77.95 USD/kg d'U). Les prix moyens à l'exportation ces cinq dernières années sont les suivants :

|  | 2008  | 2007  | 2006  | 2005  | 2004  | 2003  |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Valeur moyenne à l'exportation (AUD/lb d'<math>U_3O_8</math>)</b> | 35.17 | 39.07 | 27.71 | 21.03 | 19.32 | 18.78 |
| <b>(USD/lb d'<math>U_3O_8</math>)</b>                                | 29.98 | 32.77 | 20.88 | 16.03 | 14.22 | 12.24 |

Pour chaque année considérée, on a appliqué le taux de change quotidien moyen AUD/USD sur l'année civile pour convertir les valeurs libellées en AUD en valeurs libellées en USD.

*Source* : Taux de change des devises quotidien de la Reserve Bank of Australia.

**Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national**

| <b>Dépenses en millions AUD</b>  | <b>2006</b> | <b>2007</b>  | <b>2008</b>  | <b>2009<br/>(prévision)</b> |
|--|-------------|--------------|--------------|-----------------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection                                  | 80.7        | 181.4        | 220.5        | 200                         |
| Dépenses du secteur public pour la prospection                                 | 0           | 0            | 0            | 0                           |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                         | n.d.        | n.d.         | n.d.         | n.d.                        |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                        | 0           | 0            | 0            | 0                           |
| <b>Total des dépenses</b>  | <b>80.7</b> | <b>181.4</b> | <b>220.5</b> | <b>200</b>                  |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                 | n.d.        | n.d.         | n.d.         | n.d.                        |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                   | n.d.        | n.d.         | n.d.         | n.d.                        |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                | 0           | 0            | 0            | 0                           |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                  | 0           | 0            | 0            | 0                           |
| Sondages effectués par le secteur privé pour la mise en exploitation (mètres)  | n.d.        | n.d.         | n.d.         | n.d.                        |
| Nombre de sondages forés par le secteur privé pour la mise en exploitation     | n.d.        | n.d.         | n.d.         | n.d.                        |
| Sondages effectués par le secteur public pour la mise en exploitation (mètres) | 0           | 0            | 0            | 0                           |
| Nombre de sondages forés par le secteur public pour la mise en exploitation    | 0           | 0            | 0            | 0                           |
| Sous-total des sondages de prospection (mètres)                                | n.d.        | n.d.         | n.d.         | n.d.                        |
| Sous-total du nombre de sondages de prospection                                | n.d.        | n.d.         | n.d.         | n.d.                        |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)         | n.d.        | n.d.         | n.d.         | n.d.                        |
| Sous-total du nombre de forages effectués pour la mise en exploitation         | n.d.        | n.d.         | n.d.         | n.d.                        |
| <b>Total des forages en mètres</b>   | <b>n.d.</b> | <b>n.d.</b>  | <b>n.d.</b>  | <b>n.d.</b>                 |
| <b>Nombre total de trous forés</b>   | <b>n.d.</b> | <b>n.d.</b>  | <b>n.d.</b>  | <b>n.d.</b>                 |

**Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage à l'étranger**

| Dépenses en millions AUD                                | 2006 | 2007 | 2008 | 2009<br>(prévision) |
|---|------|------|------|---------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection           | 6.0  | n.d. | n.d. | n.d.                |
| Dépenses du secteur public pour la prospection          | 0    | 0    | 0    | 0                   |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation  | 0    | 0    | 0    | 0                   |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation | 0    | 0    | 0    | 0                   |
| Total des dépenses                                      | 6    | n.d. | n.d. | n.d.                |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production**

| Méthode de production        | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine             | n.d.                | 73 000              | 73 000               | 73 000               |                                |
| Mine à ciel ouvert           | n.d.                | 194 000             | 207 000              | 210 000              |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i>   | n.d.                | 12 000              | 12 000               | 12 000               |                                |
| Coproduit<br>et sous-produit | n.d.                | 884 000             | 884 000              | 884 000              |                                |
| Non précisé                  | n.d.                | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                        | n.d.                | 1 163 000           | 1 176 000            | 1 179 000            |                                |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Conventionnel         | n.d.                | 1 163 000           | 1 176 000            | 1 179 000            |                                |
| Lixiviation en place* | n.d.                | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas**  | n.d.                | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                 | n.d.                | 1 163 000           | 1 176 000            | 1 179 000            |                                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Associée à la fois aux exploitations à ciel ouvert et souterraine, puisqu'utilisée dans les deux cas.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type du gisement                                     | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U |
|--|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances                               | n.d.                | 200 000             | 202 000              | 202 000              |
| Lié à des grès                                       | n.d.                | 21 000              | 26 000               | 26 000               |
| Complexes bréchiqes à hématite                       | n.d.                | 886 000             | 886 000              | 886 000              |
| Gisements liés à des conglomérats à galets de quartz | n.d.                | 0                   | 0                    | 0                    |
| Filonien   | n.d.                | 0                   | 0                    | 0                    |
| Intrusif   | n.d.                | 2 000               | 2 000                | 5 000                |
| Gisements volcaniques et liés à des caldeiras        | n.d.                | 3 000               | 6 000                | 6 000                |
| Métasomatique  | n.d.                | 10 000              | 10 000               | 10 000               |
| Autres*  | n.d.                | 41 000              | 44 000               | 44 000               |
| Total  | n.d.                | 1 163 000           | 1 176 000            | 1 179 000            |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques présumées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production      | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | n.d.                | 47 000              | 56 000               | 56 000               |                                |
| Mine à ciel ouvert         | n.d.                | 67 000              | 98 000               | 101 000              |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | n.d.                | 20 000              | 23 000               | 23 000               |                                |
| Coproduit et sous-produit  | n.d.                | 315 000             | 320 000              | 320 000              |                                |
| Non précisé                | n.d.                | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                      | n.d.                | 449 000             | 497 000              | 500 000              |                                |

**Ressources classiques présumées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Conventionnel         | n.d.                | 449 000             | 497 000              | 500 000              |                                |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                 | n.d.                | 449 000             | 497 000              | 500 000              |                                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Associée à la fois aux exploitations à ciel ouvert et souterraine, puisqu'utilisée dans les deux cas.

**Ressources classiques présumées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type du gisement   | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U |
|--|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances                                     | n.d.                | 53 000              | 54 000               | 54 000               |
| Lié à des grès   | n.d.                | 53 000              | 57 000               | 57 000               |
| Complexes bréchiqes à<br>hématite                          | n.d.                | 329 000             | 335 000              | 335 000              |
| Gisements liés à des<br>conglomérats à galets de<br>quartz | n.d.                | 0                   | 0                    | 0                    |
| Filonien   | n.d.                | 0                   | 0                    | 0                    |
| Intrusif   | n.d.                | 5 000               | 5 000                | 8 000                |
| Gisements volcaniques et liés<br>à des caldeiras           | n.d.                | 1 000               | 2 000                | 2 000                |
| Métasomatique  | n.d.                | 8 000               | 17 000               | 17 000               |
| Autres*  | n.d.                | 0                   | 27 000               | 27 000               |
| <b>Total</b>   | <b>n.d.</b>         | <b>449 000</b>      | <b>497 000</b>       | <b>500 000</b>       |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Production d'uranium par méthode de production (tonnes d'U en concentrés)**

| Méthode de production      | Total<br>jusqu'à<br>la fin de<br>2005 | 2006         | 2007         | 2008         | Total<br>jusqu'à la<br>fin de 2008 | 2009<br>(prévision) |
|----------------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------------|---------------------|
| Mine à ciel ouvert*        | 92 660                                | 4 029        | 4 589        | 4 530        | 105 808                            | 4 500               |
| Mine souterraine*          | 838                                   | 0            | 0            | 0            | 838                                | 0                   |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 3 427                                 | 696          | 634          | 559          | 5 316                              | 600                 |
| Coproduit/sous-produit     | 34 875                                | 2 868        | 3 379        | 3 344        | 44 466                             | 3 400               |
| <b>Total</b>               | <b>131 800</b>                        | <b>7 593</b> | <b>8 602</b> | <b>8 433</b> | <b>156 428</b>                     | <b>8 500</b>        |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

**Production d'uranium par méthode de traitement (tonnes d'U en concentrés)**

| Méthode de traitement       | Total<br>jusqu'à<br>la fin de<br>2005 | 2006         | 2007         | 2008         | Total<br>jusqu'à la<br>fin de 2008 | 2009<br>(prévision) |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------------|---------------------|
| Conventionnel               | 131 800                               | 7 593        | 8 602        | 8 433        | 156 428                            | 8 500               |
| Lixiviation en place*       | 0                                     | 0            | 0            | 0            | 0                                  | 0                   |
| Lixiviation en tas**        | 0                                     | 0            | 0            | 0            | 0                                  | 0                   |
| Uranium tiré des phosphates | 0                                     | 0            | 0            | 0            | 0                                  | 0                   |
| Autres méthodes***          | 0                                     | 0            | 0            | 0            | 0                                  | 0                   |
| <b>Total</b>                | <b>131 800</b>                        | <b>7 593</b> | <b>8 602</b> | <b>8 433</b> | <b>156 428</b>                     | <b>8 500</b>        |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Associée à la fois aux exploitations à ciel ouvert et souterraine, puisqu'utilisée dans les deux cas.

\*\*\* Prenant en compte le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

### Production d'uranium par type de gisement (tonnes d'U en concentrés)

| Type du gisement                                     | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006         | 2007         | 2008         | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|--|------------------------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------|------------------|
| Lié à des discordances                               | 85 246                       | 4 029        | 4 589        | 4 530        | 98 394                       | 4 500            |
| Lié à des grès                                       | 3 427                        | 696          | 634          | 559          | 5 316                        | 600              |
| Complexes bréchiques à hématite                      | 34 875                       | 2 868        | 3 379        | 3 344        | 44 466                       | 3 400            |
| Gisements liés à des conglomérats à galets de quartz | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                |
| Filonien   | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                |
| Intrusif   | 721                          | 0            | 0            | 0            | 721                          | 0                |
| Gisements volcaniques et liés à des caldeiras        | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                |
| Métasomatique  | 7 531                        | 0            | 0            | 0            | 7 531                        | 0                |
| Autres*  | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                |
| <b>Total</b>   | <b>131 800</b>               | <b>7 593</b> | <b>8 602</b> | <b>8 433</b> | <b>156 428</b>               | <b>8 500</b>     |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

### Structure du capital dans l'industrie de l'uranium en 2008

| Australie |     |         |      | Étranger |     |         |      | Total   |     |
|-----------|-----|---------|------|----------|-----|---------|------|---------|-----|
| État      |     | Privé   |      | État     |     | Privé   |      |         |     |
| [t d'U]   | [%] | [t d'U] | [%]  | [t d'U]  | [%] | [t d'U] | [%]  | [t d'U] | [%] |
| 0         | 0   | 2 547   | 30.2 | 0        | 0   | 5 886   | 69.8 | 8 443   | 100 |

### Effectifs de l'industrie de l'uranium dans les centres de production existants (années-personnes)

|  | 2006 | 2007   | 2008   | 2009 (prévision) |
|--|------|--------|--------|------------------|
| Effectif total associé aux centres de production       | n.d. | 302    | 385    | 374              |
| Effectif directement affecté à la production d'uranium | n.d. | 3 010* | 3 347* | 3 173*           |

\* Il s'agit d'estimations prenant en compte l'effectif total employé par BHP Billiton pour l'exploitation d'Olympic Dam, sous-traitants compris. La répartition précise de l'effectif chargé par BHPB d'exploiter l'uranium n'était pas disponible.

n.d. Non disponible.

### Capacité théorique de production à court terme (tonnes d'U/an)

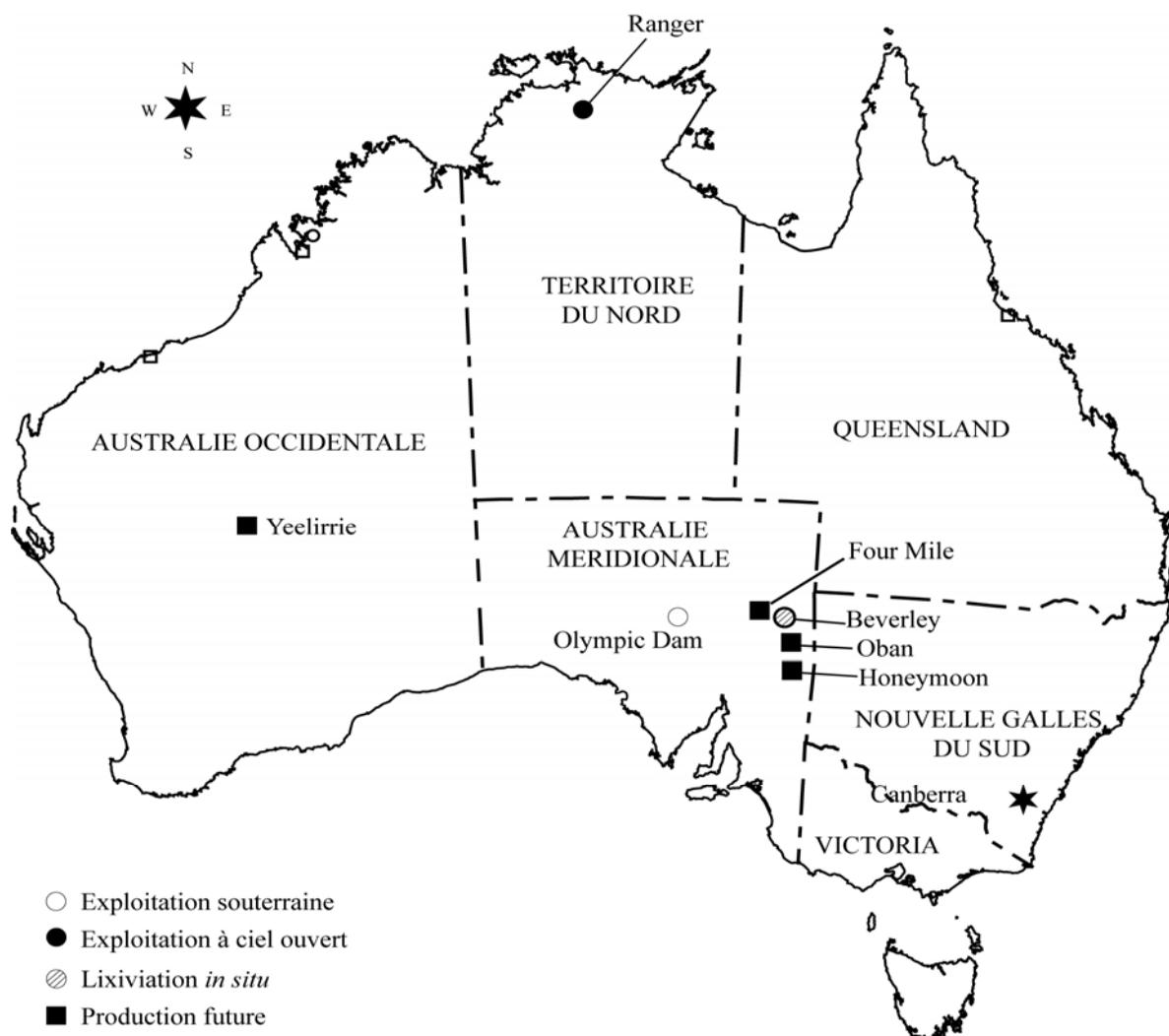
| 2010  |       |       |       | 2015   |        |        |        | 2020   |        |        |        |
|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| A-I   | B-I   | A-II  | B-II  | A-I    | B-I    | A-II   | B-II   | A-I    | B-I    | A-II   | B-II   |
| 9 700 | 9 700 | 9 700 | 9 700 | 10 100 | 10 100 | 10 100 | 16 600 | 10 100 | 21 500 | 10 100 | 24 200 |

| 2025   |        |        |        | 2030  |        |       |        | 2035  |        |       |        |
|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| A-I    | B-I    | A-II   | B-II   | A-I   | B-I    | A-II  | B-II   | A-I   | B-I    | A-II  | B-II   |
| 10 100 | 25 800 | 10 100 | 27 900 | 9 800 | 25 400 | 9 800 | 27 600 | 9 800 | 25 400 | 9 800 | 27 600 |

## Stocks d'uranium (tonnes d'équivalent uranium naturel)

| Détenteur               | Stocks d'uranium naturel sous forme de concentrés | Stocks d'uranium enrichi | Stocks d'uranium appauvri | Stocks d'uranium retraité | Total |
|-------------------------|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
| État                    | 0   | 0                        | 0                         | 0                         | 0     |
| Producteur              | n.d.  | 0                        | 0                         | n.d.                      | n.d.  |
| Compagnie d'électricité | 0   | 0                        | 0                         | 0                         | 0     |
| Total                   | 0   | 0                        | 0                         | 0                         | 0     |

n.d. Non disponible.



## • Botswana •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

La prospection a débuté avant les années 80, mais faute de découverte importante elle n'a donné lieu à aucune exploitation jusqu'à présent.

#### Activités de prospection de l'uranium récentes et en cours

Sur l'ensemble des 178 autorisations de prospecter du Botswana, 106 sont en cours de validité et 72 attendent d'être délivrées.

#### Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national

| Dépenses en BWP  | 2006 | 2007 | 2008         | 2009 (prévision)           |
|--|------|------|--------------|----------------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection                                  | n.d. | n.d. | 2 384 343.14 | Encore non<br>communiquées |
| Dépenses du secteur public pour la prospection                                 | 0    | 0    | 0            | 0                          |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                         | 0    | 0    | 0            | 0                          |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                        | 0    | 0    | 0            | 0                          |
| <b>Total des dépenses</b>  | n.d. | n.d. | 2 384 343.14 | n.d.                       |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                 | n.d. | n.d. | n.d.         | n.d.                       |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                   | n.d. | n.d. | n.d.         | n.d.                       |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                | 0    | 0    | 0            | 0                          |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                  | 0    | 0    | 0            | 0                          |
| Sondages effectués par le secteur privé pour la mise en exploitation (mètres)  | 0    | 0    | 0            | 0                          |
| Nombre de sondages forés par le secteur privé pour la mise en exploitation     | 0    | 0    | 0            | 0                          |
| Sondages effectués par le secteur public pour la mise en exploitation (mètres) | 0    | 0    | 0            | 0                          |
| Nombre de sondages forés par le secteur public pour la mise en exploitation    | 0    | 0    | 0            | 0                          |
| Sous-total des sondages de prospection (mètres)                                | n.d. | n.d. | n.d.         | n.d.                       |
| Sous-total du nombre de sondages de prospection                                | n.d. | n.d. | n.d.         | n.d.                       |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)         | 0    | 0    | 0            | 0                          |
| Sous-total du nombre de forages effectués pour la mise en exploitation         | 0    | 0    | 0            | 0                          |
| <b>Total des forages en mètres</b>   | n.d. | n.d. | n.d.         | n.d.                       |
| <b>Nombre total de trous forés</b>   | n.d. | n.d. | n.d.         | n.d.                       |

**Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage à l'étranger**

Aucune information.

**Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et ressources présumées)**

Une ou deux entreprises ont certes récemment fait état de découvertes, néanmoins les chiffres relatifs à ces ressources n'ont pas été établis conformément aux normes permettant de les inclure dans le Livre rouge.

**Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)**

Aucune information.

**Ressources non classiques et autres produits**

Aucune information.

**ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT  
ET ASPECTS SOCIOCULTURELS**

Une étude d'impact sur l'environnement est en cours dans le cadre de la demande de licence d'exploitation de l'uranium déposée par une des entreprises actives au Botswana.

**POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM**

La réglementation encadrant l'exploitation et le traitement de l'uranium est en cours de rédaction.

**• Brésil •**

**PROSPECTION DE L'URANIUM**

**Historique**

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour l'historique de la prospection de l'uranium.

**Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours**

Aucune activité de prospection n'a été menée durant la période 2005-2008. Des sondages et d'autres activités de mise en exploitation sont prévus pour 2009 dans la province de Lagoa Real afin de confirmer l'étendue des gisements à Cachoeira et Engenho. Ces travaux comprennent la

construction d'une rampe d'accès pour l'exploitation souterraine de la mine de Cachoeira, qui devrait commencer en 2011.

On prévoit aussi d'établir, pour la fin de 2009, la cartographie géologique de nouveaux sites dans l'État de Bahia.

Dans la région de Rio Cristalino, dans l'État de Pará, d'autres activités de prospection sont également prévues, notamment la reconnaissance par tranchées et des essais de traitement.

## **RESSOURCES EN URANIUM**

Les ressources classiques identifiées et non découvertes du Brésil se trouvent dans les gisements suivants :

- Poços de Caldas (mine d'Osamu Utsumi), comportant les corps minéralisés A, B, E et Agostinho (gisements de type remplissage de cheminées bréchiques) ;
- Figueira et Amarinópolis (grès) ;
- Itataia, y compris les gisements contigus d'Alcantil et de Serrotes Baixos (gisements métasomatiques) ;
- Lagoa Real, Espinharas et Campos Belos (gisements métasomatiques-albitiques) ;
- autres gisements, notamment celui du Quadrilátero Ferrífero renfermant les gisements de Gandarela et de Serra des Gaivotas (conglomérats à galets de quartz).

### **Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et ressources présumées)**

Aucune information supplémentaire n'a été produite pour la période 2007-2008.

### **Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)**

Il n'est fait état d'aucun changement depuis l'édition 2007 du Livre rouge.

## **PRODUCTION D'URANIUM**

Le centre de production d'uranium de Poços de Caldas a été fermé en 1997. Une étude est en cours pour le réaménager/remettre en état. Jusqu'en 2006, cette installation industrielle a toutefois servi à produire des composés de terres rares à partir du traitement de la monazite. La situation du marché a motivé la fermeture de cette activité.

L'unité de Caetité (Lagoa Real) est entrée en service en 2000. Sa capacité nominale est de 340 t d'U/an.

### Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

|  | Centre 1      | Centre 2                           |
|--|---------------|------------------------------------|
| Nom du centre de production                  | Caetité       | St. Quitéria/Itataia               |
| Catégorie                                    | Existant      | Commandé                           |
| Date de mise en service                      | 1999          | 2012                               |
| Source de minerai :                          |               |                                    |
| • Nom du gisement                            | Cachoeira     | St. Quitéria                       |
| • Type du gisement                           | Métasomatique | Métamorphique/Phosphorique         |
| • Réserves (t d'U)                           | 12 700        | 76 100                             |
| • Teneur (% d'U)                             | 0.3           | 0.08                               |
| Exploitation minière :                       |               |                                    |
| • Type (MCO/MS/ISL)                          | MCO           | MCO                                |
| • Taille (t minerai/jour)                    | 1 000         | 6 000                              |
| • Taux moyen de récupération (%)             | 90            | 90                                 |
| Installation de traitement (acide/alcalin) : |               |                                    |
| • Acide/alcalin                              |               |                                    |
| • Type (EI/ES)                               | LET/ES        |                                    |
| • Taille (t minerai/jour)                    |               |                                    |
| • Taux moyen de récupération (%)             | 80            |                                    |
| Capacité nominale de production (t d'U/an)   | 340           | 1 000                              |
| Projets d'agrandissement                     | Oui           | Oui                                |
| Autres remarques                             |               | Sous-produit<br>Acide phosphorique |

n.d. Non disponible.

### Capacité théorique de production

L'agrandissement de l'usine de Caetité est en cours. Une fois agrandie, l'usine doublera sa capacité nominale de production pour atteindre 670 t d'U/an d'ici à fin 2010. En 2011, l'exploitation à ciel ouvert du gisement de Cachoeira sera remplacée par une mine souterraine.

### Structure du capital dans l'industrie de l'uranium

Le secteur de l'uranium au Brésil est détenu à 100 % par l'État au travers de la société Indústrias Nucleares do Brasil – INB.

### Emploi dans le secteur de l'uranium

Le secteur de l'approvisionnement en uranium emploie plus de 600 personnes au Brésil.

## Centres de production futurs

Le projet d'exploitation de St. Quitéria, situé sur le gisement d'uranium associé aux phosphates d'Itataia, progresse. Un accord de partenariat avec un producteur d'engrais brésilien est en train d'être finalisé. La date de mise en service est à présent fixée pour 2012 avec une capacité nominale de 1 000 t d'U/an.

## Sources secondaires d'uranium

Il n'est fait état d'aucune information.

## ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS

### Politiques et réglementations gouvernementales

Les politiques et réglementations gouvernementales en matière d'énergie nucléaire sont établies par la Commission Nationale de l'Énergie Nucléaire (Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN). Elles comprennent une norme d'application générale *Directrizes Básicas de Radioproteção* (NE-3.01) (Lignes directrices fondamentales de radioprotection) et deux normes spécifiques visant l'autorisation des mines et des usines de concentration d'uranium et de thorium (*Licenciamento de Minas e Usinas de Beneficiamento de Minérios de Urânio e Tório* – NE-1013) et le déclassement des bassins de retenue des résidus (*Segurança de Sistema de Barragem de Rejeitos Contendo Radionuclídeos* – NE-1.10), et une norme pour le secteur classique de l'extraction et de la concentration mettant en jeu de l'uranium et du thorium associés (NORM and TENORM), *Requisitos de Segurança e Proteção Radiológica para Instalações Mínero-Industriais* – NN-4.01. En l'absence de règlement spécifique, les recommandations de la CIPR et de l'AIEA sont utilisées.

Les autorisations sont délivrées par l'Institut de l'environnement et des ressources naturelles renouvelables (IBAMA), conformément à la législation environnementale du Brésil et à la réglementation de la CNEN.

La fermeture du centre de Poços de Caldas en 1997 a mis un terme à l'exploitation d'un gisement à faible teneur qui était responsable de la production de vastes quantités de stériles. Les activités de fermeture et de réaménagement se poursuivent. Plusieurs études sont en cours pour caractériser les aspects géochimiques et hydrochimiques des effets environnementaux qu'ont pu avoir les stériles et les fosses de résidus et pour déterminer les mesures d'atténuation nécessaires.

L'autorisation du projet St. Quitéria porte sur deux volets distincts : un volet non nucléaire pour la production et le traitement du phosphate, qui bénéficie d'un permis de construction délivré en 2005 ; un volet nucléaire, dont l'INB discute les conditions avec les organismes fédéraux chargés de la réglementation, l'IBAMA et la CNEN.

## **BESOINS EN URANIUM**

Les besoins actuels en uranium du Brésil pour la centrale nucléaire Angra I, équipée d'un REP de 630 MWe, sont d'environ 150 t d'U/an. La tranche Angra II, équipée d'un REP de 1 245 MWe, consomme 300 t d'U. En outre, la mise en service de la tranche Angra III (similaire à la centrale nucléaire Angra II), prévue aux alentours de 2014, fera grimper la demande de 300 t d'U/an.

Le plan d'approvisionnement électrique à long terme comprend la construction de quatre nouvelles centrales nucléaires d'une puissance de 1 000 MWe à l'horizon 2030.

### **Offre et stratégie d'approvisionnement**

L'ensemble de la production nationale est destiné à satisfaire les besoins du pays. L'écart entre la demande et la production est compensé par des achats.

La hausse de production programmée est supposée satisfaire les besoins de tous les réacteurs, en tenant compte de la tranche Angra III et de l'accroissement prévu du parc électronucléaire.

## **POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM**

INB, entreprise contrôlée à 100 % par l'État, est en charge des activités liées au cycle du combustible et s'emploie à augmenter sa production en vue de satisfaire la future demande en uranium.

Outre l'agrandissement du centre de Caetité/Lagoa Real, INB concentre ses efforts sur le projet de St. Quitéria, dans l'État de Ceará.

## **STOCKS D'URANIUM**

Il n'est fait état d'aucune information.

## **PRIX DE L'URANIUM**

Il n'est fait état d'aucune information.

**Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national**

| <b>Dépenses en millions BRL</b>  | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>2009<br/>(prévision)</b> |
|--|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection                                  | 0           | 0           | 0           | 0                           |
| Dépenses du secteur public pour la prospection                                 | 0           | 0           | 0           | 1 200                       |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                         | 0           | 0           | 0           | 0                           |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                        | 0           | 0           | 0           | 9 000                       |
| <b>Total des dépenses</b>  | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>10 200</b>               |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                 | 0           | 0           | 0           | 0                           |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                   | 0           | 0           | 0           | 0                           |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                | 0           | 0           | 0           | 0                           |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                  | 0           | 0           | 0           | 0                           |
| Sondages effectués par le secteur privé pour la mise en exploitation (mètres)  | 0           | 0           | 0           | 0                           |
| Nombre de sondages forés par le secteur privé pour la mise en exploitation     | 0           | 0           | 0           | 0                           |
| Sondages effectués par le secteur public pour la mise en exploitation (mètres) | 0           | 0           | 0           | 1 000                       |
| Nombre de sondages forés par le secteur public pour la mise en exploitation    | 0           | 0           | 0           | n.d.                        |
| <b>Sous-total des sondages de prospection (mètres)</b>                         | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>                    |
| <b>Sous-total du nombre de sondages de prospection</b>                         | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>                    |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)         | 0           | 0           | 0           | 1 000                       |
| Sous-total du nombre de forages effectués pour la mise en exploitation         | 0           | 0           | 0           | n.d.                        |
| <b>Total des forages en mètres</b>   | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>1 000</b>                |
| <b>Nombre total de trous forés</b>   | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>n.d.</b>                 |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production         | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine              | 58 300              | 58 300              | 58 300               | 58 300               | 80                             |
| Mine à ciel ouvert            | 10 500              | 10 500              | 10 500               | 10 500               | 80                             |
| Lixiviation <i>in situ</i>    | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Coproduit<br>et sous-produit* | 71 100              | 88 900              | 88 900               | 88 900               | 70                             |
| Non précisé                   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                         | 139 900             | 157 700             | 157 700              | 157 700              |                                |

\* Récupéré à partir de l'acide phosphorique.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Conventionnel         | 64 800              | 64 800              | 65 800               | 64 800               | 80                             |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas**  | 4 000               | 4 000               | 4 000                | 4 000                | 80                             |
| Non conventionnel***  | 71 100              | 88 900              | 88 900               | 88 900               | 70                             |
| Total                 | 139 900             | 157 700             | 157 700              | 157 700              |                                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Associée à la fois aux exploitations à ciel ouvert et souterraine, puisqu'utilisée dans les deux cas.

\*\*\* Coproduit de la production d'acide phosphorique à partir d'un gisement spécifique (St. Quitéria, type métamorphique-métasomatique/phosphorique).

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type du gisement   | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U |
|--|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances                                     | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Lié à des grès   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Complexes bréchiques à<br>hématite                         | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements liés à des<br>conglomérats à galets de<br>quartz | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Filonien   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Intrusif   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements volcaniques et<br>liés à des caldeiras           | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Métasomatique  | 86 300              | 104 100             | 104 100              | 104 100              |
| Autres*  | 53 600              | 53 600              | 53 600               | 53 600               |
| Total  | 139 900             | 157 700             | 157 700              | 157 700              |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques présumées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production        | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine             | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Mine à ciel ouvert           | 0                   | 2 400               | 2 400                | 2 400                | 70                             |
| Lixiviation <i>in situ</i>   | 0                   |                     |                      |                      |                                |
| Coproduit<br>et sous-produit | 0                   | 31 200              | 78 600               | 78 600               | 70                             |
| Non précisé                  | 0                   | 40 000              | 40 000               | 40 000               | 70                             |
| Total                        | 0                   | 73 600              | 121 000              | 121 000              |                                |

**Ressources classiques présumées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Conventionnel         | 0                   | 2 400               | 2 400                | 2 400                | 70                             |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    | 0                              |
| Lixiviation en tas**  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    | 0                              |
| Non conventionnel***  | 0                   | 31 200              | 78 600               | 78 600               | 70                             |
| Non précisé           | 0                   | 40 000              | 40 000               | 40 000               | 70                             |
| Total                 | 0                   | 73 600              | 121 000              | 121 000              | 70                             |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Associée à la fois aux exploitations à ciel ouvert et souterraine, puisqu'utilisée dans les deux cas.

\*\*\* Coproduit de la production d'acide phosphorique à partir d'un gisement spécifique (St. Quitéria, type métamorphique-métasomatique/phosphorique).

**Ressources classiques présumées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type du gisement   | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U |
|--|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances                                     | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Lié à des grès   | 0                   | 7 600               | 7 600                | 7 600                |
| Complexes bréchiques à<br>hématite                         | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements liés à des<br>conglomérats à galets de<br>quartz | 0                   | 8 900               | 8 900                | 8 900                |
| Filonien   | 0                   | 600                 | 600                  | 600                  |
| Intrusif   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements volcaniques et<br>liés à des caldeiras           | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Métasomatique  | 0                   | 6 000               | 53 400               | 53 400               |
| Autres*  | 0                   | 50 500              | 50 500               | 50 500               |
| Total  | 0                   | 73 600              | 121 000              | 121 000              |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques pronostiquées (tonnes d'U)**

| Tranches de coût |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|
| < 80 USD/kg d'U  | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U |
| 300 000          | 300 000          | 300 000          |

**Ressources classiques spéculatives (tonnes d'U)**

| Tranches de coût |                  |              |
|------------------|------------------|--------------|
| < 80 USD/kg d'U  | < 130 USD/kg d'U | Indéterminée |
| n.d.             | n.d.             | 500 000      |

**Production d'uranium par méthode de production (tonnes d'U en concentrés)**

| Méthode de production      | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|----------------------------|------------------------------|------|------|------|------------------------------|------------------|
| Mine à ciel ouvert*        | 2 009                        | 200  | 300  | 330  | 2 839                        | 340              |
| Mine souterraine*          | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                |
| Coproduit/sous-produit     | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                |
| Total                      | 2 009                        | 200  | 300  | 330  | 2 839                        | 340              |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

**Production d'uranium par méthode de traitement (tonnes d'U en concentrés)**

| Méthode de traitement       | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|-----------------------------|------------------------------|------|------|------|------------------------------|------------------|
| Conventionnel               | 1 097                        | 0    | 0    | 0    | 1 097                        | 0                |
| Lixiviation en place*       | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                |
| Lixiviation en tas**        | 912                          | 200  | 300  | 330  | 1 742                        | 340              |
| Uranium tiré des phosphates | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                |
| Autres méthodes***          | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                |
| Total                       | 2 009                        | 200  | 300  | 330  | 2 839                        | 340              |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Associée à la fois aux exploitations à ciel ouvert et souterraine, puisqu'utilisée dans les deux cas.

\*\*\* Prenant en compte le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

### Production d'uranium par type de gisement (tonnes d'U en concentrés)

| Type du gisement                                     | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006       | 2007       | 2008       | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|--|------------------------------|------------|------------|------------|------------------------------|------------------|
| Lié à des discordances                               | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0                            | 0                |
| Lié à des grès                                       | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0                            | 0                |
| Complexes bréchiqes à hématite                       | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0                            | 0                |
| Gisements liés à des conglomérats à galets de quartz | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0                            | 0                |
| Filonien   | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0                            | 0                |
| Intrusif   | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0                            | 0                |
| Gisements volcaniques et liés à des caldeiras        | 1 097                        | 0          | 0          | 0          | 1 097                        | 0                |
| Métasomatique  | 912                          | 200        | 300        | 330        | 1 742                        | 340              |
| Autres*  | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0                            | 0                |
| <b>Total</b>   | <b>2 009</b>                 | <b>200</b> | <b>300</b> | <b>330</b> | <b>2 839</b>                 | <b>340</b>       |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

### Structure du capital dans l'industrie de l'uranium en 2008

| Brésil  |     |         |     | Étranger |     |         |     | Total   |     |
|---------|-----|---------|-----|----------|-----|---------|-----|---------|-----|
| État    |     | Privé   |     | État     |     | Privé   |     |         |     |
| [t d'U] | [%] | [t d'U] | [%] | [t d'U]  | [%] | [t d'U] | [%] | [t d'U] | [%] |
| 330     | 100 | 0       | 0   |          |     |         |     | 330     | 100 |

### Effectifs de l'industrie de l'uranium dans les centres de production existants (années-personnes)

|  | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 (prévision) |
|--|------|------|------|------------------|
| Effectif total associé aux centres de production       | 580  | 580  | 640  | 640              |
| Effectif directement affecté à la production d'uranium | 340  | 340  | 340  | 340              |

### Capacité théorique de production à court terme (tonnes d'U/an)

| 2010 |     |      |     | 2015  |       |       |       | 2020  |       |       |       |
|------|-----|------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A-I  | B-I | A-II | A-I | B-I   | A-II  | A-I   | B-I   | A-II  | A-I   | B-I   | A-II  |
| 340  | 340 | 340  | 340 | 1 600 | 1 600 | 1 600 | 1 600 | 2 000 | 2 000 | 2 000 | 2 000 |

| 2025  |       |       |       | 2030 |      |      |      | 2035 |      |      |      |
|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| A-I   | B-I   | A-II  | A-I   | B-I  | A-II | A-I  | B-I  | A-II | A-I  | B-I  | A-II |
| 2 000 | 2 000 | 2 000 | 2 000 | n.d. |

**Production nette d'électricité**

|   | 2007   | 2008   |
|---|--------|--------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 12.365 | 14.003 |

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe net)**

| 2008  | 2009  | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|-------|-------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|       |       | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 1 875 | 1 875 | 1 875                  | 1 875                  | 1 875                  | 3 120                  |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 3 120                  | 4 120                  | 3 120                  | 5 120                  | 3 120                  | 7 120                  | n.d.                   | n.d.                   |

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris)  
(tonnes d'U)**

| 2008 | 2009 | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|------|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|      |      | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 450  | 450  | 450                    | 450                    | 450                    | 750                    |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 750                    | 1 000                  | 750                    | 1 250                  | 750                    | 1 750                  | n.d.                   | n.d.                   |



## • Bulgarie •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour l'historique de la prospection de l'uranium.

#### Activités de prospection de l'uranium récentes et en cours

Les activités de prospection de l'uranium se sont achevées en 1990.

### RESSOURCES EN URANIUM

#### Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et ressources présumées)

Au 1<sup>er</sup> janvier 1991, les ressources classiques identifiées s'établissaient à 20 565 t d'U. Il faut cependant préciser qu'à cette époque, elles étaient considérées comme non rentables, à la fois sur les plans économique et écologique.

Les ressources de certains de ces gisements ont fait l'objet de nouvelles estimations à la suite de rapports soumis au Comité d'experts des réserves et des ressources du ministère de l'Environnement et des Eaux. L'évaluation des ressources en uranium au 1<sup>er</sup> janvier 2009 est fondée sur les données de ces rapports et du dernier rapport de l'entreprise Redki Metali (daté du 1<sup>er</sup> janvier 1991). D'après cette nouvelle estimation, les ressources classiques identifiées d'uranium en Bulgarie s'élèvent à 19 809 t d'U, dont 11 908 t sont exploitables en souterrain et 7 901 t par lixiviation *in situ* (ISL).

La portion exploitable en souterrain correspond à 67 sites différents (emplacements) dans lesquels des quantités négligeables d'uranium ont été détectées. Ces ressources sont donc considérées comme non exploitables sur les plans technologique et économique.

Comme précisé précédemment, les données du Comité d'experts des réserves et des ressources estiment les ressources exploitables par ISL à 7 901 t d'U. La production de 1991, fondée sur 16 sites, permettait de dégager un taux de récupération moyen de 65 %. Aucune estimation officielle du coût de production n'a été effectuée à ce jour.

#### Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)

Les ressources classiques pronostiquées sont estimées à 25 000 t d'U environ.

## Ressources non classiques et autres produits

Aucune ressource non classique n'a été identifiée.

## PRODUCTION D'URANIUM

### Historique

Jusqu'en 1990, 60 000 tonnes d'uranium ont été localisées dans divers gisements et quelques 16 500 t d'U ont été extraites.

La production s'est progressivement accrue, passant de 150-200 t d'U/an dans les années 50 à 430 t d'U/an en 1975. Le recours à la lixiviation *in situ* pour exploiter les gisements de la Thrace supérieure a permis d'atteindre 660 t d'U/an en 1989, période à laquelle 70 % de l'uranium étaient extraits par ISL. Les minerais étaient traités dans deux usines hydrométallurgiques. L'usine de Zvezda, près du gisement d'Eleshnitsa, effectuait l'extraction de l'uranium et le traitement des résines de lixiviation enrichies et produisait de l' $U_3O_8$  (à une concentration de 68-70 %).

Les principaux gisements exploités en souterrain étaient les suivants : Buhovo près de Sofia ; Eleshnitsa, Senokos et Simitli dans le Sud-ouest de la Bulgarie ; Vinishte et Smolyanovtsi dans le Nord-Ouest de la Bulgarie ; Sliven dans le centre de la Bulgarie ; et Smolyan, Dospat et Selishte dans le massif des Rhodopes. Les corps minéralisés y sont longs de 50 à 600 m et larges de 2 à 100 m, et les teneurs en uranium varient de 0.03 % à 0.3 %. Dans les mines souterraines, l'extraction se faisait par lixiviation en tas.

Là où les conditions s'y prêtaient, on a recouru à la lixiviation *in situ* à partir de 1969. Les gisements propices à une exploitation par ISL se situent dans la vallée de la Thrace supérieure, dans la vallée de la Struma et dans la région de Dospat. Les couches de minerai ont des épaisseurs comprises entre 10 et 80 m et sont à une profondeur de 30 à 250 m. On trouve également une minéralisation uranifère sur une épaisseur allant de 0.4 m à 8 m dans des grès du Pliocène, parfois argileux. Les teneurs en uranium sont variables, la moyenne étant d'environ 0.03 %.

L'ensemble des activités de production étaient menées par des organismes contrôlés par l'État.

### Production de minerai uranifère et d'uranium en Bulgarie en 1946-1990

| Année | Minerai<br>(t d'U) | U (%) | Uranium (kg)            |                   |                |                 |         |
|-------|--------------------|-------|-------------------------|-------------------|----------------|-----------------|---------|
|       |                    |       | Production<br>classique | Méthode<br>mixte* | <i>In situ</i> | U dans<br>l'eau | Total   |
| 1946  | 12 800             | 0.227 | 29 100                  | 0                 | 0              | 0               | 29 100  |
| 1947  | 36 000             | 0.081 | 29 100                  | 0                 | 0              | 0               | 29 100  |
| 1948  | 21 600             | 0.119 | 25 600                  | 0                 | 0              | 0               | 25 600  |
| 1949  | 28 300             | 0.122 | 34 400                  | 0                 | 0              | 0               | 34 400  |
| 1950  | 36 900             | 0.213 | 78 600                  | 0                 | 0              | 0               | 78 600  |
| 1951  | 66 400             | 0.193 | 128 100                 | 0                 | 0              | 0               | 128 100 |
| 1952  | 105 800            | 0.159 | 168 100                 | 0                 | 0              | 0               | 168 100 |
| 1953  | 119 500            | 0.141 | 167 900                 | 0                 | 0              | 0               | 167 900 |
| 1954  | 158 000            | 0.099 | 157 200                 | 0                 | 0              | 0               | 157 200 |
| 1955  | 180 900            | 0.116 | 209 200                 | 0                 | 0              | 0               | 209 200 |
| 1956  | 236 600            | 0.124 | 294 290                 | 0                 | 0              | 0               | 294 290 |
| 1957  | 271 900            | 0.118 | 321 450                 | 0                 | 0              | 0               | 321 450 |

**Production de minerai uranifère et d'uranium en Bulgarie en 1946-1990 (suite)**

|       |            |       |            |         |           |       |            |
|-------|------------|-------|------------|---------|-----------|-------|------------|
| 1958  | 245 200    | 0.107 | 263 150    | 0       | 0         | 0     | 263 150    |
| 1959  | 259 900    | 0.110 | 285 860    | 0       | 0         | 0     | 285 860    |
| 1960  | 308 800    | 0.105 | 324 620    | 0       | 0         | 0     | 324 620    |
| 1961  | 378 900    | 0.101 | 382 220    | 0       | 0         | 0     | 382 220    |
| 1962  | 437 200    | 0.098 | 430 620    | 0       | 0         | 0     | 430 620    |
| 1963  | 463 800    | 0.094 | 435 220    | 0       | 0         | 0     | 435 220    |
| 1964  | 527 800    | 0.088 | 464 180    | 0       | 0         | 0     | 464 180    |
| 1965  | 541 200    | 0.074 | 402 830    | 0       | 0         | 0     | 402 830    |
| 1966  | 541 700    | 0.067 | 363 910    | 0       | 0         | 0     | 363 910    |
| 1967  | 578 000    | 0.066 | 380 140    | 0       | 0         | 0     | 380 140    |
| 1968  | 557 900    | 0.064 | 356 480    | 0       | 0         | 0     | 356 480    |
| 1969  | 550 400    | 0.063 | 349 460    | 0       | 7 650     | 0     | 357 110    |
| 1970  | 485 400    | 0.060 | 291 450    | 880     | 17 460    | 0     | 309 790    |
| 1971  | 438 700    | 0.055 | 240 290    | 10 170  | 63 850    | 0     | 314 310    |
| 1972  | 387 500    | 0.061 | 234 770    | 18 960  | 87 080    | 0     | 340 810    |
| 1973  | 460 800    | 0.059 | 272 620    | 21 210  | 87 130    | 0     | 380 960    |
| 1974  | 521 000    | 0.057 | 296 870    | 21 440  | 88 810    | 0     | 407 120    |
| 1975  | 549 100    | 0.056 | 307 440    | 19 330  | 106 580   | 0     | 433 350    |
| 1976  | 566 300    | 0.053 | 300 920    | 19 070  | 118 900   | 0     | 438 890    |
| 1977  | 600 000    | 0.050 | 297 790    | 18 580  | 140 770   | 0     | 457 140    |
| 1978  | 623 152    | 0.047 | 295 746    | 18 380  | 167 350   | 1 760 | 483 236    |
| 1979  | 621 450    | 0.047 | 295 040    | 18 070  | 180 260   | 2 420 | 495 790    |
| 1980  | 614 400    | 0.050 | 308 000    | 19 060  | 194 970   | 2 450 | 524 480    |
| 1981  | 575 500    | 0.049 | 284 260    | 30 560  | 201 910   | 0     | 516 730    |
| 1982  | 532 000    | 0.049 | 260 140    | 32 270  | 221 010   | 1 110 | 514 530    |
| 1983  | 582 600    | 0.043 | 250 090    | 35 440  | 243 430   | 1 360 | 530 320    |
| 1984  | 590 000    | 0.043 | 252 580    | 28 690  | 261 760   | 770   | 543 800    |
| 1985  | 584 300    | 0.040 | 235 630    | 34 710  | 274 370   | 60    | 544 770    |
| 1986  | 578 200    | 0.039 | 224 140    | 49 340  | 312 390   | 0     | 585 870    |
| 1987  | 645 900    | 0.039 | 249 850    | 38 710  | 360 280   | 0     | 648 840    |
| 1988  | 601 100    | 0.037 | 224 000    | 47 220  | 396 430   | 0     | 667 650    |
| 1989  | 470 600    | 0.041 | 192 400    | 36 920  | 415 610   | 0     | 644 930    |
| 1990  | 342 100    | 0.038 | 130 380    | 29 850  | 323 770   | 0     | 484 000    |
| Total | 18 035 602 | 0.064 | 11 526 136 | 548 860 | 4 271 770 | 9 930 | 16 356 696 |

\* Lixiviation en place ou en tas.

**Installations de production**

À l'heure actuelle, il n'existe aucun centre de production d'uranium. Dans l'hypothèse où des projets de production d'uranium seraient de nouveau envisagés, tous les procédés et installations devraient être mis en place par des exploitants privés.

À l'emplacement de l'ancienne usine de traitement des minerais uranifères de Zvezda, se trouve une unité de traitement utilisant des résines échangeuses d'ions, qui sert actuellement à purifier les

eaux d'exhaure contaminées par l'uranium. Cette installation de faible capacité peut traiter environ 742 m<sup>3</sup> de résines par an.

La purification des eaux d'exhaure contaminées par l'uranium et rejetées à la surface aboutit à un produit final sous forme de solide jaune, l'uranyle tricarbonat d'ammonium (AUTC) de formule NH<sub>4</sub>UO<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.

Les quantités obtenues étaient les suivantes :

| Période de production          | Quantité nette de NH <sub>4</sub> UO <sub>2</sub><br>(CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> [kg] | Teneur en U [%] | Quantité d'U [kg] |
|--------------------------------|---|-----------------|-------------------|
| Jusqu'au 31.12.2006            | 5 707   | 42.4            | 2 408.1325        |
| Pour 2007                      | 3 850   | 46.35           | 1 785.6385        |
| Pour 2008                      | 1 526   | 45.93           | 700.9003          |
| Pour 2009                      | 3 814   | 44.16           | 1 684.2318        |
| Jusqu'au 04.12.2009<br>(total) | 14 897  | 44.71           | 6 578.9031        |

Les quantités de produit final (*yellow cake*) obtenues sont stockées sur site dans les conditions adaptées à leur protection physique. La Bulgarie est en train de chercher un acquéreur intéressé par ces volumes.

Depuis 1992, les seules activités menées ont été le démantèlement d'installations, la fermeture de sites d'exploitation minière, la remise en culture de zones contaminées, la purification d'eaux d'exhaure contaminées par l'uranium et la surveillance environnementale.

### ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS

La Bulgarie a interrompu ses activités de production et de traitement de l'uranium en application du décret gouvernemental n° 163 du 20 août 1992.

Le réaménagement des sites de traitement et de production d'uranium comprend notamment la fermeture technique, le réaménagement technique, la remise en culture, la purification des eaux d'exhaure contaminées par l'uranium et la surveillance environnementale des zones affectées par l'exploitation minière.

À ce jour, le réaménagement technique de l'ensemble des sites mentionnés dans le décret gouvernemental (54 au total) est terminé. Par ailleurs, 37 projets de réaménagement de terres sont achevés : 1 172.7 ha de terres agricoles ont été rendues à leurs propriétaires après décontamination dûment approuvée par les commissions foncières concernées. L'évaluation et la classification des risques sont achevées pour 48 installations.

Selon le ministère des Finances, le total des dépenses effectuées pour appliquer les décrets gouvernementaux n° 163 du 20 août 1992, n° 56 du 29 mars 1994, n° 213 du 9 septembre 1995 et n° 74 du 27 mars 1998, relatifs à l'arrêt de la production et du traitement de l'uranium, s'est élevé à 35 653 200 BGN, comme détaillé ci-après.

| <b>Année</b> | <b>Leva bulgares (BGN)</b> |
|--------------|----------------------------|
| 1992         | 317 324                    |
| 1993         | 408 398                    |
| 1994         | 497 175                    |
| 1995         | 442 300                    |
| 1996         | 400 745                    |
| 1997         | 1 702 465                  |
| 1998         | 1 888 558                  |
| 1999         | 3 765 522                  |
| 2 000        | 4 365 059                  |
| 2001         | 3 479 790                  |
| 2002         | 1 800 090                  |
| 2003         | 1 733 632                  |
| 2004         | 3 676 429                  |
| 2005         | 2 101 131                  |
| 2006         | 2 718 358                  |
| 2007         | 3 354 010                  |
| 2008         | 3 002 214                  |
| Total        | 35 653 200                 |

À ce jour, on considère qu'il a été en grande partie remédié aux effets environnementaux de l'exploitation de l'uranium. Toutefois, un projet de fermeture et de réaménagement des unités de traitement de résidus et des zones adjacentes de la mine de Buhovo doit démarrer prochainement. Des travaux similaires sont également prévus sur d'autres sites où des activités de prospection géologique ont été réalisées et où de petites quantités d'uranium ont été produites. Le coût total de ces derniers projets est estimé à 6 millions BGN.

### **BESOINS EN URANIUM**

Les réacteurs nucléaires bulgares produisent une grande partie de l'électricité nécessaire au pays et aux régions avoisinantes. Au cours des dix dernières années, la centrale nucléaire de Kozloduy a fourni en moyenne 40 à 47 % de l'électricité produite chaque année en Bulgarie.

La stratégie énergétique adoptée par la Bulgarie en 2002 prévoit de maintenir à ce niveau la part de l'électricité d'origine nucléaire. Sa mise en œuvre passera par la prolongation de la durée de vie des tranches actuellement en service et la construction de nouvelles centrales. L'énergie nucléaire contribue – et continuera de contribuer – à satisfaire les besoins énergétiques du pays tout en permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Le 31 décembre 2006, les tranches 3 et 4 de la centrale de Kozloduy ont été fermées conformément aux dispositions du Traité d'adhésion à l'Union européenne ratifié par la Bulgarie.

Le pays prévoit aujourd'hui de démarrer la construction de nouveaux réacteurs. L'opinion publique bulgare est d'ailleurs favorable à plus de 70 % à la poursuite du développement de l'énergie nucléaire. Selon les analyses et prévisions, 1 000 à 2 000 MWe de plus seront nécessaires pour assurer la production en base correspondant à la demande d'électricité prévue entre 2010 et 2015.

En avril 2004, le gouvernement bulgare a approuvé l'idée de poursuivre les travaux de construction sur le site de Belene, en partant du principe que l'énergie nucléaire est le moyen le plus accessible et efficace de satisfaire les futurs besoins en électricité du pays. L'énergie nucléaire permet également de produire de l'électricité de façon fiable et économique, d'assurer la sécurité des approvisionnements et d'appliquer les accords internationaux sur la protection de l'environnement.

Le 21 décembre 2004, le président de l'Autorité de sûreté nucléaire a signé l'autorisation accordant à la compagnie d'électricité NEK EAD le droit de sélectionner un site pour y construire une nouvelle centrale nucléaire.

En avril 2005, le Conseil des ministres a rendu sa décision n° 260 approuvant la construction d'une nouvelle centrale sur le site de Belene.

Le 30 octobre 2006, sur décision du Conseil d'administration de NEK EAD, Atomstroyexport JSC a remporté l'appel d'offre pour la construction de deux tranches de 1 000 MW de type B 466, pour un montant total de EUR 3 997 260 milliards. Les délais de construction sont fixés à six ans et demi pour la première tranche et sept ans et demi pour la seconde.

Le 29 novembre 2006, Atomstroyexport JSC et NEK EAD ont signé l'accord de construction de la centrale de Belene. Les travaux préparatoires pour la construction des deux réacteurs ont débuté en 2008 (démolition de l'ancien bâtiment de la 1<sup>re</sup> tranche, construction des locaux administratifs). La mise en service de la première tranche est prévue pour 2013-2014. Le 21 décembre 2006, le président de l'Autorité de sûreté nucléaire a approuvé la construction d'une nouvelle centrale sur le site de Belene.

À fin 2009, le projet de centrale à Belene est en cours d'examen. Ce processus devrait repousser la construction et la mise en service des tranches de Belene.

La fermeture des tranches 1 et 2 de la centrale de Kozloduy fin 2004 a réduit d'environ 250 tonnes/an les besoins en uranium de la Bulgarie. Cette baisse s'est poursuivie après la fermeture des tranches 3 et 4 de la centrale de Kozloduy le 31 décembre 2006. De 2007 à 2010, ces besoins devraient rester les mêmes puisque seules les tranches 5 et 6 de la centrale de Kozloduy seront réapprovisionnées (253 t d'U/an). La mise en service de la première tranche de Belene devrait se traduire par une hausse des besoins en uranium d'environ 814 t d'U destinées au chargement du premier cœur. Après la mise en service de la seconde tranche de 1 000 MW, les besoins en uranium devraient s'apprécier de 75 % par rapport à 2007-2008, si l'on s'appuie sur les besoins en combustible des réacteurs de type VVER 1000/B446.

### **Offre et stratégie d'approvisionnement**

La Bulgarie importe le combustible nucléaire nécessaire au fonctionnement de la centrale de Kozloduy. Aux termes de l'accord entre la République de Bulgarie et la Fédération de Russie et des contrats commerciaux à long terme d'approvisionnement en combustible et de retraitement du combustible usé, le cycle du combustible de la centrale de Kozloduy inclut l'ensemble des étapes (achat, conversion, enrichissement, fabrication et entreposage provisoire de l'uranium, puis transport, retraitement et stockage du combustible usé).

Les contrats ont été conclus avec le fournisseur russe TVEL, à l'issue d'un appel d'offres organisé en 2002. Les conditions de livraison et quantités livrées sont renégociées chaque année.

En 2006, la centrale de Kozloduy a signé un avenant au contrat à long terme conclu en 2002, stipulant que TVEL fournira le combustible nécessaire aux tranches 5 et 6 jusqu'en 2020. Cet avenant garantit ainsi la sécurité des approvisionnements.

## POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

Il n'est fait état d'aucun changement du cadre législatif relatif à l'uranium ces deux dernières années.

À l'heure actuelle, la Bulgarie n'a pas l'intention de relancer l'exploitation minière de l'uranium. Cependant, compte tenu du projet de construction de la centrale nucléaire de Belene, cette politique pourrait se modifier.

### STOCKS D'URANIUM

Il n'est fait état d'aucun changement des stocks d'uranium.

### PRIX DE L'URANIUM

En vertu de l'avenant de 2006 au contrat d'approvisionnement en combustible, les prix seront renégociés tous les trois ans à partir de 2008.

#### Ressources classiques pronostiquées (tonnes d'U)

| Tranches de coût |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|
| < 80 USD/kg d'U  | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U |
| 0                | 25 000           | 25 000           |

#### Production d'uranium par méthode de traitement (tonnes d'U en concentrés)

| Méthode de traitement       | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|-----------------------------|------------------------------|------|------|------|------------------------------|------------------|
| Conventionnel               | 15 798                       | 0    | 0    | 0    | 15 798                       | 0                |
| Lixiviation en place*       | 549                          | 0    | 0    | 0    | 549                          | 0                |
| Lixiviation en tas**        | n.d.                         | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                |
| Uranium tiré des phosphates | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                |
| Autres méthodes***          | 10                           | 2    | 2    | 1    | 10                           | 2                |
| Total                       | 16 357                       | 2    | 2    | 1    | 16 362                       | 2                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Associée à la fois aux exploitations à ciel ouvert et souterraine, puisqu'utilisée dans les deux cas.

\*\*\* Prenant en compte le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

#### Production nette d'électricité

|   | 2007   | 2008   |
|---|--------|--------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 13.693 | 14.742 |

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe net)**

| 2008  | 2009  | 2010            |                 | 2015            |                 |
|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|       |       | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 2 000 | 2 000 | 2 000           | n.d.            | n.d.            | 4 000*          |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 4 000           | n.d.            |

\* En raison du retard dans la construction des deux tranches de 1 000 MWe, la puissance installée indiquée pour 2015 pourrait être inférieure.

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris)  
(tonnes d'U)**

| 2008 | 2009 | 2010            |                 | 2015            |                 |
|------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|      |      | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 253  | 253  | 253             | n.d.            | 1 067*          | n.d.            |

\* À condition que la première tranche de Belene actuellement en cours de construction soit mise en service.

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 443             | n.d.            | 443             | n.d.            | 443             | n.d.            | 443             | n.d.            |

**Stocks d'uranium (tonnes d'équivalent uranium naturel)**

| Détenteur               | Stocks d'uranium naturel sous forme de concentrés | Stocks d'uranium enrichi | Stocks d'uranium appauvri | Stocks d'uranium retraité | Total |
|-------------------------|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
| État                    | 0   | 0                        | 0                         | 0                         | 0     |
| Producteur              | 0   | 0                        | 0                         | 0                         | 0     |
| Compagnie d'électricité | 0   | 80.7                     | 0                         | 0                         | 80.7  |
| Total                   | 0   | 80.7                     | 0                         | 0                         | 80.7  |

## • Canada •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Un bref historique de la prospection de l'uranium est présenté dans le Livre rouge de 2007.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

En 2007 et 2008, les efforts de prospection ont continué d'être concentrés dans les régions propices à la présence de gisements liés à des discordances datant du Protérozoïque dans le bassin de l'Athabasca (Saskatchewan) et aussi dans une moindre mesure à des contextes géologiques analogues dans les bassins de Thelon et de Hornby Bay (Nunavut et Territoires du Nord-Ouest). La prospection d'uranium s'est également poursuivie très activement dans les monts Otish du Québec, où Strateco Resources Inc. a présenté une demande de permis pour mener des travaux de prospection souterraine dans le gisement de Matoush. L'activité de prospection dans la ceinture minérale centrale du Labrador, où Aurora Energy Resources Inc. propose de mettre en valeur les gisements de Michelin et de Jacques Lake, a sensiblement diminué après l'imposition par les autorités autochtones régionales, en avril 2008, d'un moratoire de trois ans sur l'extraction d'uranium sur leur territoire. La forte baisse du prix spot de l'uranium au deuxième semestre de 2007 a entraîné une diminution de l'activité de prospection dans d'autres régions du Canada.

Les sondages de surface ainsi que les levés géophysiques et géochimiques sont demeurés les principaux moyens mis en œuvre pour identifier de nouveaux gisements d'uranium, définir les prolongements des zones minéralisées connues et réévaluer des gisements qui ne l'avaient pas été depuis les années 70 ou 80.

Le regain d'activité de prospection récemment observé a abouti à de nouvelles découvertes d'uranium dans le bassin de l'Athabasca. Les découvertes de zones de minéralisation d'uranium à haute teneur qu'il y a lieu de signaler sont notamment celles de Centennial (UEM Inc.), de Shea Creek (AREVA Resources Canada Inc., ou AREVA), de Wheeler River (Denison Mines Inc.), de Midwest (AREVA) et de Roughrider (Hathor Exploration Ltd.).

Les dépenses de prospection de l'uranium dans le pays ont représenté 378 millions CAD en 2008, soit un recul de 8.5 % par rapport au niveau sans précédent de 413 millions CAD atteint en 2007. Les sondages de prospection de l'uranium et les forages de développement ont représenté au total 821 300 m en 2008, chiffre à mettre en regard du record de 853 200 m enregistré en 2007. Plus de 60 % de l'ensemble des forages de prospection et d'exploitation effectués en 2007 l'ont été dans la province de la Saskatchewan.

En 2008, l'ensemble des dépenses canadiennes de prospection de l'uranium et de mise en valeur des gisements a atteint 506 millions CAD. Moins d'un tiers des dépenses globales de prospection et de mise en valeur en 2008 sont imputables à des travaux avancés de prospection souterraine, aux activités

d'évaluation des gisements, ainsi qu'aux opérations de maintenance et de surveillance associées aux projets en attente d'autorisation de mise en production.

## **RESSOURCES EN URANIUM**

### **Ressources classiques identifiées (RRA et ressources présumées)**

Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, la quantité totale de ressources classiques identifiées du Canada en uranium récupérable à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U, s'élevaient à 447 400 t d'U, soit une augmentation de 5 % par rapport à l'estimation de 2007 qui ressortait à 423 200 t d'U. Le total des ressources canadiennes identifiées en uranium récupérable à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U se montait à 485 300 t d'U au 1<sup>er</sup> janvier 2009, en hausse de 15 % par rapport à 2007 (423 200 t d'U). Cet accroissement des ressources identifiées en uranium s'explique surtout parce que des sociétés minières « juniors » ont présenté des rapports d'évaluation des ressources contenues dans des gisements découverts dans les années 70 et 80 conformément à l'instrument national 43-101, que l'on réévalue actuellement en raison de la hausse des prix de l'uranium. Les sociétés minières réévaluent tous les ans la majeure partie des ressources identifiées en uranium du Canada.

La majeure partie des ressources classiques identifiées d'uranium se présentent dans des gisements liés à des discordances datant du Protérozoïque dans le bassin de l'Athabasca, dans la Saskatchewan, et dans celui de Thelon au Nunavut. La minéralisation d'uranium dans ces gîtes se trouve à la limite des discordances dans des associations minéralogiques monométalliques ou polymétalliques. La pechblende domine dans les gisements monométalliques, tandis que les associations uranium-nickel-cobalt sont prépondérantes dans les gisements polymétalliques. Les teneurs moyennes en uranium varient de 1 % à plus de 15 %. Aucune des ressources en uranium mentionnées ou quantifiées dans le présent rapport n'est associée à la production de coproduits ou de sous-produits de tout autre minéral d'importance économique. Les estimations des ressources classiques connues ont été établies déduction faite de pertes d'extraction d'environ 20 % et de pertes de traitement d'environ 3 %.

Les ressources classiques identifiées en uranium récupérables au Canada à des coûts inférieurs à 40 USD/kg d'U se trouvent toutes dans des centres de production existants ou commandés. Le pourcentage des ressources classiques identifiées en uranium dans des centres de production existants ou commandés qui sont récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U est de 82 %, quand ces coûts sont inférieurs à 130 USD/kg d'U il est de 75 %, et pour des coûts de 260 USD/kg d'U ou moins, il représente 69 %. Moins de 8 % des ressources classiques identifiées en uranium récupérables à des coûts inférieurs à 260 USD/kg d'U ne sont pas exploitables actuellement en raison du moratoire temporaire de trois ans décrété en 2008 par l'Assemblée du Nunatsiavut, organe législatif de l'administration autochtone de la région du Labrador.

### **Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et spéculatives)**

Les ressources pronostiquées et spéculatives n'ont pas été prises en compte dans les évaluations récentes des ressources ; il n'y a donc aucun changement à signaler dans ces catégories depuis 1993.

## PRODUCTION D'URANIUM

### Historique

Un bref historique de la production d'uranium figure dans le Livre rouge de 2007.

### Capacité théorique de production et activités récentes ou en cours

#### *Vue d'ensemble*

Depuis la fermeture de l'usine de production d'Elliot Lake en 1996, tous les centres de production en exploitation sont situés dans le nord de la Saskatchewan. À l'heure actuelle, la production canadienne d'uranium demeure en deçà de sa pleine capacité théorique. En 2008, la production a représenté 9 000 t d'U, en recul de 5 % par rapport au niveau de 2007, en raison surtout d'une réduction de 10 % de la production de la mine de McArthur River. En 2009, la production canadienne d'uranium devrait augmenter et atteindre 9 900 t d'U.

La société Cameco Corporation exploite la mine de McArthur River dont elle détient 70 % des actions, son partenaire de co-entreprise, AREVA, détenant les 30 % restants. La production de cette mine, la plus grande mine d'uranium à haute teneur du monde, s'est élevée à 7 085 t d'U en 2007 et à 6 313 t d'U en 2008. Après l'extraction d'un minerai riche par forages, derrière une zone congelée restreignant l'infiltration d'eau, on y produit une boue à haute teneur au moyen de circuits souterrains de concassage, de broyage et de mélange. La boue est ensuite pompée jusqu'à des stations automatisées en surface, puis elle est stockée dans des conteneurs spéciaux qui sont transportés sur 80 km jusqu'à l'usine de Key Lake, où tout le minerai de McArthur River est traité.

La société Cameco Corporation exploite aussi le centre de production de Key Lake, co-entreprise associant Cameco (83 %) et AREVA (17 %). Bien que l'exploitation minière à Key Lake ait cessé en 1997, l'usine a conservé son rang de plus grand centre de production d'uranium du monde avec une production annuelle de 7 199 t d'U et de 6 383 t d'U respectivement en 2007 et en 2008. Ces chiffres correspondent à un mélange de minerai à forte teneur de McArthur River et de « stériles minéralisés » stockés à Key Lake, qui fournit un minerai à teneur d'environ 3,4 % d'U. Une proposition d'augmenter la production annuelle de McArthur River et de Key Lake de quelque 18 % (en passant de 7 200 t d'U/an à 8 500 t d'U/an) est actuellement examinée par l'autorité de sûreté nucléaire fédérale, la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN).

Le centre de production de McClean Lake, exploité par AREVA, est une co-entreprise réunissant AREVA (70 %), Denison Mines Inc. (22,5 %) et OURD (Canada) Co. Ltd, filiale de la société japonaise Overseas Uranium Resources Development Corporation (7,5 %). En 2007 et 2008, la production a atteint respectivement 734 t d'U et 1 249 t d'U. L'augmentation de la production est due au traitement de minerai à plus forte teneur. Les modifications à l'usine de traitement pour en porter la capacité à 4 600 t d'U/an et y traiter le minerai extrait de la mine de Cigar Lake sont en voie d'achèvement. L'extraction dans les gisements Sue E et B était terminée en 2008, et quelque 375 600 t de minerai contenant 2 500 t d'U ont été stockées pour alimenter l'usine dans les quelques années à venir. Dans le gisement de Caribou, où il était prévu de démarrer l'extraction en 2009 et qui fait actuellement l'objet d'une évaluation environnementale, la production sera retardée d'au moins un an en raison du fléchissement des prix de l'uranium, qui compromet la viabilité économique du gisement.

Le centre de production de Rabbit Lake, détenu à 100 % et exploité par Cameco, a produit 1 544 t d'U en 2007 et 1 368 t d'U en 2008. La baisse de production en 2008 s'explique par la plus faible

teneur du minerai traité. Les forages de prospection entrepris à la mine d'Eagle Point en 2007 et 2008 ont permis de délimiter des ressources assurées supplémentaires, prolongeant ainsi la durée de vie de la mine. Cameco a fait savoir qu'elle entend continuer à effectuer des sondages d'exploration à la mine d'Eagle Point en 2009.

Cigar Lake, avec des ressources identifiées se chiffrant à 88 200 t d'U, à une teneur moyenne d'environ 16 % d'U, est le deuxième gisement d'uranium à haute teneur du monde. La mine de Cigar Lake est exploitée par Cameco, dans le cadre d'une co-entreprise liant Cameco (50.025 % du capital), AREVA (37.1 %), Idemitsu Uranium Exploration Canada Ltd. (7.875 %) et TEPCO Resources Inc. (5 %). Lorsque l'aménagement sera achevé, la capacité de production annuelle de cette mine devrait être de 6 900 t d'U. La moitié environ du minerai extrait de Cigar Lake au cours de la première phase d'exploitation sera expédiée sous forme de solution riche en uranium de l'usine de McClean Lake à celle de Rabbit Lake pour une dernière phase de traitement.

La construction de la mine de Cigar Lake a commencé le 1<sup>er</sup> janvier 2005, et devait s'achever en 2007. En octobre 2006, les travaux ont cependant été interrompus parce que d'importantes infiltrations d'eaux souterraines n'ont pas pu être maîtrisées et ont provoqué le noyage complet de la mine. La remise en état de la mine progresse lentement. Cameco a mené des travaux pour colmater hermétiquement la brèche mais, lors de l'assèchement de la mine en 2008, il s'est produit une nouvelle infiltration d'eaux souterraines qui a entraîné l'arrêt des travaux. Cameco procède actuellement à des études pour déterminer les causes de la dernière infiltration, avant de poursuivre la remise en état. La production dans cette mine n'est pas prévue avant 2012 au plus tôt.

### Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

|  | Centre n° 1                 | Centre n° 2                               | Centre n° 3         | Centre n° 4                                      | Centre n° 5                       |
|--|-----------------------------|---|---------------------|--|-----------------------------------|
| Nom du centre de production                  | McArthur River/<br>Key Lake | McClellan Lake                            | Rabbit Lake         | Cigar Lake                                       | Midwest                           |
| Catégorie                                    | existant                    | existant                                  | existant            | commandé   | prévu                             |
| Date de mise en service                      | 1999/1983                   | 1999                                      | 1975                | 2012   | n.d.                              |
| Source de minerai :                          |                             |   |                     |  |                                   |
| • Nom du gisement                            | P2N <i>et al.</i>           | JEB,<br>McClellan,<br>Sue A-E,<br>Caribou | Eagle Point         | Cigar Lake                                       | Midwest                           |
| • Type de gisement                           | discordances                | discordances                              | discordances        | discordances                                     | discordances                      |
| • Réserves (t d'U)                           | 145 200                     | 8 900                                     | 8 000               | 88 200   | 16 700                            |
| • Teneur (% d'U)                             | 15.0                        | 1.22                                      | 0.79                | 16.0   | 4.4                               |
| Exploitation minière :                       |                             |   |                     |  |                                   |
| • Type (MCO/MS/ISL)                          | MS                          | MCO/MS                                    | MS                  | MS   | MCO                               |
| • Tonnage (t de minerai/jour)                | n.d.                        | n.d.                                      | n.d.                | n.d.   | n.d.                              |
| • Taux moyen de récupération (%)             | n.d.                        | n.d.                                      | n.d.                | n.d.   | n.d.                              |
| Installation de traitement (Acide/alcalin) : |                             |   |                     | traitement à<br>McClellan Lake<br>et Rabbit Lake | traitement à<br>McClellan<br>Lake |
| • acide/alcalin                              | acide                       | acide                                     | acide               |  |                                   |
| • Type (EI/ES/LA)                            | ES                          | ES  | ES                  |  |                                   |
| • Tonnage (t de minerai/jour)                | 750                         | 300                                       | 2 300               |  | n.d.                              |
| • Taux moyen de récupération (%)             | 98                          | 97  | 97                  | n.d.   | n.d.                              |
| Capacité nominale de production (t d'U/an)   | 7 200                       | 3 077                                     | 4 615               | 6 294  | 2 300 (est)                       |
| Projets d'agrandissement                     |                             | lié à Cigar<br>Lake                       | lié à Cigar<br>Lake |  |                                   |

### Structure du capital dans l'industrie de l'uranium

Comme mentionné plus haut, Cameco Corporation et AREVA Canada Resources Inc. (AREVA) sont les actionnaires majoritaires et les exploitants des centres de production d'uranium actuellement en service. Denison Mines Inc. et OURD (Canada) Co. Ltd. détiennent des participations minoritaires

dans le centre de production de McClean Lake, tandis qu'Idemitsu et TEPCO sont des partenaires de la co-entreprise qui exploite la mine de Cigar Lake.

### **Emploi dans le secteur de l'uranium**

Le nombre d'emplois directs dans l'industrie canadienne de l'uranium s'élevait à 1 294 en 2007 et à 1 316 en 2008. L'effectif total, si l'on inclut les employés des sièges et les employés contractuels, s'élevait à 1 873 personnes en 2007 et à 1 984 en 2008.

### **Centres de production futurs**

Deux projets d'exploitation d'uranium dans la Saskatchewan pourraient être mis en production dans quelques années, ce qui prolongerait la durée de vie des centres de production existants. Le minerai du gisement de Cigar Lake alimentera les usines de McClean Lake et de Rabbit Lake, tandis que celui du gisement de Midwest fournira un complément d'alimentation à l'usine de McClean Lake. En outre, plusieurs projets de prospection dans le bassin de l'Athabasca ont abouti à l'identification d'une minéralisation importante d'uranium à forte teneur d'où pourraient découler des projets concernant de nouvelles mines.

De même, des mines pourraient être mises en exploitation ailleurs que dans la Saskatchewan. Un projet d'AREVA visant l'exploitation des gisements de Kiggavik et de Sissons, dans le Nunavut, fait actuellement l'objet d'une procédure d'évaluation environnementale ainsi que d'une étude de faisabilité. Strateco Resources Inc. a présenté une demande de permis de prospection souterraine dans le gisement de Matoush, dans la province de Québec. Au Labrador, Aurora Energy Resources Inc., qui propose d'exploiter les gisements de Michelin et de Jacques Lake, procède actuellement à des consultations avec la population pour obtenir son adhésion au projet.

### **Sources secondaires d'uranium**

Le Canada a signalé qu'il ne produit pas et n'utilise pas de combustibles à mélange d'oxydes ou de résidus réenrichis.

## **ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS**

### **Évaluations de l'impact sur l'environnement**

Le 21 août 2009 a démarré une évaluation environnementale du projet de mine à Millenium, situé dans le bassin de l'Athabasca dans le nord de la Saskatchewan. Cameco Corporation propose de construire une mine souterraine pour exploiter le gisement, qui renferme 18 000 t d'U d'une teneur moyenne égale à 3.85 % d'U. Cette mine produirait 150 000 à 200 000 tonnes de minerai par an pendant six à sept ans. Le minerai et les déchets associés seraient transportés jusqu'à l'usine de Key Lake en empruntant une nouvelle route d'accès de 21 km reliée au réseau routier existant. Les stériles propres seraient stockés sur le site.

L'évaluation environnementale du projet Midwest a débuté le 2 mars 2006. Initiative de la co-entreprise associant AREVA (69.16 %), Denison Mines Inc. (25.17 %) et OURD (Canada) Co Ltd. (5.67 %), ce projet prévoit d'exploiter à ciel ouvert le gisement de Midwest (16 700 t d'U de teneur moyenne égale à 4.4 % d'U), puis de transporter le minerai jusqu'à l'usine de traitement de McClean Lake. En 2008, AREVA a annoncé sa décision d'en différer l'exécution en raison des bas prix de

l'uranium, mais de poursuivre la procédure d'évaluation environnementale. Si le projet reçoit l'approbation réglementaire et que son bilan économique s'améliore, il faudra compter deux ans pour aménager la mine et deux ans de plus pour extraire le minerai. Le traitement devrait prendre entre cinq et sept ans.

Le 3 décembre 2007, AREVA a annoncé sa décision de réaliser une étude de faisabilité d'une durée de deux ans et de mettre en train les procédures réglementaires afin d'obtenir l'approbation pour la mise en exploitation du projet Kiggavik-Sissons dans le Nunavut. Pris ensemble, ces deux gisements contiennent, selon les estimations, 57 000 t d'U d'une teneur moyenne égale à 0.2 % d'U. Une évaluation environnementale du projet sera soumise à la Commission du Nunavut chargée de l'examen des répercussions dans le cadre du processus de délivrance de permis de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN).

Le 24 octobre 2008, la CCSN a reçu de Strateco Resources Inc., une demande de permis de prospection souterraine concernant le projet de Matoush dans les monts Otish du Québec. Les ressources identifiées dans le gisement de Matoush s'élèvent à 6 500 t d'U d'une teneur moyenne égale à 0.42 % d'U. Il est prévu qu'une évaluation environnementale des travaux de prospection souterraine proposés débute en 2009.

Une proposition d'augmenter la production annuelle de McArthur River et de Key Lake de quelques 18 % (pour passer de 7 200 t d'U/an à 8 500 t d'U/an) fait l'objet d'une évaluation environnementale qui a commencé en janvier 2003. Une augmentation de la production à McArthur River suppose des modifications pour pouvoir gérer le surcroît de stériles, de déchets minéralisés et d'écoulements d'eau d'exhaure. Cette évaluation examinera aussi les moyens de faire face à l'augmentation concomitante du taux d'accumulation de résidus et des effluents traités à l'usine de Key Lake.

Le 4 juillet 2005, Cameco a présenté une demande de modification d'un permis existant pour pouvoir faire passer la capacité de production annuelle de la raffinerie de Blind River de 18 000 à 24 000 tonnes d'uranium sous forme de trioxyde d'uranium. Le 24 octobre 2008, l'évaluation environnementale a été achevée et la délivrance du permis est en cours.

### **Activités réglementaires**

Le 1<sup>er</sup> octobre 2007, les autorités fédérales ont annoncé la création du Bureau de gestion des grands projets (BGGP), qui a pour missions d'assurer la gestion et d'assumer la responsabilité des grands projets visant les ressources dans le processus d'examen de la réglementation fédérale, notamment en ce qui concerne les mines d'uranium et les usines de concentration de l'uranium, ainsi que de faciliter les améliorations au régime de réglementation applicable aux grands projets visant les ressources.

### **Démantèlement**

Elliot Lake (Ontario) était le principal centre de production d'uranium du Canada depuis plus de 40 ans. Après la fin des activités d'extraction dans les années 90, les sociétés qui les avaient menées ont affecté une somme largement supérieure à 75 millions CAD au démantèlement de toutes les mines, usines de traitement et aires de stockage des déchets. Ces mêmes sociétés continuent de consacrer quelques 2 millions CAD par an à des activités de traitement et de surveillance.

En 2007 et 2008, les principales activités de la mine d'uranium et des centres de traitement de la région d'Elliot Lake, désormais fermés, étaient encore le traitement de l'eau et quelques travaux de

génie civil. En octobre 2008, le Rapport sur l'état de l'environnement (RÉE) indiquait que la qualité de l'eau dans le bassin versant de Serpent River s'était améliorée depuis la fermeture et le démantèlement des mines, et qu'elle était conforme aux normes de potabilité de l'Ontario.

À la mine de Cluff Lake, située dans l'ouest du bassin de l'Athabasca dans la Saskatchewan, les opérations d'extraction et de traitement ont cessé en mai 2002. Un programme de démantèlement sur deux ans a été lancé en 2004, à la suite d'une évaluation environnementale approfondie qui s'était étendue sur cinq ans. L'essentiel du démantèlement était achevé en 2006, et AREVA continue de mener des travaux de remise en état du site, notamment en plantant de jeunes arbres. Un programme de suivi est en place pour s'assurer que les objectifs de démantèlement sont atteints.

Le 2 avril 2007, les autorités fédérales et celles de la Saskatchewan ont annoncé qu'elles s'engageaient à financer conjointement la première phase de décontamination de certaines anciennes mines d'uranium du nord de la Saskatchewan (principalement Gunnar et Lorado). Le coût total de la décontamination, que les autorités fédérales et celles de la Saskatchewan financeront à parts égales, devrait se monter à 24.6 millions CAD.

Les sociétés privées qui exploitaient ces mines dans les années 50 et jusqu'au début des années 60 n'existent plus. Au moment de la fermeture des sites, la réglementation décrivant les mesures à prendre pour confiner et traiter correctement les déchets n'avait pas encore vu le jour, d'où des conséquences écologiques sur les sols et les lacs aux alentours. Une évaluation environnementale du projet est en cours.

## **BESOINS EN URANIUM**

Le Canada compte actuellement 22 réacteurs CANDU exploités par des entreprises publiques ou privées de production d'électricité en Ontario (20), au Québec (1) et au Nouveau-Brunswick (1). En 2008, 17 des réacteurs de ce parc fonctionnaient à leur pleine puissance industrielle et fournissaient en moyenne environ 15 % de l'électricité produite chaque année dans le pays. Sur les cinq réacteurs qui n'étaient pas en service, deux sont fermés et trois en cours de rénovation.

Des projets de rénovation dont le coût est estimé à plus de 9 milliards CAD sont aujourd'hui en cours ou ont été annoncés en Ontario (environ 6 milliards CAD), au Nouveau-Brunswick (environ 1.4 milliard CAD) et au Québec (environ 1.9 milliard CAD). Depuis quelques années déjà, Bruce Power met en œuvre un programme de rénovation et de redémarrage des tranches 1 et 2 de la centrale de Bruce A. New Brunswick Power a entamé la rénovation de son seul réacteur nucléaire en mars 2008. Ces projets progressent, en dépit de quelques retards et dépassements de coûts. En 2008, Hydro-Québec a annoncé qu'elle commencera la rénovation de sa centrale nucléaire (Gentilly 2) en 2011-2012. Des décisions sont attendues également concernant la rénovation d'autres tranches.

Certaines entreprises publiques et privées envisagent également de lancer des projets de construction de réacteurs nucléaires au Canada. Le nombre de tranches qui seront effectivement construites dépendra dans une large mesure des projets de rénovation des tranches existantes. Le gouvernement de l'Ontario, qui avait lancé un appel d'offres concurrentiel pour la construction de deux réacteurs sur le site de Darlington, a toutefois décidé en juin 2009, après avoir reçu une seule offre conforme à la procédure, de suspendre le processus pour des questions de prix. En outre, en juillet 2009, Bruce Power a retiré ses demandes de permis de construire des réacteurs sur les sites de Bruce et de Nanticoke, étant donné la baisse de la demande d'électricité en Ontario due à la récession économique. Bruce Power a fait savoir qu'au lieu de construire des réacteurs, elle procédera à une étude de faisabilité de la rénovation des tranches 3-8. Le gouvernement du Nouveau-Brunswick étudie

actuellement la faisabilité de la construction d'un deuxième réacteur dans la province, tandis que les autorités de l'Alberta et de la Saskatchewan envisagent la possibilité de recourir au nucléaire pour satisfaire à leurs besoins futurs en électricité.

### **Offre et stratégie d'approvisionnement**

Ontario Power Generation couvre ses besoins en uranium grâce à des contrats à long terme avec une variété de fournisseurs, qu'elle complète par des achats sur le marché spot. Depuis qu'elle est devenue partenaire de Bruce Power en 2001, Cameco assure la totalité de l'approvisionnement de Bruce Power : elle lui fournit la totalité de l'uranium et tous les services de conversion, de même qu'elle sous-traite pour elle tous les services de fabrication du combustible.

## **POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM**

Entrée en vigueur le 15 novembre 2002, la Loi sur les déchets de combustible nucléaire a imposé aux entreprises du secteur nucléaire de constituer une Société de gestion des déchets nucléaires (SGDN) chargée de la gestion à long terme des déchets de combustible nucléaire. Conformément à cette loi, la SGDN devait soumettre un rapport sur les options de gestion à long terme des déchets de combustible nucléaire.

La SGDN a transmis le 3 novembre 2005 son rapport au gouvernement fédéral pour examen et analyse. Elle y préconisait de mettre en œuvre la méthode de gestion adaptative progressive (GAP) fondée sur le confinement et l'isolement centralisés du combustible utilisé dans un dépôt géologique en profondeur, qui permet de récupérer le combustible utilisé jusqu'à ce que soit éventuellement décidée la fermeture définitive du dépôt. Le 14 juin 2007, le gouvernement fédéral a annoncé qu'il suivait la recommandation de la SGDN et que la solution retenue était la gestion adaptative progressive.

La Loi sur la responsabilité nucléaire définit un régime complet de responsabilité applicable en cas de dommages ou de blessures causés à des tiers par un accident nucléaire, ainsi qu'un système d'indemnisation des victimes. Elle établit les principes de responsabilité absolue et exclusive de l'exploitant, d'assurance obligatoire et de limitation de la responsabilité de l'exploitant en termes de délai et de montant. Au titre de cette loi, la responsabilité civile des exploitants d'installations nucléaires est engagée de façon absolue à hauteur de 75 millions CAD. Tous les autres sous-traitants ou fournisseurs sont indemnisés de cette manière. Un projet de loi visant à modifier la Loi sur la responsabilité nucléaire a été présenté au Parlement. S'il est adopté, il modifiera la législation actuelle de manière à garantir une meilleure prise en compte des intérêts du public et l'alignement sur les normes internationales. L'une des principales modifications proposées vise à porter à 650 millions CAD la limite de responsabilité des exploitants.

## **STOCKS D'URANIUM**

Le gouvernement du Canada ne conserve aucun stock d'uranium naturel. Les producteurs et les compagnies d'électricité ne communiquent pas d'informations en la matière, considérant qu'elles sont de caractère confidentiel. En outre, comme il n'existe ni usine d'enrichissement, ni usine de retraitement au Canada, il n'y a pas dans ce pays de stocks d'uranium enrichi ou retraité. Bien que les réacteurs canadiens fonctionnent à l'uranium naturel, de faibles quantités d'uranium enrichi sont utilisées au Canada à des fins expérimentales, ainsi que dans les barres de dopage de certains réacteurs CANDU.

## PRIX DE L'URANIUM

En 2002, Ressources naturelles Canada a suspendu la publication du prix moyen des livraisons d'uranium faites en vertu de contrats à l'exportation.

### Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national

| Dépenses en millions CAD  | 2006           | 2007           | 2008           | 2009<br>(prévisions) |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection   | 214            | 413            | 378            | 207                  |
| Dépenses du secteur public pour la prospection  | 0              | 0              | 0              | 0                    |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                                | 134            | 157            | 128            | 67                   |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                               | 0              | 0              | 0              | 0                    |
| <b>Total des dépenses</b>   | <b>348</b>     | <b>570</b>     | <b>506</b>     | <b>274</b>           |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                        | 424 100        | 654 900        | 725 400        | n.d.                 |
| Sondages de prospection forés par le secteur privé                                    | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.                 |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                       | 0              | 0              | 0              | 0                    |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                         | 0              | 0              | 0              | 0                    |
| Forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation (mètres)   | 228 900        | 198 200        | 95 900         | n.d.                 |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation  | n.d.           | n.d.           | n.d.           | n.d.                 |
| Forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation (mètres)  | 0              | 0              | 0              | 0                    |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation | 0              | 0              | 0              | 0                    |
| <b>Sous-total des sondages de prospection (mètres)</b>                                | <b>424 100</b> | <b>654 900</b> | <b>725 400</b> | <b>n.d.</b>          |
| <b>Sous-total du nombre de sondages de prospection</b>                                | <b>n.d.</b>    | <b>n.d.</b>    | <b>n.d.</b>    | <b>n.d.</b>          |
| <b>Sous-total du nombre de forages pratiqués pour la mise en exploitation</b>         | <b>n.d.</b>    | <b>n.d.</b>    | <b>n.d.</b>    | <b>n.d.</b>          |
| <b>Total des forages en mètres</b>  | <b>653 000</b> | <b>853 100</b> | <b>821 300</b> | <b>n.d.</b>          |
| <b>Nombre total de trous forés</b>  | <b>n.d.</b>    | <b>n.d.</b>    | <b>n.d.</b>    | <b>n.d.</b>          |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production      | <40 USD/<br>kg d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD/<br>kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 249 536            | 282 086            | 285 847             | 304 732             | n.d.                           |
| Mine à ciel ouvert         | 17 542             | 54 729             | 75 215              | 82 710              | n.d.                           |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Coproduit et sous-produit  | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Non précisé                | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Total                      | 267 078            | 336 815            | 361 062             | 387 442             |                                |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement | <40 USD/<br>kg d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD/<br>kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| Classique             | 267 078            | 336 815            | 358 601             | 384 981             | 98                             |
| Lixiviation en place* |                    |                    | 1 461               | 1 461               | 70                             |
| Lixiviation en tas**  |                    |                    | 1 000               | 1 000               | 70                             |
| Total                 | 267 078            | 336 815            | 361 062             | 387 442             |                                |

\* Également appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'exploitation à ciel ouvert et en souterrain, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces méthodes de production.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type de gisement                  | <40 USD/kg<br>d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD<br>/kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Lié à des discordances            | 267 078           | 336 815            | 347 141             | 352 026             |
| Lié à des grès                    | 0                 | 0                  | 0                   | 0                   |
| Complexes bréchiqes à hématite    | 0                 | 0                  | 0                   | 0                   |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0                 | 0                  | 2 461               | 2 461               |
| Filonien                          | 0                 | 0                  | 1 300               | 1 300               |
| Intrusif                          | 0                 | 0                  | 0                   | 0                   |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0                 | 0                  | 10 160              | 31 655              |
| Métasomatique                     | 0                 | 0                  | 0                   | 0                   |
| Autres*                           | 0                 | 0                  | 0                   | 0                   |
| Total                             | 267 078           | 336 815            | 361 062             | 387 442             |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques présumées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production      | <40 USD/<br>kg d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD/<br>kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 99 670             | 110 560            | 120 200             | 145 978             | n.d.                           |
| Mine à ciel ouvert         | 0                  | 0                  | 3 993               | 11 235              | n.d.                           |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Coproduit et sous-produit  | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Non précisé                | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Total                      | 99 670             | 110 560            | 124 193             | 157 213             |                                |

**Ressources classiques présumées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement | <40 USD/<br>kg d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD/<br>kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| Classique             | 99 670             | 110 560            | 122 818             | 143 288             | n.d.                           |
| Lixiviation en place* | 0                  | 0                  | 831                 | 8 355               | n.d.                           |
| Lixiviation en tas**  | 0                  | 0                  | 544                 | 5 570               | n.d.                           |
| Total                 | 99 670             | 110 560            | 124 193             | 157 213             |                                |

\* Également appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'exploitation à ciel ouvert et en souterrain, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces méthodes de production.

**Ressources classiques présumées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type de gisement                  | <40 USD/<br>kg d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD/<br>kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Lié à des discordances            | 99 670             | 110 560            | 111 475             | 115 417             |
| Lié à des grès                    | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |
| Complexes bréchiques à hématite   | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0                  | 0                  | 1 385               | 13 925              |
| Filonien                          | 0                  | 0                  | 7 340               | 7 340               |
| Intrusif                          | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0                  | 0                  | 3 993               | 20 531              |
| Métasomatique                     | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |
| Autres*                           | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |
| Total                             | 99 670             | 110 560            | 124 193             | 157 213             |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques pronostiquées (tonnes d'U)**

| Tranches de coût |                 |                 |
|------------------|-----------------|-----------------|
| <80 USD/kg d'U   | <130 USD/kg d'U | <260 USD/kg d'U |
| 50 000           | 150 000         | 150 000         |

### Ressources classiques spéculatives (tonnes d'U)

| Tranches de coût |                 |               |
|------------------|-----------------|---------------|
| <80 USD/kg d'U   | <130 USD/kg d'U | non spécifiée |
| 700 000          | 700 000         | 0             |

### Production d'uranium par méthode de production (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Méthode de production           | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006         | 2007         | 2008         | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévisions) |
|---------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------|-------------------|
| Mine à ciel ouvert <sup>1</sup> | 113 469                      | 886          | 848          | 1 307        | 116 510                      | 1 300             |
| Mine souterraine <sup>1</sup>   | 284 863                      | 8 976        | 8 628        | 7 693        | 310 160                      | 8 600             |
| Lixiviation <i>in situ</i>      | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                 |
| Coproduit et sous-produit       | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                 |
| <b>Total</b>                    | <b>398 332</b>               | <b>9 862</b> | <b>9 476</b> | <b>9 000</b> | <b>426 670</b>               | <b>9 900</b>      |

(1) Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

### Production d'uranium par méthode de traitement (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Méthode de traitement             | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006         | 2007         | 2008         | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévisions) |
|-----------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------|-------------------|
| Classique                         | 397 332                      | 9 862        | 9 476        | 9 000        | 425 670                      | 9 900             |
| Lixiviation en place*             | 1 000                        | 0            | 0            | 0            | 1 000                        | 0                 |
| Lixiviation en tas**              | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                 |
| U récupéré à partir de phosphates | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                 |
| Autres méthodes***                | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                 |
| <b>Total</b>                      | <b>398 332</b>               | <b>9 862</b> | <b>9 476</b> | <b>9 000</b> | <b>426 670</b>               | <b>9 900</b>      |

\* Également appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'exploitation à ciel ouvert et en souterrain, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces méthodes de production.

\*\*\* Prenant en compte le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

### Production d'uranium par type de gisement (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Type de gisement                  | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006         | 2007         | 2008         | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévisions) |
|-----------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------|-------------------|
| Lié à des discordances            | 219 236                      | 9 862        | 9 476        | 9 000        | 247 574                      | 9 900             |
| Lié à des grès                    | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                 |
| Complexes bréchiqes à hématite    | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                 |
| Conglomérats à galets de quartz   | 144 182                      | 0            | 0            | 0            | 144 182                      | 0                 |
| Filonien                          | 26 630                       | 0            | 0            | 0            | 26 630                       | 0                 |
| Intrusif                          | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                 |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                 |
| Métasomatique                     | 8 284                        | 0            | 0            | 0            | 8 284                        | 0                 |
| Autres*                           | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                 |
| <b>Total</b>                      | <b>398 332</b>               | <b>9 862</b> | <b>9 476</b> | <b>9 000</b> | <b>426 670</b>               | <b>9 900</b>      |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

### Structure du capital dans l'industrie de l'uranium en 2008

| Canada         |     |               |     | Étranger       |     |               |     | Totaux  |     |
|----------------|-----|---------------|-----|----------------|-----|---------------|-----|---------|-----|
| Secteur public |     | Secteur privé |     | Secteur public |     | Secteur privé |     |         |     |
| [t d'U]        | [%] | [t d'U]       | [%] | [t d'U]        | [%] | [t d'U]       | [%] | [t d'U] | [%] |
| 0              | 0   | 6 126         | 68  | 2 780          | 31  | 94            | 1   | 9 000   | 100 |

### Effectifs de l'industrie de l'uranium dans les centres de production existants (années-personnes)

|  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009 (prévisions) |
|--|-------|-------|-------|-------------------|
| Effectif total associé aux centres de production       | 1 665 | 1 873 | 1 984 | 1 600             |
| Effectif directement affecté à la production d'uranium | 1 152 | 1 294 | 1 416 | 1 200             |

### Capacité théorique de production à court terme (tonnes d'U/an)

| 2010   |        |        |        | 2015   |        |        |        | 2020   |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| A-I    | B-I    | A-II   | B-II   | A-I    | B-I    | A-II   | B-II   | A-I    | B-I    | A-II   | B-II   |
| 16 430 | 16 430 | 16 430 | 16 430 | 17 730 | 17 730 | 17 730 | 17 730 | 17 730 | 19 000 | 17 730 | 19 000 |
| 2025   |        |        |        | 2030   |        |        |        | 2035   |        |        |        |
| A-I    | B-I    | A-II   | B-II   | A-I    | B-I    | A-II   | B-II   | A-I    | B-I    | A-II   | B-II   |
| 17 730 | 19 000 | 17 730 | 19 000 | 17 730 | 19 000 | 17 730 | 19 000 | 17 730 | 19 000 | 17 730 | 2 000  |

### Production nette d'électricité

|   | 2007 | 2008 |
|---|------|------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 88.2 | 88.6 |

### Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe nets)\*

| 2008   | 2009   | 2010            |                 | 2015            |                 |
|--------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|        |        | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 12 700 | 12 700 | 11 400          | 14 300          | 10 500          | 14 300          |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 11 400          | 15 300          | n.d.            | n.d.            | n.d.            | n.d.            | n.d.            | n.d.            |

\* Source : Données sur l'énergie nucléaire, OCDE, Paris, 2009.

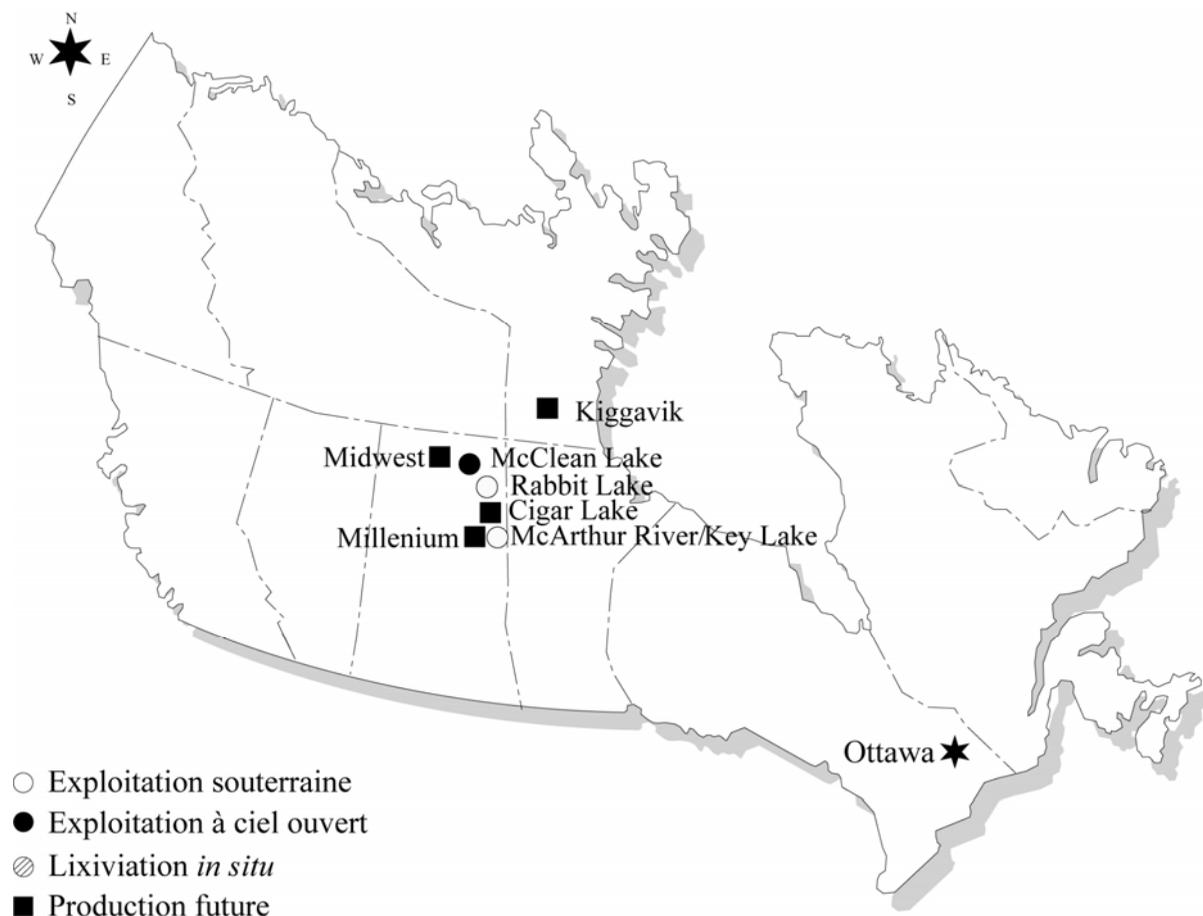
### Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris) (tonnes d'U)

| 2008  | 2009  | 2010            |                 | 2015            |                 |
|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|       |       | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 1 600 | 1 600 | 1 800           | 2 000           | 1 800           | 2 000           |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 2 000           | 2 300           | 2 100           | 2 500           | n.d.            | n.d.            | n.d.            | n.d.            |

### Stocks d'uranium (tonnes d'équivalent uranium naturel)

| Détenteur               | Stocks d'uranium naturel sous forme de concentrés | Stocks d'uranium enrichi | Stocks d'uranium appauvri | Stocks d'uranium retraité | Total |
|-------------------------|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
| État                    | 0   | 0                        | 0                         | 0                         | 0     |
| Producteur              | n.d.  | 0                        | 0                         | 0                         | n.d.  |
| Compagnie d'électricité | n.d.  | 0                        | 0                         | 0                         | n.d.  |
| Total                   | n.d.  | 0                        | 0                         | 0                         | n.d.  |



## • Chine •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Un bref historique de la prospection de l'uranium est présenté dans le Livre rouge de 2007.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

Les activités d'exploration et de prospection de l'uranium ont été intensifiées en Chine à la faveur de l'accroissement des investissements financiers et des travaux effectivement réalisés en 2007-2008. Elles ont concerné des zones plus vastes, incluant des zones potentielles retenues à la suite de l'établissement de prévisions et de l'évaluation par régions, en plus des activités qui se sont

poursuivies dans les zones minéralisées et orogéniques liées aux gisements uranifères précédemment découverts. La prospection se concentre sur les bassins sédimentaires situés dans le nord et l'ouest de la Chine, encore que plusieurs projets soient parallèlement menés pour étudier la profondeur et l'extension des corps minéralisés dans les gisements uranifères connus de la Chine méridionale.

Les activités de prospection, notamment l'évaluation du potentiel uranifère au plan régional et la suite des travaux sur les minéralisations et gisements découverts dans le nord de la Chine, sont menées dans les bassins du Yili, de Turfan-Hami, du Junggar et du Tarim de la région autonome du Xinjiang ; dans ceux de l'Ordos, de l'Erlian, de Songliao, de Badanjin et de Bayingebi en Mongolie intérieure ; dans le bassin de Caidamu dans la province du Qinghai ; ainsi que dans le bassin de Jiuquan de la province du Gansu, entre autres. Aux fins de l'évaluation, différentes méthodes sont appliquées, notamment les méthodes d'imagerie de résistivité électrique EH-4 et CSAMT, et un certain nombre de sondages sont effectués, suivis de nouveaux forages dans les zones minéralisées pour trouver les gisements gréseux qui se prêtent à la lixiviation *in situ* et des gisements d'uranium classiques renfermés dans des grès et des *mudstones*.

Dans le sud de la Chine, des travaux de prospection ont été menés pour rechercher des gisements uranifères filoniens d'origine hydrothermale liés à des gisements de type volcanique et granitique dans les gisements uranifères du Taoshan et de Xiangshan dans la province du Jiangxi ; dans les champs uranifères de Xiazhuang et de Zhuguang dans la province du Guangdong ; dans le champ de Ziyuan dans la région autonome du Guangxi ; ainsi que dans les champs de Lujing et de Daqiaowu dans la province du Zhejiang.

Le métrage total des sondages achevés au cours des deux dernières années s'est élevé à 950 000 m (450 000 m en 2007 et 500 000 m en 2008), dont 700 000 m exécutés pour l'essentiel dans les bassins sédimentaires de la Chine septentrionale. En conséquence, les ressources en uranium du nord de la Chine ont augmenté dans des proportions spectaculaires. Les nouvelles découvertes sont trois grands gisements d'uranium dénommés Mengqiguer (situé dans la frange sud du bassin du Yili dans le Xinjiang), Sunjialiang (dans la partie septentrionale du bassin de l'Ordos) et Nuheting (dans le bassin de l'Erlian en Mongolie intérieure) et deux gisements de taille moyenne appelés Subeng (dans le bassin de l'Erlian) et Baixingtu (dans le bassin de Songliao en Mongolie intérieure) ; en outre, des zones pouvant renfermer de l'uranium ont été identifiées, notamment celles de Ciyaobo (dans le bassin de l'Ordos), de Shazhaoquan (dans le bassin de Badanjin en Mongolie intérieure) et d'Honghaigou (dans le bassin du Yili) : elles constituent des cibles et des zones productives possibles. Il se dégage de ces résultats que les activités futures de prospection de ressources en uranium privilégieront les bassins situés dans le nord de la Chine.

Dans le même temps, les progrès réalisés dans le sud de la Chine ont permis de découvrir quatre grands gisements d'uranium appelés Julongan (dans le champ uranifère situé dans le district de Xiangshan), Baimianshi (dans le champ uranifère de Gannan situé dans la province du Jiangxi), Mianhuakeng (dans le champ uranifère des monts Zhuguang situé dans la province du Guangdong) et Shazijiang (dans le champ uranifère de Ziyuan situé dans la région autonome du Guangxi), ainsi que deux gisements de taille moyenne dénommés Heshang (dans le champ uranifère de Xiangshan) et Xiangyangping (dans le champ uranifère de Ziyuan situé dans la région autonome du Guangxi).

## RESSOURCES EN URANIUM

### Ressources classiques identifiées (RRA et ressources présumées)

Les ressources en uranium découvertes en 2007 and 2008 représentent au total environ 71 400 t d'U dans les catégories des ressources raisonnablement assurées et des ressources présumées. Leur répartition est la suivante : 10 000 t d'U à Mengqiguer, 6 000 t d'U à Shihongtan dans le champ de Xinjiang ; 17 000 t d'U à Nuheting, 2 400 t d'U à Subeng, 4 600 t d'U à Sunjialiang en Mongolie intérieure ; 12 000 t d'U à Baimianshi dans le champ uranifère de Gannan, 3 000 t d'U à Julongan dans le champ uranifère de Xiangshan situé dans la province du Jiangxi ; 11 400 t d'U à Mianhuakeng dans les monts Zhuguang, dans la province du Guangdong ; et 5 000 t d'U à Xiangyangping dans la province du Guangxi. Sur ces ressources, 45 200 t d'U sont à ranger dans la catégorie des RRA, et le reste (26 200 t d'U) dans celle des ressources présumées. Les ressources chinoises totales en uranium récapitulées dans le tableau ci-dessous atteignent 171 400 t d'U, selon les données les plus récentes.

### Répartition des ressources en uranium en Chine

| N°    | Localisation (provinces + lieux/noms) |             | t d'U   |
|-------|---------------------------------------|-------------|---------|
| 1     | Jiangxi                               | Xiangshan   | 29 000  |
| 2     |                                       | Gannan      | 12 000  |
| 3     | Guangdong                             | Xiazhuang   | 12 000  |
| 4     |                                       | Zhuguang    | 11 400  |
| 5     | Hunan                                 | Lujing      | 5 000   |
| 6     | Guangxi                               | Ziyuan      | 10 000  |
| 7     | Xinjiang                              | Yili        | 26 000  |
| 8     |                                       | Turfan-Hami | 9 000   |
| 9     | Mongolie intérieure                   | Ordos       | 21 600  |
| 10    |                                       | Erlian      | 19 400  |
| 11    | Liaoning                              | Qinglong    | 8 000   |
| 12    | Yunnan                                | Tengchong   | 6 000   |
| 13    | Shaanxi                               | Lantian     | 2 000   |
| Total |                                       |             | 171 400 |

### Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)

Les ressources potentielles d'uranium de la Chine sont considérables. Selon plusieurs établissements qui ont mené en Chine des études statistiques, ces ressources pourraient se chiffrer à 1.2-1.7 million de tonnes d'uranium. Au cours des deux dernières années, des zones favorables ont été décelées dans les bassins de l'Erlian et de l'Ordos (région autonome de Mongolie intérieure). D'autres zones prometteuses, comme le bassin du Tarim, le bassin du Junggar (région autonome du Xinjiang) et le bassin de Songliao (dans le nord-est de la Chine), sont également considérées comme des cibles favorables. Des travaux de prospection ayant été relancés, il se peut que de nouvelles ressources en uranium viennent s'ajouter aux gisements connus de la Chine méridionale.

### Ressources non classiques et autres produits

Ces ressources n'ont fait l'objet d'aucune évaluation systématique.

## PRODUCTION D'URANIUM

### Historique

Au cours des 50 ans de son histoire, l'industrie chinoise de l'uranium a connu successivement un essor, pendant les deux premières décennies, et un déclin, à la fin des années 80 et dans les années 90. Au début du 21<sup>e</sup> siècle, elle est repartie de l'avant, principalement sous l'impulsion du programme ambitieux de construction de centrales nucléaires annoncé par le gouvernement chinois et de la hausse des prix spot de l'uranium. La production d'uranium est ainsi de nouveau au centre de l'attention en Chine. Plusieurs centres de production sont en chantier, par exemple les mines d'uranium de Fuzhou et Chongyi. Le nouveau centre de production de Chongyi sera implanté sur un site différent, en fonction des résultats des essais pilotes en cours. De plus, l'ancienne mine d'uranium de Qinglong a été reconstruite et remise en exploitation. Enfin, des études de faisabilité portant sur d'autres gisements d'uranium se poursuivent également.

### Capacité théorique de production

Deux nouveaux centres de production ont été mis en exploitation lorsque leur construction s'est achevée et que les autorités compétentes ont donné leur approbation finale. Cependant, la mine souterraine classique d'uranium de Qinglong, associée à la mine d'uranium de Benxi, n'a pas encore atteint sa capacité nominale en raison de cycles de lixiviation en tas plus longs que prévu, surtout en hiver. En ce qui concerne l'exploitation par ISL de Yining, des essais pilotes et hydrogéologiques sont actuellement effectués en vue d'atteindre la capacité théorique de production.

Un nouveau centre de production a été construit et mis en exploitation à Shaoguan, dans la province du Guangdong, dans le sud de la Chine. Des technologies classiques d'exploitation souterraine et de lixiviation en tas y sont utilisées.

La situation des autres centres de production chinois n'a pas changé. Aucun centre n'a été arrêté ou fermé dans les deux années écoulées.

### Structure du capital dans l'industrie de l'uranium

En Chine, ce secteur est détenu à 100 % par des entreprises d'État.

### Emploi dans le secteur de l'uranium

Par suite de la mise en service des nouveaux centres de production, il est nécessaire de recruter de la main-d'œuvre : il est donc prévu une légère augmentation des effectifs de l'industrie de l'uranium.

### Futurs centres de production

Les nouveaux centres de production des mines d'uranium de Fuzhou et de Chongyi sont encore en chantier.

Des essais pilotes de lixiviation *in situ* (ISL) se déroulent actuellement dans le gisement Shihongtan du centre de production de Yining. De même, des essais pilotes sont en cours dans le gisement d'uranium de Dongsheng, mais seulement dans sa partie occidentale. La partie orientale du gisement, qui se caractérise par une faible perméabilité, ne se prête pas à l'extraction par ISL. En conséquence, on envisage d'y réaliser des essais pilotes avec la méthode classique d'exploitation souterraine.

Des essais pilotes et des travaux de construction sont en cours dans plusieurs autres gisements, dont le gisement d'uranium de type grès de Liaohe et le gisement d'uranium de type granitique de Guyuan.

### Sources secondaires d'uranium

En Chine, on n'utilise ni ne produit de combustibles MOX, de résidus réenrichis ou d'uranium de retraitement.

#### Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

|   | Centre n° 1                           | Centre n° 2                                    | Centre n° 3                        | Centre n° 4                                    |
|---|---------------------------------------|--|------------------------------------|--|
| Nom du centre de production   | Fuzhou                                | Chongyi  | Yining                             | Lantian  |
| Catégorie   | existant                              | existant                                       | existant                           | existant                                       |
| Date de mise en service   | 1966                                  | 1979   | 1993                               | 1993   |
| Source de minerai :<br>• Nom du gisement<br>• Type de gisement<br>• Réserves (t d'U)<br>• Teneur (% d'U)  | volcanique                            | granitique                                     | Dep.512<br>grès                    | Lantian<br>granitique                          |
| Exploitation minière :<br>• Type (MCO/MS/ISL)<br>• Tonnage (t de minerai/an)<br>• Taux moyen de récupération (%)  | MS<br>700<br>92                       | MS<br>350<br>90                                | ISL<br>n.d.<br>n.d.                | MS<br>200<br>80                                |
| Installation de traitement (acide/alcalin) :<br>• Acide/alcalin<br>• Type (EI/ES)<br>• Tonnage (t de minerai/jour) pour ISL (kilolitre/heure)<br>• Taux moyen de récupération (%) | classique<br>acide<br>EI<br>700<br>90 | lixiviation en tas<br>acide<br>EI<br>350<br>84 | ISL<br>acide<br>EI<br>n.d.<br>n.d. | lixiviation en tas<br>acide<br>EI<br>200<br>90 |
| Capacité nominale de production (t d'U/an)  | 300<br>200<br>(commandée)             | 120  | 300                                | 100  |
| Projets d'agrandissement  | n.d.                                  | jusqu'à 270 t d'U/an                           |                                    | n.d.   |
| Autres remarques  |                                       |  |                                    |  |

**Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium** (au 1<sup>er</sup> janvier 2009) *(suite)*

| Nom du centre de production  | Centre n° 5                                     |   | Centre n° 6                                     |
|--|---|---|---|
|  | Benxi   | Qinglong  | Shaoguan  |
| Catégorie  | existant  | existant  | existant  |
| Date de mise en service  | 1996  | 2007  | n.d.  |
| Source de minerai : <ul style="list-style-type: none"> <li>Nom du gisement</li> <li>Type de gisement</li> <li>Réserves (t d'U)</li> <li>Teneur (% d'U)</li> </ul>  | Benxi<br>granitique                             | Qinglong<br>volcanique                          | granitique                                      |
| Exploitation minière : <ul style="list-style-type: none"> <li>Type (MCO/MS/ISL)</li> <li>Tonnage (t de minerai/an)</li> <li>Taux moyen de récupération (%)</li> </ul>  | MS<br>100<br>85                                 | MS<br>200<br>85                                 | MS<br>400<br>90                                 |
| Installation de traitement (acide/alcalin) : <ul style="list-style-type: none"> <li>Acide/alcalin</li> <li>Type (EI/ES)</li> <li>Tonnage (t de minerai/an) pour ISL (kilolitre/heure)</li> <li>Taux moyen de récupération (%)</li> </ul> | lixiviation en tas<br>acide<br>ES<br>n.d.<br>90 | lixiviation en tas<br>acide<br>EI<br>n.d.<br>96 | lixiviation en tas<br>acide<br>ES<br>n.d.<br>90 |
| Capacité nominale de production (t d'U/an)   | 120   | 100   | 160   |
| Projets d'agrandissement   | n.d.  | n.d.  | n.d.  |
| Autres remarques   |   |   |   |

### ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS

Depuis l'entrée en vigueur récente de nouvelles réglementations environnementales, les technologies d'exploitation modernes se sont généralisées dans les mines d'uranium chinoises. Les fluides sont collectés, traités et recyclés. Après la phase de traitement, seul un volume très limité d'eaux usées est rejeté, conformément aux dispositions réglementant les rejets. Les eaux traitées ne sont pas rejetées directement, mais conservées pendant un certain temps dans un bassin de stockage, puis revérifiées pour s'assurer qu'elles satisfont aux normes concernant les rejets, en application des nouvelles réglementations adoptées au cours des deux dernières années.

La réglementation en matière de radioprotection applicable dans les mines et les usines d'uranium (EJ 993-2008) a été instaurée en 2008. Elle stipule que tous les employés doivent y être équipés de dosimètres pendant les horaires de travail.

Les sites de trois mines désaffectées ont été réaménagés. Le premier réaménagement a été approuvé par l'autorité publique compétente, et les deux autres devraient l'être en 2009.

## **BESOINS EN URANIUM**

### **Besoins en uranium**

Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, la puissance installée totale du parc nucléaire était de 9 070 MWe. Les besoins en uranium avoisinent 3 300 tonnes par an.

Le programme électronucléaire du gouvernement chinois prévoit de passer à une puissance nucléaire installée totale de 58 GWe d'ici à la fin de 2020.

Selon des calculs préliminaires, les besoins en uranium représenteront 4 600 t d'U en 2010, 6 450 t d'U en 2015, et 8 200 t d'U en 2020. Les prévisions concernant les niveaux minimums et maximums de ces besoins sont les suivantes : 10 100-12 000 t d'U en 2020, 12 300-16 200 t d'U en 2025, 12 300-16 200 t d'U en 2030 et 14 400-20 500 t d'U en 2035.

### **Offre et stratégie d'approvisionnement**

Pour satisfaire à la demande de centrales nucléaires moyennant le programme de développement approuvé par l'administration centrale, il est nécessaire de construire des centres de production supplémentaires. Le gouvernement chinois a adopté une politique baptisée « Deux marchés, deux ressources », qui s'appuie sur une exploitation dynamique des ressources en uranium à la fois en Chine et à l'étranger, en anticipant sur les besoins. L'approvisionnement en uranium sera garanti grâce à la production intérieure, à la mise en valeur de ressources à l'étranger et à des échanges internationaux, afin d'assurer une fourniture stable de combustible nucléaire aux centrales du pays.

En complément, la Chine se procurera des approvisionnements en uranium sur les marchés internationaux en passant par différents circuits, afin de réduire le risque commercial, de préserver la stabilité de l'approvisionnement et d'en obtenir à des prix raisonnables.

## **POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM**

Face à la demande tirée par l'essor de l'électronucléaire qui s'accélère en Chine, le gouvernement chinois est conscient de l'importance que revêt l'approvisionnement en combustible nucléaire. C'est pourquoi il a par exemple intensifié la prospection de l'uranium en Chine, encouragé la production intérieure, adopté des réglementations autorisant des entreprises privées à prospecter sur son territoire et lancé la devise « Deux marchés, deux ressources » prévoyant d'acheter et de produire de l'uranium à l'étranger également.

## **STOCKS D'URANIUM**

Ces informations ne sont pas disponibles.

## **PRIX DE L'URANIUM**

Le prix intérieur de l'uranium est progressivement aligné sur son cours international afin de suivre l'évolution des prix de l'uranium dans le monde ; ainsi, les achats effectués en Chine sont soumis aux mêmes fluctuations de prix que les achats sur le marché international.

**Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national**

| <b>Dépenses en millions USD (novembre 2009)</b>                                       | <b>2006</b>    | <b>2007</b>    | <b>2008</b>    | <b>2009<br/>(prévisions)</b> |
|---|----------------|----------------|----------------|------------------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection   | 0              | 0              | 0              | 0                            |
| Dépenses du secteur public pour la prospection  | 28             | 38             | 44             | 46                           |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                                | 0              | 0              | 0              | 0                            |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                               | 28             | 38             | 44             | 46                           |
| <b>Total des dépenses</b>   | <b>28</b>      | <b>38</b>      | <b>44</b>      | <b>46</b>                    |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                        | 0              | 0              | 0              | 0                            |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                          | 0              | 0              | 0              | 0                            |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                       | 400 000        | 450 000        | 500 000        | 500 000                      |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                         | 1 230          | 1 410          | 1 590          | 1 590                        |
| Forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation (mètres)   | 0              | 0              | 0              | 0                            |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation  | 0              | 0              | 0              | 0                            |
| Forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation (mètres)  | 0              | 0              | 0              | 0                            |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation | 0              | 0              | 0              | 0                            |
| Sous-total des sondages de prospection (mètres)                                       | 400 000        | 450 000        | 500 000        | 500 000                      |
| Sous-total du nombre de sondages de prospection                                       | 1 230          | 1 410          | 1 590          | 1 590                        |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)                | 0              | 0              | 0              | 0                            |
| Sous-total du nombre de forages pratiqués pour la mise en exploitation                | 0              | 0              | 0              | 0                            |
| <b>Total des forages en mètres</b>  | <b>400 000</b> | <b>450 000</b> | <b>500 000</b> | <b>500 000</b>               |
| <b>Nombre total de trous forés</b>  | <b>1 230</b>   | <b>1 410</b>   | <b>1 590</b>   | <b>1 590</b>                 |

**Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage à l'étranger**

| <b>Dépenses en millions USD (en novembre 2009)</b>      | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>2009<br/>(prévisions)</b> |
|---|-------------|-------------|-------------|------------------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection           | 0           | 0           | 0           | 0                            |
| Dépenses du secteur public pour la prospection          | n.d.        | n.d.        | n.d.        | n.d.                         |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation  | 0           | 0           | 0           | 0                            |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation | n.d.        | 160         | 220         | n.d.                         |
| <b>Total des dépenses</b>                               | <b>n.d.</b> | <b>160</b>  | <b>220</b>  | <b>n.d.</b>                  |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production** (tonnes d'U)

| Méthode de production      | <40 USD/<br>kg d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD/<br>kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 15 000             | 34 900             | 49 900              | 49 900              |                                |
| Mine à ciel ouvert         | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 37 000             | 66 000             | 66 000              | 66 000              |                                |
| Coproduit et sous-produit  | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Non précisé                | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Total                      | 52 000             | 100 900            | 115 900             | 115 900             |                                |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement** (tonnes d'U)

| Méthode de traitement | <40 USD/<br>kg d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD/<br>kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| Classique             | 52 000             | 100 900            | 115 900             | 115 900             |                                |
| Lixiviation en place* | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Lixiviation en tas**  | n.d.               | n.d.               | n.d.                | n.d.                |                                |
| Total                 | 52 000             | 100 900            | 115 900             | 115 900             |                                |

\* Également appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'exploitation à ciel ouvert et en souterrain, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces méthodes de production.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement** (tonnes d'U)

| Type de gisement                     | <40 USD/kg d'U | <80 USD/kg d'U | <130 USD/kg d'U | <260 USD/kg d'U |
|--------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Lié à des discordances               | n.d.           | n.d.           | n.d.            | n.d.            |
| Lié à des grès                       | n.d.           | n.d.           | n.d.            | n.d.            |
| Complexes bréchiques<br>à hématite   | n.d.           | n.d.           | n.d.            | n.d.            |
| Conglomérats à galets<br>de quartz   | n.d.           | n.d.           | n.d.            | n.d.            |
| Filonien                             | n.d.           | n.d.           | n.d.            | n.d.            |
| Intrusif                             | n.d.           | n.d.           | n.d.            | n.d.            |
| Volcanique et lié à des<br>caldeiras | n.d.           | n.d.           | n.d.            | n.d.            |
| Métasomatique                        | n.d.           | n.d.           | n.d.            | n.d.            |
| Autres*                              | n.d.           | n.d.           | n.d.            | n.d.            |
| Total                                | n.d.           | n.d.           | n.d.            | n.d.            |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques présumées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production      | <40 USD/<br>kg d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD/<br>kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 3 400              | 36 100             | 39 500              | 39 500              |                                |
| Mine à ciel ouvert         | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 12 000             | 13 000             | 16 000              | 16 000              |                                |
| Coproduit et sous-produit  | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Non précisé                | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Total                      | 15 400             | 49 100             | 55 500              | 55 500              |                                |

**Ressources classiques présumées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement | <40 USD/<br>kg d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD/<br>kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| Classique             | 15 400             | 49 100             | 55 500              | 55 500              |                                |
| Lixiviation en place* | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Lixiviation en tas**  | n.d.               | n.d.               | n.d.                | n.d.                |                                |
| Total                 | 15 400             | 49 100             | 55 500              | 55 500              |                                |

\* Également appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'exploitation à ciel ouvert et en souterrain, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces méthodes de production.

**Ressources classiques présumées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type de gisement                     | <40 USD/<br>kg d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD/<br>kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U |
|--------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Lié à des discordances               | n.d.               | n.d.               | n.d.                | n.d.                |
| Lié à des grès                       | n.d.               | n.d.               | n.d.                | n.d.                |
| Complexes bréchiqes à<br>hématite    | n.d.               | n.d.               | n.d.                | n.d.                |
| Conglomérats à galets de<br>quartz   | n.d.               | n.d.               | n.d.                | n.d.                |
| Filonien                             | n.d.               | n.d.               | n.d.                | n.d.                |
| Intrusif                             | n.d.               | n.d.               | n.d.                | n.d.                |
| Volcanique et lié à des<br>caldeiras | n.d.               | n.d.               | n.d.                | n.d.                |
| Métasomatique                        | n.d.               | n.d.               | n.d.                | n.d.                |
| Autres*                              | n.d.               | n.d.               | n.d.                | n.d.                |
| Total                                | n.d.               | n.d.               | n.d.                | n.d.                |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques pronostiquées (tonnes d'U)**

| Tranches de coût |                 |                 |
|------------------|-----------------|-----------------|
| <80 USD/kg d'U   | <130 USD/kg d'U | <260 USD/kg d'U |
| 3 600            | 3 600           | 3 600           |

**Ressources classiques spéculatives (tonnes d'U)**

| Tranches de coût |                 |               |
|------------------|-----------------|---------------|
| <80 USD/kg d'U   | <130 USD/kg d'U | non spécifiée |
| 4 100            | 4 100           | n.d.          |

**Structure du capital dans l'industrie de l'uranium en 2008**

| Chine          |     |               |     | Étranger       |     |               |     | Totaux  |     |
|----------------|-----|---------------|-----|----------------|-----|---------------|-----|---------|-----|
| Secteur public |     | Secteur privé |     | Secteur public |     | Secteur privé |     |         |     |
| [t d'U]        | [%] | [t d'U]       | [%] | [t d'U]        | [%] | [t d'U]       | [%] | [t d'U] | [%] |
|                | 100 |               |     |                |     |               |     | n.d.    |     |

**Effectifs de l'industrie de l'uranium dans les centres de production existants (années-personnes)**

|  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009<br>(prévisions) |
|--|-------|-------|-------|----------------------|
| Effectif total associé aux centres de production existants | 7 300 | 7 400 | 7 450 | 7 500                |
| Effectif directement affecté à la production d'uranium     | 6 700 | 6 720 | 6 740 | 6 800                |

**Production nette d'électricité**

|   | 2007 | 2008 |
|---|------|------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 59.3 | 65.3 |

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe nets)**

| 2008  | 2009  | 2010            |                 | 2015            |                 |
|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|       |       | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 9 070 | 9 070 | 13 000          | 20 000          | 25 000          | 35 000          |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 40 000          | 58 000          | 58 000          | 71 300          | 71 300          | 83 800          | 83 800          | 108 800         |

**Besoins annuels en uranium des réacteurs jusqu'en 2035 (MOX non compris)**  
(tonnes d'U)

| 2008  | 2009  | 2010            |                 | 2015            |                 |
|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|       |       | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 1 800 | 3 300 | 2 340           | 4 600           | 4 600           | 6 450           |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 6 450           | 8 200           | 10 100          | 12 000          | 12 300          | 16 200          | 14 400          | 20 500          |

**Stocks d'uranium** (tonnes d'équivalent uranium naturel)

| Détenteur               | Stocks d'uranium naturel sous forme de concentrés | Stocks d'uranium enrichi | Stocks d'uranium appauvri | Stocks d'uranium retraité | Total |
|-------------------------|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
| État                    | n.d.  | n.d.                     | n.d.                      | n.d.                      | n.d.  |
| Producteur              | n.d.  | n.d.                     | n.d.                      | n.d.                      | n.d.  |
| Compagnie d'électricité | n.d.  | n.d.                     | n.d.                      | n.d.                      | n.d.  |
| Total                   | n.d.  | n.d.                     | n.d.                      | n.d.                      | n.d.  |



## • Danemark (Groenland) •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Un bref historique de la prospection de l'uranium figurait dans le Livre rouge de 2003.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

La société de prospection Greenland Minerals and Energy Ltd. a procédé en 2008 à une nouvelle estimation, en conformité avec la classification du code JORC. Cette estimation est fondée sur des données collectées durant des activités de prospection visant d'autres substances minérales (gisement de Kvanefjeld), car il est interdit au Groenland de prospecter et d'exploiter des éléments radioactifs. Il en est ressorti, en ce qui concerne l'uranium, une estimation de 334 289 000 tonnes de minerai si l'on retient une teneur de coupure de 302 ppm d' $U_3O_8$  (256 ppm d'U, soit 0.0256 % d'U), ce qui équivaut à 100 960 tonnes d' $U_3O_8$  (85 614 t d'U). Aucun coût de production n'accompagne cette estimation des ressources.

### RESSOURCES EN URANIUM

#### Ressources classiques identifiées (RRA et ressources présumées)

Après une campagne de prospection, Greenland Minerals and Energy Ltd. a indiqué que les ressources présumées renfermées dans le gisement de Kvanefjeld ont été réévaluées à 100 960 t d' $U_3O_8$  (85 614 t d'U) au milieu de 2008. Ces ressources ont été classées dans la tranche supérieure de coût (inférieur à 260 USD/kg d'U) en raison de la composition complexe du minerai, qui laisse prévoir des opérations compliquées de traitement. Pour ces motifs, le taux de récupération utilisé est de 65 %.

#### Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et spéculatives)

Inconnues.

#### Ressources non classiques et autres produits

Inconnues.

## PRODUCTION D'URANIUM, BESOINS EN URANIUM ET POLITIQUES RELATIVES À L'URANIUM

Le Danemark ne produit pas d'uranium et n'en consomme pas non plus. Ce pays n'a fait état d'aucune information concernant sa politique nationale relative à l'uranium, aux stocks d'uranium ou au prix de l'uranium. En novembre 2008, la population du Groenland s'est prononcée par un vote décisif en faveur d'un plan lui conférant une plus grande autonomie vis-à-vis du Danemark. En juillet 2009, le Parlement du Groenland, saisi de la question de savoir si de l'uranium serait produit sous forme de sous-produit, en a débattu mais n'a pris aucune décision.

### Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national

| Dépenses en EUR   | 2006 | 2007   | 2008   | 2009<br>(prévisions) |
|---|------|--------|--------|----------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection   | n.d. | n.d.   | n.d.   | n.d.                 |
| Dépenses du secteur public pour la prospection  | 0    | 0      | 0      | 0                    |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                                | n.d. | n.d.   | n.d.   | n.d.                 |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                               | 0    | 0      | 0      | 0                    |
| Total des dépenses  | n.d. | n.d.   | n.d.   | n.d.                 |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                        | n.d. | 10 000 | 15 000 | n.d.                 |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                          | n.d. | n.d.   | n.d.   | n.d.                 |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                       | 0    | 0      | 0      | 0                    |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                         | 0    | 0      | 0      | 0                    |
| Forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation (mètres)   | 0    | 0      | 0      | 0                    |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation  | 0    | 0      | 0      | 0                    |
| Forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation (mètres)  | 0    | 0      | 0      | 0                    |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation | 0    | 0      | 0      | 0                    |
| Sous-total des sondages de prospection (mètres)                                       | n.d. | 10 000 | 15 000 | n.d.                 |
| Sous-total du nombre de sondages de prospection                                       | n.d. | n.d.   | n.d.   | n.d.                 |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)                | 0    | 0      | 0      | 0                    |
| Sous-total du nombre de forages pratiqués pour la mise en exploitation                | 0    | 0      | 0      | 0                    |
| Total des forages en mètres   | n.d. | 10 000 | 15 000 | n.d.                 |
| Nombre total de trous forés   | n.d. | n.d.   | n.d.   | n.d.                 |

**Dépenses de prospection et de mise en exploitation de l'uranium à l'étranger**

| <b>Dépenses en EUR</b>                                  | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>2009</b><br>(prévisions) |
|---|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection           | n.d.        | n.d.        | n.d.        | n.d.                        |
| Dépenses du secteur public pour la prospection          | n.d.        | n.d.        | n.d.        | n.d.                        |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation  | n.d.        | n.d.        | n.d.        | n.d.                        |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation | n.d.        | n.d.        | n.d.        | n.d.                        |
| Total des dépenses                                      | n.d.        | n.d.        | n.d.        | n.d.                        |

**Ressources classiques présumées par type de gisement (tonnes d'U)**

| <b>Type de gisement</b>           | <b>&lt;40 USD/kg d'U</b> | <b>&lt;80 USD/kg d'U</b> | <b>&lt;130 USD/kg d'U</b> | <b>&lt;260 USD/kg d'U</b> |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Lié à des discordances            | 0                        | 0                        | 0                         | 0                         |
| Lié à des grès                    | 0                        | 0                        | 0                         | 0                         |
| Complexes bréchiques à hématite   | 0                        | 0                        | 0                         | 0                         |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0                        | 0                        | 0                         | 0                         |
| Filonien                          | 0                        | 0                        | 0                         | 0                         |
| Intrusif                          | 0                        | 0                        | 0                         | 85 614                    |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0                        | 0                        | 0                         | 0                         |
| Métasomatique                     | 0                        | 0                        | 0                         | 0                         |
| Autres*                           | 0                        | 0                        | 0                         | 0                         |
| Total                             | 0                        | 0                        | 0                         | 85 614                    |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques pronostiquées (tonnes d'U)**

| <b>Tranches de coût</b>  |                           |                           |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>&lt;80 USD/kg d'U</b> | <b>&lt;130 USD/kg d'U</b> | <b>&lt;260 USD/kg d'U</b> |
| n.d.                     | n.d.                      | n.d.                      |

**Ressources classiques spéculatives (tonnes d'U)**

| <b>Tranches de coût</b>  |                           |                      |
|--------------------------|---------------------------|----------------------|
| <b>&lt;80 USD/kg d'U</b> | <b>&lt;130 USD/kg d'U</b> | <b>non spécifiée</b> |
| 50 000                   | 50 000                    | 50 000               |

## • Égypte •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Un historique de la prospection de l'uranium est présenté dans l'édition de 2007 du Livre rouge.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

Au cours des deux dernières années (2007 et 2008), l'Autorité des matières nucléaires (AMN) égyptienne a concentré ses activités de prospection et de développement minier dans quatre de ses zones potentiellement uranifères situées dans le sud et le nord du Désert oriental ainsi que dans le sud-ouest de la péninsule du Sinaï. Pour l'essentiel, ces activités ont concerné des travaux d'exploration moyennant des sondages courts et des tranchées, étayés par des études géophysiques et géochimiques visant à suivre les prolongements en subsurface des structures tectoniques et des formations géologiques renfermant la minéralisation d'uranium dans ces occurrences uranifères prometteuses. Encore aujourd'hui, des travaux poussés de prospection souterraine à l'aide de forage en profondeur s'imposent d'urgence pour aboutir à une évaluation fiable de ces ressources en uranium.

Au début de 2009, l'Égypte a lancé des travaux approfondis d'étude géologique, géophysique et géochimique dans la partie méridionale du Désert oriental et la région de la mer Rouge. Ces activités sont actuellement axées sur la prospection de ressources potentielles d'uranium dans de nouveaux environnements cibles, principalement les roches volcaniques datant du Crétacé (par exemple celles de Natash) et les bassins gréseux de Nubie qui datent eux aussi du Crétacé (par exemple le bassin de Kôm Ombo) situées dans la partie méridionale du Désert oriental, outre les zones de contact avec des discordances où se rencontrent des granites plus jeunes et des sédiments du Miocène le long de la côte de la mer Rouge. Ces activités de prospection récentes constituent la première étape d'un plan à long terme visant à diversifier et à maximiser les ressources uranifères du pays, afin de pouvoir répondre sans tarder aux besoins du programme national d'utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire, qui est indispensable à l'Égypte pour se procurer les ressources énergétiques que réclament les projets de développement.

### RESSOURCES EN URANIUM

#### Ressources classiques identifiées (RRA et ressources présumées)

Des travaux limités d'évaluation des ressources en uranium ont été menés récemment dans deux des zones potentiellement uranifères connues en Égypte, à savoir celle de Gabal Gattar qui se trouve dans la partie septentrionale du Désert oriental et celle d'Abu Zenima, située dans le sud-ouest de la péninsule du Sinaï.

Dans la zone potentiellement uranifère de Gabal Gattar, des ressources présumées avoisinant 27 000 tonnes de minerai ont été identifiées, dont la teneur est comprise entre 0.19 et 0.24 % d' $U_3O_8$  (0.16-0.20 % d'U). Dans cette zone, les roches qui hébergent la minéralisation d'uranium sont surtout des granites calco-alcalins datant du Précambrien (roches plutoniques tardi-orogéniques), appelés granites plus jeunes en Égypte. La distribution de cette minéralisation est essentiellement guidée par les structures de cisaillement traversant les masses granitiques.

Dans la zone potentielle d'Abu Zenima, on a identifié quelques 38 000 tonnes de ressources présumées d'uranium d'une teneur moyenne en  $U_3O_8$  égale à 0.07 % (0.06 % d'U). Les roches qui renferment l'uranium sont essentiellement des grès carbonifères.

### **Ressources classiques non découvertes (pronostiquées et spéculatives)**

Au cours des deux dernières années, deux zones identifiées dans l'extrême sud-est du Désert oriental (celles d'Abu Rushied-Seikat et de Sella) se présentent comme des environnements géologiquement propices à la présence de ressources pronostiquées d'uranium. Les travaux de prospection géologique, géophysique et géochimique et de développement minier menés de façon intégrée dans ces deux zones révèlent un potentiel uranifère prometteur associé à des minéralisations en terres rares.

Dans la zone d'Abu Rushied-Seikat, des minéralisations d'uranium associées à des terres rares ont été découvertes dans les paragenèses et les grès métamorphisés de l'âge précambrien, tandis qu'à Sella des minéralisations contrôlées par les structures ont été décelées le long des structures de cisaillement qui traversent les masses granitiques du Précambrien. Dans les deux zones, des activités de prospection en subsurface sont en cours ; il s'agit principalement de sondages courts et de tranchées destinés à réaliser des études de suivi des prolongements potentiels en subsurface et de la configuration de la minéralisation découverte en surface. À ce jour, les ressources que renferment ces deux zones n'ont pas encore fait l'objet d'estimations.

### **Ressources non classiques et autres produits**

Des ressources non classiques d'uranium offrant des perspectives prometteuses en Égypte se trouvent notamment dans les gisements de phosphates datant du Crétacé supérieur. Les estimations confirmées concernant ces gisements métallifères avoisinent 700 millions de tonnes. La teneur en uranium y est comprise entre 50 et 200 ppm, la valeur moyenne étant de 60 ppm. Bien que les ressources en uranium associées aux phosphates en Égypte n'aient pas été estimées de façon fiable, il est possible qu'elles atteignent 42 000 t d'U.

## **PRODUCTION D'URANIUM**

Il n'existe en Égypte ni centres de production d'uranium, ni mines en exploitation, ni usines de traitement.

## **ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS**

Toutes les activités expérimentales d'extraction, d'excavation et de forage et tous les laboratoires sont soumis à la réglementation relative à la protection de l'environnement et à la sûreté radiologique, en conformité avec les normes internationales de l'Agence internationale de l'énergie atomique.

L'AMN est chargée des études relatives à l'évaluation et à la gestion des déchets radioactifs qui devraient résulter de l'exploitation des sables noirs et de la séparation des minéraux. Ce travail sera accompli en collaboration avec l'AIEA (TC project EGY/9/037).

### Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national

| Dépenses en EGP   | 2006              | 2007              | 2008              | 2009<br>(prévisions) |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection   | 0                 | 0                 | 0                 | 0                    |
| Dépenses du secteur public pour la prospection  | 10 000 000        | 10 000 000        | 10 000 000        | 10 000 000           |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                                | 0                 | 0                 | 0                 | 0                    |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                               | 0                 | 0                 | 2 700 000         | 5 300 000            |
| <b>Total des dépenses</b>   | <b>10 000 000</b> | <b>10 000 000</b> | <b>12 700 000</b> | <b>15 300 000</b>    |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                        | 0                 | 0                 | 0                 | 0                    |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                          | 0                 | 0                 | 0                 | 0                    |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                       | n.d.              | n.d.              | 600               | 1 000                |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                         | n.d.              | n.d.              | 10                | 20                   |
| Forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation (mètres)   | 0                 | 0                 | 0                 | 0                    |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation  | 0                 | 0                 | 0                 | 0                    |
| Forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation (mètres)  | 0                 | 0                 | 0                 | n.d.                 |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation | 0                 | 0                 | 0                 | n.d.                 |
| <b>Sous-total des sondages de prospection (mètres)</b>                                | <b>0</b>          | <b>0</b>          | <b>600</b>        | <b>1 000</b>         |
| <b>Sous-total du nombre de sondages de prospection</b>                                | <b>0</b>          | <b>0</b>          | <b>10</b>         | <b>20</b>            |
| <b>Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)</b>         | <b>0</b>          | <b>0</b>          | <b>0</b>          | <b>n.d.</b>          |
| <b>Sous-total du nombre de forages pratiqués pour la mise en exploitation</b>         | <b>0</b>          | <b>0</b>          | <b>0</b>          | <b>n.d.</b>          |
| <b>Total des forages en mètres</b>  | <b>0</b>          | <b>0</b>          | <b>600</b>        | <b>1 000</b>         |
| <b>Nombre total de trous forés</b>  | <b>0</b>          | <b>0</b>          | <b>10</b>         | <b>20</b>            |

**Ressources classiques présumées par méthode de production\*** (tonnes d'U)

| Méthode de production      | <40 USD/<br>kg d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD/<br>kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                  | 0                  | 2 000               | 0                   | 90                             |
| Mine à ciel ouvert         | 0                  | 0                  | 103                 | 0                   | 85                             |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   | 0                              |
| Coproduit et sous-produit  | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   | 0                              |
| Non précisé                | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   | 0                              |
| Total                      | 0                  | 0                  | 2 103               | 0                   | 89.8                           |

\* Ressources indiquées *in situ* et taux de récupération.

**Ressources classiques présumées par type de gisement** (tonnes d'U)

| Type de gisement                     | <40 USD/kg d'U | <80 USD/kg d'U | <130 USD/kg d'U | <260 USD/kg d'U |
|--------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Lié à des discordances               | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Lié à des grès                       | 0              | 0              | 103             | 103             |
| Complexes bréchiqes<br>à hématite    | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Conglomérats à galets<br>de quartz   | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Filonien                             | 0              | 0              | 0               | 2 000           |
| Intrusif                             | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Volcanique et lié à des<br>caldeiras | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Métasomatique                        | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Autres*                              | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Total                                | 0              | 0              | 0               | 2 103           |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

## • Espagne •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Un bref historique est présenté dans l'édition de 2007 du Livre rouge.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

Berkeley Resources détient, par le biais de sa filiale espagnole Minera de Rio Alagón S.L (MRA), 11 licences de prospection sur un total de 45 214 hectares. Des licences ont été attribuées dans deux provinces, dix dans celle de Salamanque et deux dans celle de Cáceres.

La société mène depuis plusieurs années des travaux de prospection de l'uranium, en particulier sur des projets connus de longue date dans les zones de prospection.

Les travaux de Berkeley ont produit une estimation des ressources selon le code JORC de 27 millions de livres d' $U_3O_8$  (10 385 tonnes d'U) réparties dans quatre gisements, après réévaluation des données historiques et au vu des programmes de forages à circulation inverse et carottés que la société a engagés en décembre 2006.

En avril 2009, le Conseil des ministres a approuvé un accord de collaboration signé entre Berkeley et ENUSA portant sur la réalisation d'une étude de faisabilité durant 18 mois sur les réserves nationales de la province de Salamanque. Aux termes de cet accord, Berkeley peut acheter jusqu'à 90 % des actifs qui comprennent l'exploration et l'exploitation des réserves *in situ* et le traitement à l'installation existante de Quercus.

La société canadienne Mawson Resources mène également des activités de prospection en Espagne.

### RESSOURCES EN URANIUM

#### Ressources identifiées (ressources raisonnablement assurées et présumées)

Les RRA et les ressources présumées sont restées inchangées par rapport à l'édition 2007 du Livre rouge. Elles sont classées comme récupérables par extraction à ciel ouvert.

#### Ressources non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)

Il n'est fait état d'aucune information relative aux ressources entrant dans ces catégories.

## **PRODUCTION D'URANIUM**

### **Historique**

Un bref historique est présenté dans l'édition de 2005 du Livre rouge.

### **Capacité théorique de production**

Les activités minières ont cessé en décembre 2000. L'usine de traitement a mis fin à la production de concentrés d'uranium en novembre 2002. Un plan de déclassement a été présenté aux autorités réglementaires en 2005. Compte tenu de l'accord conclu entre ENUSA et Berkeley, ce projet de déclassement est suspendu jusqu'à obtention des résultats de l'étude de faisabilité en cours actuellement, qui pourraient justifier la remise en marche de l'usine de Quercus.

### **Structure du capital dans l'industrie de l'uranium**

Le seul centre de production en exploitation en Espagne appartient à la société Enusa Industrias Avanzadas, S.A., détenue à 60 % par la société publique de participations industrielles (Sociedad Estatal de Participaciones Industriales – SEPI) et à 40 % par le Centre de recherches pour l'énergie, l'environnement et la technologie (Centro de Iniciativas Energeticas Medioambientales y Tecnologicas – CIEMAT).

### **Emploi dans le secteur de l'uranium**

À la fin de 2008, les effectifs de la mine de Fe s'élevaient à 43 personnes.

### **Centres de production futurs**

Aucun nouveau centre de production n'est envisagé.

### **Sources secondaires d'uranium**

L'Espagne ne produit pas et n'utilise pas de combustibles à mélange d'oxydes ou de résidus réenrichis.

## **ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS**

La situation actuelle des installations de production d'uranium en Espagne se présente comme suit :

- Sur le site de production d'uranium d'Andujar (province de Jaén), l'usine de traitement et les tas de résidus sont démantelées et réaménagées, et un programme de surveillance et de contrôle de dix ans (portant sur la qualité des eaux souterraines, la lutte contre l'érosion, les infiltrations et les émissions de radon) est mis en œuvre. Ce programme est en cours et a été prolongé.
- À la mine et à l'usine de traitement LOBO-G (province de Badajoz), la mine à ciel ouvert et la décharge de résidus de traitement sont démantelées et réaménagées, et un programme de surveillance et de contrôle (portant sur la qualité des eaux souterraines, la lutte contre l'érosion, les infiltrations et les émissions de radon) a été mis en œuvre jusqu'en 2004. Un programme de surveillance et d'entretien à long terme a commencé en 2004, après la fermeture officielle du site.

- Aux anciennes mines (en Andalousie et en Estrémadure), les mines souterraines et à ciel ouvert ont été réaménagées à partir de 2000.
- Deux anciennes mines à Salamanque (Valdemascaño et Casilla de Flores) ont été remises en état en 2007, après quoi un programme de surveillance de trois ans a été lancé.
- À l'installation d'Elefante (province de Salamanque), le plan de démantèlement de l'installation de lixiviation en tas a été approuvé par les autorités réglementaires en janvier 2001. L'usine a été démantelée, les tas de minerai (utilisés pour la lixiviation en tas) ont été nivelés et recouverts d'une couche de protection en 2004, et un plan de surveillance et de contrôle sur plusieurs années a été lancé.
- À la mine à ciel ouvert de Saelices el Chico (province de Salamanque), les autorités réglementaires ont approuvé un plan de réaménagement en 2004. Ce plan a été achevé en 2008. Le programme de surveillance et de contrôle proposé a été envoyé aux autorités réglementaires pour approbation.
- À l'usine de Quercus (province de Salamanque), les activités minières ont pris fin en décembre 2000 et celles de traitement, en novembre 2002. Un plan de déclassement a été présenté aux autorités réglementaires en 2005. Compte tenu de l'accord conclu entre ENUSA et Berkeley, ce projet de déclassement est suspendu jusqu'à obtention des résultats de l'étude de faisabilité en cours actuellement qui pourraient justifier d'utiliser l'usine de Quercus. En attendant, un programme de surveillance et de maintenance a été mis en œuvre dans toute l'usine et les installations connexes.

## BESOINS EN URANIUM

L'Espagne possède huit réacteurs en exploitation, représentant une puissance installée nette d'environ 7.46 GWe. Il n'est pas prévu de construire de nouveau réacteur dans un avenir proche.

En juillet 2009 le ministère de l'Industrie a prolongé de quatre ans la licence de la centrale électronucléaire de Garoña (466 MWe), bien que l'autorité réglementaire chargée de la sécurité ait recommandé une prolongation de dix ans (jusqu'en 2019). La nouvelle licence autorise l'exploitation de la centrale jusqu'en juillet 2013, après quoi elle devra être fermée au terme de 42 années de bon fonctionnement.

### Offre et stratégie d'approvisionnement

ENUSA Industrias Avanzadas S.A. se charge de toutes les activités liées aux approvisionnements en uranium pour le compte des compagnies d'électricité espagnoles qui détiennent les huit centrales nucléaires en exploitation en Espagne.

## POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

La politique nationale relative aux importations d'uranium vise à diversifier les sources d'approvisionnement. La législation espagnole n'impose aucune restriction à la participation de sociétés nationales et étrangères aux activités de prospection et de production de l'uranium.

## STOCKS D'URANIUM

La réglementation espagnole actuelle prévoit qu'un inventaire stratégique de l'uranium contenu dans l'uranium enrichi soit tenu conjointement par les compagnies propriétaires des centrales nucléaires. Le stock actuel contient au moins 611 tonnes d'U (721 t d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>). Des réserves complémentaires pourraient être maintenues en fonction de la situation du marché. Il n'est fait état d'aucune information sur les prix de l'uranium.

**Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national**

| Dépenses en USD   | 2006           | 2007             | 2008             | 2009<br>(prévisions) |
|---|----------------|------------------|------------------|----------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection   | 426 771        | 3 886 638        | 4 551 634        | n.d.                 |
| Dépenses du secteur public pour la prospection  | 0              | 0                | 0                | 0                    |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                                | 0              | 0                | 0                | 0                    |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                               | 0              | 0                | 0                | 0                    |
| <b>Total des dépenses</b>   | <b>426 771</b> | <b>3 886 638</b> | <b>4 551 634</b> | <b>n.d.</b>          |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                        | 97             | 16 272           | 19 021           | 4 000                |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                          | 1              | 228              | 312              | 40                   |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                       | 0              | 0                | 0                | 0                    |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                         | 0              | 0                | 0                | 0                    |
| Forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation (mètres)   | 0              | 0                | 0                | 0                    |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation  | 0              | 0                | 0                | 0                    |
| Forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation (mètres)  | 0              | 0                | 0                | 0                    |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation | 0              | 0                | 0                | 0                    |
| <b>Sous-total des sondages de prospection (mètres)</b>                                | <b>97</b>      | <b>16 272</b>    | <b>19 021</b>    | <b>4 000</b>         |
| <b>Sous-total du nombre de sondages de prospection</b>                                | <b>1</b>       | <b>228</b>       | <b>312</b>       | <b>40</b>            |
| <b>Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)</b>         | <b>0</b>       | <b>0</b>         | <b>0</b>         | <b>0</b>             |
| <b>Sous-total du nombre de forages pratiqués pour la mise en exploitation</b>         | <b>0</b>       | <b>0</b>         | <b>0</b>         | <b>0</b>             |
| <b>Total des forages en mètres</b>  | <b>97</b>      | <b>16 272</b>    | <b>19 021</b>    | <b>4 000</b>         |
| <b>Nombre total de trous forés</b>  | <b>1</b>       | <b>228</b>       | <b>312</b>       | <b>40</b>            |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production      | <USD 40/<br>kg U | <USD 80/<br>kg U | <USD 130/<br>kg U | <USD 260/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Mine à ciel ouvert         | 0                | 2 500            | 4 900             | 4 900             |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Coproduit et sous-produit  | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Non précisé                | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Total                      | 0                | 2 500            | 4 900             | 4 900             |                                |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement | <USD 40/<br>kg U | <USD 80/<br>kg U | <USD 130/<br>kg U | <USD 260/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Classique             | 0                | 2 500            | 4 900             | 4 900             |                                |
| Lixiviation en place* | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Total                 | 0                | 2 500            | 4 900             | 4 900             |                                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type de gisement                  | <USD 40/kg U | <USD 80/kg U | <USD 130/kg U | <USD 260/kg U |
|-----------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Lié à des discordances            | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Lié à des grès                    | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Complexes bréchiques à hématite   | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Filonien                          | 0            | 2 500        | 4 900         | 4 900         |
| Intrusif                          | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Métasomatique                     | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Autres*                           | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Total                             | 0            | 2 500        | 4 900         | 4 900         |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques présumées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production      | <USD 40/<br>kg U | <USD 80/<br>kg U | <USD 130/<br>kg U | <USD 260/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Mine à ciel ouvert         | 0                | 0                | 6 400             | 6 400             |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Coproduit et sous-produit  | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Non précisé                | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| <b>Total</b>               | 0                | 0                | 6 400             | 6 400             |                                |

**Ressources classiques présumées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement | <USD 40/<br>kg U | <USD 80/<br>kg U | <USD 130/<br>kg U | <USD 260/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Classique             | 0                | 0                | 6 400             | 6 400             |                                |
| Lixiviation en place* | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| <b>Total</b>          | 0                | 0                | 6 400             | 6 400             |                                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

**Ressources classiques présumées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type de gisement                     | <USD 40/kg U | <USD 80/kg U | <USD 130/kg U | <USD 260/kg U |
|--------------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Lié à des discordances               | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Lié à des grès                       | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Complexes bréchiqes à<br>hématite    | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Conglomérats à galets de<br>quartz   | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Filonien                             | 0            | 0            | 6 400         | 6 400         |
| Intrusif                             | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Volcanique et lié à des<br>caldeiras | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Métasomatique                        | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Autres*                              | 0            | 0            | 0             | 0             |
| <b>Total</b>                         | 0            | 0            | 6 400         | 6 400         |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Production d'uranium par méthode de production** (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Méthode de production      | Total jusqu'à la fin 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin 2008 | 2009 (prévisions) |
|----------------------------|---------------------------|------|------|------|---------------------------|-------------------|
| Mine à ciel ouvert*        | 5 028                     | 0    | 0    | 0    | 5 028                     | 0                 |
| Mine souterraine*          | 0                         | 0    | 0    | 0    | 0                         | 0                 |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                         | 0    | 0    | 0    | 0                         | 0                 |
| Coproduit/sous-produit     | 0                         | 0    | 0    | 0    | 0                         | 0                 |
| Total                      | 5 028                     | 0    | 0    | 0    | 5 028                     | 0                 |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

**Production d'uranium par méthode de traitement** (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Méthode de traitement             | Total jusqu'à la fin 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin 2008 | 2009 (prévisions) |
|-----------------------------------|---------------------------|------|------|------|---------------------------|-------------------|
| Classique                         | 4 961                     | 0    | 0    | 0    | 4 961                     | 0                 |
| Lixiviation en place*             | 0                         | 0    | 0    | 0    | 0                         | 0                 |
| Lixiviation en tas**              | 0                         | 0    | 0    | 0    | 0                         | 0                 |
| U récupéré à partir de phosphates | 0                         | 0    | 0    | 0    | 0                         | 0                 |
| Autres méthodes***                | 67                        | 0    | 0    | 0    | 67                        | 0                 |
| Total                             | 5 028                     | 0    | 0    | 0    | 5 028                     | 0                 |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

\*\*\* Prend en compte le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

**Production d'uranium par type de gisement** (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Type de gisement                  | Total jusqu'à la fin 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin 2008 | 2009 (prévisions) |
|-----------------------------------|---------------------------|------|------|------|---------------------------|-------------------|
| Lié à des discordances            | 0                         | 0    | 0    | 0    | 0                         | 0                 |
| Lié à des grès                    | 0                         | 0    | 0    | 0    | 0                         | 0                 |
| Complexes bréchiques à hématite   | 0                         | 0    | 0    | 0    | 0                         | 0                 |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0                         | 0    | 0    | 0    | 0                         | 0                 |
| Filonien                          | 5 028                     | 0    | 0    | 0    | 5 028                     | 0                 |
| Intrusif                          | 0                         | 0    | 0    | 0    | 0                         | 0                 |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0                         | 0    | 0    | 0    | 0                         | 0                 |
| Métasomatique                     | 0                         | 0    | 0    | 0    | 0                         | 0                 |
| Autres*                           | 0                         | 0    | 0    | 0    | 0                         | 0                 |
| Total                             | 5 028                     | 0    | 0    | 0    | 5 028                     | 0                 |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Effectifs de l'industrie de l'uranium dans les centres de production existants (années-personnes)**

|   | 2006 | 2007 | 2008 | 2009<br>(prévisions) |
|---|------|------|------|----------------------|
| Effectif total associé aux centres de production          | 58   | 58   | 43   | 43                   |
| Effectif directement associé à la production de l'uranium | 0    | 0    | 0    | 0                    |

**Production nette d'électricité nucléaire**

|   | 2007 | 2008 |
|---|------|------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 53.4 | 57.2 |

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe nets)**

| 2008  | 2009 | 2010            |                 | 2015            |                 |
|-------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|       |      | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 7 456 | n.d. | 7 600           | 7 600           | 7 600           | 7 600           |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 7 600           | 7 600           | n.d.            | n.d.            | n.d.            | n.d.            | n.d.            | n.d.            |

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris)  
(tonnes d'U)**

| 2008  | 2009 | 2010            |                 | 2015            |                 |
|-------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|       |      | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 1 513 | 678  | 1 700           | 1 800           | 1 300           | 1 300           |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 1 300           | 1 300           | 1 300           | 1 300           | 1 300           | 1 300           | 1 300           | 1 300           |

**Stocks totaux d'uranium (tonnes d'équivalent uranium naturel)**

| Détenteur               | Stocks d'uranium naturel sous forme de concentrés | Stocks d'uranium enrichi | Stocks d'uranium appauvri | Stocks d'uranium retraité | Total |
|-------------------------|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
| État                    | 0   | 0                        | 0                         | 0                         | 0     |
| Producteur              | 0   | 0                        | 0                         | 0                         | 0     |
| Compagnie d'électricité | n.d.  | 611                      | 0                         | n.d.                      | n.d.  |
| Total                   | n.d.  | 611                      | 0                         | n.d.                      | n.d.  |

## • États-Unis d'Amérique •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour un bref historique de la prospection de l'uranium aux États-Unis (EU).

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

En 2008, les dépenses consacrées aux forages de surface pour la recherche d'uranium s'élevaient à 81.9 millions USD aux EU, soit 14.4 millions de plus que les 67.5 millions USD dépensés en 2007. Cette tendance haussière de l'investissement, qui s'est envolé de 673 % depuis 2004, indique un important changement de situation dans le secteur, dont les dépenses de sondage avaient constamment baissé entre 1997 et 2003.

Le nombre de trous forés à des fins de prospection et de mise en exploitation était de 9 355 en 2008 et 9 347 en 2007. Ces chiffres témoignent d'une augmentation importante des forages par rapport à 2006 (4 903 trous forés) et 2005 (3 143 trous forés). La tendance est la même en ce qui concerne le total des sondages en mètres. En 2008, 1 552 656 mètres ont été forés, ce qui représente un léger fléchissement par rapport aux 1 568 501 mètres de 2007. Néanmoins, ce total de 2007 correspondait à un bond de 90 % par rapport aux 826 923 mètres forés en 2006. Quel que soit le couple d'années considéré depuis 1990, la longueur totale des sondages exécutés en 2008 et 2007 demeure la plus importante.

#### Activités de forage concernant l'uranium aux États-Unis, 2003-2008

| Année | Sondages de prospection |                   | Sondages exécutés pour la mise en exploitation |                   | Sondages de prospection et pratiqués pour la mise en exploitation |                   |
|-------|-------------------------|-------------------|--|-------------------|---|-------------------|
|       | Nombre de trous         | Mètres (milliers) | Nombre de trous                                | Mètres (milliers) | Nombre de trous   | Mètres (milliers) |
| 2003  | n.d.                    | n.d.              | n.d.   | n.d.              | n.c.  | n.c.              |
| 2004  | n.c.                    | n.c.              | n.c.   | n.c.              | 2 185   | 381               |
| 2005  | n.c.                    | n.c.              | n.c.   | n.c.              | 3 143   | 508               |
| 2006  | 1 473                   | 250               | 3 430  | 577               | 4 903   | 827               |
| 2007  | 4 351                   | 671               | 4 996  | 898               | 9 347   | 1 569             |
| 2008  | 5 198                   | 775               | 4 157  | 778               | 9 355   | 1 553             |

n.d. Non disponible.

n.c. Non communiqué pour des raisons de confidentialité des données des entreprises.

Note : Les totaux peuvent ne pas être égaux à la somme de leurs composantes en raison d'arrondis indépendants.

Source : Service d'information sur l'énergie (EIA) : questionnaire EIA-851A, *Domestic Uranium Production Report* (2003-2008).

En 2008, les dépenses du secteur privé pour la prospection et la mise en exploitation de l'uranium aux EU totalisaient 246.4 millions USD, en légère hausse par rapport aux 245.7 millions USD engagés en 2007.

En 2008, les dépenses liées à la production aux EU, y compris les frais associés aux installations, s'établissaient à 221 millions USD : il s'agit d'un bond de 145 % par rapport à 2007. En outre, les dépenses liées aux terrains chutaient à 65 millions USD, soit 16 % de moins qu'en 2007.

Les dépenses totales pour les terrains, la prospection, les sondages, la production et le réaménagement se montaient à 468 millions en 2008, c'est-à-dire 39 % de plus qu'en 2007.

Toujours en 2007 et 2008, l'État n'a engagé aucune dépense pour la prospection de l'uranium, que ce soit sur son territoire ou à l'étranger. Les informations sur les dépenses de prospection engagées par le secteur privé à l'étranger n'ont pas été communiquées.

L'augmentation récente des dépenses de mise en exploitation et de production s'explique en grande partie par le renchérissement général de l'uranium (et du vanadium) depuis 2004. En conséquence, l'obtention de concessions relatives à des terrains connus pour recéler des réserves d'uranium a connu un regain d'intérêt dans plusieurs États de l'Ouest du pays. Ce regain d'intérêt s'est traduit par l'achat des droits miniers sur ces terrains et par la création de co-entreprises en vue de la prospection et de la mise en valeur de nouveaux gisements éventuels. Ces activités concernent quelques milliers d'hectares situés principalement dans les États de l'Ouest suivants : Arizona, Californie, Colorado, Dakota du Sud, Montana, Nebraska, Nevada, Nouveau-Mexique, Oregon, Texas, Utah et Wyoming.

### Dépenses liées à l'uranium aux États-Unis, 2003-2008 (Millions USD)

| Année | Sondages | Production | Terrains et autres                              |          |             |               | Total des dépenses |
|-------|----------|------------|---|----------|-------------|---------------|--------------------|
|       |          |            | Total des dépenses liées aux terrains et autres | Terrains | Prospection | Réaménagement |                    |
| 2003  | n.c.     | n.c.       | 31.3  | n.d.     | n.d.        | n.d.          | n.c.               |
| 2004  | 10.6     | 27.8       | 48.4  | n.d.     | n.d.        | n.d.          | 86.9               |
| 2005  | 18.1     | 58.2       | 59.7  | n.d.     | n.d.        | n.d.          | 136.0              |
| 2006  | 40.1     | 65.9       | 115.2   | 41.0     | 23.3        | 50.9          | 221.2              |
| 2007  | 67.5     | 90.4       | 178.2   | 77.7     | 50.3        | 50.2          | 336.2              |
| 2008  | 81.9     | 221.2      | 164.4   | 65.2     | 50.2        | 49.1          | 467.6              |

Sondages : Toutes les dépenses directement associées aux sondages pratiqués pour la prospection et la mise en exploitation.

Production : Toutes les dépenses d'extraction, concentration et traitement de l'uranium, ainsi que les dépenses liées aux installations.

Terrains et autres : Toutes les dépenses liées aux éléments suivants : terrains ; recherche géologique ; études géochimiques et géophysiques ; coûts engagés par le personnel sur site au cours des activités de prospection, réaménagement et restauration ; coûts indirects et administratifs directement associés à la surveillance et au soutien des activités de terrain.

n.d. Non disponible.

n.c. Non communiqué pour des raisons de confidentialité des données des entreprises.

Notes : Dépenses indiquées en USD courants. Les totaux peuvent ne pas être égaux à la somme de leurs composantes en raison d'arrondis indépendants.

Source : Service d'information sur l'énergie (EIA) : questionnaire EIA-851A, *Domestic Uranium Production Report* (2003-2008).

Pour acquérir les titres de propriété de la plupart des terrains ou lots de concessions sur lesquels des réserves ou des ressources en uranium ont été identifiées par sondages pendant les années 70 et au début des années 80, les sociétés privées ont principalement recours à trois options : la délimitation de nouvelles concessions, le rachat aux propriétaires précédents ou la fusion d'entreprises. Les zones qui entourent les terrains en question pourraient faire l'objet d'évaluations plus approfondies. Après l'acquisition de concessions, la majeure partie des sociétés effectuent une évaluation en interne des anciens forages et des données géochimiques acquises avec la propriété, réalisent de nouveaux sondages pour vérifier les réserves et commandent des rapports techniques à des experts externes afin de satisfaire les exigences imposées aux propriétés minières en matière de reporting financier. Par ailleurs, l'industrie de l'uranium évalue le potentiel des zones entourant de nombreuses mines épuisées.

Le ministère de l'Énergie des EU (Department of Energy – DOE) dispose de 31 concessions actives et d'une concession inactive dans la ceinture minéralisée d'Uranium à l'Ouest du Colorado, réparties entre six détenteurs différents. Les détenteurs de concessions peuvent y mener des activités régulières de production d'uranium. Cependant, lorsque des zones concédées deviennent inactives et sont restituées au DOE, elles ne sont plus concédées à nouveau dans le cadre du programme actuel. Le DOE est chargé de veiller à ce que tous les sites de production d'uranium désaffectés présents dans ces zones respectent la législation et la réglementation en matière de protection de l'environnement. Après réaménagement, les terrains correspondant à des zones concédées par le DOE peuvent faire l'objet d'une réintégration dans le domaine public placé sous la juridiction administrative du Bureau de la gestion du territoire (Bureau of Land Management) du ministère fédéral de l'Intérieur (US Department of the Interior).

Le travail portant sur ces concessions se poursuit mais seulement de manière à satisfaire les objectifs définis. Une entreprise a présenté un plan de prospection de la zone qui lui été concédée. Ces concessions sont détenues par le DOE et ses prédécesseurs depuis 1948, quand les terrains concernés ont été réservés pour fournir de l'uranium à des fins militaires. Ce sont 3 000 t d'U (7.8 millions lb d' $U_3O_8$ ) au total qui ont été extraites de ces zones, ainsi qu'un tonnage 4 à 5 fois supérieur pour le vanadium. Le DOE estime qu'à l'avenir, les 38 concessions pourraient produire annuellement 770 t d'U (2.0 millions lb d' $U_3O_8$ ). Le procédé appliqué serait l'extraction en souterrain ou à ciel ouvert associée au traitement conventionnel du minerai.

Les gisements du plateau de l'Ouest du Colorado peuvent uniquement être exploités par des méthodes d'extraction et de traitement classiques car beaucoup de minéralisations sont au-dessus de la nappe phréatique ou non solubles par les techniques actuelles de lixiviation *in situ* (ISL) conçues pour limiter la contamination des eaux souterraines. Les minéralisations d'uranium associées à des cheminées bréchiques du Nord-Ouest de l'Arizona suscitent beaucoup d'attention car leurs teneurs figurent parmi les plus élevées du pays (en moyenne 0.60 % d' $U_3O_8$ , ou 0.51 % d'U, au cours de la période d'exploitation passée). Des projets de forages sont en cours dans plusieurs cheminées au Nord du Grand Canyon et au Nord-Ouest de l'Arizona. Le minerai des gisements associés à des cheminées bréchiques en Arizona ainsi que celui des gisements d'uranium et de vanadium liés à des grès dans l'Est de l'Utah et dans l'Ouest du Colorado seront très certainement expédiés vers les unités de traitement de White Mesa et de Shootaring Canyon, dans le Sud-est de l'Utah. L'extraction de l'uranium dans ces régions sera donc limitée par la capacité de traitement et les coûts de transport. L'unité de White Mesa traite actuellement des « matières premières diverses » (terres et autres matières contaminées par l'uranium). L'unité de Shootaring Canyon a obtenu un permis de réaménagement. La conversion de ce permis en permis d'exploitation est un long processus qui pourrait prendre plusieurs années.

Près de 40 % de l'ensemble des réserves américaines en uranium se trouvent dans le bassin de San Juan (Nord-Ouest du Nouveau-Mexique). Certaines minéralisations sont exploitables par ISL, mais leur avenir est conditionné par les préoccupations des communautés amérindiennes. En 2005, la Nation Navajo a interdit la prospection, l'extraction et le traitement des minerais d'uranium en « territoire indien » (« Indian Country »). Pour les Navajos, le terme « territoire indien » intègre les terres tribales ainsi que les terres non tribales où les activités minières risquent d'affecter en priorité les communautés amérindiennes ou d'avoir un impact sur les zones tribales adjacentes. L'approvisionnement en eaux souterraines de la communauté suscite des inquiétudes particulières. Une décision rendue par la Cour d'appel fédérale reconnaît la légitimité du terme « territoire indien » et accorde à l'Agence pour la protection de l'environnement (U.S. Environmental Protection Agency – USEPA) la responsabilité du contrôle réglementaire des injections de solutions lixiviantes effectuées dans les eaux souterraines pour extraire de l'uranium sur le site proposé de la mine ISL de Church Rock (anciennement appelée mine de la section n° 8). L'État du Nouveau-Mexique a déjà délivré le permis autorisant cette activité, mais il a été contesté et suspendu. L'entreprise concernée doit donc reformuler une demande auprès de l'USEPA.

## **RESSOURCES EN URANIUM**

### **Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et ressources présumées)**

Pour la première fois depuis 2003, les États-Unis ont mis à jour leurs estimations des RRA. Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, ces dernières s'élevaient à 39 064 t d'U dans la catégorie récupérable à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U, en déclin par rapport aux estimations de 2003 qui se montaient à 102 000 t d'U. La catégorie des RRA récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U atteignait 207 435 t d'U à la fin de 2009, ce qui traduit une chute en comparaison des 342 000 t d'U évaluées en 2003. La quantité de RRA récupérables à des coûts inférieurs à 260 USD/kg d'U était estimée à 472 056 t d'U. L'évolution observée depuis les estimations de 2003 pour les ressources récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U se fonde sur un réexamen des principaux sites des EU, en prenant en compte les dépenses minières, la publication de réévaluations des ressources actuelles, les premières estimations dans certaines zones, et l'épuisement des mines. En général, l'augmentation des dépenses minières observée ces dernières années a entraîné le glissement des ressources vers les catégories de prix supérieures.

Les États-Unis n'établissent pas de distinction entre les RRA et les ressources présumées.

### **Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)**

Les estimations relatives aux ressources pronostiquées (auparavant désignées ressources supplémentaires estimées) et aux ressources spéculatives des États-Unis sont inchangées par rapport aux chiffres antérieurs qui remontent à 1994.

### **Ressources non classiques et autres produits**

Non disponibles.

## PRODUCTION D'URANIUM

### Historique

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour l'historique de la production d'uranium aux États-Unis dès ses origines.

En 2008, la production d'uranium, toutes sources confondues, s'élevait à 1 492 t d'U. Bien que ce chiffre soit inférieur de 15 % à la production de 2007 (1 746 t d'U) et de 17 % à celle de 2006 (1 805 t d'U), il traduit un accroissement significatif de 58 % par rapport à la production de 2004 (943 t d'U).

En 2008, le concentré d'uranium (*yellow cake*) était produit dans diverses installations situées au Colorado, Nebraska, Texas, Utah et Wyoming. Ce *yellow cake* provenait de l'unique usine de traitement des EU (White Mesa), et de six centres de production par lixiviation *in situ* (Crow Butte, Alta Mesa Project, Rosita, Smith Ranch-Highland Uranium Project, Kingsville Dome, et Vasquez).

Malgré la chute de la production observée entre 2007 et 2008, la quantité d'uranium produite par ces installations croît constamment depuis plusieurs années. En 2008, ces centres ont expédié 1 589 t d'U, soit 2 % de plus que les 1 558 t d'U expédiées en 2007. À titre de comparaison, en 2004, les quantités expédiées se montaient à 877 t d'U. Ainsi, les quantités expédiées en 2008 traduisent une augmentation de plus de 81 % sur 4 ans.

### Capacité théorique de production

Aux États-Unis, la prospection, l'évaluation, la mise en valeur des sites uranifères et les opérations de traitement se sont intensifiées en 2007 lorsque le prix spot a atteint 356 USD/kg d' $U_3O_8$  (137 USD/lb d' $U_3O_8$ ) en juin de cette même année. Nombre de demandes d'autorisations d'exploitation par ISL et de permis d'exploration, d'accords de traitement moyennant redevance et d'avant-projets de construction de nouveaux centres de traitement classiques ont été enregistrés cette année auprès des organismes de réglementation des États et des autorités fédérales.

À la fin de 2008, on dénombrait 17 installations d'ISL d'une capacité de production totale de 6 524 t d'U. Parmi elles, six étaient en service (avec une capacité de production totale de 3 964 t d'U), quatre en réserve, trois venaient de recevoir une autorisation, une en attendait l'octroi, et trois étaient en cours de développement.

Toujours à la fin de 2008, les États-Unis comptaient cinq centres de production d'uranium classiques en service ou dont la mise en service était envisagée. En outre, il existait une installation de traitement en service et quatre autres candidates à une restauration.

Plusieurs sociétés minières négocient actuellement avec les autorités réglementaires de l'État fédéral et de l'État concerné les conditions de délivrance de permis de production d'uranium par ISL ou méthodes classiques dans le Wyoming, le Colorado, l'Utah, le Nouveau-Mexique et le Texas. À court terme, l'augmentation de la production américaine sera très probablement imputable aux centres existants et aux sites d'exploitation par ISL. Les délais de mise en exploitation des nouveaux sites de ISL sont en effet plus courts que ceux des nouvelles installations de traitement conventionnel, du fait de la plus grande simplicité des exigences réglementaires, des coûts d'investissement plus faibles et de la durée plus courte des travaux de construction.

### Structure du capital dans l'industrie de l'uranium

En 2008, sept installations ont produit de l'uranium. Ces installations sont notamment contrôlées par des entreprises publiques et privées dont les capitaux sont placés aux États-Unis comme à l'étranger.

**Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium**  
(janvier 2009)

|  | Centre n° 1      | Centre n° 2               | Centre n° 3     | Centre n° 4          | Centre n° 5  | Centre n° 6         | Centre n° 7  | Centre n° 8   |
|--|------------------|---------------------------|-----------------|----------------------|--------------|---------------------|--------------|---|
| Nom du centre de production  | Canon City       | Crow Butte                | Kingsville Dome | Smith Ranch Highland | Sweetwater   | Usine de White Mesa | Vasquez      | Hobson Mill   |
| Catégorie  | Existant         | Existant                  | Existant        | Existant             | Existant     | Existant            | Existant     | Existant  |
| Date de mise en service  | 1979             | 1991                      | 1988            | 1988                 | 1981         | 1980                | 2004         | 1979  |
| Source de minerai :  |                  |                           |                 |                      |              |                     |              |   |
| • Nom du gisement  | Divers           | Crow Butte et North Trend | Kingsville Dome | Smith Ranch Highland | Divers       | Divers              | Vasquez      | Traitera le concentré en provenance du gisement de La Palangana |
| • Type du gisement   | Gréseux          | Gréseux                   | Gréseux         | Gréseux              | Gréseux      | Gréseux             | Gréseux      |   |
| • Réserves (t d'U)   | n.c.             | n.c.                      | n.c.            | n.c.                 | n.c.         | n.c.                | n.c.         | n.c.  |
| • Teneur (% d'U)   | n.c.             | n.c.                      | n.c.            | n.c.                 | n.c.         | n.c.                | n.c.         | n.c.  |
| Exploitation minière :   |                  |                           |                 |                      |              |                     |              |   |
| • Type (MCO/MS/ISL)  | MS               | ISL                       | ISL             | ISL                  | MCO          | MS                  | ISL          | ISL   |
| • Tonnage (t minerai/jour)   | n.d.             | n.d.                      | n.d.            | n.d.                 | n.d.         | n.d.                | n.d.         | n.d.  |
| • Taux moyen de récupération (%)                                       | n.d.             | n.d.                      | n.d.            | n.d.                 | n.d.         | n.d.                | n.d.         | n.d.  |
| Installation de traitement (acide/alcalin) :                           |                  |                           |                 |                      |              |                     |              |   |
| • Acide/alcalin  | Acide et alcalin |                           |                 |                      | Acide        | Acide               | Alcalin      | Alcalin   |
| • Type (EI/ES)   | ES               | EI                        | EI              | EI                   | ES           | ES                  | EI           | EI  |
| • Tonnage (t minerai/jour) ; pour ISL (MI ou kl/jour ou l/h, préciser) |                  | n.d.                      | n.d.            | n.d.                 | 2 721 t/jour | n.d.                | n.d.         | n.d.  |
| • Taux moyen de récupération (%)                                       | n.d.             | n.d.                      | n.d.            | n.d.                 | n.d.         | n.d.                | n.d.         | n.d.  |
| Capacité nominale de production (t d'U/an)                             | 210              | 385                       | 385             | 2 116                | 350          | 1 200               | 308          | 385   |
| Projets d'agrandissement   | Non connus       | Non connus                | Non connus      | Non connus           | Non connus   | Non connus          | Non connus   | Non connus  |
| Autres remarques   | En réserve       | En service                | En production   | En service           | En réserve   | En service          | Restauration | Autorisé  |

n.d. Non disponible.

**Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (suite)**  
(janvier 2009)

|   | Centre n° 9     | Centre n° 10  | Centre n° 11 | Centre n° 12 | Centre n° 13   | Centre n° 14      | Centre n° 15                                  | Centre n° 16         |
|---|-----------------|---------------|--------------|--------------|----------------|-------------------|---|----------------------|
| Nom du centre de production   | Rosita          | Alta Mesa     | Church Rock  | Crown Point  | Irigaray Ranch | Christensen Ranch | Installation de traitement de Shooting Canyon | Lost Creek           |
| Catégorie   | Existant        | Existant      | Existant     | Existant     | Existant       | Existant          | Existant                                      | Mise en exploitation |
| Date de mise en service   | 1990            | 2005          | 1967         | n.d.         | n.d.           | n.d.              | 1982  | 2010                 |
| Source de minerai :   |                 |               |              |              |                |                   |   |                      |
| • Nom du gisement   | Rosita (Rogers) | Alta Mesa     | Church Rock  | Crown Point  | Irigaray       | Christensen       | Divers  | Lost Creek           |
| • Type du gisement  | Gréseux         | Gréseux       | Gréseux      | Gréseux      | Gréseux        | Gréseux           | Gréseux                                       | Gréseux              |
| • Réserves (t d'U)  | n.c.            | n.c.          | n.c.         | n.c.         | n.d.           | n.d.              | n.d.  | n.d.                 |
| • Teneur (% d'U)  | n.c.            | n.c.          | n.c.         | n.c.         | n.d.           | n.d.              | n.d.  | n.d.                 |
| Exploitation minière :  |                 |               |              |              |                |                   |   |                      |
| • Type (MCO/MS/ISL)   | ISL             | ISL           | ISL          | ISL          | ISL            | ISL               | MS  | ISL                  |
| • Tonnage (t minerai/jour)  | n.d.            | n.d.          | n.d.         | n.d.         | n.d.           | n.d.              | n.d.  | n.d.                 |
| • Taux moyen de récupération (%)  | n.d.            | n.d.          | n.d.         | n.d.         | n.d.           | n.d.              | n.d.  | n.d.                 |
| Installation de traitement (acide/alkalin) :                              |                 |               |              |              |                |                   |   |                      |
| • Acide/alkalin   | Alcalin         | Alcalin       | Alcalin      | Alcalin      | Alcalin        | Alcalin           | Acide et alcalin                              | Alcalin              |
| • Type (EI/ES)  | EI              | EI            | EI           | EI           | EI             | EI                | ES  | EI                   |
| • Tonnage (t minerai/jour) ; pour ISL (Ml/jour, kl/jour ou l/h, préciser) | n.d.            | n.d.          | n.d.         | n.d.         | n.d.           | n.d.              | 680 t/jour                                    | n.d.                 |
| • Taux moyen de récupération (%)  | n.d.            | n.d.          | n.d.         | n.d.         | n.d.           | n.d.              | n.d.  | n.d.                 |
| Capacité nominale de production (t d'U/an)                                | 385             | 385           | 385          | 385          | n.d.           | 250               | n.d.  | 770                  |
| Projets d'agrandissement  | Non connus      | Non connus    | Non connus   | Non connus   | Non connus     | Non connus        | Non connus                                    | Mise en exploitation |
| Autres remarques  | En réserve      | En production | Autorisé     | En service   | En réserve     | En réserve        | Opérationnelle                                | Mis en exploitation  |

n.d. Non disponible

**Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (suite)**  
(janvier 2009)

|   | Centre n° 17                   | Centre n° 18                    | Centre n° 19         | Centre n° 20         | Centre n° 21         | Centre n° 22                | Centre n° 23         |
|---|--------------------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| Nom du centre de production   | Projet de ISL de Nichols Ranch | Goliad Uranium Project          | Jab & Antelope       | Moore Ranch          | La Palangana         | Installation de Piñon Ridge | Nichols Project      |
| Catégorie   | Mise en exploitation           | Mise en exploitation            | Mise en exploitation | Mise en exploitation | Mise en exploitation | Mise en exploitation        | Mise en exploitation |
| Date de mise en service   | n.d.                           | n.d.                            | n.d.                 | 2010                 | n.d.                 | 2010                        | n.d.                 |
| Source de minerai :   |                                |                                 |                      |                      |                      |                             |                      |
| • Nom du gisement   | Nichols Ranch and Hank         | Divers                          | Divers               | Divers               | Divers               | Installation de Piñon Ridge | Divers               |
| • Type du gisement  | Gréseux                        | Gréseux                         | Gréseux              | Gréseux              | Gréseux              | Gréseux                     | Gréseux              |
| • Réserves (t d'U)  | n.d.                           | n.d.                            | n.d.                 | n.d.                 | n.d.                 | n.d.                        | n.d.                 |
| • Teneur (% d'U)  | n.d.                           | n.d.                            | n.d.                 | n.d.                 | n.d.                 | n.d.                        | n.d.                 |
| Exploitation minière :  |                                |                                 |                      |                      |                      |                             |                      |
| • Type (MCO/MS/ISL)   | ISL                            | ISL                             | ISL                  | ISL                  | ISL                  | MS                          | ISL                  |
| • Tonnage (t minerai/jour)  | n.d.                           | n.d.                            | n.d.                 | n.d.                 | n.d.                 | n.d.                        | n.d.                 |
| • Taux moyen de récupération (%)  | n.d.                           | n.d.                            | n.d.                 | n.d.                 | n.d.                 | n.d.                        | n.d.                 |
| Installation de traitement (acide/alcalin) :                              |                                |                                 |                      |                      |                      |                             |                      |
| • Acide/alcalin   | Alcalin                        | Alcalin                         | Alcalin              | Alcalin              | Alcalin              | Acide et alcalin            | Alcalin              |
| • Type (EI/ES)  | EI                             | EI                              | EI                   | EI                   | EI                   | ES                          | EI                   |
| • Tonnage (t minerai/jour) ; pour ISL (MI/jour, kl/jour ou l/h, préciser) | n.d.                           | n.d.                            | n.d.                 | n.d.                 | n.d.                 | 907 t/jour                  | n.d.                 |
| • Taux moyen de récupération (%)  | n.d.                           | n.d.                            | n.d.                 | n.d.                 | n.d.                 | n.d.                        | n.d.                 |
| Capacité nominale de production (t d'U/an)                                | n.d.                           | n.d.                            | 770                  | 770                  | 385                  | n.d.                        | n.d.                 |
| Projets d'agrandissement  | Mise en exploitation           | Mise en exploitation            | Mise en exploitation | Mise en exploitation | Mise en exploitation | Mise en exploitation        | Mise en exploitation |
| Autres remarques  | Mise en exploitation           | Autorisation et permis partiels | Mise en exploitation | Mise en exploitation | Autorisé             | Mise en exploitation        | Mise en exploitation |

n.d. Non disponible.

## **Emploi dans le secteur de l'uranium**

L'emploi dans le secteur de la production primaire d'uranium aux États-Unis (prospection, extraction, concentration et traitement) a globalement baissé chaque année entre 1998 et 2003, mais il est en augmentation depuis 2004.

En 2008, l'effectif total affecté à la production de l'uranium aux États-Unis était de 1 563 années-personnes, soit 27 % de plus que le total de 2007. L'emploi dans le domaine de l'extraction s'est apprécié de 48 %, l'une des meilleures progressions de tous les secteurs liés à l'uranium. En 2008, les effectifs employés dans la prospection, la concentration et le traitement de l'uranium ont grimpé de 22 %. En revanche, l'emploi dans le réaménagement a peu changé depuis 2007. Huit États (Arizona, Colorado, Nebraska, Nouveau-Mexique, Texas, Utah, Washington et Wyoming) concentrent 97 % de l'effectif total employé dans le secteur de la production d'uranium.

## **Centres de production futurs**

Un certain nombre de centres de production attendent la délivrance d'un permis ou d'une autorisation, ou sont en cours de développement. Parmi ces centres, on compte une installation de traitement de l'uranium conventionnelle (Pinion Ridge) et neuf centres d'ISL (Church Rock, Crown Point, Lost Creek Project, La Palangana, Projet ISL de Nichols Ranch, Projet ISL de Goliad, Nichols Project, Jab & Antelope, et Moore Ranch).

## **Sources secondaires d'uranium**

Le marché américain continue de disposer de sources secondaires d'uranium par l'intermédiaire des stocks des compagnies d'électricité et de la transformation par mélange (dilution) de l'uranium hautement enrichi américain et russe. Le consortium industriel Uranium Producers of America (qui réunit 13 entreprises) encourage le DOE à conserver son stock d'uranium en tant que réserve stratégique pour le cas où des pénuries apparaîtraient et dans le but de contrôler l'impact sur le marché actuel.

## **Production et utilisation de combustibles à mélange d'oxydes**

La production de combustible à mélange d'oxydes était nulle. L'utilisation de combustibles à mélange d'oxydes correspondait à 0.1 tonne d'équivalent uranium naturel en 2005.

## **Production et utilisation de résidus réenrichis**

En 2005, le DOE et la Bonneville Power Administration ont lancé un projet pilote de réenrichissement de 8 500 tonnes de résidus provenant du stock du DOE. Ce projet devrait produire, sur une période de 2 ans, un total de 1 900 tonnes d'équivalent uranium naturel destinées à être consommées par la centrale de Columbia (Columbia Generating Station) entre 2009 et 2017.

## **Production et utilisation d'uranium de retraitement**

Les États-Unis ne produisent pas et n'utilisent pas d'uranium de retraitement.

## ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS

L'USEPA et plusieurs autorités publiques du Nouveau-Mexique ont entamé les études d'impact sur l'environnement de l'exploitation passée de l'uranium dans la ceinture minéralisée de Grants au Nord-Ouest de l'État, le plus grand district producteur du pays. Si, par le passé, les sites de traitement de la région ont fait l'objet d'efforts importants en termes d'évaluation, surveillance et réaménagement, les zones minières ont suscité beaucoup moins d'intérêt. L'USEPA examinera en priorité les sites où subsistent des entreprises susceptibles d'être tenues financièrement responsables de l'évaluation et du réaménagement, conformément à la législation américaine. L'étude des sites dont aucune entreprise ne peut assumer la principale responsabilité légale interviendra par la suite. Parmi les impacts de ces exploitations passées figure la contamination des eaux de surface et souterraines, des sédiments fluviaux et des sols. Les eaux souterraines affectées comprennent les aquifères plus ou moins profonds, y compris ceux qui fournissent de l'eau potable aux populations locales.

Les travaux du Service géologique des EU (*U.S. Geological Survey – USGS*) confirment que la décontamination des eaux souterraines associées aux sites d'extraction de l'uranium par ISL du Texas, effectuée avec des techniques de pompage et de traitement, n'a pas permis de retrouver une qualité de l'eau équivalente aux niveaux existant avant l'exploitation. Ainsi, chaque fois qu'une entreprise a été libérée de ses obligations en termes de réaménagement, cela a découlé d'un assouplissement des normes de qualité. Dans le Wyoming et le Nebraska, il est obligatoire de restaurer les sites de façon à atteindre la qualité *class of use*. Les critères *class of use* définissent une fourchette de concentrations en général moins exigeante que les niveaux d'avant la mise en exploitation. Les exploitants ont réussi à satisfaire à ces critères dans les États concernés.

L'État, le comté ainsi que les tribus, autorités et groupes de protection de l'environnement à l'échelon local ont intensifié leurs activités de suivi, de réglementation ou d'opposition active relatives aux projets miniers nouveaux ou en cours, ou à l'agrandissement des mines existantes. Les autorités du comté de Goliad au Texas, entre autres acteurs locaux, continuent de s'opposer à la mise en exploitation par ISL de la mine de Goliad, alors que l'exploitant s'apprête à démarrer la production. Le projet d'agrandissement de l'exploitation par ISL de Crow Butte au Nord-Ouest du Nebraska se heurte aux intérêts des agriculteurs et des tribus. Vers la fin de 2008, la tribu Hualapai a interdit les activités minières sur ses terres situées juste au Sud du Grand Canyon au Nord-Ouest de l'Arizona. Dans les années 80, l'USGS a prospecté de l'uranium dans ces zones tribales. Par ailleurs, plusieurs tribus du bassin de San Juan au Nouveau-Mexique s'opposent à l'exploitation de l'uranium contenu dans le gisement de Mont Taylor, classé comme patrimoine culturel traditionnel. En mars 2008, elles ont réussi à faire suspendre les activités d'exploration pour un an. Les principaux gisements uranifères sont contenus dans des grès sous-jacents.

La plupart des États impliqués dans la prospection envisagent la révision ou la création de règlements encadrant l'exploitation de l'uranium. Au Colorado, les inquiétudes suscitées par le développement du projet d'exploitation par ISL de Centennial, près de Greeley, se sont traduites par un projet de loi validé par la législature de l'État puis un texte de loi signé en mai 2008 [11]. Ce projet « exige que toute exploitation par lixiviation *in situ* implique la restauration de la qualité des eaux souterraines jusqu'au niveau existant avant la période d'exploitation, ce pour l'ensemble des critères de qualité de l'eau précisés comme valeurs de référence pour le site considéré ou requis aux termes des règlements de la Commission de contrôle de la qualité de l'eau. Les demandeurs de permis d'exploitation par lixiviation *in situ* sont tenus de notifier les propriétaires légaux des terres incluses dans un périmètre situé à 3 miles des zones affectées. En outre, ils doivent détailler dans leur demande

au moins 5 exemples d'activités similaires n'ayant pas entraîné de contamination des eaux souterraines, ainsi que l'historique du suivi de leur conformité aux normes. »

En 2006, la Commission de réglementation nucléaire des États-Unis (US Nuclear Regulatory Commission – NRC) a différé l'application de la réglementation sur la décontamination des eaux souterraines des sites ISL au Nebraska et au Wyoming, dans l'attente de la négociation d'accords avec les deux États. Le différend principal porte sur la question de savoir s'il est possible de satisfaire l'exigence primaire de la NRC, c'est-à-dire la restauration de la qualité des eaux souterraines jusqu'au niveau existant avant la période d'exploitation (référence), ou bien si des normes secondaires, admissibles au titre des lois fédérales, peuvent être appliquées. Les différences de concentration entre les deux normes sont substantielles. Par exemple, pour le site de Crow Butte (Nord-Ouest du Nebraska), la norme primaire de décontamination impose 0.092 mg d'U/litre, tandis que la norme secondaire impose 5 mg d'U/litre. Selon des données de 1994 collectées pour 14 terrains réaménagés, la décontamination des eaux souterraines représente environ 40 % des coûts de réaménagement des sites américains d'extraction par ISL.

En janvier 2006, l'USEPA a publié le premier volume d'un rapport d'examen, intitulé *Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials from Uranium Mining, Volume 1: Mining and Reclamation Background*, qui documente le volet sur l'extraction de l'uranium d'un projet de plus grande envergure visant à évaluer les dangers associés aux TENORM (matières premières dont la concentration en radionucléides a été accrue par un procédé industriel) dans plusieurs secteurs industriels tels que la production gazière et pétrolière, l'exploitation minière des phosphates, le traitement des eaux et l'exploitation minière des terres rares. Le volume 2 de ce rapport portera sur les dangers des rayonnements ionisants associés aux déchets de l'exploitation minière de l'uranium. Les deux volumes examinent en priorité les déchets produits par les techniques d'extraction de l'uranium en souterrain ou à ciel ouvert, mais les déchets de l'ISL sont également pris en compte, en particulier les déchets radioactifs générés par les opérations d'ISL exécutées en surface, et surtout la radioactivité des eaux dans les bassins d'évaporation. La NRC est l'autorité compétente prioritaire dans le cas de ces déchets considérés comme des « sous-produits » par la réglementation américaine, mais c'est l'USEPA qui contrôle l'injection des solutions lixiviantes, dans le cadre de son programme de Contrôle des injections dans les formations souterraines (*Underground Injection Control Program*). En août 2006, l'USEPA a rendu publique une base de données des « sites renfermant de l'uranium » aux États-Unis, établie en compilant les informations de 19 autres bases. Cette ressource indique notamment les noms et emplacements de quelque 14 800 terrains sur lesquels la présence d'uranium a été décelée. Plus de 4 000 de ces propriétés correspondent à d'anciennes mines de production d'uranium.

### **Réaménagement des mines**

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour l'historique du réaménagement des mines jusqu'en 2006.

La NRC continue d'examiner le meilleur moyen de déterminer les coûts de décontamination des eaux souterraines des mines épuisées exploitées par ISL et les exigences de cautionnement associées.

### **BESOINS EN URANIUM**

Selon les premières estimations, les besoins en uranium des États-Unis étaient de 16 424 t d'U en 2008. L'hypothèse haute table sur un accroissement des besoins atteignant 23 464 t d'U en 2030.

L'hypothèse basse prévoit des besoins maximaux de 19 871 t d'U en 2015, puis un déclin progressif jusqu'à environ 13 124 t d'U en 2030.

### **Offre et stratégie d'approvisionnement**

Aux États-Unis, l'offre et la demande d'uranium sont déterminées par les acteurs du marché. Les décisions concernant les achats et les ventes sont prises uniquement à titre privé par les entreprises du secteur minier de l'uranium et du secteur électronucléaire.

## **POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM**

Les États-Unis et la Fédération de Russie ont signé le 16 octobre 1992 un accord intergouvernemental visant le traitement final de l'uranium hautement enrichi issu de l'armement nucléaire (*Agreement between the Government of the United States and the Government of the Russian Federation Concerning the Disposition of Highly Enriched Uranium Extracted from Nuclear Weapons*) (Accord d'achat d'UHE), prévoyant de transformer par mélange 500 tonnes d'UHE en uranium faiblement enrichi (UFE) sur une période de 20 ans. La société USEC Inc., agissant en qualité d'agent exécutif exclusif des autorités américaines chargé de la mise en œuvre de l'Accord d'achat d'UHE, reçoit les livraisons d'UFE en provenance de la Fédération de Russie destinées à la vente aux centrales nucléaires commerciales. L'USEC n'achète et ne vend que la composante enrichissement de cet UFE aux termes de contrats commerciaux en vigueur passés avec des acheteurs de services d'enrichissement. Un accord en vue du maintien d'une industrie nationale de l'enrichissement de l'uranium, signé entre le ministère de l'Énergie (DOE) et USEC Inc. le 17 juin 2002, stipulait les conditions auxquelles la société USEC Inc. continue à représenter les États-Unis pour l'Accord d'achat UHE (*HEU Purchase Agreement*). En juin 2006, la Fédération de Russie a annoncé que cet accord ne serait pas renouvelé à sa date d'expiration en 2013.

La composante uranium naturel fait l'objet d'un accord distinct au sein du programme sur l'UHE. Elle est vendue dans le cadre d'un accord commercial conclu entre trois sociétés occidentales (Cameco, COGEMA et Nukem) et la société russe Techsnabexport. Exception faite de l'uranium naturel de l'UFE dérivé de l'UHE, les importations d'uranium en provenance de la Fédération de Russie sont limitées par l'accord de suspension (*Agreement Suspending the Antidumping Duty Investigation on Uranium from the Russian Federation*) conclu entre le ministère américain du Commerce (Department of Commerce – DOC) et le ministère de l'Énergie atomique de la Fédération de Russie en 1992. Par suite de l'Accord de suspension, le DOC a suspendu les enquêtes antidumping car la Fédération de Russie a accepté de vendre de l'uranium aux États-Unis dans le cadre d'un système de contingents aux termes duquel, aux importations en provenance de la Russie devrait correspondre une quantité équivalente d'uranium nouvellement produit aux États-Unis. Un avenant à l'accord de suspension datant de 1994 contient une clause fixant la date de résiliation prévue au 31 mars 2004. Cependant, la Fédération de Russie n'a pas demandé au DOC d'effectuer l'examen préalable à la clôture de l'accord, l'une des clauses obligatoires pour son expiration. Le DOC a donc considéré que l'accord de suspension n'avait pas expiré. Un deuxième accord d'examen préalable à la clôture a été signé le 1<sup>er</sup> juillet 2005, les termes de l'accord de suspension continuant de s'appliquer pendant cet examen.

Le 13 février 2002, le DOC a fait connaître ses décisions dans les enquêtes concernant les droits antidumping et les droits compensateurs visant l'uranium faiblement enrichi importé de France, d'Allemagne, des Pays-Bas et du Royaume-Uni. Il a imposé un droit antidumping sur les importations d'uranium faiblement enrichi en provenance de France uniquement, mais des droits compensateurs

pour l'ensemble des quatre pays. Les décisions du DOC ont été contestées devant le Tribunal de commerce international des États-Unis (US Court of International Trade – CIT).

En janvier 2009, la Cour suprême des États-Unis a renversé la décision d'une cour inférieure et jugé fondée la requête de la Société d'enrichissement des États-Unis (United-States Enrichment Corporation) demandant que l'achat de services d'enrichissement, quantifiés en unités de travail de séparation (UTS), soit protégé par la Loi tarifaire de 1930 (*Tariff Act*). Pour l'essentiel, cette décision soutient le recours aux pratiques antidumping concernant l'uranium faiblement enrichi sur le marché national.

## STOCKS D'URANIUM

En 2008, le total des stocks d'uranium (y compris ceux de l'État, des producteurs et des compagnies d'électricité) se montait à 97 892 t d'U. Dans ce total, l'État détenait 57 031 t d'U dont 17 596 t d'U sous forme de concentrés, 12 485 tonnes d'uranium enrichi, et 25 950 tonnes d'uranium appauvri.

Les stocks commerciaux d'uranium (producteurs et compagnies d'électricité) de 2008 totalisaient 41 861 t d'U, en baisse de 3.2 % par rapport aux 43 227 t d'U de 2007. En 2006, le total était de 40 998 t d'U. Plus de 70 % des stocks commerciaux de 2008, soit 31 506 t d'U, étaient détenus par les propriétaires et les exploitants des réacteurs commerciaux, contre 31 243 t d'U à la fin de 2007, ce qui traduit une légère hausse.

Les stocks d'uranium enrichi ont fléchi de 8.4 % en passant de 9 732 t d'U en 2007 à 8 919 t d'U en 2008. En revanche, les stocks d'uranium naturel ont augmenté de 5 % en 2008 en totalisant 22 588 t d'U contre 21 512 t d'U en 2007. Ces évolutions demeurent toutefois relativement modestes comparées au bond d'environ 94 % des stocks d'uranium naturel observé entre 2004 et 2006.

Entre la fin de 2005 et la fin de 2006, les stocks détenus par les compagnies d'électricité sont passés de 24 897 t d'U à 30 081 t d'U, soit une hausse de 20.8 %. Les stocks d'uranium naturel sont passés de 17 439 t d'U à 21 358 t d'U et les stocks d'uranium enrichis ont aussi augmenté, passant de 7 458 t d'U à 8 722 t d'U. Ces chiffres prennent en compte les stocks détenus par les compagnies d'électricité mais répertoriés comme des stocks des installations des fournisseurs de services d'enrichissement.

## PRIX DE L'URANIUM

Les propriétaires et les exploitants des réacteurs nucléaires civils américains se procurent de l'uranium en vertu de contrats spot ou de contrats à long terme. Dans le premier cas, la livraison du tonnage convenu s'effectue en une seule fois, un an au plus tard après la date d'exécution du contrat. Dans le second cas, une ou plusieurs livraisons ont lieu au-delà d'une période d'un an suivant la date d'exécution du contrat.

En 2008, les quantités achetées par contrats spot s'établissaient à 3 354 t d'U contre 2 525 t d'U en 2007, augmentant ainsi de 33 %.

Le prix pondéré moyen fixé par ces contrats est passé de 229 USD/kg d'U (88.08 USD/lb d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) en 2007 à 174 USD/kg d'U (66.92 USD/lb d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) en 2008.

Les quantités d'uranium acquises par contrats à long terme en 2008 s'élevaient à 16 457 t d'U, seulement 2 % de moins qu'en 2007 (16 816 t d'U). En 2008, le prix pondéré moyen défini par ce second type de contrat se montait à 108.12 USD/kg d'U (41.58 USD/lb d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>), augmentant ainsi de 70 % par rapport aux 63.57 USD/kg d'U (24.45 USD/lb d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) observés en 2007.

**Prix moyens de l'uranium aux États-Unis, 2000-2008**  
(USD par kilogramme d'équivalent uranium)

| Année | Contrats spot | Contrats à long terme |
|-------|---------------|-----------------------|
| 2008  | 174.06        | 108.12                |
| 2007  | 229.44        | 63.57                 |
| 2006  | 102.64        | 42.59                 |
| 2005  | 52.10         | 35.62                 |
| 2004  | 38.40         | 31.82                 |
| 2003  | 26.26         | 28.44                 |
| 2002  | 24.15         | 27.51                 |
| 2001  | 20.59         | 28.49                 |
| 2 000 | 22.20         | 30.42                 |

*Note :* Les prix indiqués sont les prix moyens (en USD courants), pondérés en fonction des quantités, s'appliquant à toutes les transactions primaires (uranium tant d'origine américaine qu'étrangère) pour lesquelles les données ont été fournies. Ces transactions peuvent porter sur de l'uranium d'origine américaine aussi bien qu'étrangère.

*Source :* Uranium Marketing Annual Report, 2008, tableau 7.

### Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national

| Dépenses en millions USD  | 2006    | 2007      | 2008      | 2009<br>(prévision) |
|---|---------|-----------|-----------|---------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection <sup>1</sup>  | 23.3    | 50.3      | 50.2      | n.d.                |
| Dépenses du secteur public pour la prospection  | 0       | 0         | 0         | n.d.                |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation <sup>2</sup>                               | 132.0   | 195.4     | 196.2     | n.d.                |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation   | 0       | 0         | 0         | n.d.                |
| Total des dépenses  | 155.3   | 245.7     | 246.4     | n.d.                |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres) <sup>3</sup>                       | 250 241 | 670 560   | 775 109   | n.d.                |
| Sondages de prospection forés par le secteur privé <sup>4</sup>                                   | 1 473   | 4 351     | 5 198     | n.d.                |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                                   | 0       | 0         | 0         | n.d.                |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                                     | 0       | 0         | 0         | n.d.                |
| Forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation (mètres) <sup>5</sup>  | 576 682 | 897 941   | 777 547   | n.d.                |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation <sup>6</sup> | 3 430   | 4 996     | 4 157     | n.d.                |
| Forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation (mètres)              | 0       | 0         | 0         | n.d.                |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation             | 0       | 0         | 0         | n.d.                |
| Sous-total des sondages de prospection (mètres)   | 250 241 | 670 560   | 775 109   | n.d.                |
| Sous-total du nombre de sondages de prospection   | 1 473   | 4 351     | 5 198     | n.d.                |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)                            | 576 682 | 897 941   | 777 547   | n.d.                |
| Sous-total du nombre de forages pratiqués pour la mise en exploitation                            | 3 430   | 4 996     | 4 157     | n.d.                |
| Total des forages en mètres   | 826 923 | 1 568 501 | 1 552 656 | n.d.                |
| Nombre total de trous forés   | 4 903   | 9 347     | 9 355     | n.d.                |

1. DUPR tableau 8, *Exploration*.

2. DUPR tableau 8, *Drilling + Land + Reclamation*.

3. DUPR tableau 1, *Exploration*, chiffres indiqués en pieds (convertis en mètres d'après le guide de conversion de l'uranium fourni en appendice D de l'*Uranium Industry Annual* de l'EIA).

4. DUPR tableau 1 – *Exploration, Number of Holes*.

5. DUPR tableau 1 – *Development Drilling*.

6. DUPR tableau 1 – *Development Drilling*.

**Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage à l'étranger**

| Dépenses en millions USD                                | 2006 | 2007 | 2008 | 2009<br>(prévision) |
|---|------|------|------|---------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection           | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.                |
| Dépenses du secteur public pour la prospection          | 0    | 0    | 0    | 0                   |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation  | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.                |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation | 0    | 0    | 0    | 0                   |
| Total des dépenses                                      | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.                |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production\*** (tonnes d'U)

| Méthode de production        | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine             | 0                   | 0                   | 82 863               | 233 960              | n.d.                           |
| Mine à ciel ouvert           | 0                   | 2 472               | 35 847               | 125 025              | n.d.                           |
| Lixiviation <i>in situ</i>   | 0                   | 36 592              | 88 530               | 110 991              | n.d.                           |
| Coproduit<br>et sous-produit | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    | n.d.                           |
| Non précisé                  | 0                   | 0                   | 195                  | 2 080                | n.d.                           |
| Total                        | 0                   | 39 064              | 207 435              | 472 056              |                                |

\* Données sur les réserves d'uranium de l'EIA.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement** (tonnes d'U)

| Méthode de traitement | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Classique             | 0                   | 39 064              | 207 435              | 472 056              | n.d.                           |
| Lixiviation en place* | 0                   | n.d.                | n.d.                 | n.d.                 | n.d.                           |
| Lixiviation en tas**  | 0                   | n.d.                | n.d.                 | n.d.                 | n.d.                           |
| Total                 | 0                   | 39 064              | 207 435              | 472 056              | n.d.                           |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble des extractions à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement\*** (tonnes d'U)

| Type du gisement  | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U |
|---|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances                                  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Lié à des grès  | 0                   | 39 064              | 191 953              | 401 149              |
| Complexes bréchiqes à<br>hématite                       | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements liés à des<br>conglomérats à galets de quartz | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Filonien  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Intrusif  | 0                   | 0                   | n.c.                 | n.c.                 |
| Gisements volcaniques et liés à<br>des caldeiras        | 0                   | 0                   | n.c.                 | n.c.                 |
| Métasomatique   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Autres**  | 0                   | 0                   | n.c.                 | n.c.                 |
| <b>Total</b>  | <b>0</b>            | <b>39 064</b>       | <b>207 435</b>       | <b>472 056</b>       |

\* Données sur les réserves d'uranium de l'EIA.

\*\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques pronostiquées** (tonnes d'U)<sup>1</sup>

| Tranches de coût |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|
| < 80 USD/kg d'U  | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U |
| 839 000          | 1 273 000        | 1 237 000        |

**Ressources classiques spéculatives** (tonnes d'U)<sup>1</sup>

| Tranches de coût |                  |              |
|------------------|------------------|--------------|
| < 80 USD/kg d'U  | < 130 USD/kg d'U | Indéterminée |
| 858 000          | 858 000          | 482 000      |

**Production d'uranium par méthode de production** (tonnes d'U sous forme de concentrés)<sup>1</sup>

| Méthode de production      | Total<br>jusqu'à la<br>fin de 2005 | 2006         | 2007         | 2008         | Total<br>jusqu'à la<br>fin de 2008 | 2009<br>(prévision) |
|----------------------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------------|---------------------|
| Mine à ciel ouvert*        | n.d.                               | 0            | 0            | 0            | 0                                  | 0                   |
| Mine souterraine*          | n.d.                               | n.c.         | n.c.         | n.c.         | n.c.                               | n.d.                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | n.d.                               | n.c.         | n.c.         | n.c.         | n.c.                               | n.d.                |
| Coproduit/sous-produit     | n.d.                               | n.d.         | n.d.         | n.d.         | n.d.                               | n.d.                |
| <b>Total</b>               | <b>358 596</b>                     | <b>1 805</b> | <b>1 747</b> | <b>1 492</b> | <b>363 640</b>                     | <b>n.d.</b>         |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

1. 2008 DUPR tableau 2.

Structure du capital dans l'industrie de l'uranium en 2008<sup>1</sup>

| États-Unis d'Amérique |     |               |      | Étranger       |     |               |      | Total   |     |
|-----------------------|-----|---------------|------|----------------|-----|---------------|------|---------|-----|
| Secteur public        |     | Secteur privé |      | Secteur public |     | Secteur privé |      |         |     |
| [t d'U]               | [%] | [t d'U]       | [%]  | [t d'U]        | [%] | [t d'U]       | [%]  | [t d'U] | [%] |
|                       |     | n.d.          | n.d. |                |     | n.d.          | n.d. | 1 492   | 100 |

1. 2008 DUPR tableau 2.

## Effectifs de l'industrie de l'uranium dans les centres de production existants (années-personnes)

|   | 2006 | 2007  | 2008  | 2009 (prévision) |
|---|------|-------|-------|------------------|
| Effectif total associé aux centres de production <sup>1</sup>       | 600  | 1 076 | 1 409 | n.d.             |
| Effectif directement affecté à la production d'uranium <sup>2</sup> | 412  | 701   | 952   | n.d.             |

1. 2008 DUPR tableau 6, tous secteurs sauf réaménagement (*Reclamation*).

2. 2008 DUPR tableau 6, tous secteurs sauf prospection (*Exploration*) et réaménagement (*Reclamation*).

## Capacité théorique de production à court terme (tonnes d'U/an)

| 2010 |      |      |      | 2015 |      |      |      | 2020 |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| A-I  | B-I  | A-II | B-II | A-I  | B-I  | A-II | B-II | A-I  | B-I  | A-II | B-II |
| n.d. |

| 2025 |      |      |      | 2030 |      |      |      | 2035 |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| A-I  | B-I  | A-II | B-II | A-I  | B-I  | A-II | B-II | A-I  | B-I  | A-II | B-II |
| n.d. |

## Production et utilisation de combustible à mélange d'oxydes (tonnes d'équivalent uranium naturel)

| Combustible à mélange d'oxydes (MOX)                         | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|--|------------------------------|------|------|------|------------------------------|------------------|
| Production   | 0                            | 0    | 0    | n.d. | n.d.                         | n.d.             |
| Utilisation  | n.d.                         | 0    | n.d. | n.d. | n.d.                         | n.d.             |
| Nombre de réacteurs commerciaux utilisant du combustible MOX | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                |

Production et utilisation de résidus réenrichis (tonnes d'équivalent uranium naturel)<sup>1</sup>

| Résidus réenrichis | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006  | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|--------------------|------------------------------|-------|------|------|------------------------------|------------------|
| Production         | 1 015.3                      | 924.5 | n.d. | n.d. | n.d.                         | n.d.             |
| Utilisation        | 0                            | 0     | n.d. | n.d. | n.d.                         | n.d.             |

1. *Uranium 2007 : Ressources, production et demande*, OCDE, Paris, 2008.

**Utilisation d'uranium retraité** (tonnes d'équivalent uranium naturel)

| Uranium retraité | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|------------------|------------------------------|------|------|------|------------------------------|------------------|
| Production       | 0                            | 0    | 0    | n.d. | n.d.                         | n.d.             |
| Utilisation      | 0                            | 0    | 0    | n.d. | n.d.                         | n.d.             |

**Production nette d'électricité<sup>1,2</sup>**

|   | 2007               | 2008  |
|---|--------------------|-------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 806.4 <sup>1</sup> | 806.2 |

1. 2007 *Electric Power Annual*.2. Avril 2008 *Electric Power Monthly*.**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035** (MWe nets)

| 2008    | 2009    | 2010            |                 | 2015            |                 |
|---------|---------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|         |         | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 100 700 | 101 000 | 101 200         | 101 200         | 104 100         | 104 100         |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 105 100         | 113 800         | 100 700         | 120 100         | 74 300          | 132 200         | n.d.            | n.d.            |

Source : *Données sur l'énergie nucléaire*, OCDE, Paris, 2009.**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035** (MOX non compris)  
(tonnes d'U)

| 2008   | 2009   | 2010            |                 | 2015            |                 |
|--------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|        |        | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 16 424 | 16 157 | 17 528          | 17 528          | 19 871          | 19 871          |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 18 559          | 19 951          | 18 051          | 21 077          | 13 124          | 23 464          | n.d.            | n.d.            |

Source : Informations fournies pour la publication *Données sur l'énergie nucléaire*, OCDE, Paris, 2009, et tirées du document *Uranium Marketing Annual Report* (UMAR) de 2007.

Chiffres 2009 : 2007 UMAR tableau 12.

**Stocks totaux d'uranium** (tonnes d'équivalent uranium naturel)

| Détenteur                            | Stocks d'uranium naturel sous forme de concentrés | Stocks d'uranium enrichi | Stocks d'uranium appauvri | Stocks d'uranium retraité | TOTAL  |
|--------------------------------------|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------|
| État <sup>1</sup>                    | 17 596  | 12 485                   | 25 950                    | n.d.                      | 56 031 |
| Producteur <sup>2</sup>              | n.d.  | n.d.                     | n.d.                      | n.d.                      | 10 354 |
| Compagnie d'électricité <sup>2</sup> | 22 588  | 8 919                    | n.d.                      | n.d.                      | 31 507 |
| Total                                | n.d.  | n.d.                     | n.d.                      | n.d.                      | 97 892 |

Sources :

1. Ministère de l'Énergie des États-Unis, *Excess Uranium Inventory Management Plan*, décembre 2008.
2. *Uranium Market Annual Report 2008*, tableaux 22 et 23.



## • Fédération de Russie •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Depuis les débuts de la prospection de l'uranium en 1944, plus de 100 gisements d'uranium à l'intérieur de quatorze districts uranifères ont été découverts dans la Fédération de Russie. Les principaux gisements se concentrent dans quatre districts uranifères : le district de Streltsovsk qui renferme 19 gisements liés à des caldeiras volcaniques et où l'exploitation de certains gîtes est en cours, les districts de Transouralie et de Vitim, dans lesquels des gisements liés à des sédiments gréseux remplissant des paléovallées sont mis en valeur en vue d'une exploitation par lixiviation *in situ* (ISL) et celui d'Elkon qui contient d'importants gisements de type metasomatite qu'il est prévu d'exploiter.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

Les activités de prospection de l'uranium de la Fédération de Russie sont de deux types : prospection pour découvrir de nouveaux gisements et exploration des gîtes déjà découverts afin d'actualiser les estimations des ressources.

En Fédération de Russie, les travaux de prospection de l'uranium sont financés par l'État, par l'intermédiaire de l'Agence fédérale de gestion des ressources souterraines (Rosnedra). En 2007, le budget de prospection géologique a été multiplié par 1.4 par rapport à l'année précédente et a progressé de 20 % de plus en 2008 pour atteindre 1 267 millions RUR. Les organes d'exécution sont les filiales territoriales de l'Entreprise centrale de l'État fédéral Urango, ainsi que de Sosnovgeo, Koltsovgeologia et Tchitageologorazvedka.

En 2007-2008, les activités de prospection se sont concentrées dans la République de Kalmoukie, la République de Bouriatie, en Transbaïkalie et dans la Péninsule de Tchoukotka. Les travaux de prospection en Bouriatie (district uranifère de Vitim) ont permis d'identifier un groupe de paléovallées uranifères et l'occurrence d'uranium à Doulesminkoye. En Transbaïkalie (au nord du lac Baïkal) ils ont permis d'identifier des zones justifiant une prospection ultérieure plus poussée. En Kalmoukie, un essai de lixiviation *in situ* (ISL) sur deux puits effectué sur le gisement de Balkovskoye a donné des résultats positifs.

Suite aux activités de prospection menées en 2007, les estimations des ressources pronostiquées en uranium de la Russie ont été accrues de 24 500 tonnes d'U et les ressources spéculatives de 63 000 tonnes d'U ; 5 700 tonnes d'U et 92 700 tonnes d'U de plus ont ensuite été ajoutées, respectivement, en 2008.

En 2009, Rosnedra a alloué 872.9 millions RUR à la prospection de l'uranium. Ces fonds ont été principalement utilisés pour financer la prospection dans des régions proches des mines d'uranium en exploitation, ainsi que dans les régions de Sibérie orientale et de Kalmoukie.

En 2007-2008, les filiales de la société « Atomredmetzoloto » (ARMZ) ont prospecté et estimé les ressources contenues dans les gisements d'uranium dont la mise en valeur est en préparation.

En 2007, ARMZ a consacré 41.4 millions RUR à la prospection de l'uranium et multiplié par trois ses financements en 2008 pour les porter à 126.7 millions RUR. Pendant la durée de ces travaux, les activités suivantes ont été effectuées :

- exploration du gisement de Khokhlovskoye dans le district de Transouralie ;
- prospection sur les flancs et dans les couches profondes des gisements en exploitation de Streltsovsk ;
- exploration du gisement de Khiagda dans le district de Vitim ;
- exploration du gisement de Lunnoye dans le district d'Elkon.

En 2009, ARMZ a alloué 917.4 millions RUR aux activités suivantes :

- poursuite de l'exploration du gisement de Khokhlovskoye ;
- exploration des gisements de Kolichikan et Istochnoye dans le district uranifère de Vitim ;
- exploration des gisements d'Elkon et de Neprokhodimoye dans le district uranifère d'Elkon ;
- exploration du gisement de Beryozovoye dans le territoire de Transbaïkalie ;
- prospection de minerai à forte teneur en uranium dans les roches du socle de la caldeira de Streltsovsk, semblable au gisement d'Antei.

La plupart des travaux de prospection sont exécutés par la filiale de forage d'ARMZ Rusburmash.

En 2008, par l'intermédiaire de la co-entreprise qu'il a formé avec Kazatomprom Akbastau (Kazakhstan), ARMZ a mené des travaux de prospection dans les secteurs 1 et 3 du gisement de Budenovskoye et produit une réestimation des ressources. En 2009, Akbastau prévoit d'achever les travaux de prospection dans le secteur 1 et de les poursuivre dans les secteurs 3 et 4 du gisement de Budenovskoye.

### **Activités récentes de mise en valeur des mines**

Les activités de mise en valeur ont pris notamment la forme d'opérations pilotes dans les mines en construction et de travaux de développement de projets dans les mines prévues.

#### ***Opérations pilotes***

A Khiagda (République de Bouriatie), un projet pilote d'extraction de l'uranium par ISL a été achevé et le gisement de Khiagda sera bientôt prêt pour l'exploitation commerciale. En 2007 et 2008, Khiagda a produit 26 tonnes d'U et 61 tonnes d'U, respectivement.

En 2008, la capacité de l'installation pilote de traitement a été portée à 300 tonnes d'U/an. L'exploitation commerciale du site de Khiagda débutera en 2012, la production devant atteindre 1 000 tonnes d'U/an en 2014 et 1 800 tonnes d'U/an en 2018.

En octobre 2007, Dalour a engagé des opérations pilotes sur le gisement de Khokhlovskoye. Les résultats obtenus ont confirmé la viabilité et la rentabilité de l'ISL comme méthode d'extraction sur ce site.

### ***Développement de projets***

Une étude de pré faisabilité a été effectuée pour les gisements du district uranifère d'Elkon et du territoire de Transbaïkalie.

En novembre 2007, ARMZ a créé la Société minière d'Elkon (République de Sakha-Yakoutie) pour mettre en valeur les gisements du district d'Elkon qui arrive au deuxième rang du classement mondial des ressources en uranium. En 2008, la société a mené des recherches pour développer des technologies d'extraction et de traitement de pointe hautement performantes et pour mener à bien les évaluations environnementales et les études de site nécessaires à la construction des installations d'exploitation et de traitement.

En 2009, la Société minière d'Elkon a commencé les travaux de prospection et achèvera une étude de pré faisabilité pour commencer à préparer la documentation du projet. La Société minière d'Elkon recevra des financements du Fonds d'investissement de la Fédération de Russie pour la construction d'infrastructures (routes, lignes électriques, chemins de fer, etc.).

En décembre 2007, ARMZ a créé la Société minière de Gornoye (territoire de Transbaïkalie) chargée de mettre en valeur les gisements de Gornoye et Beryozovoye. En 2008-2009, la société a achevé une étude exploratoire, la documentation préliminaire et une évaluation de l'impact sur l'environnement et poursuivi la prospection sur le gisement de Beryozovoye.

En décembre 2007, ARMZ a créé la Société d'Olovsk (territoire de Transbaïkalie) pour mettre en valeur le gisement d'Olovsk. En 2008, la société a achevé une étude exploratoire et une évaluation de l'impact sur l'environnement. Elle prévoit d'engager une étude de faisabilité en 2009.

## **RESSOURCES EN URANIUM**

### **Ressources classiques identifiées (RRA et ressources présumées)**

En 2006-2008, une réévaluation technique et économique générale des ressources d'uranium a été entreprise. Cet exercice a donné lieu au reclassement de certains gisements d'uranium de la catégorie non économique (ou non rentables aux prix du marché) dans celle des ressources qui pourraient être raisonnablement mises en valeur.

Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, les ressources en uranium récupérables relevant de la catégorie « RRA + ressources présumées » s'élevaient à 566 300 tonnes d'U dans la Fédération de Russie, soit 20 700 tonnes de plus qu'en 2007. Les ressources *in situ* (sans tenir compte des pertes durant l'exploitation et le traitement) représentaient 687 100 tonnes.

Cette augmentation générale s'explique principalement par l'ajout de :

- plusieurs petits gisements de type métasomatique situés dans le district uranifère d'Elkon (République de Sakha-Yakoutie) ;
- l'uranium associé à des restes de poisson dans des gisements situés en République de Kalmoukie ;
- la présence de petits gisements d'uranium de type volcanique dans la région de Khabarovsk.

Les RRA s'élevaient à 181 400 tonnes, dont 55 % récupérables à un coût inférieur à 80 USD/kg d'U. La majeure partie de ces ressources peuvent être exploitées par des méthodes d'extraction souterraine classiques. Presque toutes les ressources de cette catégorie sont attribuées à des entreprises en exploitation ou en construction.

Les ressources présumées représentaient 384 900 tonnes, dont 15 % environ récupérables à un coût inférieur à 80 USD/kg U. Ces ressources peuvent être extraites par des méthodes d'extraction souterraine classiques et par ISL.

En conséquence de cette réévaluation, les ressources du gisement d'Elkon ont été reclassées dans la catégorie de coût inférieur à 130 USD/kg U.

### **Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)**

Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, les ressources pronostiquées en uranium s'élevaient à 182 000 tonnes d'U et les ressources spéculatives à 633 000 tonnes d'U.

Les ressources pronostiquées se trouvent pour la plupart dans le territoire de Transbaïkalie (districts uranifères de Streltsovsk et de Transbaïkalie orientale), dans la République de Bouriatie (district de Vitim), dans la République de Sakha-Yakoutie (district d'Elkon) et dans la République de Kalmoukie. D'autres ressources pronostiquées se trouvent dans la région de Kurgan (district uranifère de Transouralie) et dans celle de Leningrad.

## **PRODUCTION D'URANIUM**

### **Historique**

Un bref historique est présenté dans l'édition de 2007 du Livre rouge.

À ce jour, les gisements de Streltsovsk dans le complexe minier de Priargounsk ont produit plus de 130 000 tonnes d'U ; ce complexe devient ainsi le plus grand centre de production d'uranium du monde. La production cumulée de la Fédération de Russie pour l'année 2008 a représenté au total 139 735 tonnes d'U, ce qui place ce pays au cinquième rang mondial des producteurs d'uranium.

### **Capacité théorique de production**

La production d'uranium de la Fédération de Russie est assurée par des filiales du groupe ARMZ (Atomredmetzoloto). En 2008, elle s'élevait à 3 521 tonnes, dont 3 050 tonnes produites par des méthodes d'exploitation souterraine classiques (2 831 tonnes extraites sur place du minerai primaire et 219 tonnes du minerai traité par lixiviation en tas) et 471 tonnes d'U produites par ISL.

Le complexe minier et chimique de Priargounsk (territoire de Transbaïkalie) demeure le principal centre de production d'uranium de la Fédération de Russie. La base de ressources est fournie par les gisements d'uranium de type volcanique du district de Streltsovsk, les ressources in-situ actuelles représentant au total 130 000 tonnes d'U (au 1<sup>er</sup> janvier 2009).

En 2008, 3 050 tonnes d'U ont été produites à Priargounsk. Le minerai d'uranium est extrait de trois mines souterraines. La majeure partie du minerai est traité à l'installation hydrométallurgique locale par lixiviation classique à l'acide sulfurique et sorption sur des résines échangeuses d'ions ; 219 tonnes d'U ont été produites par lixiviation en tas.

En 2008, une nouvelle installation de traitement à l'acide sulfurique a été construite et mise en service à Priargounsk. La société modernise les équipements miniers et a mis en service une seconde unité de tri radiométrique. Pour maintenir les taux de production, Priargounsk prépare actuellement une étude de faisabilité en vue de développer de nouvelles mines souterraines, n° 6 et n° 8.

Depuis 2004, la société Dalour (région du Kourgan) recourt à la méthode d'ISL à l'acide sulfurique pour mettre en valeur le gisement de Dalmatovskoye et depuis 2007, des opérations pilotes d'ISL sont menées au gisement de Khokhlovskoye. En 2008, Dalour a produit 410 tonnes d'U et mis en service une unité de sorption dans le secteur Ouest du gisement de Dalmatovskoye. L'installation de Dalour devrait produire 460 tonnes d'U en 2009.

En 2008, le projet pilote de production par ISL au gisement Khiagdinskoye de la mine de Khiagda (République de Bouriatie) a été achevé et la capacité de l'unité de traitement a été portée à 300 tonnes d'U/an. La Commission des réserves d'État de la Fédération de Russie a confirmé la présence de ressources commerciales dans le gisement de Khiagda et une étude de faisabilité est en cours. En 2009, un pont a été construit et mis en service sur le fleuve Vitim pour permettre le transport de matériel et d'équipements à Khiagda. En 2008, la production avoisinait 61 tonnes d'U et les prévisions pour 2009 s'élevaient à 151 tonnes d'U.

### **Emploi dans le secteur de l'uranium**

En 2008, l'industrie russe de l'uranium employait 12 870 personnes dont 11 619 sur le site de Priargounsk. Sur ce dernier site, 5 120 employés travaillaient directement à la production et au traitement de l'uranium et le reste, dans des activités connexes et de service (production de charbon, centrales électriques, etc.).

### **Centres de production futurs**

Fin 2007, les sociétés minières Elkon, Olovsk et Gornoye ont été habilitées à mettre en valeur des gisements en réserve en Yakoutie méridionale et sur le territoire de Transbaïkalie.

La Société Elkon effectue une étude de préfaisabilité en vue de construire un centre de production d'uranium d'une capacité annuelle pouvant s'élever à 5 000 tonnes. Les ressources *in situ* d'Elkon représentent au total 319 000 tonnes d'U.

Le centre de production proposé réunira plusieurs opérations : exploitation souterraine, tri radiométrique, broyage, traitement et production de concentrés d'uranium.

En 2008, la société a mené à bien différents travaux préparatoires, notamment une étude de site pour la construction d'installations et des évaluations environnementales de base. En 2009, elle devrait achever l'étude de préfaisabilité.

La société Gornoye a été créée pour mettre en valeur les gisements de Gornoye et Beryozovoye dans le district de Krasno-Chikoi du territoire de Transbaïkalie. Les gisements seront mis en valeur par des méthodes d'exploitation classiques et de traitement du minerai par lixiviation en chambre et en tas. La capacité annuelle de production devrait avoisiner 600 tonnes d'U.

La société Olovsk a été créée pour mettre en valeur le gisement d'Olovsk dans le district Tchernychevsky dans le territoire de Transbaïkalie. Elle propose de construire une mine à ciel ouvert et une mine souterraine, ainsi qu'un site de lixiviation en tas pour traiter le minerai récupéré en plus d'une installation de traitement hydrométallurgique. La capacité de ce complexe sera de 600 tonnes d'U/an. La société Olovsk effectue actuellement des études de préfaisabilité et des évaluations environnementales.

### Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

|  | Centre n° 1  | Centre n° 2                            | Centre n° 3                            |
|--|--|--|--|
| Nom du centre de production                  | Complexe minier et chimique de Priargounsk (Priargounsk) | Dalour                                 | Khiagda                                |
| Catégorie                                    | Existant   | Existant                               | Construction                           |
| Date de mise en service                      | 1968   | 2004                                   | 2011                                   |
| Source de minerai :                          |  |  |  |
| • Nom du gisement                            | Antei, Streltsovskoye, Oktyabrskoye, etc.                | Dalmatovskoye Khokhlovskoye            | Khiagda, Vershinnoye, etc.             |
| • Type de gisement                           | Volcanique, dans des caldeiras                           | Gréseux en remplissage de paléovallées | Gréseux en remplissage de paléovallées |
| • Réserves                                   | 129 530  | 10 970                                 | 26 805                                 |
| • Teneur (% d'U)                             | 0.18   | 0.04                                   | 0.05                                   |
| Exploitation minière :                       |  |  |  |
| • Type (MCO/MS/ISL)                          | MS, LET*   | ISL                                    | ISL                                    |
| • Tonnage (t de minerai/jour)                | 6 700  | n.d.                                   | n.d.                                   |
| • Taux moyen de récupération (%)             | 95   | 75                                     | 75                                     |
| Installation de traitement (acide/alcalin) : |  |  |  |
| • Acide/alcalin                              | acide  | acide                                  | acide                                  |
| • Type (EI/ES/LA)                            | EI   | EI                                     | EI                                     |
| • Tonnage (t de minerai/jour)                | 4 700  | NA                                     | NA                                     |
| • Taux moyen de récupération (%)             | 95   | 98                                     | 98                                     |
| Capacité nominale de production (t d'U/an)   | 3 000  | 800                                    | 1 000                                  |
| Projets d'agrandissement                     | 3 500 t/an   | No                                     | 1 800 t/an                             |
| Autres remarques                             |  |  |  |

n.d. Non disponible.

\* LET – Lixiviation en tas, LEP – lixiviation en place.

**Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium** (au 1<sup>er</sup> janvier 2009) (*suite*)

|  | Centre n° 4                                      | Centre n° 5                          | Centre n° 6                           |
|--|--|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Nom du centre de production                  | Complexe minier et métallurgique d'Elkon (Elkon) | Société minière de Gornoye (Gornoye) | Complexe minier et chimique (Olovsk ) |
| Catégorie                                    | Prévu  | Prévue                               | Prévu                                 |
| Date de mise en service                      | 2015   | 2014                                 | 2014                                  |
| Source de minerai :                          |  |                                      |                                       |
| • Nom du gisement                            | Ioujnoye, Severnoye                              | Gornoye, Beryozovoye                 | Olovsk                                |
| • Type de gisement                           | Métasomatique                                    | Filonien                             | Filonien                              |
| • Réserves                                   | 319 594  | 7 918                                | 11 726                                |
| • Teneur (% d'U)                             | 0.15   | 0.2                                  | 0.082                                 |
| Exploitation minière :                       |  |                                      |                                       |
| • Type (MCO/MS/ISL)                          | MS   | MS, LET, LEP*                        | MCO, MS, LET*                         |
| • Tonnage (t de minerai/jour)                | 8 000  | 1 900                                | 3 000                                 |
| • Taux moyen de récupération (%)             | 85   | 70                                   | 70                                    |
| Installation de traitement (acide/alcalin) : |  |                                      |                                       |
| • Acide/alcalin                              | acide  | acide                                | acide                                 |
| • Type (EI/ES)                               | EI   | EI                                   | EI                                    |
| • Tonnage (t de minerai/jour)                | n.d.   | n.d.                                 | n.d.                                  |
| • Taux moyen de récupération (%)             | 95   | 80                                   | 80                                    |
| Capacité nominale de production (t d'U/an)   | 5 000  | 600                                  | 600                                   |
| Projets d'agrandissement                     | Exploration des gisements du district d'Elkon    | aucun                                | aucun                                 |
| Autres remarques                             |  |                                      |                                       |

n.d. Non disponible.

\* LET – Lixiviation en tas, LEP – lixiviation en place.

**Besoins en uranium**

Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, la Fédération de Russie exploitait 31 réacteurs nucléaires répartis entre 10 centrales (soit une puissance installée totale de 23.2 GWe). Le parc du pays se décompose comme suit : 15 réacteurs refroidis à l'eau (9 VVER-1000 et 6 VVER-440), 15 réacteurs à modérateur graphite refroidis par de l'eau circulant dans des tubes de force (11 RBMK-1000 et 4 EPG-6) et un surgénératrice rapide (BN-600). En 2008, la production électronucléaire a atteint 162.3 TWh (bruts), ce qui marque une hausse de 2.5 % par rapport à 2007. La part du nucléaire dans la production totale d'électricité du pays était de 16 %. Les besoins en uranium des réacteurs nucléaires de la Fédération de Russie sont actuellement d'environ 4 100 tonnes d'U.

Il est prévu dans les prochaines années de construire dans un premier temps une tranche électronucléaire tous les ans, puis deux. La révision des projets et les rythmes de mise en exploitation et de construction de nouvelles tranches envisagés à court terme donnent lieu à deux scénarios de développement de la puissance nucléaire installée, et d'évolution des besoins en uranium naturel des réacteurs russes. Ces scénarios ont été établis en tenant compte de la capacité des tranches électronucléaires qui seront déclassées.

Le scénario à hypothèse basse d'accroissement de l'industrie électronucléaire pendant la période 2009-2035 prévoit de mettre en service chaque année une tranche électronucléaire d'une capacité

installée de 1 100 MWe. Le scénario à hypothèse haute prévoit une augmentation du nombre de tranches en construction après 2015, avec la mise en service de deux tranches d'une capacité de 1 100 MWe chaque année.

Le renforcement de la capacité des centrales électronucléaires russes nécessitera d'accroître les approvisionnements en combustible nucléaire, d'où une hausse des besoins en uranium. Les besoins totaux annuels actuels de l'industrie nucléaire russe, y compris pour l'exportation de combustible nucléaire et d'uranium faiblement enrichi, sont estimés à 23 000 tonnes d'U, dont 4 100 tonnes pour les réacteurs nucléaires en 2008. Les besoins en uranium sont couverts par plusieurs sources : uranium produit dans la Fédération de Russie et au Kazakhstan, stocks d'uranium, sources secondaires et importations de matières contenant de l'uranium.

### Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national

| Dépenses en millions RUR  | 2006    | 2007    | 2008    | 2009<br>(prévisions) |
|---|---------|---------|---------|----------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection   | 12.8    | 41.4    | 120.7   | 917.4                |
| Dépenses du secteur public pour la prospection  | 773.6   | 1 078.1 | 1 267   | 872.9                |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                                | 118     | 520.6   | 3 831.5 | 5 330.8              |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                               | 0       | 0       | 0       | 0                    |
| Total des dépenses  | 904.4   | 1 659.4 | 5 219.2 | 7 121.1              |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                        | 15 500  | 7 520   | 95 000  | 173 000              |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                          | n.d.    | n.d.    | n.d.    | n.d.                 |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                       | 86 641  | 112 409 | 134 260 | 95 920               |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                         | 490     | 593     | 746     | 518                  |
| Forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation (mètres)   | 0       | 0       | 72 600  | n.d.                 |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation  | 0       | 0       | 216     | n.d.                 |
| Forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation (mètres)  | n.d.    | n.d.    | n.d.    | n.d.                 |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation | n.d.    | n.d.    | n.d.    | n.d.                 |
| Sous-total des sondages de prospection (mètres)                                       | 102 141 | 119 929 | 229 260 | 268 920              |
| Sous-total du nombre de sondages de prospection                                       | 490     | 593     | 746     | 518                  |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)                | n.d.    | n.d.    | 72 600  | n.d.                 |
| Sous-total du nombre de forages pratiqués pour la mise en exploitation                | n.d.    | n.d.    | 216     | n.d.                 |
| Total des forages en mètres   | 102 141 | 119 929 | 301 860 | 268 920              |
| Nombre total de trous forés   | 490     | 593     | 962     | 518                  |

### Dépenses de prospection et de mise en exploitation de l'uranium à l'étranger

| Dépenses en millions RUR                                | 2006 | 2007 | 2008    | 2009<br>(prévisions) |
|---|------|------|---------|----------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection           | n.d. | 0    | 764.7   | 1 816.7              |
| Dépenses du secteur public pour la prospection          | 0    | 0    | 0       | 0                    |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation  |      |      | 406.7   | 1 160.7              |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation | 0    | 0    | 0       | 0                    |
| Total des dépenses                                      |      |      | 1 171.5 | 2 977.4              |

### Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production (tonnes d'U)

| Méthode de production        | <USD 40/<br>kg U | <USD 80/<br>kg U | <USD 130/<br>kg U | <USD 260/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|------------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine             | 0                | 89 900           | 152 900           | 152 900           | 85-90                          |
| Mine à ciel ouvert           | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i>   | 0                | 10 500           | 10 500            | 10 500            | 75                             |
| Coproduit<br>et sous-produit | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Non précisé                  | 0                | 0                | 18 000            | 18 000            | 75                             |
| Total                        | 0                | 100 400          | 181 400           | 181 400           |                                |

### Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement (tonnes d'U)

| Méthode de traitement      | <USD 40/<br>kg U | <USD 80/<br>kg U | <USD 130/<br>kg U | <USD 260/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Classique                  | 0                | 82 800           | 137 900           | 137 900           |                                |
| Lixiviation en place*      | 0                | 0                | 6 300             | 6 300             |                                |
| Lixiviation en tas**       | 0                | 7 100            | 8 700             | 8 700             |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                | 10 500           | 10 500            | 10 500            |                                |
| Non précisé                | 0                | 0                | 18 000            | 18 000            |                                |
| Total                      | 0                | 100 400          | 181 400           | 181 400           |                                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type de gisement                  | <USD 40/kg U | <USD 80/kg U   | <USD 130/kg U  | <USD 260/kg U  |
|-----------------------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|
| Lié à des discordances            | 0            | 0              | 0              | 0              |
| Lié à des grès                    | 0            | 10 500         | 10 500         | 10 500         |
| Complexes bréchiques à hématite   | 0            | 0              | 0              | 0              |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0            | 0              | 0              | 0              |
| Filonien                          | 0            | 0              | 1 700          | 1 700          |
| Intrusif                          | 0            | 0              | 0              | 0              |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0            | 89 900         | 102 600        | 102 600        |
| Métasomatique                     | 0            | 0              | 57 800         | 57 800         |
| Autres*                           | 0            | 0              | 8 800          | 8 800          |
| <b>Total</b>                      | <b>0</b>     | <b>100 400</b> | <b>181 400</b> | <b>181 400</b> |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques présumées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production        | <USD 40/<br>kg U | <USD 80/<br>kg U | <USD 130/<br>kg U | <USD 260/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|------------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine             | 0                | 26 900           | 247 500           | 285 600           | 90-85                          |
| Mine à ciel ouvert           | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i>   | 0                | 30 800           | 30 800            | 32 100            | 75                             |
| Coproduit<br>et sous-produit | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Non précisé                  | 0                | 0                | 20 600            | 67 200            | 75                             |
| <b>Total</b>                 | <b>0</b>         | <b>57 700</b>    | <b>298 900</b>    | <b>384 900</b>    |                                |

**Ressources classiques présumées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement      | <USD 40/<br>kg U | <USD 80/<br>kg U | <USD 130/<br>kg U | <USD 260/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Classique                  | 0                | 24 800           | 241 300           | 275 500           |                                |
| Lixiviation en place*      | 0                | 0                | 3 200             | 7 100             |                                |
| Lixiviation en tas**       | 0                | 2 100            | 3 000             | 3 000             |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                | 30 800           | 30 800            | 32 100            |                                |
| Non précisé                | 0                | 0                | 20 600            | 67 200            |                                |
| <b>Total</b>               | <b>0</b>         | <b>57 700</b>    | <b>298 900</b>    | <b>384 900</b>    |                                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

**Ressources classiques présumées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type de gisement                  | <USD 40/kg U | <USD 80/kg U  | <USD 130/kg U  | <USD 260/kg U  |
|-----------------------------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
| Lié à des discordances            | 0            | 0             | 0              | 0              |
| Lié à des grès                    | 0            | 30 800        | 30 800         | 54 200         |
| Complexes bréchiques à hématite   | 0            | 0             | 0              | 0              |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0            | 0             | 0              | 0              |
| Filonien                          | 0            | 0             | 3 100          | 6 200          |
| Intrusif                          | 0            | 0             | 0              | 0              |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0            | 26 900        | 31 300         | 58 700         |
| Métasomatique                     | 0            | 0             | 230 900        | 254 600        |
| Autres*                           | 0            | 0             | 2 800          | 11 200         |
| <b>Total</b>                      | <b>0</b>     | <b>57 700</b> | <b>298 900</b> | <b>384 900</b> |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques pronostiquées (tonnes d'U)**

| Tranches de coût |               |               |
|------------------|---------------|---------------|
| <USD 80/kg U     | <USD 130/kg U | <USD 260/kg U |
| 0                | 182 000       | 182 000       |

**Ressources classiques spéculatives (tonnes d'U)**

| Tranches de coût |               |               |
|------------------|---------------|---------------|
| <USD 80/kg U     | <USD 130/kg U | Non spécifiée |
| 0                | 0             | 633 000       |

**Production d'uranium par méthode de production (tonnes d'U sous forme de concentrés)**

| Méthode de production      | Total jusqu'à la fin 2005 | 2006         | 2007         | 2008         | Total jusqu'à la fin 2008 | 2009 (prévisions) |
|----------------------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------|-------------------|
| Mine à ciel ouvert*        | 38 655                    | 0            | 0            | 0            | 38 655                    | 0                 |
| Mine souterraine*          | 86 987                    | 2 901        | 3 037        | 3 050        | 95 975                    | 3 000             |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 3 969                     | 289          | 376          | 471          | 5 105                     | 611               |
| Coproduit/sous-produit     | 0                         | 0            | 0            | 0            | 0                         | 0                 |
| <b>Total</b>               | <b>129 611</b>            | <b>3 190</b> | <b>3 413</b> | <b>3 521</b> | <b>139 735</b>            | <b>3 611</b>      |

\* Les totaux d'avant 2006 peuvent comprendre de l'uranium récupéré par lixiviation en tas ou en place.

**Production d'uranium par méthode de traitement** (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Méthode de traitement             | Total jusqu'à la fin 2005 <sup>1</sup> | 2006         | 2007         | 2008         | Total jusqu'à la fin 2008 | 2009 (prévisions) |
|-----------------------------------|--|--------------|--------------|--------------|---------------------------|-------------------|
| Classique                         | 123 902                                | 2 711        | 2 818        | 2 831        | 132 262                   | 2 793             |
| Lixiviation en place*             | 237                                    | 4            | 0            | 0            | 241                       | 0                 |
| Lixiviation en tas**              | 1 503                                  | 186          | 219          | 219          | 2 127                     | 207               |
| Lixiviation <i>in situ</i>        | 3 969                                  | 289          | 376          | 471          | 5 105                     | 611               |
| U récupéré à partir de phosphates | 0                                      | 0            | 0            | 0            | 0                         | 0                 |
| Autres méthodes***                | 0                                      | 0            | 0            | 0            | 0                         | 0                 |
| <b>Total</b>                      | <b>129 611</b>                         | <b>3 190</b> | <b>3 413</b> | <b>3 521</b> | <b>139 735</b>            | <b>3 611</b>      |

1. Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

\*\*\* Prend en compte le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

**Production d'uranium par type de gisement** (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Type de gisement                  | Total jusqu'à la fin 2005 | 2006         | 2007         | 2008         | Total jusqu'à la fin 2008 | 2009 (prévisions) |
|-----------------------------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------|-------------------|
| Lié à des discordances            | 0                         | 0            | 0            | 0            | 0                         | 0                 |
| Lié à des grès                    | 3 969                     | 289          | 376          | 471          | 5 105                     | 611               |
| Complexes bréchiqes à hématite    | 0                         | 0            | 0            | 0            | 0                         | 0                 |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0                         | 0            | 0            | 0            | 0                         | 0                 |
| Filonien                          | 0                         | 0            | 0            | 0            | 0                         | 0                 |
| Intrusif                          | 0                         | 0            | 0            | 0            | 0                         | 0                 |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 125 642                   | 2 901        | 3 037        | 3 050        | 134 630                   | 3 000             |
| Métasomatique                     | 0                         | 0            | 0            | 0            | 0                         | 0                 |
| Autres*                           | 0                         | 0            | 0            | 0            | 0                         | 0                 |
| <b>Total</b>                      | <b>129 611</b>            | <b>3 190</b> | <b>3 413</b> | <b>3 521</b> | <b>139 735</b>            | <b>3 611</b>      |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Structure du capital dans l'industrie de l'uranium en 2008**

| Russie         |     |               |     | Étranger       |     |               |     | Totaux       |     |
|----------------|-----|---------------|-----|----------------|-----|---------------|-----|--------------|-----|
| Secteur public |     | Secteur privé |     | Secteur public |     | Secteur privé |     |              |     |
| (tonnes d'U)   | (%) | (tonnes d'U)  | (%) | (tonnes d'U)   | (%) | (tonnes d'U)  | (%) | (tonnes d'U) | (%) |
| 3 521          | 100 |               |     |                |     |               |     | 3 521        | 100 |

**Effectifs de l'industrie de l'uranium dans les centres de production existants (années-personnes)**

|   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009<br>(prévisions) |
|---|--------|--------|--------|----------------------|
| Effectif total associé aux centres de production          | 12 575 | 12 950 | 12 870 | 12 870               |
| Effectif directement associé à la production de l'uranium | 4 804  | 5 100  | 5 120  | 5 120                |

**Capacité théorique de production à court terme (tonnes d'U/an)**

| 2010  |       |       |       | 2015  |       |       |       | 2020  |       |       |        |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| A-I   | B-I   | A-II  | B-II  | A-I   | B-I   | A-II  | B-II  | A-I   | B-I   | A-II  | B-II   |
| 3 520 | 3 520 | 3 520 | 3 520 | 5 240 | 5 240 | 5 240 | 5 900 | 7 600 | 7 600 | 7 600 | 11 990 |

| 2025  |       |       |        | 2030  |       |       |        | 2035  |       |       |        |
|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
| A-I   | B-I   | A-II  | B-II   | A-I   | B-I   | A-II  | B-II   | A-I   | B-I   | A-II  | B-II   |
| 7 600 | 7 600 | 7 600 | 13 800 | 6 800 | 6 800 | 6 800 | 13 900 | 6 800 | 6 800 | 6 800 | 13 400 |

**Production nette d'électricité**

|   | 2007  | 2008  |
|---|-------|-------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 158.3 | 163.3 |

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe nets)**

| 2008   | 2009   | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|--------|--------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|        |        | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 23 200 | 24 200 | 24 200                 | 25 000                 | 30 000                 | 33 000                 |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 37 000                 | 44 000                 | 40 000                 | 50 000                 | 42 000                 | 60 000                 | 44 000                 | 70 000                 |

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035**  
(MOX non compris) (tonnes d'U)

| 2008  | 2009  | 2010            |                 | 2015            |                 |
|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|       |       | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 4 100 | 5 400 | 5 400           | 5 400           | 7 200           | 7 700           |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 8 200           | 9 700           | 8 800           | 11 000          | 9 200           | 13 000          | 9 700           | 15 000          |



## • Finlande •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Un historique de la prospection de l'uranium est présenté dans l'édition 2007 du Livre rouge.

#### Activités de prospection de l'uranium récentes et en cours

Le ministère du Commerce et de l'Industrie, autorité responsable de l'exploitation minière et de la prospection, a été fusionné avec le ministère du Travail pour constituer le ministère de l'Emploi et de l'Économie (MEE) à compter du 1er juillet 2008. Le MEE œuvre en faveur de l'utilisation des ressources minérales en ménageant un cadre favorable aux activités de prospection et d'exploitation des minerais. Les actions du ministère se fondent sur la loi minière et le décret minier de 1965. Une refonte du droit minier est en cours en Finlande.

En octobre 2006, le ministère a accordé à AREVA une concession d'une durée de cinq ans en Finlande orientale. Après les recours en appel formés par les parties prenantes devant le tribunal administratif suprême, celui-ci s'est prononcé en février 2008 en faveur de l'octroi de cette concession, qui est devenue effective. En janvier 2007, une autre concession, d'une durée d'un an, a été accordée à Namura Finland en Finlande septentrionale. Plus précisément, elle a pris effet à la suite d'une décision rendue par le tribunal en octobre 2007. La prorogation de cette concession par le MEE ayant expiré en octobre 2008, la société en a demandé une nouvelle, compte tenu des résultats de la campagne de mesures du radon effectuée sur le terrain durant l'été 2008.

En janvier 2007 quatre demandes de concessions en Finlande méridionale et septentrionale ont été refusées par le ministère, où sont en attente d'autres demandes, déposées entre décembre 2006 et septembre 2008 – trois en 2006, treize en 2007 et deux en 2008. Les sociétés concernées sont Agricola Resources, AREVA, Karelian Resource Services, Mawson Resources et Namura Finland (Cooper Minerals).

Les difficultés et les retards d'attribution de concessions ont freiné la prospection en Finlande : les seuls travaux entre 2006 et 2008 ont été des activités de prospection de base, d'abord dans des concessions d'exploration et ensuite dans des concessions d'exploitation. AREVA a réalisé en 2007 une étude géophysique aérienne sur sa cible dans l'est de la Finlande et – après la décision du tribunal – elle y a creusé des tranchées et effectué des forages carottés en 2008.

Presque tous les indices uranifères ont été concédés pour des explorations en 2005 et 2006. Ces concessions ont expiré et sont soumises à un moratoire de trois ans. Seule AREVA a mené des activités de prospection, et elle a réussi à découvrir pendant la campagne de prospection de 2008 un prospect d'or-uranium d'un type nouveau dans des roches du Paléoprotérozoïque en Finlande septentrionale, à l'ouest de Rovaniemi.

Les entreprises pourraient réduire leurs activités en Finlande en 2009 à cause de la longueur des procédures d'octroi de concessions, des recours probables en appel des décisions concernant les concessions et de la contraction générale des ressources financières affectées à la prospection.

## RESSOURCES EN URANIUM

### Ressources classiques identifiées (RRA et ressources présumées)

Dans la catégorie des ressources classiques raisonnablement assurées récupérables à des coûts compris entre 80 et 130 USD/kg d'U, la Finlande fait état de 1 500 t d'U renfermées dans les gisements de Palmottu et de Pahtavuoma. Il n'est pas fait état de ressources classiques présumées.

### Ressources classiques non découvertes (pronostiquées et spéculatives)

La Finlande n'a pas fait état de ressources de cette catégorie.

### Ressources non classiques et autres produits

Dans des estimations antérieures, la Finlande a indiqué détenir des ressources récupérables sous forme de sous-produits comprises entre 3 000 et 9 000 t d'U dans les schistes noirs de Talvivaara datant du Paléoprotérozoïque, en Finlande centrale, ainsi que 2 500 t d'U dans la carbonatite de Sokli, datant du Paléozoïque, en Finlande septentrionale. De plus, un gisement associé aux phosphates du Paléoprotérozoïque, situé dans la partie centrale de la Finlande, renferme 1 000 t d'U.

Par la méthode de lixiviation bactérienne en tas, Talvivaara Mining Company procède depuis octobre 2008 à l'extraction à l'échelle industrielle des 640 Mt évaluées et annoncées de minéralisations sulfurées polymétalliques à faible teneur (nickel, zinc, cuivre et cobalt) dans les schistes noirs de Talvivaara. La récupération de l'uranium n'est pas prise en compte dans l'extraction des métaux. La teneur en uranium du minerai est comprise entre 0.001 et 0.004 % d'U (IUREP 1981).

En 2007, le ministère a accordé un renouvellement de deux ans de la concession d'exploitation de Sokli (phosphate et niobium) à son titulaire, Kemira GrowHow. La même année, Yara International a acquis une participation cédée par l'État de 30 % du capital de Kemira GrowHow, devenant ainsi propriétaire de la société. Yara a lancé un projet de développement minier à Sokli, qui comprend une étude d'impact sur l'environnement (EIE).

Le minerai de phosphate se présente dans une couche meuble de régolite recouvrant la carbonatite, roche dure d'origine magmatique. Il contient du niobium, du thorium et de l'uranium dérivé du pyrochlore primaire contenu dans la carbonatite. Le programme de l'EIE prévoit une possibilité de production d'uranium. Dans le cadre de ce programme, une étude d'impact radiologique est en cours à Sokli.

La Finlande avait déclaré des ressources classiques raisonnablement assurées s'élevant à 2 900 t d'U dans la tranche de coût égal ou supérieur à 130 USD/kg d'U, renfermées dans plusieurs gisements. Cette catégorie de coûts n'ayant pas été utilisée dans le Livre rouge pendant longtemps, ces ressources n'étaient pas prises en compte dans les estimations. La plupart de ces ressources continuent d'ailleurs de ne pas faire partie des gisements exploitables pour plusieurs raisons, notamment l'agrandissement de parcs nationaux et la fermeture de mines. Néanmoins, le gisement de Nuottijärvi, visé par des demandes de concessions récemment soumises par Mawson Resources et Namura Finland, renfermerait 1 000 t d'U correspondant à la catégorie de coût compris entre 130 et

260 USD/kg d'U. Ce gisement a été classé dans la catégorie des ressources non classiques parce qu'il renferme des phosphates uranifères à faible teneur.

## PRODUCTION D'URANIUM

### Historique

La production d'uranium en Finlande s'est limitée à la mine de Paukkajanvaara qui a été exploitée comme installation pilote de 1958 à 1961 et dont le réaménagement est maintenant achevé. Ce sont au total 40 000 t de minerai qui en ont été extraites, la quantité de concentrés produite s'étant élevée à environ 30 t d'U. Comme indiqué dans la rétrospective du Livre rouge, la production totale du pays, calculée à partir des statistiques du registre minier, n'a pas dépassé 41 t d'U entre 1958 et 1961. À l'heure actuelle, la Finlande ne dispose d'aucune capacité théorique de production et ne fait état d'aucun projet dans ce domaine.

### Sources secondaires d'uranium

La Finlande ne produit pas et n'utilise pas de combustibles à mélange d'oxydes. Depuis 2000, Teollisuuden Voima Oyj (TVO) utilise des résidus réenrichis comme combustible ; le total cumulé a atteint 843 t d'équivalent uranium naturel à la fin de 2008.

## ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS

La zone de la mine d'uranium de Paukkajanvaara a été réaménagée dans les années 90. Les dernières mesures sur le terrain ont été réalisées en 1999 et, en 2001, le Centre finlandais de radioprotection et de sûreté nucléaire (STUK) a remis au propriétaire du terrain un certificat attestant le réaménagement des lieux.

La législation finlandaise interdit l'exportation et l'importation de combustible nucléaire usé. Depuis le début des années 80, des recherches sont menées en vue de résoudre le problème du stockage géologique. La société Posiva Oy a été créée en 1996 par Teollisuuden Voima Oyj (TVO) et Fortum Power and Heat Oy (FPH), les deux sociétés chargées de la gestion des déchets nucléaires.

En 1999, Posiva Oy a sollicité une décision de principe en faveur de la construction d'un dépôt de déchets. En mai 2001, le Parlement finlandais a ratifié la décision de principe favorable que le gouvernement avait adoptée en décembre 2000. Le dépôt sera construit sur le site d'Olkiluoto, dans la commune d'Eurajoki. La décision de principe s'applique au combustible usé issu des quatre tranches nucléaires actuelles de la Finlande. En mai 2002, parallèlement à la ratification de la décision de principe concernant la tranche nucléaire 3 d'Olkiluoto, le Parlement a aussi ratifié une décision de principe sur le stockage du combustible usé de cette tranche. Au cours de l'été de 2004, Posiva Oy a entrepris la construction du laboratoire souterrain de caractérisation d'Onkalo en vue du stockage de combustible usé. La galerie d'accès atteint désormais 3,5 kilomètres de long et une profondeur de 330 mètres ; de plus, deux puits ont été creusés jusqu'à 290 mètres de profondeur. Posiva s'apprête à présenter une demande de permis de construire en 2012. Selon les prévisions, la construction de l'installation de conditionnement et du dépôt géologique devrait démarrer en 2015, et l'exploitation du dépôt en 2020.

## BESOINS EN URANIUM

Au début de 2009, quatre réacteurs étaient en exploitation en Finlande : Olkiluoto 1 et Olkiluoto 2, qui appartiennent à la compagnie d'électricité privée finlandaise TVO (Teollisuuden Voima Oyj), ainsi que Loviisa 1 et Loviisa 2, qui appartiennent à la Fortum Power and Heat Oy (l'ex-IVO). La puissance installée totale représente quelque 2.7 GWe nets. Les besoins en uranium de ces quatre réacteurs sont de 460 t d'U/an.

En octobre 2003, TVO a retenu le site d'Olkiluoto pour y implanter une nouvelle tranche, et le consortium Framatome ANP – Siemens, aujourd'hui AREVA, a été choisi comme fournisseur principal. Le permis de construire le réacteur à eau sous pression d'Olkiluoto 3 (modèle EPR) a été délivré en 2005. La puissance thermique est de 4 300 MW et la puissance électrique avoisine 1 600 MW. La construction a été retardée de trois ans environ. La mise en service industriel est prévue en 2012. Les besoins en uranium de cette tranche supplémentaire seront compris entre 200 et 300 t d'U/an.

Les demandes concernant la construction de centrales nucléaires en Finlande sont au nombre de trois ; elles ont été déposées par les sociétés TVO, Fortum et Fennovoima. Une décision de principe sera probablement prise en 2010, et une nouvelle centrale pourrait être mise en service avant l'année 2020.

### Offre et stratégie d'approvisionnement

TVO se procure l'uranium naturel ainsi que les services d'enrichissement et de fabrication du combustible auprès de plusieurs pays. Fortum Power and Heat Oy achète à la Fédération de Russie les assemblages combustibles et, jusqu'à présent, la totalité de l'uranium qu'elle utilise.

## POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

Les autorisations concernant l'extraction, l'enrichissement, la détention, la fabrication, la production, le transfert, la manutention, l'utilisation et le transport des matières et des déchets nucléaires ne sont accordées qu'aux ressortissants, sociétés ou autorités placés sous la juridiction d'un État membre de l'Union européenne. Toutefois, des organisations ou autorités étrangères peuvent être autorisées, sous certaines conditions, à transporter des matières ou déchets nucléaires sur le territoire finlandais. Il n'est fait état d'aucune évolution sensible de la politique de la Finlande relative à l'uranium.

Depuis septembre 2006, tous les projets d'exploitation minière de l'uranium doivent faire l'objet d'une procédure d'évaluation de l'impact sur l'environnement, quelle que soit la production annuelle ou la superficie de la mine à ciel ouvert. Par ailleurs, pour produire de l'uranium ou du thorium, la Loi sur l'énergie nucléaire exige, en plus des autorisations imposées par la Loi minière et la législation sur la protection environnementale et radiologique, une autorisation gouvernementale.

En 2009, un nouveau projet de révision de la Loi minière sera établi. Le premier projet, diffusé en 2008, prévoyait que la commune du site où pourrait être implantée une mine d'uranium disposerait d'un droit de veto. Cette disposition est analogue à celle de la Loi sur l'énergie nucléaire concernant toutes les installations nucléaires, sur lesquelles la commune du site peut opposer son veto. La Loi minière révisée devrait, selon les prévisions, entrer en vigueur au début de 2011.

## STOCKS D'URANIUM

Les exploitants de centrales nucléaires maintiennent des réserves d'assemblages combustibles représentant entre sept mois et un an d'exploitation, bien que la loi ne requière que cinq mois d'exploitation.

## PRIX DE L'URANIUM

Pour des raisons de confidentialité, les données relatives aux prix de l'uranium ne sont pas disponibles.

### Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national

| Dépenses en EUR   | 2006      | 2007      | 2008      | 2009<br>(prévisions) |
|---|-----------|-----------|-----------|----------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection   | 1 399 000 | 1 124 000 | 1 555 000 | n.d.                 |
| Dépenses du secteur public pour la prospection  | 0         | 0         | 0         | 0                    |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                                | 0         | 0         | 0         | 0                    |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                               | 0         | 0         | 0         | 0                    |
| Total des dépenses  | 1 399 000 | 1 124 000 | 1 555 000 | n.d.                 |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                        | 0         | 0         | 1 060     | 0                    |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                          | 0         | 0         | 10        | 0                    |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                       | 0         | 0         | 0         | 0                    |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                         | 0         | 0         | 0         | 0                    |
| Forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation (mètres)   | 0         | 0         | 0         | 0                    |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation  | 0         | 0         | 0         | 0                    |
| Forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation (mètres)  | 0         | 0         | 0         | 0                    |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation | 0         | 0         | 0         | 0                    |
| Sous-total des sondages de prospection (mètres)                                       | 0         | 0         | 1 060     | 0                    |
| Sous-total du nombre de sondages de prospection                                       | 0         | 0         | 10        | 0                    |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)                | 0         | 0         | 0         | 0                    |
| Sous-total du nombre de forages pratiqués pour la mise en exploitation                | 0         | 0         | 0         | 0                    |
| Total des forages en mètres   | 0         | 0         | 1 060     | 0                    |
| Nombre total de trous forés   | 0         | 0         | 10        | 0                    |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production\*** (tonnes d'U)

| Méthode de production      | <40 USD/<br>kg d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD/<br>kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Mine à ciel ouvert         | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Coproduct et sous-produit  | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Non précisé                | 0                  | 0                  | 1 500               | 1 500               |                                |
| Total                      | 0                  | 0                  | 1 500               | 1 500               |                                |

\* Ressources *in situ*.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement** (tonnes d'U)

| Méthode de traitement | <40 USD/<br>kg d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD/<br>kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| Classique             | 0                  | 0                  | 1 500               | 1 500               |                                |
| Lixiviation en place* | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Total                 | 0                  | 0                  | 1 500               | 1 500               |                                |

\* Également appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'exploitation à ciel ouvert et en souterrain, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces méthodes de production.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement** (tonnes d'U)

| Type de gisement                     | <40 USD/kg d'U | <80 USD/kg d'U | <130 USD/kg d'U | <260 USD/kg d'U |
|--------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Lié à des discordances               | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Lié à des grès                       | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Complexes bréchiques<br>à hématite   | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Conglomérats à galets<br>de quartz   | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Filonien                             | 0              | 0              | 500             | 500             |
| Intrusif                             | 0              | 0              | 1 000           | 1 000           |
| Volcanique et lié à des<br>caldeiras | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Métasomatique                        | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Autres*                              | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Total                                | 0              | 0              | 1 500           | 1 500           |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Production d'uranium par méthode de production** (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Méthode de production      | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévisions) |
|----------------------------|------------------------------|------|------|------|------------------------------|-------------------|
| Mine à ciel ouvert*        | 15                           | 0    | 0    | 0    | 15                           | 0                 |
| Mine souterraine*          | 15                           | 0    | 0    | 0    | 15                           | 0                 |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                 |
| Coproduit et sous-produit  | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                 |
| Total                      | 30                           | 0    | 0    | 0    | 30                           | 0                 |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

**Production d'uranium par méthode de traitement** (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Méthode de traitement             | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévisions) |
|-----------------------------------|------------------------------|------|------|------|------------------------------|-------------------|
| Classique                         | 30                           | 0    | 0    | 0    | 30                           | 0                 |
| Lixiviation en place*             | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                 |
| Lixiviation en tas**              | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                 |
| U récupéré à partir de phosphates | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                 |
| Autres méthodes***                | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                 |
| Total                             | 30                           | 0    | 0    | 0    | 30                           | 0                 |

\* Également appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'exploitation à ciel ouvert et en souterrain, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces méthodes de production.

\*\*\* Prenant en compte le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

**Production d'uranium par type de gisement** (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Type de gisement                  | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévisions) |
|-----------------------------------|------------------------------|------|------|------|------------------------------|-------------------|
| Lié à des discordances            | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                 |
| Lié à des grès                    | 30                           | 0    | 0    | 0    | 30                           | 0                 |
| Complexes bréchiqes à hématite    | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                 |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                 |
| Filonien                          | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                 |
| Intrusif                          | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                 |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                 |
| Métasomatique                     | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                 |
| Autres*                           | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                 |
| Total                             | 30                           | 0    | 0    | 0    | 30                           | 0                 |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Production et utilisation de résidus réenrichis (tonnes d'équivalent uranium naturel)**

| Résidus réenrichis | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévisions) |
|--------------------|------------------------------|------|------|------|------------------------------|-------------------|
| Production         | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                 |
| Utilisation        | 718                          | n.d. | 125  | 0    | 843                          | 0                 |

**Production nette d'électricité**

|   | 2007 | 2008 |
|---|------|------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 22.5 | 22.1 |

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe nets)**

| 2008  | 2009  | 2010            |                 | 2015            |                 |
|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|       |       | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 2 680 | 2 680 | 2 680           | 2 680           | 4 280           | 4 280           |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 4 280           | 4 280           | 4 280           | 4 280           | 3 800           | 3 800           | 3 320           | 3 320           |

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris)  
(tonnes d'U)**

| 2008 | 2009 | 2010            |                 | 2015            |                 |
|------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|      |      | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 460  | 460  | 440             | 470             | 640             | 700             |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 640             | 700             | 640             | 700             | 470             | 605             | 470             | 505             |

## • France •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

La prospection de l'uranium en France a commencé en 1946, focalisée sur des gîtes à minéraux d'uranium déjà connus et les quelques minéralisations trouvées au cours de la recherche de radium. En 1948, des travaux de prospection ont conduit à la découverte du gisement alors très important de La Crouzille. Dès 1955, des gisements étaient connus dans les granitoïdes du Limousin, du Forez, de la Vendée et du Morvan.

Plus tard, l'exploration s'est étendue aux formations sédimentaires des petits bassins intra-granitiques ainsi qu'aux formations terrigènes issues de l'érosion des massifs cristallins anciens et situés principalement au nord et au sud du Massif central.

#### **Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours**

Aucune activité de prospection ni de développement minier n'a eu lieu en France depuis 1999.

À l'étranger, AREVA a surtout concentré ses efforts sur certaines cibles dans le but de découvrir des ressources exploitables en Australie, au Canada, en Finlande, au Kazakhstan, en Mongolie et au Niger. AREVA poursuit aussi, directement ou indirectement, des activités de prospection ou de mise en valeur de l'uranium par l'intermédiaire de ses filiales. Elle est également engagée dans des activités et des projets d'exploitation minière en Afrique du Sud, au Canada, au Kazakhstan, en Namibie, au Niger et en République centrafricaine. Par ailleurs, sans être exploitante, elle détient des actions dans plusieurs exploitations minières et projets de recherche dans différents pays.

### RESSOURCES EN URANIUM

#### **Ressources classiques identifiées (RRA et ressources présumées)**

La dernière mine d'uranium (Le Bernardan) a été fermée en 2001. Les ressources associées aux différents gisements français ont été réévaluées en 2009. Il en est ressorti de nouvelles données concernant les RRA qui s'élèvent à 11 451 t d'U, et les ressources présumées qui se chiffrent à 139 t d'U, toutes dans la tranche de coût supérieure à 130 USD/kg d'U, dont 9 000 t d'U sont récupérables par extraction à ciel ouvert.

#### **Ressources classiques non découvertes (pronostiquées et spéculatives)**

Les ressources non découvertes ne font pas, en France, l'objet d'une estimation systématique.

## PRODUCTION D'URANIUM

### Historique

Par suite des fermetures de mines, la production française d'uranium est en baisse depuis 1990. Avec la fermeture du site minier de Lodève en 1997 et de celui du Bernardan en 2001, il n'y a plus d'exploitations minières en activité en France.

### Capacité théorique de production

Suite à la fermeture de la dernière mine d'uranium en 2001, toutes les installations de traitement de minerais ont été fermées et démantelées, et les sites ont été réaménagés.

Seules une à deux tonnes d'uranium sont encore produites chaque année à partir des résines issues du traitement des eaux d'exhaure de l'ancienne mine de Lodève, dans le sud de la France. L'uranium est obtenu par élution des résines dans l'usine de raffinage de Malvési.

### Centres de production futurs

Il n'est pas prévu d'aménager de nouveaux centres de production à court terme.

### Sources secondaires d'uranium

#### *Production et utilisation de combustibles à mélange d'oxydes*

La production annuelle de combustible MOX en France est d'environ 145 t de métal lourd, soit à peu près 1 160 t d'équivalent uranium avec le facteur de conversion recommandé dans le Livre rouge. Ce chiffre correspond à la quantité totale de combustible MOX contenue dans les éléments combustibles produits dans le pays. La majeure partie de la production de combustible MOX de la France (environ 100 t par an, soit 800 tonnes d'équivalent uranium naturel) est utilisée dans les centrales nucléaires françaises ; le reste est expédié à l'étranger en vertu de contrats à long terme.

L'usine de fabrication de combustible MOX de Cadarache a cessé sa production industrielle en 2003. En 2004-2005, quelques assemblages combustibles ont été produits à partir d'un excédent de plutonium militaire provenant des États-Unis. Ces premiers assemblages destinés à servir de tests ont été renvoyés à la centrale nucléaire de Catawba, de Duke Power en prévision d'une augmentation des quantités à recycler de plutonium militaire excédentaire des États-Unis.

En 2007, l'usine Melox de Marcoule a été autorisée à porter sa production de 145 t à 195 t de métal lourd par an.

#### *Production et utilisation de résidus réenrichis*

Une fraction de l'hexafluorure d'uranium ( $UF_6$ ) appauvri issu des opérations d'enrichissement est actuellement expédiée en Russie pour y être réenrichie. Cette fraction se limite à des matières dont le transfert est autorisé, du fait de leur provenance minière (en application des accords internationaux et bilatéraux d'échange de matières nucléaires). La partie restituée est exclusivement utilisée pour

compléter l'alimentation de l'usine d'enrichissement française (diffusion gazeuse à l'usine Georges Besse d'EURODIF, une filiale d'AREVA).

De plus, en 2008 et 2009, à la faveur d'une conjoncture économique favorable surtout due à la hausse des prix spot de l'uranium, quelques milliers de tonnes d'uranium appauvri ont été retirées de leur lieu d'entreposage, converties en UF<sub>6</sub> et enrichies par diffusion gazeuse à l'usine Georges Besse jusqu'à atteindre la composition isotopique de l'uranium naturel.

### ***Production et utilisation d'uranium de retraitement***

En France, l'uranium retraité provient de l'usine de La Hague. La production annuelle a été légèrement inférieure à 1 000 t d'U en 2008. Cette production d'URT sera portée à 1 050 t d'U à partir de 2010.

En France, 300 tonnes d'équivalent uranium naturel sont recyclées chaque année dans deux réacteurs (de la centrale de Cruas d'EDF). À compter de 2010, 600 t d'équivalent uranium naturel seront recyclées dans les quatre réacteurs de la centrale nucléaire de Cruas.

## **ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS**

Il n'est fait état d'aucune information.

### **BESOINS EN URANIUM**

Le nombre total de réacteurs nucléaires devrait légèrement augmenter lors de la mise en service d'un EPR de 1 600 MWe à Flamanville, prévue avant 2015, et d'un autre à Penly avant 2020. À partir de 2015, EDF entend accroître la puissance installée de certaines centrales nucléaires existantes. Cependant, les besoins en uranium ne devraient pas changer sensiblement car aucun réacteur ne devrait être définitivement mis à l'arrêt dans un avenir proche.

### **Offre et stratégie d'approvisionnement**

Comme la France est un importateur net d'uranium, sa politique d'approvisionnement est fondée sur la diversification. Les sociétés françaises participent à des travaux de prospection et d'extraction à l'étranger dans le cadre réglementaire des pays concernés. Les exploitants français se procurent aussi de l'uranium en vertu de contrats à court ou à long terme, soit dans des mines dont ils sont actionnaires soit dans des mines exploitées par des tiers.

À partir de 2010, il est prévu d'utiliser davantage de matières recyclées.

### **STOCKS D'URANIUM**

Pour faire face à d'éventuelles ruptures d'approvisionnement, Électricité de France (EDF) possède des stocks stratégiques dont le niveau minimal est fixé à l'équivalent de trois ans de consommation prévisionnelle.

## PRIX DE L'URANIUM

Aucune information sur les prix de l'uranium n'est disponible.

### Dépenses de prospection et de mise en valeur de l'uranium à l'étranger

| Dépenses en millions EUR                                | 2006* | 2007 | 2008 | 2009<br>(prévisions) |
|---|-------|------|------|----------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection           | 31.1  | 42   | 56   | 59                   |
| Dépenses du secteur public pour la prospection          |       |      |      |                      |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation  | 35    |      |      |                      |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation |       |      |      |                      |
| Dépenses totales  | 66.1  | 42   | 56   | 59                   |

\* Uranium 2007 : Ressources, production et demande.

### Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production\* (tonnes d'U)

| Méthode de production      | <40 USD/<br>kg d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD/<br>kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Mine à ciel ouvert         | 0                  | 0                  | 0                   | 9 000               |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Coproduct et sous-produit  | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   |                                |
| Non précisé                | 0                  | 0                  | 0                   | 2 451               |                                |
| Total                      | 0                  | 0                  | 0                   | 11 451              |                                |

\* Ressources *in situ*.

### Ressources classiques présumées par méthode de production\* (tonnes d'U)

| Méthode de production      | <40 USD/<br>kg d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD/<br>kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   | 0                              |
| Mine à ciel ouvert         | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   | 0                              |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   | 0                              |
| Coproduct et sous-produit  | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   | 0                              |
| Non précisé                | 0                  | 0                  | 0                   | 139                 | 0                              |
| Total                      | 0                  | 0                  | 0                   | 139                 | 0                              |

\* Ressources *in situ*.

**Production et utilisation de combustible à mélange d'oxydes (tonnes d'équivalent uranium naturel)**

| Combustibles à mélange d'oxydes (MOX)                        | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006  | 2007  | 2008  | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévisions) |
|--|------------------------------|-------|-------|-------|------------------------------|-------------------|
| Production   | 10 870                       | 1 160 | 1 000 | 1 008 | 14 038                       | 1 160             |
| Utilisation  | n.d.                         | n.d.  | n.d.  | n.d.  | n.d.                         | n.d.              |
| Nombre de réacteurs commerciaux utilisant du combustible MOX | n.d.                         | n.d.  | n.d.  | n.d.  | n.d.                         | n.d.              |

**Production nette d'électricité**

|   | 2007 | 2008  |
|---|------|-------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 418  | 417.6 |

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe nets)**

| 2008   | 2009   | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|--------|--------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|        |        | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 63 130 | 63 130 | 63 130                 | 63 130                 | 64 730                 | 64 730                 |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 66 030                 | 67 630                 | 66 030                 | 67 630                 | 66 030                 | 67 630                 | 66 030                 | 67 630                 |

**Besoins annuels en uranium des réacteurs jusqu'en 2035 (MOX non compris) (tonnes d'U)**

| 2008  | 2009  | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|-------|-------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|       |       | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 9 000 | 9 000 | 8 500                  | 9 500                  | 8 000                  | 9 000                  |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 8 000                  | 9 000                  | 8 000                  | 9 000                  | 8 000                  | 9 000                  | 8 000                  | 9 000                  |

## • Hongrie •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour l'historique de la prospection de l'uranium.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

Depuis 2006, quatre zones font l'objet de projets de prospection de l'uranium en vertu de sept autorisations de prospecter, à savoir : 1) Mecsek, 2) Bátorfőszék, 3) Dinnyeberki et 4) Máriakécskés. Les principales caractéristiques de ces zones et les activités menées entre 2007 et 2008 sont décrites ci-après.

La zone de prospection de Mecsek concerne certaines portions non exploitées du gisement de Mecsek, renfermé dans des grès du Permien supérieur. Le reste du gisement a déjà fait l'objet d'une exploitation minière. La zone de prospection couvre un total de 42.9 km<sup>2</sup>. La numérisation et le traitement informatique des données accumulées lors des activités minières antérieures sont à présent quasiment achevés. Ces informations ont permis d'établir un nouveau modèle géologique du gisement et de réestimer les ressources.

Découvert en 1989, Bátorfőszék est un gisement de type *roll-front* renfermé dans des sédiments du Pliocène, d'une superficie de 188.07 km<sup>2</sup>. En 2007, une étude radiométrique aéroportée a été menée, comprenant des analyses du rayonnement gamma ainsi que des champs magnétique et électromagnétique. En 2008, quatre forages ont été menés, des levés par diagraphie ont été réalisés et les prélèvements ont été analysés. La prochaine phase de sondages est en cours de préparation.

Le gisement de Dinnyeberki a été découvert en 1982. Il s'agit d'une minéralisation correspondant à la paléogéographie locale (faciès alluvial riche en matière organique) renfermée dans des sédiments du Miocène. La zone de prospection couvre 10.5 km<sup>2</sup>. En 2008, un trou a été foré, des levés par diagraphie ont été réalisés et les prélèvements ont été analysés.

La zone de prospection de Máriakécskés s'étend sur une superficie de 177.3 km<sup>2</sup> et comprend le prolongement du gisement de Mecsek déplacé le long d'une faille décrochante. Aucune opération n'a été menée sur le terrain à ce jour.

Par ailleurs, une autorisation a été délivrée pour un projet de prospection de l'uranium sur une zone de 97 km<sup>2</sup> située dans la portion nord-ouest du massif de Mecsek. Aucune opération n'a encore été menée sur le terrain à ce jour.

## RESSOURCES EN URANIUM

Les seules ressources en uranium mentionnées par la Hongrie sont celles du gisement de Mecsek.

Le corps minéralisé est contenu dans des grès du Permien supérieur qui peuvent atteindre 600 mètres d'épaisseur. Ces grès ont été plissés dans l'anticlinal datant du Permo-Trias du massif de Mecsek. Les grès uranifères se trouvent dans les 200 mètres supérieurs de la formation ; ils reposent sur une couche très épaisse de grès très fins datant du Permien et sont recouverts par des grès du Trias inférieur. L'épaisseur des grès verts minéralisés, appelés localement « zone de production » varie entre 15 et 90 m. Les minéralisations comprennent des oxydes et des silicates d'uranium associés à de la pyrite et de la marcassite.

### **Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et ressources présumées)**

Le récent programme de prospection de Mecsek s'est accompagné d'une réévaluation de la quantité et de la catégorie des ressources. Ainsi, 11 500 t d'U sont désormais classées comme ressources présumées *in situ* récupérables à des coûts élevés.

### **Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)**

Les ressources spéculatives ne sont pas estimées. Les ressources pronostiquées totalisent 12 800 t d'U récupérables à des coûts situés entre 130 et 260 USD/kg d'U. Ces ressources sont tributaires de l'ancien centre de production de Mecsek.

## PRODUCTION D'URANIUM

### **Historique**

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour l'historique de la production d'uranium.

### **Capacité théorique de production**

En 1998 et 1999, les quantités produites plafonnaient respectivement à 7 t d'U/an et 4 t d'U/an. Cet uranium était le sous-produit d'activités de traitement de l'eau. Depuis 2000, la production se situe entre 1 et 3 t d'U/an seulement.

## ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS

Les travaux de stabilisation et de réaménagement ont commencé en 1998, après la fermeture des mines, sur la base d'un plan théorique établi par le personnel et approuvé par les autorités hongroises compétentes. Les pouvoirs publics ont entériné les besoins de financement et fixé à la fin 2002 au plus tard la date d'achèvement des travaux. Cette échéance a été repoussée à plusieurs reprises pour des raisons financières. La nouvelle échéance a été fixée à la fin de 2008, date à laquelle le projet a effectivement atteint ses objectifs. Les projets étaient les suivants :

- fermeture des mines souterraines ;

- réaménagement des verses à stériles, des sites de lixiviation en tas, des bassins de décantation de résidus et des chenaux d'écoulement des eaux contaminées ;
- démantèlement de l'usine de traitement et des exploitations à ciel ouvert.

Le succès de ce programme de réaménagement doit être suivi des initiatives suivantes :

- gestion du système de suivi des anciens sites d'exploitation de l'uranium.
- traitement des eaux contaminées dans les zones d'extraction et les bassins de décantation des résidus.

Le repreneur légal de la mine de Mecsek (en tant qu'entreprise publique) doit également verser des indemnités aux personnes anciennement employées pour extraire l'uranium, notamment des dommages et intérêts pour les maladies professionnelles, des compléments de salaire et de retraite et des remboursements de frais certifiés et autres dépenses à la charge des personnes.

**Coûts de la gestion de l'environnement**  
(milliers HUF)

|   | Avant<br>1998    | 1998-1999        | 2000             | 2001             | 2002             | 2003             | 2004           | 2005             | 2006           | 2007             | 2008             |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|------------------|
| Fermeture des espaces souterrains   | n.d.             | 2 107 897        | 281 992          | 0                | 0                | 0                | 0              | 0                | 0              | 0                | 0                |
| Réaménagement des installations et des sites en surface                       | n.d.             | 459 447          | 589 728          | 651 766          | 320 519          | 67 895           | 31 610         | 6 190            | 23 232         | 21 944           | 0                |
| Réaménagement des verses à stériles et de leur environnement                  | n.d.             | 222 943          | 141 253          | 286 930          | 82 543           | 37 209           | 0              | 1 868            | 0              | 0                | 217 678          |
| Réaménagement des terrils de lixiviation en tas et de leur environnement      | n.d.             | 900 941          | 608 231          | 115 936          | 18 938           | 0                | 0              | 0                | 0              | 0                | 0                |
| Réaménagement des bassins de décantation des résidus et de leur environnement | n.d.             | 538 203          | 741 195          | 1 304 629        | 1 869 523        | 941 816          | 274 807        | 995 821          | 312 749        | 445 681          | 975 507          |
| Traitement de l'eau   | n.d.             | 626 649          | 383 436          | 243 941          | 241 686          | 496 783          | 447 249        | 398 192          | 452 287        | 474 663          | 510 750          |
| Reconstruction du réseau électrique   | n.d.             | 0                | 98 361           | 20 790           | 0                | 0                | 0              | 0                | 0              | 0                | 0                |
| Reconstruction des réseaux (distribution d'eau et assainissement)             | n.d.             | 1 000            | 0                | 0                | 0                | 0                | 0              | 0                | 0              | 0                | 0                |
| Autres services d'infrastructure  | n.d.             | 342 000          | 93 193           | 42 651           | 47 329           | 0                | 0              | 0                | 0              | 0                | 0                |
| Autres activités, y compris surveillance, personnel, etc.                     | n.d.             | 581 197          | 431 678          | 461 512          | 367 677          | 101 229          | 38 045         | 139 865          | 157 424        | 164 938          | 218 624          |
| Sous-total  | 5 406 468        | 5 780 277        | 3 369 067        | 3 128 155        | 2 948 275        | 1 644 932        | 791 711        | 1 541 936        | 945 692        | 1 107 226        | 1 922 559        |
| Réserves pour 1998-2000   |                  | 139 120          | 0                | 0                | 0                | 0                | 0              | 0                | 0              | 0                | 0                |
| <b>Total</b>  | <b>5 406 408</b> | <b>5 919 397</b> | <b>3 369 067</b> | <b>3 128 155</b> | <b>2 948 275</b> | <b>1 644 932</b> | <b>791 711</b> | <b>1 541 936</b> | <b>945 692</b> | <b>1 107 226</b> | <b>1 922 559</b> |

n.d. Non disponible.

## **BESOINS EN URANIUM**

La centrale nucléaire de Paks a produit 14 818.5 GWh (bruts) en 2008, fournissant 37.2 % de la production électrique brute totale de la Hongrie. Cette production est répartie entre quatre tranches de la manière suivante : tranche 1 : 3 961.3 GWh ; tranche 2 : 3 164.8 GWh ; tranche 3 : 3 735.8 GWh ; tranche 4 : 3 956.7 GWh. Entre le premier raccordement au réseau de la tranche 1 et la fin de 2008, la quantité totale d'électricité produite par la centrale de Paks a dépassé les 320 TWh.

Afin d'accroître l'efficacité opérationnelle et économique et d'améliorer la position de la centrale de Paks sur le marché, un programme d'amélioration de l'efficacité économique a été lancé en 2005 dont les principaux objectifs sont l'augmentation de puissance, l'optimisation de la maintenance et la prolongation de la durée de vie. Les objectifs de ce programme ont été atteints comme prévu en 2008.

Conformément à l'échéancier du programme, la puissance des tranches 2 et 3 a été augmentée en 2008. Les modifications nécessaires ont été réalisées durant l'arrêt annuel des tranches avec l'autorisation de l'Autorité hongroise de l'énergie atomique. La puissance de la tranche 2 a ensuite été progressivement relevée pour atteindre la valeur autorisée de 108 % le 5 décembre 2008. Ainsi, la puissance électrique nominale de la tranche 2 s'est établie à 500 MWe.

En outre, la puissance électrique de la tranche 3 a été portée à 104 % le 31 octobre 2008. Un nouvel arrêt prévu en 2009 sera l'occasion d'effectuer des modifications supplémentaires sur la tranche 3, permettant ainsi d'achever l'augmentation de sa puissance.

Des travaux sont en cours en vue d'utiliser un nouveau type d'élément combustible. Selon les prévisions, celui que l'on emploiera à partir de 2010 est légèrement plus enrichi et contient un poison consommable au gadolinium, ce qui réduira la quantité nécessaire de combustible neuf et la quantité de combustible utilisé.

Les préparatifs du programme de prolongation de la durée de vie se sont poursuivis en 2008. Le 14 novembre, la centrale nucléaire de Paks a présenté à la Direction de la sûreté nucléaire de l'Autorité hongroise de l'énergie atomique ce programme qui donne les bases des conditions d'exploitation durant 20 ans au-delà de la durée de vie prévue (30 ans) de la centrale de Paks, ainsi que des autres activités et tâches programmées.

Les besoins annuels en uranium de la centrale de Paks sont d'environ 360 t d'U. Jusqu'en 1997, ces besoins ont pu être satisfaits par de l'uranium provenant des mines hongroises. Depuis cette date, les besoins en uranium sont uniquement couverts par des importations en provenance de la Fédération de Russie.

## **POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM**

Depuis que la Hongrie a décidé de stopper sa production nationale d'uranium à la fin de 1997, le pays n'a plus de politique propre concernant l'uranium.

## STOCKS D'URANIUM

Le sous-produit du traitement de l'eau ( $UO_4 \cdot 2H_2O$ ) est stocké, jusqu'à son exportation, dans l'installation de traitement des eaux d'exhaure. À la fin de 2008, les stocks s'élevaient à 5 189 kg.

## PRIX DE L'URANIUM

En raison de leur caractère confidentiel, les renseignements sur les prix de l'uranium ne sont pas communiqués.

### Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national

| Dépenses en millions HUF   | 2006 | 2007  | 2008   | 2009<br>(prévision) |
|--|------|-------|--------|---------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection                                  | n.d. | 20.79 | 37.087 | n.d.                |
| Dépenses du secteur public pour la prospection                                 | 0    | 0     | 0      | 0                   |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                         | 0    | 0     | 0      | 0                   |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                        | 0    | 0     | 0      | 0                   |
| Total des dépenses   | n.d. | 20.79 | 37.087 | n.d.                |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                 | n.d. | n.d.  | 950    | n.d.                |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                   | n.d. | n.d.  | n.d.   | n.d.                |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                | 0    | 0     | 0      | 0                   |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                  | 0    | 0     | 0      | 0                   |
| Sondages effectués par le secteur privé pour la mise en exploitation (mètres)  | n.d. | n.d.  | n.d.   | n.d.                |
| Nombre de sondages forés par le secteur privé pour la mise en exploitation     | n.d. | n.d.  | n.d.   | n.d.                |
| Sondages effectués par le secteur public pour la mise en exploitation (mètres) | 0    | 0     | 0      | 0                   |
| Nombre de sondages forés par le secteur public pour la mise en exploitation    | 0    | 0     | 0      | 0                   |
| Sous-total des sondages de prospection (mètres)                                | n.d. | n.d.  | 950    | n.d.                |
| Sous-total du nombre de sondages de prospection                                | n.d. | n.d.  | 5      | n.d.                |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)         | n.d. | n.d.  | n.d.   | n.d.                |
| Sous-total du nombre de forages effectués pour la mise en exploitation         | n.d. | n.d.  | n.d.   | n.d.                |
| Total des forages en mètres  | n.d. | n.d.  | 950    | n.d.                |
| Nombre total de trous forés  | n.d. | n.d.  | 5      | n.d.                |

**Ressources classiques présumées par méthode de production\*** (tonnes d'U)

| Méthode de production        | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine             | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Mine à ciel ouvert           | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i>   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Coproduit<br>et sous-produit | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Non précisé                  | 0                   | 0                   | 0                    | 11 500               |                                |
| Total                        | 0                   | 0                   | 0                    | 11 500               |                                |

\* Ressources *in-situ*.

**Ressources classiques présumées par méthode de traitement** (tonnes d'U)

| Type de traitement    | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Classique             | 0                   | 0                   | 0                    | 11 500               |                                |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                 | 0                   | 0                   | 0                    | 11 500               |                                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et de l'extraction souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces modes d'exploitation.

**Ressources classiques présumées par type de gisement** (tonnes d'U)

| Type du gisement   | < 40 USD/kg d'U | < 80 USD/kg d'U | < 130 USD/kg<br>d'U | < 260 USD/kg<br>d'U |
|--|-----------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| Lié à des discordances                                     | 0               | 0               | 0                   | 0                   |
| Lié à des grès   | 0               | 0               | 0                   | 11 500              |
| Complexes bréchi-<br>ques à hématite                       | 0               | 0               | 0                   | 0                   |
| Gisements liés à des<br>conglomérats à galets<br>de quartz | 0               | 0               | 0                   | 0                   |
| Filonien   | 0               | 0               | 0                   | 0                   |
| Intrusif   | 0               | 0               | 0                   | 0                   |
| Gisements volcaniques<br>et liés à des caldeiras           | 0               | 0               | 0                   | 0                   |
| Métasomatique  | 0               | 0               | 0                   | 0                   |
| Autres*  | 0               | 0               | 0                   | 0                   |
| Total  | 0               | 0               | 0                   | 11 500              |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchi-ques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

## Ressources classiques pronostiquées (tonnes d'U)

| Tranches de coût |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|
| < 80 USD/kg d'U  | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U |
| 0                | 0                | 12 800           |

## Production d'uranium par méthode de production (tonnes d'U en concentrés)

| Méthode de production      | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|----------------------------|------------------------------|------|------|------|------------------------------|------------------|
| Mine à ciel ouvert*        | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                |
| Mine souterraine*          | 21 000                       | 0    | 0    | 0    | 21 000                       | 0                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            | 0                |
| Coproduit/sous-produit     | 48                           | 2    | 1    | 1    | 52                           | 1                |
| Total                      | 21 048                       | 2    | 1    | 1    | 21 052                       | 1                |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

## Production d'uranium par méthode de traitement (tonnes d'U en concentrés)

| Type de traitement          | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|-----------------------------|------------------------------|------|------|------|------------------------------|------------------|
| Classique                   | 20 475                       | 0    | 0    | 0    | 20 475                       |                  |
| Lixiviation en place*       | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            |                  |
| Lixiviation en tas**        | 525                          | 0    | 0    | 0    | 525                          |                  |
| Uranium tiré des phosphates | 0                            | 0    | 0    | 0    | 0                            |                  |
| Autres méthodes***          | 48                           | 2    | 1    | 1    | 52                           | 1                |
| Total                       | 21 048                       | 2    | 1    | 1    | 21 052                       | 1                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et de l'extraction souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces modes d'exploitation.

\*\*\* Prenant en compte le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

### Production d'uranium par type de gisement (tonnes d'U en concentrés)

| Type du gisement                                     | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006     | 2007     | 2008     | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|--|------------------------------|----------|----------|----------|------------------------------|------------------|
| Lié à des discordances                               | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Lié à des grès                                       | 21 048                       | 0        | 0        | 0        | 21 048                       | 0                |
| Complexes bréchiqes à hématite                       | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Gisements liés à des conglomérats à galets de quartz | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Filonien   | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Intrusif   | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Gisements volcaniques et liés à des caldeiras        | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Métasomatique  | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Autres*  | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| <b>Total</b>   | <b>21 048</b>                | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>21 048</b>                | <b>0</b>         |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

### Structure du capital dans l'industrie de l'uranium en 2008

| Hongrie        |     |               |     | Étranger       |     |               |     | Total   |     |
|----------------|-----|---------------|-----|----------------|-----|---------------|-----|---------|-----|
| Secteur public |     | Secteur privé |     | Secteur public |     | Secteur privé |     |         |     |
| [t d'U]        | [%] | [t d'U]       | [%] | [t d'U]        | [%] | [t d'U]       | [%] | [t d'U] | [%] |
| 1              | 100 | 0             | 0   | 0              | 0   | 0             | 0   | 1       | 100 |

### Production nette d'électricité

|   | 2007 | 2008  |
|---|------|-------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 13.8 | 14.0+ |

### Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe net)

| 2008  | 2009  | 2010            |                 | 2015            |                 |
|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|       |       | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 1 860 | 1 860 | 1 890           | 1 890           | 1 890           | 1 890           |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 1 890           | 1 890           | 1 890           | 1 890           | 1 890           | 1 890           | 950             | 1 890           |

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris)**  
(tonnes d'U)

| 2008 | 2009 | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|------|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|      |      | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 422  | 423  | 360                    | 360                    | 360                    | 360                    |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 360                    | 360                    | 360                    | 360                    | 360                    | 360                    | 180                    | 360                    |

**Stocks totaux d'uranium** (tonnes d'équivalent uranium naturel)

| Détenteur               | Stocks d'uranium naturel sous forme de concentrés | Stocks d'uranium enrichi | Stocks d'uranium appauvri | Stocks d'uranium retraité | Total |
|-------------------------|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
| État                    | 0   | 0                        | 0                         | 0                         | 0     |
| Producteur              | 5   | 0                        | 0                         | 0                         | 5     |
| Compagnie d'électricité | 0   | 0                        | 0                         | 0                         | 0     |
| Total                   | 5   | 0                        | 0                         | 0                         | 5     |

• Inde •

**PROSPECTION DE L'URANIUM**

**Historique**

En Inde, la prospection de l'uranium remonte aux débuts des années 1950, avec la découverte du gisement de Jaduguda en 1951. Le pays a énormément progressé en identifiant de nombreux gisements et provinces potentielles. Un récapitulatif historique des activités de prospection est présenté dans le Livre rouge 2007. Il décrit les découvertes les plus importantes, les méthodes de prospection utilisées et les zones concernées.

## Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

Les activités de prospection de l'uranium en Inde se sont concentrées dans les zones suivantes :

- bassin mésoprotérozoïque de Delhi (État du Rajasthan) ;
- bassin méso-néoprotérozoïque de Cuddapah et Kurnool (État de l'Andhra Pradesh) ;
- bassin néoprotérozoïque de Bhima (État du Karnataka) ;
- bassin néoprotérozoïque de Kaladgi (État du Karnataka) ;
- grès crétacés de Mahadek (État du Meghalaya).

### *Bassin protérozoïque de Delhi (État du Rajasthan)*

Le groupe de métasédiments mésoprotérozoïques de Delhi, au nord-est de l'État du Rajasthan, pourrait renfermer des minéralisations uranifères associées à de l'albitite et liées à des discordances.

Une zone de dimensions variables s'étendant sur plus de 320 km de longueur, également appelée « bande albitite », se trouve entre Raghunathpura (État de l'Haryana) et Tal (État du Rajasthan). Elle contient de l'albitite, de la microclinite et de la pyroxénite. Un certain nombre d'anomalies renfermant de l'uranium et de l'uranium-thorium ont été signalées le long de cette zone. À Ghateshwar-Rohil, la minéralisation uranifère est associée à de l'albitite à l'intérieur de phyllites et de micaschistes carbonneux du supergroupe de Delhi. Un gisement à faible teneur de taille relativement modeste a également été identifié à Rohil. La zone est actuellement prospectée pour la recherche de ressources supplémentaires.

### *Bassin de Cuddapah et Kurnool (État de l'Andhra Pradesh)*

Les bassins méso-néoprotérozoïques de Cuddapah et Kurnool forment un croissant sur plus de 44 000 km<sup>2</sup> et comprennent les sous-bassins de Papagani, Nallamalai, Srisailam, Kurnool et Palnad. Trois types de gisements d'uranium ont été relevés dans le bassin de Cuddapah. Ils renferment des minéralisations liées à des discordances, des fractures et des structures stratoïdes.

### *Gisements liés à des discordances*

Des sondages de reconnaissance et d'exploration effectués sur une petite partie de la butte-témoin de Chitrial, dans le sous-bassin du Srisailam du bassin de Cuddapah, ont permis d'identifier un gisement à tonnage moyen et faible teneur lié à la discordance entre le socle granitique et la formation de Srisailam. Il est prévu d'étendre largement la prospection à l'environnement géologique contigu.

Les sondages d'évaluation et de prospection forés dans la minéralisation liée à la discordance entre le socle granitique et la formation de Srisailam sus-jacente, dans le sous-bassin de Srisailam, ont permis de revoir à la hausse la localisation des ressources du gisement de Peddagattu, situé dans la partie nord du bassin.

Un petit gisement à faible teneur a été identifié près de Koppunuru, au niveau de la discordance entre le socle granitique et le quartzite de la formation de Banganapalle du groupe de Kurnool sus-jacent, dans le sous-bassin de Palnad du bassin de Cuddapah. La prospection s'y poursuit activement.

Des levés réalisés dans la partie nord du sous-bassin de Palnad ont révélé la présence d'anomalies uranifères dans le socle granitique, les dykes basiques et le quartzite de la formation de Banganapalle sus-jacent sur une superficie de 7 km<sup>2</sup> entre Rallavagu Tanda, Damarchela et Mathampalle (district de Nalgonda).

### ***Minéralisation d'uranium liée à des fractures***

Le quartzite de Gulcheru qui affleure dans la partie sud du bassin est fracturé, faillé et pénétré par des dykes basiques. La minéralisation d'uranium est associée à la brèche quartz-chlorite et est dispersée sur une superficie de 35 km<sup>2</sup> le long de la concession Madyalabodu-Gandi-Rachakuntapalle-Kannampalle et à Idupulapaya dans le district de Cuddapah.

### ***Gisements d'uranium liés à une structure stratoïde***

Au début des années 1990, un gisement d'uranium lié à une structure stratoïde et contenu dans des dolomies a été repéré à Tummallapalle-Rachakuntapalle dans la formation de Vempalle du groupe de Papagghi, situé dans les parties sud du bassin de Cuddapah. Le coût élevé de l'extraction de l'uranium renfermé dans ce gisement a motivé une recherche soutenue pour élaborer des méthodes à moindre coût. Le développement d'un nouveau procédé par voie alcaline a permis de réduire les coûts de récupération de l'uranium, généralement élevés, pour exploiter le minerai de manière rentable. Une mine est donc en cours de construction à Tummalapalle. Par ailleurs, des échantillons sont prélevés dans le prolongement de la longueur et en aval-pendage du gisement afin de repérer des ressources supplémentaires.

### ***Bassin néoprotérozoïque de Bhima (État du Karnataka)***

Le bassin de Bhima est composé de sédiments arénacés, calcaires et argileux du groupe de Bhima et est traversé d'est en ouest et du nord-ouest au sud-est par une série de failles importantes. La prospection réalisée dans ce bassin jusqu'à présent a mis en évidence un petit gisement de teneur moyenne associé à une formation calcaire et un socle granitique, situé à Gogi. Le minerai peut être extrait par lixiviation par voie alcaline classique. Les zones contiguës du gisement uranifère de Gogi font l'objet d'une prospection intense visant à repérer des prolongements minéralisés.

Deux failles transversales qui traversent la limite sud-est du bassin de Bhima, à savoir les failles d'Ukinal-Kurlagere et de Wadi, sont actuellement sondées, car elles pourraient renfermer des minéralisations d'uranium liées à des discordances ou de type filonien. Ces deux zones de failles ont une structure géologique analogue à celle la zone de Gogi où un petit gisement a déjà été découvert.

### ***Bassin néoprotérozoïque de Kaladgi (État du Karnataka)***

Il apparaît que le bassin de Kaladgi, datant du Protérozoïque, pourrait renfermer des minéralisations uranifères associées à de l'arénite. Des travaux d'exploration en surface et subsurface dans la zone de Deshnur indiquent la présence potentielle d'une vaste minéralisation de teneur moyenne liée à des discordances. Le bassin affleure sur 8 300 km<sup>2</sup> seulement, et de larges portions semblent enfermées sous des roches d'épaisseur variable datant du Crétacé.

L'un des sondages forés dans la zone de Deshnur a intersecté 0.13 % eU<sub>3</sub>O<sub>8</sub> sur une épaisseur de 63.20 m. D'autres prospections sont en cours. Des environnements adjacents du bassin de Kaladgi sont en cours de prospection.

### *Grès crétacés de Mahadek (État du Meghalaya)*

Les forages d'évaluation et de prospection des grès minéralisés de Mahadek ont confirmé l'emplacement des ressources dans le gisement de Wahkyn situé à environ 10 km au sud-ouest de Domisiat dans le district de Khasi Hills ouest. Ce gisement était déjà identifié comme de taille et de teneur moyennes.

Un gisement de faible tonnage et faible teneur a été localisé à Lostoin, à l'ouest du gisement de Wahkyn, dans le même environnement géologique.

Des levés radiométriques de reconnaissance ont permis de découvrir de nouvelles anomalies uranifères importantes dans les grès crétacés de Mahadek, environ 20 km à l'ouest du gisement de Wahkyn près d'Umthongkut dans le district de Khasi Hills ouest puis à quelque 30 km à l'ouest d'Umthongkut, à Balphakram dans le district de Garo Hills, et dans la région de Khonglah-Mawngap dans le district de Jaintia Hills.

### *Autres zones potentiellement intéressantes*

Des activités de prospection de l'uranium visant à localiser des gisements liés à des discordances ont été engagées dans le bassin mésoprotérozoïque de Gwalior (État du Madhya Pradesh) et le bassin d'Indravati (État du Chhattisgarh).

Certains des indices d'uranium associés à des conglomérats à galets de quartz, localisés antérieurement dans les districts de Sundargarh et Jajpur (État de l'Orissa) sont réexaminés de façon à déterminer leur potentiel.

### *Stratégies futures*

L'Inde a largement recours aux levés électromagnétiques aéroportés dans le cadre de son programme de prospection de l'uranium. Il est proposé de réaliser des études géophysiques aéroportées sur plus de 400 000 km<sup>2</sup>, y compris des levés électromagnétiques des analyses magnétiques et des analyses de spectrométrie gamma, portant sur les bassins du Protérozoïque potentiellement intéressants.

Un programme ambitieux visant à accroître les ressources nationales en uranium a déjà été formulé et prévoit de sonder quelque 700 000 m dans des zones ciblées pour leur potentiel.

## **RESSOURCES EN URANIUM**

### **Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et ressources présumées)**

On estime que les ressources classiques identifiées en uranium de l'Inde (RRA et ressources présumées) s'élèvent à 105 900 t d'U et sont situées dans les types de gisements suivants :

|   |         |
|---|---------|
| Filoniens                               | 49.06 % |
| Contenus dans des grès                  | 14.57 % |
| Liés à des discordances                 | 12.92 % |
| Métasomatiques                          | 0.63 %  |
| Conglomérats à galets de quartz         | 0.33 %  |
| Autres (liés à une structure stratoïde) | 22.49 % |

Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, les ressources classiques identifiées *in situ* comptaient 72 800 t d'U de ressources raisonnablement assurées (RAR) et 33 100 t d'U de ressources présumées. L'augmentation substantielle des RRA découle principalement de la réévaluation de certains des gisements auparavant classés dans la catégorie des ressources présumées. Des quantités de ressources appréciables ont certes été ajoutées dans le prolongement d'un des gisements, mais la hausse des ressources présumées par rapport à 2007 n'est que marginale. La modestie de cet accroissement s'explique par la confirmation de l'existence de certaines ressources présumées à la lumière des nouvelles données, ce qui a entraîné leur classification dans la catégorie des RRA.

### **Ressources non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)**

Dans certaines parties des États de l'Andhra Pradesh, du Meghalaya, du Rajasthan et du Karnataka, la présence de ressources uranifères a été confirmée avec un degré de confiance accru. Du fait de la réévaluation de gisements et de la découverte de nombreuses zones prometteuses dans le sous-bassin de Srisaïlam (État de l'Andhra Pradesh), le bassin de Mahadek (État du Meghalaya), la ceinture orogénique du nord de Delhi (États de l'Haryana et du Rajasthan), et les bassins de Bhima et Kaladgi (État du Karnataka), les ressources pronostiquées ont augmenté de façon substantielle. En revanche, les ressources spéculatives restent les mêmes. Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, les ressources non découvertes comprenaient 63 600 t d'U dans la catégorie des ressources pronostiquées et 17 000 t d'U dans celle des ressources spéculatives (ressources *in situ*).

## **PRODUCTION D'URANIUM**

### **Historique**

La société Uranium Corporation of India Limited (UCIL) a été créée en octobre 1967 et placée sous la tutelle administrative du ministère de l'Énergie atomique de l'Inde. L'UCIL exploite actuellement cinq mines souterraines à Jaduguda, Bhatin, Narwapahar, Turamdih et Bagjata ainsi qu'une mine à ciel ouvert à Banduhurang, dans le district de Singhbhum Est (État du Jharkhand). Le minerai extrait de ces mines est traité dans deux usines situées à Jaduguda et Turamdih. Tous ces gisements se trouvent dans un secteur minéralisé polymétallique appelé zone de cisaillement du Singhbhum (dans l'est de l'Inde).

### **Capacité théorique de production**

La capacité installée totale de l'usine de Jaduguda est d'environ 2 100 t de minerai par jour, et celle de l'usine de Turamdih approche des 3 000 t de minerai par jour.

### **Activités récentes et en cours**

La **mine de Jaduguda** exploite un gisement d'uranium contenu dans des métasédiments de la zone de cisaillement de Singhbhum. Les roches hôtes datent du Protérozoïque. On y trouve deux importantes lentilles de minerai, le filon Mur (FWL) et le filon Toit (HWL), parallèles l'une à l'autre et séparées par une zone stérile de 100 m d'épaisseur. Le FWL s'étend sur une longueur d'environ 600 m dans la direction sud-est/nord-ouest. Le HWL s'étend sur près de 250 m et reste confiné à l'est du gisement. Les deux filons ont un pendage moyen de 40° vers le nord-est. Le FWL est le plus minéralisé des deux. Le gisement de Jaduguda a été exploré jusqu'à une profondeur de 880 m.

La mine de Jaduguda est entrée en production en octobre 1967. On y accède par un puits vertical de 640 m de profondeur. Un puits auxiliaire, creusé de 555 m à 905 m, permet d'accéder aux niveaux

plus profonds. L'extraction se fait par tranches montantes remblayées, ce qui donne un taux de récupération du minerai d'environ 80 %. Les résidus de traitement « déschlämmés » sont utilisés comme matériaux de remblai. Le minerai fragmenté est remonté en benne jusqu'à la surface par les puits et envoyé par convoyeur à l'usine de Jaduguda pour y être traité.

La **mine de Bhatin** exploite un gisement d'uranium situé à 4 km au nord-ouest de Jaduguda. Les deux gisements de Jaduguda et de Bhatin sont séparés l'un de l'autre par une importante faille décrochante. La mine de Bhatin est entrée en production en 1986. Les lentilles de minerai ont une épaisseur de 2 à 10 m pour un pendage moyen de 35°. L'environnement géologique de Bhatin est similaire à celui du gisement de Jaduguda. L'entrée dans la mine se fait par une galerie d'accès, et des descenderies permettent d'accéder aux niveaux plus profonds. Le minerai est extrait par tranches montantes remblayées ; les résidus de traitement « déschlämmés » provenant de l'usine de Jaduguda servent de remblai. Le minerai fragmenté est transporté par camion jusqu'à l'usine de traitement de Jaduguda.

La **mine de Narwapahar**, entrée en production en 1995, exploite un gisement situé à environ 12 km à l'ouest de Jaduguda. Ce dernier contient des grains d'uraninite distincts renfermés dans des schistes quartz-chlorite associés à de la magnétite. Il comprend plusieurs masses de minerai de forme lenticulaire qui s'étendent sur une longueur d'à peu près 2 100 m, avec un pendage moyen de 30° à 40° vers le nord-est. L'épaisseur de chaque lentille est comprise entre 2.5 et 20 m. On accède à la mine par un puits de 355 m de profondeur et une descenderie à 7 degrés. L'exploitation se fait par tranches montantes remblayées, les remblais étant les résidus de traitement « déschlämmés » provenant de l'usine de Jaduguda. Le minerai de Narwapahar est envoyé à l'usine de Jaduguda par camion.

La **mine de Turamdih** exploite un gisement situé à environ 12 km à l'ouest de Narwapahar. Elle est entrée en production en 2003. Dans ce gisement, des grains d'uraninite distincts renfermés dans des schistes feldspath-chlorite forment plusieurs lentilles de minerai de configuration très irrégulière. Deux niveaux ont été ouverts à des profondeurs de 70 m et 100 m. On y accède depuis la surface par une descenderie à 8 degrés. Un puits d'accès aux niveaux plus profonds est en cours de creusement. Le minerai de cette mine est traité à l'usine de Turamdih.

La **mine de Bagjata** exploite un gisement situé à quelque 26 km à l'est de Jaduguda. Il s'agit d'une exploitation souterraine accessible par une descenderie à 7 degrés et un puits pour accéder aux niveaux plus profonds. Elle est entrée en production en 2008. Le minerai de Bagjata est envoyé à l'usine de Jaduguda par camion pour y être traité.

La **mine de Banduhurang** est une exploitation à ciel ouvert. Le gîte minéralisé de Banduhurang est le prolongement occidental des lentilles de minerai de Turamdih. La mine est entrée en production en 2007. Le minerai de Banduhurang est envoyé à l'usine de Turamdih par camion pour y être traité.

Le minerai d'uranium extrait dans les mines de Jaduguda, Bhatin, Narwapahar et Bagjata est traité à l'usine de Jaduguda, entrée en production en 1968.

Le minerai est d'abord concassé et broyé jusqu'à ce que 60 % du matériau ait une granulométrie égale ou inférieure à 20 mesh. Il subit ensuite une lixiviation à l'acide sulfurique dans des cuves Pachuca, à pH et températures contrôlés. La pulpe est filtrée et l'uranium est récupéré au moyen d'une résine échangeuse d'ions. Après élution, le produit est précipité avec de la magnésie, ce qui forme de l'uranate de magnésium contenant 70 % d' $U_3O_8$  (59 % d'U). Le traitement des eaux d'exhaure et la récupération des eaux des bassins de décantation des résidus ont permis de réduire les besoins en eau et d'augmenter la pureté de l'effluent final.

Une unité de récupération de la magnétite est également en production à Jaduguda. Le sous-produit obtenu est de la magnétite à grains très fins.

Le minerai d'uranium produit dans les mines de Turamdih et Banduhurang est traité à l'usine de Turamdih, entrée en production en 2009.

### **Structure du capital dans l'industrie de l'uranium**

Le secteur de l'uranium est entièrement contrôlé par le ministère national de l'Énergie atomique de l'Inde.

La Direction de la prospection et de la recherche des minéraux atomiques relevant du ministère de l'Énergie atomique est chargée des programmes de prospection de l'uranium. Après la découverte et la délimitation des gisements, des travaux d'évaluation sont menés afin de confirmer l'existence d'un corps minéralisé exploitable. Ce stade de l'évaluation peut comporter des travaux d'extraction de reconnaissance. Dès que l'existence d'un gisement d'une teneur et d'un tonnage suffisants est avérée, l'UCIL entreprend des activités en vue de son exploitation industrielle et de la production de concentrés d'uranium.

### **Emploi dans le secteur de l'uranium**

Environ 4 643 personnes sont employées à des activités d'exploitation minière et de traitement de l'uranium en Inde.

### **Centres de production futurs**

La mine souterraine qui permettra d'exploiter le gisement d'uranium de Jharkhand est en cours d'aménagement. Ce gisement est situé à Mohuldih dans le district de Seraikela-Kharswan, environ 2.5 km à l'ouest de Banduhurang. Le minerai produit dans cette mine sera traité à l'usine de Turamdih.

Il est prévu d'exploiter un autre gisement d'uranium renfermé dans des roches hôtes carbonatées à Tummalapalle, dans le district de Cuddapah (État de l'Andhra Pradesh). Une mine souterraine est prévue, accessible par trois descenderies le long du pendage apparent du gîte minéralisé. La descenderie centrale sera équipée d'un convoyeur destiné au transport du minerai tandis que les deux autres descenderies serviront d'accès de service. Le minerai produit sera traité par lixiviation par voie alcaline (sous pression) dans une usine actuellement en construction près de la mine.

Un gisement d'uranium renfermé dans des grès près de Kylleng-Pyndengsohiong et Mawthabah (anciennement Domiasiat) dans le district de Khasi Hills Ouest (État du Meghalaya) devrait être exploité à ciel ouvert et une usine de traitement implantée près du site.

Il est également prévu d'exploiter les gisements d'uranium situés à Lambapur-Peddagattu dans le district de Nalgonda (État de l'Andhra Pradesh). Une mine à ciel ouvert et trois mines souterraines sont proposées sur ce site. Il est proposé de construire l'usine de traitement du minerai d'uranium à Seripally, à 50 km de la mine. Les activités préliminaires sont presque terminées.

Une mine souterraine est prévue pour exploiter le gisement d'uranium de Gogi dans le district de Gulbarga (État du Karnataka), environ 12 km à l'ouest de Shahapur. Des travaux d'extraction de reconnaissance sont en cours sur le site en vue d'établir la configuration du corps minéralisé. Des essais en laboratoire et en usine pilote sont en cours pour élaborer le schéma de principe.

**Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium** (au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

|  | Centre n° 1  | Centre n° 2        | Centre n° 3            | Centre n° 4         |
|--|--|--------------------|------------------------|---------------------|
| Nom du centre de production  | Jaduguda   | Bhatin             | Narwapahar             | Bagjata             |
| Catégorie  | Existant   | Existant           | Existant               | Existant            |
| Date de mise en service  | 1967   | 1986               | 1995                   | 2008                |
| Source de minerai :  | Minerai d'uranium  | Minerai d'uranium  | Minerai d'uranium      | Minerai d'uranium   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nom du gisement</li> <li>• Type du gisement</li> <li>• Réserves (t d'U)</li> <li>• Teneur (% d'U)</li> </ul>                  | Jaduguda<br>Filonien   | Bhatin<br>Filonien | Narwapahar<br>Filonien | Bagjata<br>Filonien |
| Exploitation minière :   |  |                    |                        |                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Type (MCO/MS/ISL)</li> <li>• Taille (t minerai/jour)</li> <li>• Taux moyen de récupération (%)</li> </ul>                     | MS<br>650<br>80  | MS<br>150<br>75    | MS<br>1 000<br>80      | MS<br>500<br>80     |
| Installation de traitement (acide/alcalin) :   | Jaduguda   |                    |                        |                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acide/alcalin</li> <li>• Type (EI/ES)</li> <li>• Taille (t minerai/jour)</li> <li>• Taux moyen de récupération (%)</li> </ul> | Acide<br>EI<br>2 100<br>80   |                    |                        |                     |
| Capacité nominale de production (t d'U/an)   | 175  |                    |                        |                     |
| Projets d'agrandissement   | Agrandissement en cours en vue de traiter 2 500 tonnes de minerai/jour |                    |                        |                     |
| Autres remarques   | Minerai actuellement traité à l'usine de Jaduguda                      |                    |                        |                     |

|  | Centre n° 5                | Centre n° 6             | Centre n° 7          |
|--|----------------------------|-------------------------|----------------------|
| Nom du centre de production  | Turamdih                   | Banduhurang             | Mohuldih             |
| Catégorie  | Existant                   | Existant                | Commandé             |
| Date de mise en service  | 2003                       | 2007                    | 2011                 |
| Source de minerai :  | Minerai d'uranium          | Minerai d'uranium       | Minerai d'uranium    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nom du gisement</li> <li>• Type du gisement</li> <li>• Réserves (t d'U)</li> <li>• Teneur (% d'U)</li> </ul>                  | Turamdih<br>Filonien       | Banduhurang<br>Filonien | Mohuldih<br>Filonien |
| Exploitation minière :   |                            |                         |                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Type (MCO/MS/ISL)</li> <li>• Taille (t minerai/jour)</li> <li>• Taux moyen de récupération (%)</li> </ul>                     | MS<br>750<br>75            | MCO<br>3 500<br>65      | MS<br>500<br>80      |
| Usine de traitement  | Turamdih                   |                         |                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acide/alcalin</li> <li>• Type (EI/ES)</li> <li>• Taille (t minerai/jour)</li> <li>• Taux moyen de récupération (%)</li> </ul> | Acide<br>EI<br>3 000<br>80 |                         |                      |
| Capacité nominale de production (t d'U/an)   | 190                        |                         |                      |

**Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (suite)**  
(au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

|  | Centre n° 5   | Centre n° 6   | Centre n° 7  |
|--|---|---|--|
| Projets d'agrandissement   | La mine de Turamdih (1 000 t/j) et l'usine de Turamdih (4 500 t/j) sont en cours d'agrandissement |   |  |
| Autres remarques   | Minerai actuellement traité à l'usine de Turamdih   |   | Minerai traité après l'agrandissement de l'usine de Turamdih           |
|  |   |   |  |
|  | Centre n° 8   | Centre n° 9   | Centre n° 10   |
| Nom du centre de production  | Tummalapalle  | Kylleng-Pyndengsohiong, Mawthabah                           | Lambapur-Peddagattu  |
| Catégorie  | Commandé  | Prévu   | Prévu  |
| Date de mise en service  | 2010  | 2012  | 2012   |
| Source de minerai :  | Minerai d'uranium<br>Tummalapalle<br>Lié à une structure stratoïde                                | Minerai d'uranium<br><br>KPM<br>Gréseux                     | Minerai d'uranium<br><br>Lambapur-Peddagattu<br>Lié à des discordances |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nom du gisement</li> <li>• Type du gisement</li> <li>• Réserves (t d'U)</li> <li>• Teneur (% d'U)</li> </ul>                  |   |   |  |
| Exploitation minière :   |   |   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Type (MCO/MS/ISL)</li> <li>• Taille (t minerai/jour)</li> <li>• Taux moyen de récupération (%)</li> </ul>                     | MS<br>3 000<br><br>60   | MCO<br>2 000 (en activité<br>275 j/an)<br><br>90            | MS/MCO<br>1 250<br><br>75  |
| Installation de traitement (acide/alcalin)   | Tummalapalle  | KPM   | Seripally  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acide/alcalin</li> <li>• Type (EI/ES)</li> <li>• Taille (t minerai/jour)</li> <li>• Taux moyen de récupération (%)</li> </ul> | Alcalin (sous pression)<br>EI<br>3 000<br><br>70  | Acide<br>EI<br>2 000<br>(en activité<br>275 j/an)<br><br>87 | Acide<br>EI<br>1 250<br><br>77   |
| Capacité nominale de production (t d'U/an)   | 217   | 340   | 130  |
| Projets d'agrandissement   |   |   |  |
| Autres remarques   |   |   |  |

n.d. Non disponible.

### Sources secondaires d'uranium

Voir le tableau concernant la production et l'utilisation par l'Inde de combustibles à mélange d'oxydes. L'Inde ne fait état d'aucune information sur la production et l'utilisation de résidus réenrichis ou d'uranium de retraitement.

## ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS

### Aspects liés à l'environnement

Les mines d'uranium et les usines de traitements existantes gérées par l'UCIL ne posent pas de problèmes environnementaux. Cependant, des dispositions sont prises pour gérer les impacts sur l'environnement. L'organisation en charge de cette gestion est le Groupe de radioprotection rattaché au Centre de recherche atomique de Bhabha, situé à Mumbai. Il assure le suivi des rayonnements, de la concentration de radon et des poussières d'uranium dans l'environnement à proximité des centres de production. Le Groupe de radioprotection dispose d'un laboratoire d'étude de l'environnement à Jaduguda.

### BESOINS EN URANIUM

Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, la puissance installée totale de l'Inde était de 4 120 MWe (bruts), les tranches existantes comprenant 15 réacteurs à eau lourde sous pression (REL P) et 2 réacteurs à eau bouillante (REB). La construction de 3 REL P (Kaiga 4 : 1 × 220 MWe ; RAPP 5 et 6 : 2 × 220 MWe), de deux réacteurs à eau ordinaire (KKNPP 1 et 2 : 2 × 1 000 MWe) et d'un prototype de surgénérateur rapide (1 x 500 MWe) est en cours. La puissance nucléaire totale devrait atteindre les 7 280 MWe (bruts), dont 6 700 MWe (nets) d'ici 2011, lorsque les constructions en cours seront achevées.

Le plan actuel prévoit d'accroître la puissance nucléaire installée jusqu'à 20 000 MWe environ à l'horizon 2020, dont 10 000 MWe produits par les REL P, 8 320 MWe par les réacteurs à eau ordinaire (REO), 2 500 MWe par les surgénérateurs rapides et 300 MWe par un réacteur à eau lourde de type avancé.

Les besoins annuels en uranium pour 2009 sont proches de 930 t d'U, et devraient augmenter progressivement pour approcher 4 070 t d'U en 2020. Les ressources classiques identifiées sont suffisantes pour assurer une puissance installée de 10 GWe produite par les REL P compte tenu d'une durée de vie de 40 ans avec un facteur de charge de 80 %.

Avec l'ouverture de la coopération internationale dans le cadre des programmes d'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire, la puissance nucléaire installée de l'Inde devrait croître notablement. L'Inde envisage également de démarrer d'autres projets. Toutefois, il faut encore finaliser le programme exact fondé sur la coopération technique avec d'autres pays qui sera adopté.

### Offre et stratégie d'approvisionnement

Les besoins en uranium pour alimenter les REL P sont jusqu'à présent couverts par les ressources nationales, mais, à l'avenir, il faudra les compléter par des importations. Les deux REB en service et les deux REO (de type VVER) en construction nécessitent de l'uranium enrichi que le pays doit importer. Les futurs réacteurs à eau ordinaire seront aussi alimentés par de l'uranium importé.

### POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

La prospection, l'extraction et la production de l'uranium, la fabrication du combustible et l'exploitation des réacteurs nucléaires sont contrôlés par l'État. Les politiques nationales relatives à l'uranium sont régies par la Loi sur l'énergie atomique de 1962 et ses dispositions.

Le pays a l'intention de n'importer que les réacteurs à eau ordinaire qu'il sera assuré de pouvoir approvisionner en combustible sur toute leur durée de vie.

### Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national

| Dépenses en millions INR   | 2006          | 2007          | 2008            | 2009<br>(prévision) |
|--|---------------|---------------|-----------------|---------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection                                  | 0             | 0             | 0               | 0                   |
| Dépenses du secteur public pour la prospection                                 | 742.10        | 801.60        | 1 074.50        | 1 503.20            |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                         | 0             | 0             | 0               | 0                   |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                        | 0             | 0             | 0               | 0                   |
| <b>Total des dépenses</b>  | <b>742.10</b> | <b>801.60</b> | <b>1 074.50</b> | <b>1 503.20</b>     |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                 | 0             | 0             | 0               | 0                   |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                   | 0             | 0             | 0               | 0                   |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                | 42 620        | 60 456        | 117 747         | 321 700             |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                  | n.d.          | n.d.          | n.d.            | n.d.                |
| Sondages effectués par le secteur privé pour la mise en exploitation (mètres)  | 0             | 0             | 0               | 0                   |
| Nombre de sondages forés par le secteur privé pour la mise en exploitation     | 0             | 0             | 0               | 0                   |
| Sondages effectués par le secteur public pour la mise en exploitation (mètres) | 0             | 0             | 0               | 0                   |
| Nombre de sondages forés par le secteur public pour la mise en exploitation    | 0             | 0             | 0               | 0                   |
| <b>Sous-total des sondages de prospection (mètres)</b>                         | <b>42 620</b> | <b>60 456</b> | <b>117 747</b>  | <b>321 700</b>      |
| <b>Sous-total du nombre de sondages de prospection</b>                         | <b>n.d.</b>   | <b>n.d.</b>   | <b>n.d.</b>     | <b>n.d.</b>         |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)         | 0             | 0             | 0               | 0                   |
| Sous-total du nombre de forages effectués pour la mise en exploitation         | 0             | 0             | 0               | 0                   |
| <b>Total des forages en mètres</b>   | <b>42 620</b> | <b>60 456</b> | <b>117 747</b>  | <b>321 700</b>      |
| <b>Nombre total de trous forés</b>   | <b>n.d.</b>   | <b>n.d.</b>   | <b>n.d.</b>     | <b>n.d.</b>         |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production\*** (tonnes d'U)

| Méthode de production        | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | Tranche de<br>coût<br>indéterminée | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine             | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | 60 200                             |                                |
| Mine à ciel ouvert           | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | 12 600                             |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i>   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                                  |                                |
| Coproduit<br>et sous-produit | 0                   | 0                   | 0                    | 0                                  |                                |
| Non précisé                  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                                  |                                |
| Total                        | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | 72 800                             |                                |

\* Ressources *in situ*.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement** (tonnes d'U)

| Type de traitement    | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | Tranche de<br>coût<br>indéterminée | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Classique             | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | 72 800                             |                                |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                                  |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                                  |                                |
| Total                 | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | 72 800                             |                                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et de l'extraction souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces modes d'exploitation.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement** (tonnes d'U)

| Type du gisement  | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | Tranche de<br>coût<br>indéterminée |
|---|---------------------|---------------------|----------------------|------------------------------------|
| Lié à des discordances                                  | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | 13 700                             |
| Lié à des grès  | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | 12 600                             |
| Complexes bréchiqes à hématite                          | 0                   | 0                   | 0                    | 0                                  |
| Gisements liés à des<br>conglomérats à galets de quartz | 0                   | 0                   | 0                    | 0                                  |
| Filonien  | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | 34 300                             |
| Intrusif  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                                  |
| Gisements volcaniques et liés à<br>des caldeiras        | 0                   | 0                   | 0                    | 0                                  |
| Métasomatique   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                                  |
| Autres*   | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | 12 200                             |
| Total   |                     |                     |                      | 72 800                             |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

### Ressources classiques présumées par méthode de production\* (tonnes d'U)

| Méthode de production        | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | Tranche de<br>coût<br>indéterminée | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine             | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | 31 100                             |                                |
| Mine à ciel ouvert           | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | 2 000                              |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i>   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                                  |                                |
| Coproduit<br>et sous-produit | 0                   | 0                   | 0                    | 0                                  |                                |
| Non précisé                  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                                  |                                |
| Total                        |                     |                     |                      | 33 100                             |                                |

\* Ressources *in situ*.

### Ressources classiques présumées par méthode de traitement (tonnes d'U)

| Type de traitement    | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | Tranche de<br>coût<br>indéterminée | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Classique             | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | 33 100                             |                                |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                                  |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                                  |                                |
| Total                 |                     |                     |                      | 33 100                             |                                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et de l'extraction souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces modes d'exploitation.

### Ressources classiques présumées par type de gisement (tonnes d'U)

| Type du gisement  | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | Indéterminée |
|---|---------------------|---------------------|----------------------|--------------|
| Lié à des discordances                                  | 0                   | 0                   | 0                    | 0            |
| Lié à des grès  | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | 2 800        |
| Complexes bréchiqes à<br>hématite                       | 0                   | 0                   | 0                    | 0            |
| Gisements liés à des<br>conglomérats à galets de quartz | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | 400          |
| Filonien  | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | 17 600       |
| Intrusif  | 0                   | 0                   | 0                    | 0            |
| Gisements volcaniques et liés à<br>des caldeiras        | 0                   | 0                   | 0                    | 0            |
| Métasomatique   | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | 700          |
| Autres*   | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | 11 600       |
| Total   | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | 33 100       |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques pronostiquées (tonnes d'U)**

| Tranches de coût |                  |              |
|------------------|------------------|--------------|
| < 80 USD/kg d'U  | < 130 USD/kg d'U | Indéterminée |
| n.d.             | n.d.             | 63 600       |

**Ressources classiques spéculatives (tonnes d'U)**

| Tranches de coût |                  |              |
|------------------|------------------|--------------|
| < 80 USD/kg d'U  | < 130 USD/kg d'U | Indéterminée |
| n.d.             | n.d.             | 17 000       |

**Structure du capital dans l'industrie de l'uranium en 2008**

| Inde           |     |               |     | Étranger       |     |               |     | Total   |     |
|----------------|-----|---------------|-----|----------------|-----|---------------|-----|---------|-----|
| Secteur public |     | Secteur privé |     | Secteur public |     | Secteur privé |     |         |     |
| [t d'U]        | [%] | [t d'U]       | [%] | [t d'U]        | [%] | [t d'U]       | [%] | [t d'U] | [%] |
| n.d.           | 100 | 0             | 0   | 0              | 0   | 0             | 0   | n.d.    | 100 |

**Effectifs de l'industrie de l'uranium dans les centres de production existants (années-personnes)**

|  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009 (prévision) |
|--|-------|-------|-------|------------------|
| Effectif total associé aux centres de production       | 4 300 | 4 300 | 4 643 | 4 643            |
| Effectif directement affecté à la production d'uranium | 4 300 | 4 300 | 4 643 | 4 643            |

**Production nette d'électricité**

|   | 2007  | 2008  |
|---|-------|-------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 18.00 | 15.43 |

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe nets)**

| 2008  | 2009  | 2010            |                 | 2015            |                 |
|-------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|       |       | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 4 120 | 4 780 |                 | 6 780           |                 | 14 380          |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
|                 | 23 180          | n.d.            | n.d.            | n.d.            | n.d.            | n.d.            | n.d.            |

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris)**  
(tonnes d'U)

| 2008 | 2009 | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|------|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|      |      | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 750  | 930  |                        | 1 260                  |                        | 2 530                  |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
|                        | 4 060                  |                        | n.d.                   |                        | n.d.                   |                        | n.d.                   |



## • Indonésie •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Voir l'édition 2005 du Livre rouge pour un bref historique de la prospection de l'uranium.

En 2005, des sondages de prospection ont été pratiqués à Jumbang 3 (45 m) et à Mentawa (45 m), puis en 2006 à Semut (454 m) et Mentawa (45 m). En 2007, d'autres forages ont été pratiqués à Semut (174 m). Il n'y a pas eu de sondages de prospection en 2008.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

En 2009, il est prévu de poursuivre les sondages de prospection dans le secteur de Kalan (450-550 m en principe) et de procéder à une exploration détaillée et systématique de la zone de Kawat et de ses environs. Par ailleurs, la province de Bangka-Belitung fera l'objet d'une prospection générale. Actuellement, l'Indonésie n'envisage pas de développer des activités minières.

Pour les deux prochaines années, les autorités projettent d'étendre la prospection au Kalimantan et à Sumatra, en commençant par des activités de reconnaissance générale puis des phases de prospection systématique en vue de mettre au jour de nouveaux gisements d'uranium.

### RESSOURCES EN URANIUM

#### Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et ressources présumées)

L'Indonésie ne fait état d'aucun changement dans les quantités de ressources raisonnablement assurées et de ressources présumées. Des sondages d'évaluation sont prévus en 2010 dans le secteur de Kawat et ses alentours, en vue de faire passer des ressources spéculatives dans la catégorie des ressources présumées et des RRA.

#### Ressources non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)

La politique d'expansion de la zone de prospection visant à découvrir de nouveaux gisements d'uranium s'est traduite par une hausse de 11 000 t d'U dans la catégorie des ressources spéculatives, grâce aux recherches effectuées dans le secteur de Kawat en 2006 et 2007. Le secteur de Kawat a été identifié comme une zone géologique propice à la présence de minéralisations d'uranium. Sur la foi de ces résultats positifs, les phases de prospection systématique seront étendues en 2009 dans les zones voisines de Kawat qui présentent les mêmes caractéristiques géologiques. Kawat et les districts environnants sont des zones de prospection de l'uranium associé à de la rhyolite, avec une teneur de 60 à 13 000 ppm d' $U_3O_8$  (soit 51 à 11 025 ppm d'U, ou 0.0051 % à 1.125 % d'U)

Des sondages de prospection sont prévus en 2010 dans le secteur de Kawat afin d'obtenir davantage d'informations sur les roches hôtes de l'uranium, notamment la profondeur, la teneur et l'épaisseur du minerai.

### Ressources non classiques et autres produits

En 2009, la province de Bangka-Belitung fera l'objet d'une prospection générale. Les résultats des recherches effectuées précédemment par les autorités locales suggèrent fortement la présence de minéralisations comportant de la monazite associée à de l'uranium et du thorium (entre 0.3 % et 2.4 %), des phosphates et des terres rares. De la monazite avait déjà été extraite dans cette zone comme sous-produit de l'exploitation de l'étain.

## ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS

Aucun problème d'environnement notable n'a été identifié en relation avec la prospection de l'uranium et le développement des ressources. L'Indonésie n'a communiqué aucune information sur sa politique nationale concernant l'uranium, les stocks d'uranium ou les prix de l'uranium.

### Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national

| Dépenses en millions IDR   | 2006     | 2007     | 2008 | 2009<br>(prévision) |
|--|----------|----------|------|---------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection                                  | 0        | 0        | 0    | 0                   |
| Dépenses du secteur public pour la prospection                                 | 1 104.98 | 1 060.83 | 0    | 2 400               |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                         | 0        | 0        | 0    | 0                   |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                        | 0        | 0        | 0    | 0                   |
| Total des dépenses   | 1 104.98 | 1 060.83 | 0    | 2 400               |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                 | 0        | 0        | 0    | 0                   |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                   | 0        | 0        | 0    | 0                   |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                | 531      | 173.70   | 0    | 500                 |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                  | 10       | 4        | 0    | 3                   |
| Sondages effectués par le secteur privé pour la mise en exploitation (mètres)  | 0        | 0        | 0    | 0                   |
| Nombre de sondages forés par le secteur privé pour la mise en exploitation     | 0        | 0        | 0    | 0                   |
| Sondages effectués par le secteur public pour la mise en exploitation (mètres) | 0        | 0        | 0    | 0                   |
| Nombre de sondages forés par le secteur public pour la mise en exploitation    | 0        | 0        | 0    | 0                   |
| Sous-total des sondages de prospection (mètres)                                | 531      | 173.70   | 0    | 500                 |
| Sous-total du nombre de sondages de prospection                                | 10       | 4        | 0    | 3                   |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)         | 0        | 0        | 0    | 0                   |
| Sous-total du nombre de forages effectués pour la mise en exploitation         | 0        | 0        | 0    | 0                   |
| Total des forages en mètres  | 531      | 173.70   | 0    | 500                 |
| Nombre total de trous forés  | 10       | 4        | 0    | 3                   |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production\*** (tonnes d'U)

| Méthode de production        | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine             | 900                 | 6 797               | 6 797                | 6 797                | 70                             |
| Mine à ciel ouvert           | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i>   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Coproduit<br>et sous-produit | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Non précisé                  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                        | 900                 | 6 797               | 6 797                | 6 797                | 70                             |

\* Ressources *in situ*.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement** (tonnes d'U)

| Type de traitement    | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Classique             | 900                 | 6 797               | 6 797                | 6 797                | 70                             |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                 | 900                 | 6 797               | 6 797                | 6 797                | 70                             |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et de l'extraction souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces modes d'exploitation.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement** (tonnes d'U)

| Type du gisement   | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U |
|--|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances                                     | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Lié à des grès   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Complexes bréchiques à<br>hématite                         | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements liés à des<br>conglomérats à galets de<br>quartz | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Filonien   | 900                 | 6 797               | 6 797                | 6 797                |
| Intrusif   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements volcaniques et<br>liés à des caldeiras           | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Métasomatique  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Autres*  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Total  | 900                 | 6 797               | 6 797                | 6 797                |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques présumées par méthode de production\*** (tonnes d'U)

| Méthode de production      | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                   | 1 734               | 1 734                | 1 734                | 70                             |
| Mine à ciel ouvert         | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Coproduit et sous-produit  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Non précisé                | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                      | 0                   | 1 734               | 1 734                | 1 734                | 70                             |

\* Ressources *in situ*.

**Ressources classiques présumées par méthode de traitement** (tonnes d'U)

| Type de traitement    | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Classique             | 0                   | 1 734               | 1 734                | 1 734                | 70                             |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                 | 0                   | 1 734               | 1 734                | 1 734                | 70                             |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et de l'extraction souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces modes d'exploitation.

**Ressources classiques présumées par type de gisement** (tonnes d'U)

| Type du gisement  | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U |
|---|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances                                  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Lié à des grès  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Complexes bréchiques à hématite                         | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements liés à des<br>conglomérats à galets de quartz | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Filonien  | 0                   | 1 734               | 1 734                | 1 734                |
| Intrusif  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements volcaniques et liés à<br>des caldeiras        | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Métasomatique   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Autres*   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Total   | 0                   | 1 734               | 1 734                | 1 734                |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques spéculatives** (tonnes d'U)

| Tranches de coût |                  |              |
|------------------|------------------|--------------|
| < 80 USD/kg d'U  | < 130 USD/kg d'U | Indéterminée |
| 16 100           | 16 100           | 16 100       |

## • Japon •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour un bref historique de la prospection de l'uranium.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

La société Japan-Canada Uranium Co. Ltd., qui a repris les intérêts de l'Institut japonais de développement du cycle du combustible nucléaire (Japan Nuclear Cycle Development Institute – JNC) dans le domaine de l'exploitation minière au Canada, poursuit des activités de prospection dans ce pays. Des entreprises privées japonaises détiennent des parts dans des entreprises de mise en valeur et d'extraction au Canada, au Niger, au Kazakhstan et dans d'autres pays.

### RESSOURCES EN URANIUM

#### Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et ressources présumées)

Quelque 6 600 t d'U entrant dans la catégorie des RRA récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U ont été identifiées.

### PRODUCTION D'URANIUM

#### Historique

Une usine pilote d'une capacité de traitement de 50 t de minerai par jour a été construite par la Société pour le développement des réacteurs de puissance et des combustibles nucléaires (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation – PNC) en 1969 sur le site de la mine de Ningyo-toge. Son exploitation a cessé en 1982, date à laquelle elle avait produit 84 t d'U au total. En 1978, l'essai de lixiviation en cuve du minerai de Ningyo-toge a débuté à petite échelle, avec une installation comportant trois cuves de 500 t de minerai, soit une capacité maximale de 12 000 t de minerai par an. Cet essai de lixiviation en cuve s'est achevé à la fin de 1987.

## Sources secondaires d'uranium

### *Production de combustibles à mélange d'oxydes*

#### *Centres de production*

L'usine de combustible au plutonium de l'Agence japonaise de l'énergie atomique (Japan Atomic Energy Agency – JAEA) comprend trois unités : l'unité de R&D sur le combustible au plutonium (Plutonium Fuel Development Facility – PFDF), l'unité de fabrication de combustible au plutonium (Plutonium Fuel Fabrication Facility – PFFF) et l'unité de production de combustible au plutonium (Plutonium Fuel Production Facility – PFPF).

- La PFDF, conçue pour la recherche fondamentale et la fabrication de combustibles d'essai, est entrée en service en 1966. En mars 2008, elle avait produit près de deux tonnes de combustibles à mélange d'oxydes (MOX).
- La PFFF comprend deux chaînes de fabrication de combustible MOX : la première, d'une capacité d'une tonne de combustible MOX par an, alimente le surgénérateur expérimental de Joyo (chaîne RNR) et la seconde, d'une capacité de 10 t de combustible MOX par an, alimente le réacteur thermique avancé prototype de Fugen (chaîne RTA). La chaîne RNR a démarré en 1973 avec la fabrication de la première charge de combustible de Joyo. La chaîne a continué d'alimenter Joyo jusqu'en 1988, date à partir de laquelle cette fonction a été assurée par la PFPF. La chaîne RTA a démarré en 1972 avec la fabrication du combustible MOX pour l'Assemblage critique de deutérium (Deuterium Critical Assembly – DCA) du Centre d'ingénierie d'O-arai de la JAEA. La fabrication du combustible pour le RTA de Fugen a commencé en 1975 et s'est poursuivie jusqu'en 2001. La quantité totale de combustible MOX fabriquée par les deux chaînes s'élève à environ 155 t.
- La chaîne RNR de la PFPF, d'une capacité de cinq tonnes de combustible MOX par an, a été construite pour alimenter le surgénérateur prototype de Monju et le surgénérateur expérimental de Joyo. La chaîne RNR a démarré en 1988 avec la fabrication du combustible nécessaire au rechargement de Joyo ; la fabrication du combustible pour le surgénérateur de Monju a commencé en 1989. En mars 2008, la PFPF avait produit environ 13 tonnes de combustible à mélange d'oxydes (MOX).

### *Utilisation de combustible à mélanges d'oxydes*

#### *Surgénérateur prototype de Monju*

Le réacteur de Monju a divergé pour la première fois en avril 1994, et a commencé à alimenter le réseau électrique à partir d'août 1995. Cependant, les essais de mise en service de la centrale ont été interrompus car une fuite de sodium s'est produite au niveau du circuit de refroidissement secondaire en décembre 1995, au cours d'un essai de fonctionnement à 40 % de puissance. L'enquête sur les causes de l'accident et l'évaluation de sûreté approfondie ont duré deux ans. À l'issue de ces études puis de la procédure d'autorisation requise, le ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie (METI) a délivré, en décembre 2002, un permis de modification de la centrale (contre-mesures en cas de fuite de sodium, etc.). La JAEA a mis en œuvre une série de modifications visant à renforcer les contre-mesures en cas de fuite de sodium en mai 2007, et mené un essai de fonctionnement des systèmes modifiés jusqu'en août 2007 avant de débiter l'essai de fonctionnement du système complet. Les 78 assemblages combustibles anciens mais non altérés et les 6 assemblages combustibles fabriqués récemment ont tous été transportés à Monju le 16 décembre 2008. Les assemblages combustibles non altérés ont été mis en attente à l'extérieur du cœur, prêts à être utilisés. L'installation

de Monju fait l'objet d'une réinspection des détecteurs de fuite de sodium et de travaux de réparation du conduit de ventilation extérieur débouchant sur la cheminée. Sur l'ensemble des 141 points de l'essai de fonctionnement du système complet, 133 ont déjà été examinés. La révision des principes de conception en fonction de l'accélération sismique menée par l'organisme japonais chargé de la réglementation a nécessité un examen détaillé du rapport final sur la sécurité sismique de l'usine de Monju, soumis en mars 2008. Cet examen est encore en cours en mai 2009.

#### *Surgénérateur expérimental de Joyo*

Le surgénérateur expérimental de Joyo a divergé pour la première fois en avril 1977 avec le cœur MK-I. Dans le cadre d'un essai d'irradiation, le cœur MK-II de Joyo a été porté à sa puissance maximale nominale de 100 MWt en mars 1983. En juin 2000, 35 cycles et 13 essais spéciaux avaient été réalisés avec le cœur MK-II. Le cœur haute performance MK-III, dont la puissance nominale maximale a été portée à 140 MWt, a divergé pour la première fois en juillet 2003. En mars 2009, six cycles et quatre essais spéciaux avaient été réalisés avec le cœur MK-III. La durée d'exploitation nette de Joyo approche les 70 000 heures, et 588 sous-assemblages combustibles ont été irradiés pendant le fonctionnement des cœurs MK-I, MK-II et MK-III.

### **ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS**

Il n'est fait état d'aucune information.

### **BESOINS EN URANIUM**

#### **Besoins en uranium**

Fin janvier 2009, le Japon comptait 53 réacteurs nucléaires de puissance en exploitation. Ce parc représentait une puissance installée totale de 48 087 MWe et assurait environ un tiers de la production nationale d'électricité. Trois réacteurs de puissance supplémentaires (Tomari-3, Shimane-3 et Ohma) et un réacteur surgénérateur prototype (Monju) sont en construction. Deux réacteurs (Hamaoka-1 et Hamaoka-2) ont été arrêtés et mis hors service le 30 janvier 2009.

#### **Offre et stratégie d'approvisionnement**

Comme le Japon est pauvre en uranium, il est fortement tributaire des approvisionnements étrangers. La stabilité de l'approvisionnement en uranium sera assurée par des contrats à long terme avec des fournisseurs étrangers, par une participation directe à l'exploitation minière ainsi que par la diversification des entreprises et pays fournisseurs.

### **POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM**

La législation et la réglementation minières en vigueur au Japon ne prévoient aucun régime particulier pour la prospection et l'exploitation de l'uranium. Ces activités sont ouvertes aux entreprises privées constituées en sociétés au Japon. Cependant, aucune société privée ne se livre à l'exploitation de l'uranium au Japon.

### **PRIX DE L'URANIUM**

Les prix de l'uranium à l'importation sont fixés par voie contractuelle entre les sociétés privées. Le gouvernement japonais ne fait état d'aucune information en la matière.

**Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage à l'étranger**

| Dépenses en millions JPY                                | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 (prévision) |
|---|------|------|------|------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection           | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.             |
| Dépenses du secteur public pour la prospection          | 0    | 190  | 400  | 400              |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation  | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.             |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation | 0    | 0    | 0    | 0                |
| Total des dépenses                                      | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.             |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production      | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                   | 0                   | 6 600                | 6 600                | 85                             |
| Mine à ciel ouvert         | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Coproduit et sous-produit  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Non précisé                | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                      | 0                   | 0                   | 6 600                | 6 600                | 85                             |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Type de traitement    | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Classique             | 0                   | 0                   | 6 600                | 6 600                |                                |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                 | 0                   | 0                   | 6 600                | 6 600                |                                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et de l'extraction souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces modes d'exploitation.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type du gisement                                     | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U |
|--|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances                               | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Lié à des grès                                       | 0                   | 0                   | 6 600                | 6 600                |
| Complexes bréchiqes à hématite                       | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements liés à des conglomérats à galets de quartz | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Filonien   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Intrusif   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements volcaniques et liés à des caldeiras        | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Métasomatique  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Autres*  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Total  | 0                   | 0                   | 6 600                | 6 600                |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Production d'uranium par méthode de production** (tonnes d'U en concentrés)

| Méthode de production      | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006     | 2007     | 2008     | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|----------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|------------------------------|------------------|
| Mine à ciel ouvert*        | 39                           | 0        | 0        | 0        | 39                           | 0                |
| Mine souterraine*          | 45                           | 0        | 0        | 0        | 45                           | 0                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Coproduit/sous-produit     | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| <b>Total</b>               | <b>84</b>                    | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>84</b>                    | <b>0</b>         |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

**Production d'uranium par méthode de traitement** (tonnes d'U en concentrés)

| Type de traitement          | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006     | 2007     | 2008     | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|-----------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|------------------------------|------------------|
| Classique                   | 45                           | 0        | 0        | 0        | 45                           | 0                |
| Lixiviation en place*       | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Lixiviation en tas**        | 39                           | 0        | 0        | 0        | 39                           | 0                |
| Uranium tiré des phosphates | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Autres méthodes***          | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| <b>Total</b>                | <b>84</b>                    | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>84</b>                    | <b>0</b>         |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et de l'extraction souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces modes d'exploitation.

\*\*\* Prenant en compte le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

**Production d'uranium par type de gisement** (tonnes d'U en concentrés)

| Type du gisement                                     | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006     | 2007     | 2008     | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|--|------------------------------|----------|----------|----------|------------------------------|------------------|
| Lié à des discordances                               | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Lié à des grès                                       | 84                           | 0        | 0        | 0        | 84                           | 0                |
| Complexes bréchiques à hématite                      | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Gisements liés à des conglomérats à galets de quartz | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Filonien   | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Intrusif   | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Gisements volcaniques et liés à des caldeiras        | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Métasomatique  | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Autres*  | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| <b>Total</b>   | <b>84</b>                    | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>84</b>                    | <b>0</b>         |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Production et utilisation de combustible à mélange d'oxydes (tonnes d'équivalent uranium naturel)**

| Combustible à mélange d'oxydes (MOX)                         | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|--|------------------------------|------|------|------|------------------------------|------------------|
| Production   | 598                          | 0    | 9    | 4    | 611                          | 36               |
| Utilisation  | 521.3                        | 10.3 | 0    | 0    | 531.6                        | 64.1             |
| Nombre de réacteurs commerciaux utilisant du combustible MOX | n.d.                         | 0    | 0    | 0    | n.d.                         | 0                |

**Utilisation d'uranium retraité (tonnes d'équivalent uranium naturel)**

| Uranium retraité | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|------------------|------------------------------|------|------|------|------------------------------|------------------|
| Production       | 645                          | 0    | 0    | 0    | 645                          | 0                |
| Utilisation      | 138                          | 27   | 30   | 0    | 195                          | 12               |

**Production nette d'électricité (année budgétaire)**

|   | 2007  | 2008  |
|---|-------|-------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 263.8 | 258.1 |

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe nets) (année budgétaire)**

| 2008   | 2009 | 2010            |                 | 2015            |                 |
|--------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|        |      | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 47 940 | n.d. | n.d.            | n.d.            | n.d.            | n.d.            |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| n.d.            |

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris) (tonnes d'U)**

| 2008  | 2009 | 2010            |                 | 2015            |                 |
|-------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|       |      | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 6 914 | n.d. | 7 901           | 7 901           | 14 214          | 14 214          |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| n.d.            |

## • Jordanie •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour un bref historique de la prospection de l'uranium.

Les activités de reconnaissance et de prospection menées dans les années 90 ont révélé la présence de gisements d'uranium superficiels dans plusieurs régions du pays :

- En Jordanie centrale, 1 700 tranchées ont été excavées et plus de 2 000 sondages ont été forés à des fins de prospection, révélant la présence de gisements d'uranium sous forme de minuscules grains de minerai disséminés dans des sédiments de calcaire fins datant du Pléistocène, et sous forme de films jaunâtres de carnotite et d'autres minerais uranifères recouvrant les fissures de la craie ou de la marne fragmentée datant du Maastrichtien-Paléocène. Les résultats des prélèvements d'échantillons dans trois zones de Jordanie centrale montrent que la teneur en uranium fluctue entre 140 et 2 200 ppm d'U (0.0140 % à 0.22 % d'U) sur une épaisseur moyenne d'environ 1.3 m. L'épaisseur moyenne des morts-terrains est proche de 0.5 m.
- Trois régions présentant des concentrations d'uranium anormales (Mafraq, Wadi Al-Bahiyah, et Wadi Sahb alabiadh) et susceptibles d'héberger des gisements uranifères ont aussi fait l'objet d'études de reconnaissance.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

La Commission sur l'énergie atomique de Jordanie (JAEC) a été créée en 2008 en vertu de la Loi sur l'énergie nucléaire (Loi n° 42 de 2007) promulguée récemment et de ses amendements de 2008. La JAEC est l'organisme officiel en charge du développement et de la mise en œuvre du programme sur l'énergie nucléaire de Jordanie. La prospection, l'extraction et l'exploitation minière de toutes les matières nucléaires, y compris l'uranium, le thorium, le zirconium et le vanadium, sont aujourd'hui sous l'autorité de la JAEC.

La Commission du cycle du combustible nucléaire rattachée à la JAEC est responsable du développement et de la gestion de l'ensemble des aspects relatifs au cycle du combustible nucléaire, notamment la prospection, l'extraction et la production de l'uranium, la sécurité des approvisionnements et des services liés au combustible, ainsi que la gestion du combustible nucléaire et des déchets radioactifs. La JAEC entend conforter au maximum la souveraineté du pays en matière d'uranium tout en valorisant les ressources et en limitant les concessions aux entreprises étrangères. Pour attirer les investisseurs et opérer sur le marché, la JAEC a créé l'entreprise Jordan Energy Resources Inc., sa branche commerciale.

En septembre 2008, la JAEC et AREVA ont signé un accord de prospection et fondé la Jordanian French Uranium Mining Company (JFMUC), une co-entreprise chargée de toutes les activités de prospection préalables à la réalisation d'une étude de faisabilité pour la mise en exploitation des ressources de Jordanie centrale. Un programme de prospection complet est actuellement mis en œuvre sur les 1 400 km<sup>2</sup> de la Jordanie centrale. Si les résultats sont probants, la JFMUC développera et construira une mine. Basée sur les données préliminaires disponibles, la production devrait commencer en 2012 avec une capacité annuelle de 2 000 t d'U.

Fin 2008, la JAEC est parvenue à un accord avec Rio-Tinto, entreprise avec laquelle un mémorandum d'accord a été signé en janvier 2009 autorisant Rio-Tinto à mener des activités de reconnaissance et de prospection dans trois régions (nord d'Al-Bahiyyah, Wadi Sahb alabiadh, et Rewashid). Les activités de reconnaissance ont débuté et si les résultats sont positifs, Rio-Tinto passera aux phases de prospection et de mise en exploitation dans le cadre d'une co-entreprise avec la JAEC.

Des équipes jordaniennes sont en train de prospecter deux autres zones (Mafraq et Wadi Al-Bahiyyah) en collaboration avec l'entreprise chinoise SinoU.

#### Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national

| Dépenses en millions JOD   | 2006 | 2007 | 2008 | 2009<br>(prévision) |
|--|------|------|------|---------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection                                  | n.d. | n.d. | n.d. | 7.2                 |
| Dépenses du secteur public pour la prospection                                 | 0    | 0    | 0.25 | 1.0                 |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                         | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.                |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                        | 0    | 0    | n.d. | n.d.                |
| Total des dépenses   | 0    | 0    | 0.25 | 8.2                 |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                 | 0    | 0    | n.d. | 30 000              |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                   | 0    | 0    | n.d. | n.d.                |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                | 0    | 0    | n.d. | 5 000               |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                  | 0    | 0    | n.d. | n.d.                |
| Sondages effectués par le secteur privé pour la mise en exploitation (mètres)  | 0    | 0    | n.d. | n.d.                |
| Nombre de sondages forés par le secteur privé pour la mise en exploitation     | 0    | 0    | n.d. | n.d.                |
| Sondages effectués par le secteur public pour la mise en exploitation (mètres) | 0    | 0    | n.d. | n.d.                |
| Nombre de sondages forés par le secteur public pour la mise en exploitation    | 0    | 0    | n.d. | n.d.                |
| Sous-total des sondages de prospection (mètres)                                | 0    | 0    | n.d. | 35 000              |
| Sous-total du nombre de sondages de prospection                                | 0    | 0    | n.d. | n.d.                |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)         | 0    | 0    | n.d. | n.d.                |
| Sous-total du nombre de forages effectués pour la mise en exploitation         | 0    | 0    | n.d. | n.d.                |
| Total des forages en mètres  | 0    | 0    | n.d. | 35 000              |
| Nombre total de trous forés  | 0    | 0    | n.d. | n.d.                |

**Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage à l'étranger**

| Dépenses en millions JOD                                | 2006 | 2007 | 2008 | 2009<br>(prévision) |
|---|------|------|------|---------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection           | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.                |
| Dépenses du secteur public pour la prospection          | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.                |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation  | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.                |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.                |
| Total des dépenses                                      | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.                |

## • Kazakhstan •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour l'historique de la prospection et de l'exploitation de l'uranium au Kazakhstan.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

Les dépenses de prospection de l'uranium au Kazakhstan sont passées de 1 037 millions KZT en 2006 à 4 125 millions KZT en 2007 puis 9 402 millions KZT en 2008. Le nombre de trous forés était de 1 036 en 2007 et 1 693 en 2008, soit des sondages totalisant respectivement 514 783 m et 853 862 m.

En 2005-2008, des gisements de type gréseux ont été prospectés à Moinkum, Inkai, Mynkuduk et Budenovskoye dans la province uranifère de Shu-Sarysu et à Kharassan nord dans la province uranifère de Syr-Daria. En 2007-2008, les gisements de type filonien de la province uranifère du Kazakhstan septentrional ont fait l'objet d'une réestimation géologique et économique.

La co-entreprise Inkai a terminé la prospection et les projets pilotes d'exploitation par ISL sur le site n° 2, et continue de prospecter le site n° 3 du gisement d'Inkai. Autre co-entreprise, Karatau Limited Liability Partnership (LLP) a achevé la première phase de prospection et d'essais pilotes de production par ISL sur le site n° 2 du gisement de Budenovskoye, et lancé la production commerciale ainsi que la seconde phase de prospection. En 2007, une réévaluation géologique et économique des ressources d'uranium des gisements de Vostok et Zvezdnoye (minéralisations de type filonien) a été effectuée.

Les travaux de prospection menés en 2007-2008 ont permis d'accroître les ressources identifiées de 23 592 t d'U, et les ressources raisonnablement assurées, de 51 714 t d'U.

JV Katco continue de rechercher de l'uranium sur le site n° 3 (central) du gisement de Moinkum. Kyzylkoum LLP et Baiken-U LLP prospectent de l'uranium dans le gisement de Kharassan nord.

En 2009, l'exploration et l'installation pilote de production par ISL seront terminées sur les sites suivants : site ouest du gisement de Mynkuduk, sous le contrôle de Appak LLP ; site n° 4 du gisement d'Inkai sous le contrôle de Betpak-Dala LLP ; et site central du gisement de Mynkuduk sous le contrôle de la société Ken Dala.kz.

La société Akbastau démarrera la prospection des sites n° 1, 3 et 4 du gisement de Budenovskoye en 2009-2010. Il est également prévu d'équiper ces sites d'installations pilotes pour la production par ISL. En 2009, la société Zarechnoye commencera l'exploration du gisement de Zarechnoye sud.

En 2010, la société Volkovgeology prévoit de reprendre l'exploration géologique des gisements liés aux grès dans les nouvelles zones favorables des provinces uranifères de Shu-Sarysu et Syr-Daria, avec des fonds publics.

Aucun nouveau gisement n'a été découvert pendant la période étudiée.

### **Dépenses de prospection de l'uranium et de mise en exploitation (à l'étranger)**

Kazatomprom n'a mené aucune opération de prospection ou de mise en exploitation de l'uranium à l'extérieur de la République du Kazakhstan.

## **RESSOURCES EN URANIUM**

### **Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et ressources présumées)**

Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, les ressources identifiées *in situ* s'élevaient à 950 056 t d'U (récupérables à des coûts inférieurs à 260 USD/kg d'U), dont 637 405 t d'U de ressources exploitables par ISL.

En 2007 et 2008, 15 147 t d'U ont été extraites. Compte tenu des pertes d'extraction (1 766 t d'U, soit 10.4 %), on estime que les ressources ont baissé de 16 913 t d'U. Quelque 14 250 t d'U (94.1 % de la production) ont été extraites par ISL tandis que les 895 t d'U restantes l'ont été en souterrain dans les gisements de Vostok et Zvezdnoye.

Grâce aux prospections géologiques de 2007-2008, les ressources présumées se sont enrichies de 23 592 t d'U (par changement de catégorie de ressources pronostiquées), dont 852 t d'U issues des gisements de Vostok et Zvezdnoye et 22 740 t d'U des gisements d'Inkai et Budenovskoye. Les ressources raisonnablement assurées ont augmenté de 51 714 t d'U (transfert de ressources présumées), dont 3 595 t d'U situées dans les gisements de Vostok et Zvezdnoye, exploitables par voie souterraine, et 48 119 t d'U dans les gisements d'Inkai (sites n° 2 et 4) et de Budenovskoye (site n° 2), exploitables par ISL.

Les tranches de coûts assignées à la récupération des ressources ont subi des modifications notables avec l'introduction d'un nouveau Code fiscal au Kazakhstan, en vigueur à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2009, et qui a remplacé les redevances par une « Taxe sur la richesse minérale ». Celle-ci a fait grimper les coûts de production. Les coûts de production indiqués sont ainsi calculés d'après le cadre du code fiscal de 2009.

La réestimation géologique et économique des gisements de la province uranifère du Kazakhstan septentrional s'est traduite par une redistribution des ressources exploitables à ciel ouvert ou par voie souterraine.

## Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)

Durant la période couverte par le présent rapport, les ressources spéculatives et les ressources pronostiquées ont été réévaluées. Sur les 500 000 t d'U comptabilisées comme ressources pronostiquées, 498 000 t d'U sont attendues dans des gisements gréseux et 2 000 t d'U dans des gisements filoniens. Les ressources spéculatives s'élèvent à 300 000 t d'U, dont 90 % sont associées à des gisements gréseux et 10 % à des gisements liés à des discordances.

## Ressources non classiques et autres produits

Les ressources en uranium appartenant à la catégorie des ressources non classiques et autres produits ne font pas l'objet d'estimations au Kazakhstan.

## PRODUCTION D'URANIUM

### Historique

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour l'historique de la production d'uranium au Kazakhstan.

### Capacité théorique de production et activités récentes et en cours

En 2007 et 2008, on a extrait de l'uranium dans 15 centres de production rattachés aux gisements suivants : Kanzhugan, Moinkum, Akdala, Uvanas, Mynkuduk, Inkai, Budenovskoye, Karamurun nord, Karamurun sud, Irkol, Zarechnoye, Vostok et Zvezdnoye. L'ensemble de ces gisements est exploité par lixiviation *in situ* à l'exception de Vostok et Zvezdnoye, où l'uranium est extrait en souterrain.

Les gisements d'Uvanas, Mynkuduk (site est), Kanzhugan, Moinkum (partie sud du site n° 1), Karamurun nord, Karamurun sud et Irkol (jusqu'en octobre 2008) sont exploités par la Compagnie Minière LLP. Ceux d'Akdala et d'Inkai (site n° 4) sont exploités par JV Betpak Dala LLP. La co-entreprise KATCO LLP participe à l'exploitation du gisement de Moinkum (partie nord du site n° 1 et site n° 2). Le gisement d'Inkai (sites n° 1 et 2) est exploité par la co-entreprise Inkai LLP ; celui de Budenovskoye (site n° 2) par Karatau LLP ; celui de Zarechnoye par la co-entreprise Zarechnoye ; le site central du gisement de Mynkuduk par Ken Dala.kz ; et le site ouest du gisement de Mynkuduk par Appak LLP. Les gisements de Vostok et Zvezdnoye sont exploités en souterrain et par lixiviation en tas par l'entreprise Combinat minier et chimique LLP Stepnogorsk.

En octobre 2008, le gisement d'Irkol est passé sous le contrôle de Semizbai-U LLP, avec pour objectif de concevoir une mine dotée d'une capacité de 750 t d'U/an d'ici à 2010. En 2009, Semizbai-U LLP prévoit de commencer la production commerciale par lixiviation *in situ* de l'uranium du gisement de Semizbaï, dans la province uranifère du Kazakhstan septentrional, pour atteindre une capacité de 500 t d'U/an d'ici à 2012.

Depuis 2008, Kyzylkum LLP a démarré la production pilote par ISL sur le gisement de Kharassan nord (site Kharassan-1), et vise une production commerciale de 1 000 t d'U/an en 2010-2012. L'entreprise ambitionne de porter ensuite cette capacité à 3 000 t d'U/an. En 2009, Baiken-U LLP prévoit de lancer la production pilote par ISL sur le gisement de Kharassan nord (site Kharassan-2), en vue de commencer la production commerciale en 2010-2012 et d'atteindre une capacité nominale de 2 000 t d'U/an en 2014-2016.

En 2009, la co-entreprise Akbastau entend lancer la production pilote par ISL sur le site n° 1 et, à compter de 2011, sur les sites n° 3 et 4 du gisement de Budenovskoye en visant une capacité totale de 3 000 t d'U/an.

Au cours de 2007-2008, la production d'uranium du Kazakhstan a totalisé 15 145 t d'U, dont 895 t d'U extraites par les méthodes souterraines classiques (y compris 123 t d'U produites par lixiviation en tas), et 14 250 t d'U récupérées par ISL (soit 94.1 % de la production totale).

Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, la capacité totale des centres de production d'uranium kazakhs était de 12 000 t d'U/an. D'ici à 2015, on prévoit d'accroître cette capacité de production à 19 000-28 000 t d'U/an.

Dans les mines où l'uranium est extrait par ISL, on injecte une solution d'acide sulfurique pour produire les solutions de lixiviation enrichies puis on soumet ces solutions à des procédés de récupération par échange d'ions et adsorption-élution avec précipitation de sels d'uranyle et/ou raffinage supplémentaire avec production de concentrés d'uranium naturel.

L'usine hydrométallurgique qui produit des concentrés d'uranium naturel à partir du minerai des gisements de Vostok et Zvezdnoye utilise la technique de la lixiviation sous pression à la soude.

### **Structure du capital dans l'industrie de l'uranium**

En 2008, la part de l'État dans la production d'uranium au Kazakhstan était de 60.3 %, dont 19.8 % *via* la participation de NAC Kazatomprom dans plusieurs co-entreprises et 40.5 % *via* la filiale Compagnie Minière LLP de NAC Kazatomprom. NAC Kazatomprom est une entreprise publique à 100 %.

La Compagnie Minière LLP contrôle les centres de production suivants : le Combinat minier et chimique LLP de Taukent, la Société minière LLP de Steпноye et la Société Minière n° 6 LLP.

Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, NAC Kazatomprom détenait également des parts dans des co-entreprises avec des sociétés du Canada, de France, du Japon et du Kirghizistan (JV Betpak Dala LLP, JV Inkai LLP, JV Katco LLP, Appak LLP, Kyzylkum LLP, Baiken-U LLP, JV Zarechnoye JSC) ainsi qu'avec des entreprises publiques russes et chinoises (JV Zarechnoye JSC, JV Akbastau JSC, Karatau LLP, Semizbai-U LLP).

La société Combinat minier et chimique LLC de Steпноgorsk (LLC SMCC) est administrée par JSC NAC Kazatomprom. Elle exploite ses gisements en souterrain, mais détient aussi à 100 % la société LLC Ken Dala.kz, dont la méthode d'extraction est l'ISL.

En 2008, les sociétés privées étrangères participaient à 34.4 % de la production totale au Kazakhstan, cette participation tombant à 5.3 % en ce qui concerne les sociétés publiques étrangères.

### **Emploi dans le secteur de l'uranium**

L'effectif total affecté à la production de l'uranium au Kazakhstan est passé de 6 941 en 2006 à 7 940 en 2008.

En 2007 et 2008, l'ouverture de nouveaux centres de production d'uranium et le développement des centres existants a fait perdurer la pénurie de main d'œuvre qualifiée dans le pays. Deux centres de formation ont donc été ouverts pour créer de la main-d'œuvre qualifiée parmi la population locale. L'Université nucléaire du Kazakhstan et le Centre de formation régional sur les géotechnologies ont joué un rôle dans la formation continue et l'amélioration de la qualification du personnel.

Conformément aux contrats d'exploitation des sous-sols, les dépenses annuelles obligatoires de formation ont représenté près de 1 % des coûts de production d'uranium.

### **Centres de production futurs**

En 2009, deux contrats devraient être conclus pour la prospection et la production de l'uranium pour deux gisements gréseux : Zhalpak et Moinkum (site n° 3).

Le gisement de Zhalpak renferme des RRA et ressources présumées totalisant 14 525 t d'U avec une teneur moyenne de 0.035 % d'U. Un centre de production pilote par ISL devrait entrer en service en 2011 et atteindre une capacité nominale totale de 750 t d'U/an d'ici 2015. Cependant, on ne sait pas encore quel centre de production sera chargé d'exploiter ce gisement.

La partie nord du site n° 3 (Central) du gisement de Moinkum pourrait renfermer un total de 10 091 t d'U dans la catégorie des ressources présumées, avec une teneur de 0.052 % d'U. En 2011, c'est le Combinat minier et chimique LLP de Taukent qui prendra en charge la prospection et la production de l'uranium par ISL, en visant une capacité nominale totale de 500 t d'U/an d'ici à 2018.

Lorsque l'exploration des zones favorables des provinces uranifères du Shu-Sarysu et du Syr-Darya sera terminée, il est possible que de nouveaux centres de production par ISL soient établis.

**Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium**  
(janvier 2009)

|  | Centre n° 1                             | Centre n° 2                  | Centre n° 3              | Centre n° 4                        | Centre n° 5                        | Centre n° 6                        | Centre n° 7  | Centre n° 8                        |
|--|---|------------------------------|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|------------------------------------|
| Nom du centre de production                                | Combinat minier et chimique LLP Taukent | Société Minière LLP Stepnoye | Société Minière n° 6 LLP | Betpak-Dala JV LLP                 | KATKO JV LLP                       | Inkai JV LLP                       | Combinat minier et chimique LLC Stepnogorsk LLP Société Minière n° 1 | Zarechnoye JV JSC                  |
| Catégorie  | Existant (extraction, commandé)         | Existant (extraction)        | Existant (extraction)    | Existant (extraction, exploration) | Existant (extraction, exploration) | Existant (extraction, exploration) | Existant (extraction)  | Existant (extraction, exploration) |
| Date de mise en service                                    | 1982                                    | 1978                         | 1985                     | 2004                               | 1996                               | 1996                               | 1958   | 2001                               |
| Source de minerai :  |   |                              |                          |                                    |                                    |                                    |  |                                    |
| • Nom du gisement  | Kanzhugan, Moinkum (sites n° 1, 3)      | Mynkuduk (site est), Uvanas  | Karamurun nord et sud    | Adkala, Inkai (site n° 4)          | Moinkum (sites n° 1, 2, 3)         | Inkai (sites n° 1, 2, 3)           | Vostok, Zvezdnoye  | Zarechnoye, Zarechnoye sud         |
| • Type du gisement   | Gréseux                                 | Gréseux                      | Gréseux                  | Gréseux                            | Gréseux                            | Gréseux                            | Filon-Stockwerk  | Gréseux                            |
| • Réserves (t d'U)   | 36 211                                  | 24 286                       | 28 413                   | 38 230                             | 52 353                             | 159 600                            | 10 464   | 18 694                             |
| • Teneur (% d'U)   | 0.046                                   | 0.032                        | 0.081                    | 0.048                              | 0.074                              | 0.047                              | 0.167  | 0.050                              |
| Exploitation minière :                                     |   |                              |                          |                                    |                                    |                                    |  |                                    |
| • Type (MCO/MS/ISL)  | ISL                                     | ISL                          | ISL                      | ISL                                | ISL                                | ISL                                | MS   | ISL                                |
| • Tonnage (t minerai/jour)                                 |   |                              |                          |                                    |                                    |                                    | 1 000  |                                    |
| • Taux moyen de récupération (%)                           | 87                                      | 90                           | 91                       | 90                                 | 85                                 | 80                                 | 90   | 94                                 |
| Usine de traitement (acide/alcalin) :                      |   |                              |                          |                                    |                                    |                                    |  |                                    |
| • Acide/alcalin  | Acide                                   | Acide                        | Acide                    | Acide                              | Acide                              | Acide                              | Acide  | Acide                              |
| • Type (EI/ES)   | EI, ES                                  | EI                           | EI                       | EI                                 | EI                                 | EI                                 | ES, LA   | EI                                 |
| • Tonnage (t minerai/jour) ; pour l'ISL (kilolitres/heure) | 2 700                                   | 2 800                        | 1 900                    | 2 000                              | 2 800                              | 560                                | 1 000  | 500                                |
| • Taux moyen de récupération (%)                           | 98.9                                    | 98.7                         | 98.7                     | 98.7                               | 98.7                               | 98.5                               | 92.5   | 98.5                               |
| Capacité nominale de production (t d'U/an)                 | 1 200                                   | 1 300                        | 1 000                    | 2 000                              | 3 000                              | 1 000                              | 500  | 500                                |
| Projets d'agrandissement                                   | Oui                                     | Non                          | Non                      | Oui                                | Oui                                | Oui                                | Non  | Oui                                |
| Autres remarques   |   |                              |                          |                                    |                                    |                                    |  |                                    |

**Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (suite)**  
(janvier 2009)

|  | Centre n° 9              | Centre n° 10                       | Centre n° 11                       | Centre n° 12               | Centre n° 13               | Centre n° 14                    | Centre n° 15          | Centre n° 16       |
|--|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------|
| Nom du centre de production                    | Karatau LLP              | KenDala.kz JSC                     | Appak LLP                          | Kyzylkoum LLP              | Baiken-U LLP               | Akbastau JV JSC                 | Semizbai-U LLP        | n.d.               |
| Catégorie                                      | Existant (extraction)    | Existant (extraction, exploration) | Existant (extraction, exploration) | Existant (exploration)     | Existant (exploration)     | Existant (exploration)          | Existant (extraction) | Prévu (extraction) |
| Date de mise en service                        | 2006                     | 2005                               | 2005                               | 2005                       | 2006                       | 2006                            | 2006                  | 2010               |
| Source de minerai :                            |                          |                                    |                                    |                            |                            |                                 |                       |                    |
| • Nom du gisement                              | Budenovskoye (site n° 2) | Mynkuduk- (site central)           | Mynkuduk- (site ouest)             | Kharassan nord (site n° 1) | Kharassan nord (site n° 2) | Budenovskoye (sites n° 1, 3, 4) | Semizbai Irkol        | Zhalpak            |
| • Type du gisement                             | Gréseux                  | Gréseux                            | Gréseux                            | Gréseux                    | Gréseux                    | Gréseux                         | Gréseux               | Gréseux            |
| • Réserves (t d'U)                             | 16 929                   | 46 919                             | 24 845                             | 34 352                     | 24 824                     | 25 100                          | 46 251                | 14 525             |
| • Teneur (% d'U)                               | 0.094                    | 0.032                              | 0.032                              | 0.108                      | 0.108                      | 0.094                           | 0.050                 | 0.035              |
| Exploitation minière :                         |                          |                                    |                                    |                            |                            |                                 |                       |                    |
| • Type (MCO/MS/ISL)                            | ISL                      | ISL                                | ISL                                | ISL                        | ISL                        | ISL                             | ISL                   | ISL                |
| • Tonnage (t minerai/jour)                     |                          |                                    |                                    |                            |                            |                                 |                       |                    |
| • Taux moyen de récupération (%)               | 85                       | 90                                 | 90                                 | 90                         | 90                         | 85                              | 87                    | 90                 |
| Usine de traitement (acide/alkalin) :          |                          |                                    |                                    |                            |                            |                                 |                       |                    |
| • Acide/alkalin                                | Acide                    | Acide                              | Acide                              | Acide                      | Acide                      | Acide                           | Acide                 | Acide              |
| • Type (EI/ES)                                 | EI                       | EI                                 | EI                                 | EI                         | EI                         | EI                              | EI                    | EI                 |
| • Tonnage (t minerai/jour) ; pour l'ISL (kl/h) | 500                      | 700                                | 150                                | 150                        | 0                          | 0                               | 600                   | 0                  |
| • Taux moyen de récupération (%)               | 98                       | 98.7                               | 98.9                               | 98.5                       | 98.5                       | n.d.                            | 98.5                  | n.d.               |
| Capacité nominale de production (t d'U/an)     | 1 000                    | 1 000                              | 500                                | 500                        | 0                          | 0                               | 750                   | 0                  |
| Projets d'agrandissement                       | Oui                      | Oui                                | Non                                | Oui                        | Oui                        | Oui                             | Oui                   | Oui                |
| Autres remarques                               |                          |                                    |                                    |                            |                            |                                 |                       |                    |

n.d. Non disponible.

## Sources secondaires d'uranium

### *Production et utilisation de combustibles à mélange d'oxydes*

Le Kazakhstan ne produit pas et n'utilise pas de combustible à mélange d'oxydes (MOX).

### *Production et utilisation de résidus réenrichis*

Le Kazakhstan ne produit pas et n'utilise pas d'uranium obtenu par réenrichissement de résidus d'uranium appauvri.

## ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS

Dans le cadre de sa politique écologique, le Kazakhstan a adopté un certain nombre de mesures mises en œuvre au cours des dernières années en vue d'améliorer la protection de l'environnement et de promouvoir une utilisation rationnelle des ressources naturelles.

Les initiatives de protection de l'environnement des entreprises et sociétés contrôlant des terrains miniers sont menées conformément à la législation et à la réglementation en vigueur. Des dispositions concernant l'impact négatif sur l'environnement ont été mises en place notamment l'obligation de recueillir des données sur les émissions et rejets de polluants.

Durant la période considérée, certaines grandes entreprises ont réussi à réduire leurs émissions et rejets de polluants de façon significative en prenant des initiatives en faveur de l'environnement. Les volumes de déchets de production et de consommation sont également réduits. Quelques 266 600 tonnes de déchets ont été réutilisées et neutralisées par les installations d'exploitation de l'uranium dans le cadre de leurs activités de production et de commercialisation en 2008, soit 2 400 tonnes de plus qu'en 2007. Près de 707 800 tonnes de déchets ont été transférées à des entreprises tierces et évacuées dans des installations de stockage spécialisées ; c'est 5.3 % de plus qu'en 2007.

Des puits de surveillance de la migration des radionucléides dans les eaux souterraines ont été forés dans la zone proche des bassins de décantation sur les sites de l'usine métallurgique d'Ulba et du Combinat minier et chimique de Stepnogorsk. Il n'est fait état d'aucun cas de migration des radionucléides en dehors des bassins de décantation.

Des initiatives en faveur de l'utilisation rationnelle des ressources naturelles ont été prises pour réduire la consommation d'eau en améliorant la récupération et le recyclage pendant la remise en état des terres contaminées.

Un nouvel organisme chargé de réhabiliter les terres auparavant exploitées par ISL a été créé au sein de la Société Minière Kazatomprom LLP, et un programme à long terme « étape par étape » a été développé pour la fermeture des blocs épuisés dans les sites exploités par ISL. La première étape (2007-2010) comprend le réaménagement des blocs épuisés du gisement d'Uvanas, exploité depuis 1978. Ces deux dernières années, 98 blocs du gisement d'Uvanas (soit une superficie totale de 261 ha) ont été remis en état. Au total, on a comblé 2 205 puits, remis en état 6 bassins et enlevé et évacué 11 385 tonnes de terres contaminées.

À la fin de 2009, l'État prendra le contrôle des 261 ha réaménagés, afin d'en faire des pâturages. En 2009, 84 blocs supplémentaires du gisement d'Uvanas, 10 bassins et 1 810 puits seront remis en état.

En 2010, des travaux de réaménagement débuteront au gisement de Kanzhugan, exploité depuis 1982, et en 2012 des opérations similaires seront lancées au gisement de Karamurun, exploité depuis 1985.

De nombreux travaux préliminaires à l'établissement d'un système de gestion de l'environnement et à la certification ISO 14 001 des procédés de production ont été menés dans certaines installations. Jusqu'à présent, 15 entreprises ont passé un audit environnemental qui leur a permis d'obtenir la certification internationale ISO 14 001.

En 2007 et 2008, Uranlikvidrudnik RSE a poursuivi la remise en état des sites d'extraction de l'uranium fermés, ainsi que l'arrêt de l'activité et la fermeture des fosses. Les dépenses du secteur public ont atteint 1 227.082 millions KZT, dont 17.233 millions KZT pour la surveillance du rayonnement dans les installations réaménagées.

### Aspects sociaux et/ou culturels

Les contrats de prospection et d'exploitation minière de l'uranium passés par l'État prévoient des déductions financières pour le développement culturel et social des communautés locales. Tous ceux qui exploitent le sous-sol ont pour obligation de financer la mise en place, le développement et le maintien de projets sociaux régionaux, y compris des établissements de soins pour les employés et les habitants, des écoles, des activités sportives et des loisirs, conformément à la stratégie de JSC NAC Kazatomprom et dans le cadre d'un accord avec les autorités locales. Les contributions de chaque exploitant sont les suivantes :

- 30 000 à 100 000 USD par an (pendant la période d'exploration) ;
- jusqu'à 15 % des dépenses d'exploitation annuelles ou 50 000 à 350 000 USD par an (pendant la période d'exploitation minière) ;

L'organisme Demeu-Kazatomprom LLP a été créé à la fin de 2004. Il est responsable des aspects sociaux et culturels de la production de l'uranium au Kazakhstan.

### Dépenses liées à la protection de l'environnement et aux activités socioculturelles en 2007-2008

|   |   | Millions KZT |
|---|---|--------------|
| 1 | Dépenses de l'industrie liées à la protection de l'environnement                            | 1 364.8      |
| 2 | Dépenses du secteur public pour le réaménagement et la surveillance des gisements exploités | 1 227.1      |
| 3 | Aspects sociaux et/ou culturels   | 5 553.4      |

## BESOINS EN URANIUM

### Besoins en uranium

Le Kazakhstan ne devrait pas avoir besoin d'uranium naturel ou enrichi d'ici à 2015.

Le pays envisage actuellement de construire une centrale nucléaire (réacteur VVER-300). Cette centrale pourrait être implantée dans la région de Mangnistaou, où le surgénérateur rapide BN-350 avait été mis en exploitation en 1973. Ce surgénérateur est aujourd'hui démantelé et son combustible consommé.

### Offre et stratégie d'approvisionnement

La totalité de l'uranium produit au Kazakhstan est exportée pour être vendue sur le marché mondial.

## POLITIQUE, STOCKS ET PRIX LIÉS À L'URANIUM

### Politique nationale relative à l'uranium

Le décret gouvernemental du 23 janvier 2004 a approuvé le Programme de développement de l'industrie de l'uranium dans la République du Kazakhstan entre 2004 et 2015. Ce programme a pour objectifs le développement de l'industrie de l'uranium pour en faire l'un des secteurs de pointe du pays, la diversification des exportations et l'entrée sur les marchés mondiaux des produits de haute technologie, ainsi que l'accroissement du potentiel du pays en matière d'exportation vers les marchés mondiaux.

Étant donné les ressources en uranium existantes, l'objectif stratégique majeur du programme est d'atteindre une capacité de production annuelle de 15 000 t d'U d'ici 2015.

Les initiatives prévues dans le cadre de ce programme visent aussi à renforcer la position du Kazakhstan en tant que principal fabricant de pastilles combustibles à destination des réacteurs des pays de la CEI et à favoriser son accès au marché mondial du combustible nucléaire ; à maintenir et renforcer sa position sur le marché mondial des composés d'uranium et des services de retraitement des matériaux à base d'uranium ; à augmenter sa capacité de production de combustible nucléaire et à s'implanter sur le marché mondial des composés de haute technologie à base d'uranium, produits à partir des matières premières nationales ; et à mettre en œuvre un plan d'action pour la sûreté environnementale des installations du cycle du combustible nucléaire.

NAC Kazatomprom a été désigné comme exploitant national pour toutes les opérations d'importation/exportation de l'uranium et de ses composés, du combustible nucléaire destiné aux centrales, des technologies et équipements spéciaux, et des matériaux associés.

Dans le prolongement de la vision conceptuelle de l'offre mondiale d'énergie définie en 2005, Kazatomprom poursuit sa stratégie de mutation en entreprise transnationale, intégrée verticalement et impliquée dans tous les stades du cycle du combustible nucléaire (hors retraitement du combustible irradié et stockage des déchets nucléaires).

En juin 2008, Kazatomprom et Cameco Corporation ont fondé la co-entreprise Ulba Conversion LLP. L'accord prévoit de confier la production d'uranium converti à l'usine métallurgique d'Ulba à Ust-Kamenogorsk, dans le Kazakhstan oriental. Cette future entreprise devrait pouvoir produire 12 000 tonnes d'UF<sub>6</sub>/an. En 2014, elle devrait entrer en service et produire annuellement 750 tonnes d'UF<sub>6</sub>.

Le 12 octobre 2006, le Kazakhstan et la Fédération de Russie ont convenu de créer le « Centre d'enrichissement de l'uranium », sous forme d'une co-entreprise contrôlée à moitié par Kazatomprom et à moitié par Techsnabexport. Actuellement, une étude de faisabilité est en cours afin de développer une usine d'enrichissement de l'uranium à Angarsk (Russie, oblast d'Irkoutsk), projet coordonné avec le début de la production, planifié pour 2011. On prévoit d'atteindre une capacité de 5 000 000 UTS d'ici à 2013. L'uranium sera enrichi à l'aide de techniques de centrifugation des gaz consommant peu d'énergie et économiquement rationnelles.

En mai 2007, la Fédération de Russie et le Kazakhstan ont fondé le Centre international d'enrichissement de l'uranium (ICUE). Le principal objectif de ce centre est d'offrir la possibilité aux États non dotés d'armes nucléaires d'obtenir de l'uranium enrichi sans avoir à développer à l'échelle nationale des technologies sensibles eu égard au régime de non-prolifération nucléaire. L'uranium enrichi sera utilisé pour fabriquer du combustible nucléaire destiné aux centrales. Le Centre international d'enrichissement de l'uranium doit être établi dans la ville d'Angarsk (oblast d'Irkoutsk, Russie) en s'appuyant sur le Combinat chimique d'électrolyse d'Angarsk, une entreprise unitaire contrôlée par l'État fédéral.

Dans le cadre du programme stratégique de Kazatomprom, l'usine métallurgique d'Ulba devrait se convertir à la production de pastilles combustibles et de combustible nucléaire pour tous les types de réacteurs. À cette fin, Kazatomprom et l'entreprise française AREVA ont signé un accord en juin 2008 pour le développement conjoint du cycle du combustible nucléaire. Conformément à cet accord, AREVA apportera son assistance technique pour développer les activités de production (avec une capacité de 1 200 t d'U/an) d'assemblages de combustibles nucléaires dans l'usine métallurgique d'Ulba, contrôlée par Kazatomprom. La co-entreprise (Kazatomprom – 51 %, AREVA – 49 %) prévoit une ligne de fabrication séparée d'une capacité de 400 t d'U produisant des assemblages pour les centrales de conception française à partir des pastilles de combustibles fournies par Kazatomprom. L'usine doit être construite en 2009-2012, la production devant démarrer en 2013.

Une étude de faisabilité de la construction d'une première centrale nucléaire, comprenant deux tranches de type VVER-300 et située à Aktau (Kazakhstan occidental), sera terminée en 2009. La construction de la première tranche de la centrale d'Aktau est prévue pour 2016. Le démarrage de la seconde tranche devrait avoir lieu l'année suivante en 2017.

À cette fin et dans le cadre du Programme intégré de coopération russo-kazakhe dans le domaine du nucléaire civil, la co-entreprise russo-kazakhe Centrales nucléaires a été créée le 30 octobre 2006 pour assurer la conception, la construction et la promotion sur les marchés internationaux des réacteurs nucléaires de type VVER-300. Cette société par actions (JSC) est contrôlée à parité par Kazatomprom et Atomstroyexport.

## **STOCKS D'URANIUM**

Le Kazakhstan ne conserve pas de stocks d'uranium sous forme d'uranium enrichi et de combustible nucléaire.

**Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national**

| <b>Dépenses en millions KZT</b>   | <b>2006</b>    | <b>2007</b>    | <b>2008</b>    | <b>2009<br/>(prévision)</b> |
|---|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection   | 957            | 1 587          | 5 051          | 7 278                       |
| Dépenses du secteur public pour la prospection  | 0              | 0              | 0              | 0                           |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                                | 80             | 2 538          | 4 351          | 8 345                       |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                               | 0              | 0              | 0              | 0                           |
| <b>Total des dépenses</b>   | <b>1 037</b>   | <b>4 125</b>   | <b>9 402</b>   | <b>15 623</b>               |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                        | 174 802        | 339 621        | 716 766        | 884 066                     |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                          | 382            | 666            | 1 368          | 1 700                       |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                       | 0              | 0              | 0              | 0                           |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                         | 0              | 0              | 0              | 0                           |
| Forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation (mètres)   | 48 827         | 175 162        | 137 096        | 197 105                     |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation  | 225            | 370            | 325            | 400                         |
| Forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation (mètres)  | 0              | 0              | 0              | 0                           |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation | 0              | 0              | 0              | 0                           |
| <b>Sous-total des sondages de prospection (mètres)</b>                                | <b>174 802</b> | <b>339 621</b> | <b>716 766</b> | <b>884 066</b>              |
| <b>Sous-total du nombre de sondages de prospection</b>                                | <b>382</b>     | <b>666</b>     | <b>1 368</b>   | <b>1 700</b>                |
| <b>Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)</b>         | <b>48 827</b>  | <b>175 162</b> | <b>137 096</b> | <b>197 105</b>              |
| <b>Sous-total du nombre de forages pratiqués pour la mise en exploitation</b>         | <b>225</b>     | <b>370</b>     | <b>325</b>     | <b>400</b>                  |
| <b>Total des forages en mètres</b>  | <b>223 629</b> | <b>514 783</b> | <b>853 862</b> | <b>1 081 171</b>            |
| <b>Nombre total de trous forés</b>  | <b>607</b>     | <b>1 036</b>   | <b>1 693</b>   | <b>2 100</b>                |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production\*** (tonnes d'U)

| Méthode de production      | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                   | 0                   | 17 030               | 110 987              | 83                             |
| Mine à ciel ouvert         | 0                   | 0                   | 47 237               | 47 237               | 91                             |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 16 360              | 262 859             | 313 581              | 313 581              | 89                             |
| Coproduit et sous-produit  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Méthode non spécifiée      | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                      | 16 360              | 262 859             | 377 848              | 471 805              | 87.8                           |

\* Ressources *in situ* avec les taux de récupération fournis.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement\*** (tonnes d'U)

| Méthode de traitement  | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Classique              | 16 360              | 262 859             | 377 848              | 471 805              | 87.8                           |
| Lixiviation en place** | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | n.d.                 |                                |
| Lixiviation en tas***  | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | n.d.                 |                                |
| Total                  | 16 360              | 262 859             | 377 848              | 471 805              | 87.8                           |

\* Ressources *in situ* avec les taux de récupération fournis.

\*\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\*\* Sous-ensemble des extractions à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement\*** (tonnes d'U)

| Type du gisement                  | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances            | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Lié à des grès                    | 16 360              | 262 859             | 326 931              | 326 931              |
| Complexes bréchiqes à hématite    | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Filonien                          | 0                   | 0                   | 21 733               | 97 681               |
| Intrusif                          | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Métasomatique                     | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Autres**                          | 0                   | 0                   | 29 184               | 47 193               |
| Total                             | 16 360              | 262 859             | 377 848              | 471 805              |

\* Ressources *in situ* avec les taux de récupération fournis.

\*\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

### Ressources classiques présumées par méthode de production\* (tonnes d'U)

| Méthode de production      | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                   | 0                   | 12 777               | 135 956              | 83                             |
| Mine à ciel ouvert         | 0                   | 0                   | 18 471               | 18 471               | 91                             |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 33 519              | 271 365             | 323 824              | 323 824              | 89                             |
| Coproduit et sous-produit  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Méthode non spécifiée      | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| <b>Total</b>               | <b>33 519</b>       | <b>271 365</b>      | <b>355 072</b>       | <b>478 251</b>       | <b>87.4</b>                    |

\* Ressources *in situ* avec les taux de récupération fournis.

### Ressources classiques présumées par méthode de traitement\* (tonnes d'U)

| Méthode de traitement  | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Classique              | 33 519              | 271 365             | 355 072              | 478 251              | 87.4                           |
| Lixiviation en place** | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | n.d.                 |                                |
| Lixiviation en tas***  | n.d.                | n.d.                | n.d.                 | n.d.                 |                                |
| <b>Total</b>           | <b>33 519</b>       | <b>271 365</b>      | <b>355 072</b>       | <b>478 251</b>       | <b>87.4</b>                    |

\* Ressources *in situ* avec les taux de récupération fournis.

\*\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\*\* Sous-ensemble des extractions à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

### Ressources classiques présumées par type de gisement\* (tonnes d'U)

| Type du gisement                     | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances               | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Lié à des grès                       | 33 519              | 271 365             | 336 415              | 336 415              |
| Complexes bréchiqes à<br>hématite    | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Conglomérats à galets de<br>quartz   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Filonien                             | 0                   |                     | 18 657               | 139 552              |
| Intrusif                             | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Volcanique et lié à des<br>caldeiras | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Métasomatique                        | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Autres**                             | 0                   | 0                   | 0                    | 2 284                |
| <b>Total</b>                         | <b>33 519</b>       | <b>271 365</b>      | <b>355 072</b>       | <b>478 251</b>       |

\* Ressources *in situ* avec les taux de récupération fournis.

\*\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques pronostiquées (tonnes d'U)**

| <b>Tranches de coût</b> |                  |                  |
|-------------------------|------------------|------------------|
| < 80 USD/kg d'U         | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U |
| 321 600                 | 498 500          | 500 000          |

**Ressources classiques spéculatives (tonnes d'U)**

| <b>Tranches de coût</b> |                  |              |
|-------------------------|------------------|--------------|
| < 80 USD/kg d'U         | < 130 USD/kg d'U | Indéterminée |
| 270 500                 | 300 000          | n.d.         |

**Production d'uranium par méthode de production (tonnes d'U sous forme de concentrés)**

| <b>Méthode de production</b> | <b>Total jusqu'à la fin de 2005</b> | <b>2006</b>  | <b>2007</b>  | <b>2008</b>  | <b>Total jusqu'à la fin de 2008</b> | <b>2009 (prévision)</b> |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Mine à ciel ouvert*          | 21 618                              | 0            | 0            | 0            | 21 618                              | 0                       |
| Mine souterraine*            | 39 875                              | 410          | 420          | 475          | 41 180                              | 405                     |
| Lixiviation <i>in situ</i>   | 44 981                              | 4 871        | 6 213        | 8 037        | 64 102                              | 11 533                  |
| Coproduit/sous-produit       | 0                                   | 0            | 0            | 0            | 0                                   | 0                       |
| <b>Total</b>                 | <b>106 474</b>                      | <b>5 281</b> | <b>6 633</b> | <b>8 512</b> | <b>126 900</b>                      | <b>11 938</b>           |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

**Production d'uranium par méthode de traitement (tonnes d'U sous forme de concentrés)**

| <b>Méthode de traitement</b>       | <b>Total jusqu'à la fin de 2005</b> | <b>2006</b>  | <b>2007</b>  | <b>2008</b>  | <b>Total jusqu'à la fin de 2008</b> | <b>2009 (prévision)</b> |
|------------------------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Classique                          | 106 474                             | 5 281        | 6 633        | 8 512        | 126 900                             | 11 938                  |
| Lixiviation en place*              | 0                                   | 0            | 0            | 0            | 0                                   | 0                       |
| Lixiviation en tas**               | 85                                  | 96           | 69           | 54           | 304                                 | 26                      |
| U récupéré à partir des phosphates | 0                                   | 0            | 0            | 0            | 0                                   | 0                       |
| Autres méthodes***                 | 0                                   | 0            | 0            | 0            | 0                                   | 0                       |
| <b>Total</b>                       | <b>106 474</b>                      | <b>5 281</b> | <b>6 633</b> | <b>8 512</b> | <b>126 900</b>                      | <b>11 938</b>           |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble des extractions à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

\*\*\* Prenant en compte le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

### Production d'uranium par type de gisement (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Type du gisement                  | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006         | 2007         | 2008         | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|-----------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------|------------------|
| Lié à des discordances            | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                |
| Lié à des grès                    | 44 981                       | 4 871        | 6 213        | 8 037        | 64 102                       | 11 533           |
| Complexes bréchiques à hématite   | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                |
| Filonien                          | 39 875                       | 410          | 420          | 475          | 41 180                       | 405              |
| Intrusif                          | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                |
| Métasomatique                     | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                |
| Autres                            | 21 618                       | 0            | 0            | 0            | 21 618                       | 0                |
| <b>Total</b>                      | <b>106 474</b>               | <b>5 281</b> | <b>6 633</b> | <b>8 512</b> | <b>126 900</b>               | <b>11 938</b>    |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

### Structure du capital dans l'industrie de l'uranium en 2008

| Kazakhstan     |      |               |     | Étranger       |     |               |      | Total   |     |
|----------------|------|---------------|-----|----------------|-----|---------------|------|---------|-----|
| Secteur public |      | Secteur privé |     | Secteur public |     | Secteur privé |      |         |     |
| [t d'U]        | [%]  | [t d'U]       | [%] | [t d'U]        | [%] | [t d'U]       | [%]  | [t d'U] | [%] |
| 5 135          | 60.3 | 0             | 0   | 451            | 5.3 | 2 926         | 34.4 | 8 512   | 100 |

### Effectifs de l'industrie de l'uranium dans les centres de production existants (années-personnes)

|  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009 (prévision) |
|--|-------|-------|-------|------------------|
| Effectif total associé aux centres de production       | 6 941 | 7 845 | 7 940 | 9 448            |
| Effectif directement affecté à la production d'uranium | 4 460 | 4 706 | 6 598 | 7 643            |

### Capacité théorique de production à court terme (tonnes d'U/an)

| 2010   |        |        |        | 2015   |        |        |        | 2020   |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| A-I    | B-I    | A-II   | B-II   | A-I    | B-I    | A-II   | B-II   | A-I    | B-I    | A-II   | B-II   |
| 13 000 | 13 000 | 18 000 | 18 000 | 19 000 | 19 000 | 28 000 | 28 000 | 15 000 | 15 000 | 24 000 | 24 000 |

| 2025   |        |        |        | 2030   |        |        |        | 2035  |       |       |       |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| A-I    | B-I    | A-II   | B-II   | A-I    | B-I    | A-II   | B-II   | A-I   | B-I   | A-II  | B-II  |
| 12 000 | 12 000 | 14 000 | 14 000 | 10 000 | 10 000 | 12 000 | 12 000 | 4 000 | 4 000 | 5 000 | 6 000 |

### Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe nets)

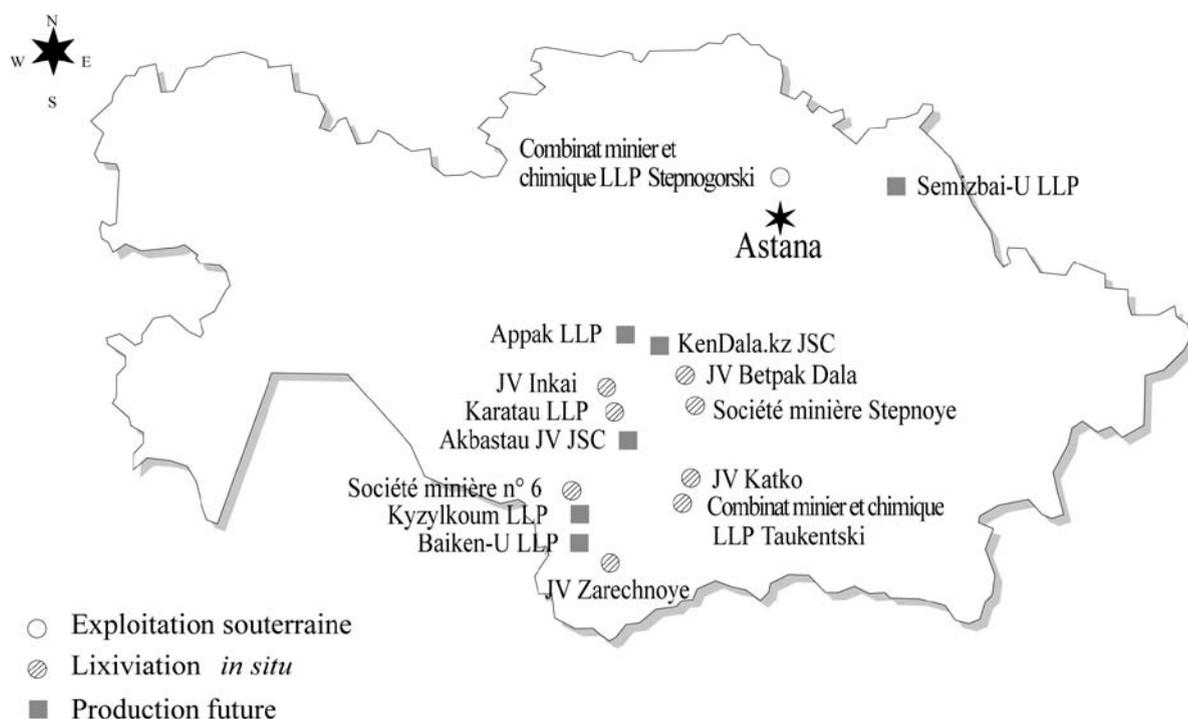
| 2008 | 2009 | 2010            |                 | 2015            |                 |
|------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|      |      | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
|      |      |                 |                 |                 | 600             |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| n.d.            |

### Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris) (tonnes d'U)

| 2008 | 2009 | 2010            |                 | 2015            |                 |
|------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|      |      | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 0    | 0    | 0               | 0               | 0               | 60              |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| n.d.            |



## • Malawi\* •

### Mine d'uranium de Kayelekera

Le site de Kayelekera est situé dans le district de Karonga (nord du Malawi) à près de 600 km de route de la capitale, Lilongwe. L'entreprise Paladin Energy Ltd. y a démarré la production en 2009. Le 17 août 2009, les premières quantités produites ont été expédiées à Walvis Bay, en Namibie, *via* la Zambie. La production d'uranium par exploitation à ciel ouvert devrait atteindre 1 270 tonnes par an en 2010, et se poursuivre pendant neuf ans.

### Historique des travaux de prospection et de mise en exploitation

La minéralisation renfermée dans les grès de Kayelekera a été découverte par la société britannique Central Electricity Generating Board (CEGB) au début des années 80. Les importants travaux de forage réalisés entre 1982 et 1988 ont alors permis d'effectuer une première estimation des ressources présumées à 9 800 t d'U pour une teneur moyenne de 0.13 % d'U. De 1989 à 1992, des études géotechniques, métallurgiques, hydrologiques et environnementales ont été entreprises, ainsi qu'une étude de faisabilité destinée à évaluer la viabilité d'une mine à ciel ouvert classique. Ces études, d'un coût total de 9 millions USD, se sont achevées en 1991. Compte tenu du modèle d'extraction choisi et des faibles prix de l'uranium à ce moment-là, le projet a été jugé non rentable par CEGB. Il a donc été abandonné en 1992.

En 1998, Paladin Resources Ltd. a acquis des parts du projet de Kayelekera en s'associant, sous forme de co-entreprise, à Balmain Resources Ltd. qui détenait alors les droits de prospection dans la zone concernée. Des évaluations financières et techniques ont indiqué que l'issue du projet pouvait être positive. En 2004, des sondages supplémentaires ont été réalisés pour augmenter le niveau de confiance des estimations des ressources et l'étude de préfaisabilité a été actualisée. Les forages et les échantillonnages en masse en vue d'essais métallurgiques ont été achevés en 2005. Une étude de faisabilité bancaire a alors été menée.

Cette étude et l'évaluation de l'impact sur l'environnement ont été finalisées au début de 2007 et le permis d'exploitation minière a été délivré en avril 2007. La construction de la mine a débuté en 2007 avec un budget de 200 millions USD. De lourds investissements ont par ailleurs été nécessaires pour améliorer les routes locales. Jusqu'à 2 000 personnes environ ont été employées dans le cadre de ce projet de construction, dont plus de 75 % de main d'œuvre locale. L'extraction à ciel ouvert a commencé en juin 2008 et le centre de production est entré en service en janvier 2009.

En 2008, Paladin Energy a mis en œuvre un programme de forages intercalaires et de forages d'extension des ressources sur le site de Kayelekera : 132 trous ont ainsi été forés, soit 9 955 mètres de sondages.

---

\* Rapport préparé par le Secrétariat à partir d'informations extraites du document *Environmental Impact Study* (Knight Piesold, 2007) et du site Internet de Paladin Energy ([www.paladinenergy.com.au/index.aspx](http://www.paladinenergy.com.au/index.aspx)).

La société publique australienne cotée Paladin Resources Ltd. détient 85 % des parts de la mine de Kayelekera tandis que les 15 % restants sont contrôlés par la République du Malawi.

## Géologie

Le gisement uranifère de Kayelekera est renfermé dans des grès, à proximité de la pointe nord du bassin du nord Rukuru. Ce bassin contient une épaisse (au moins 1 500 m) couche de grès de Karoo datant du Permien, renfermée dans un demi-graben relativement parallèle, à environ 35 km à l'ouest, du lac Malawi associé au grand rift est-africain.

La minéralisation de Kayelekera se trouve dans les 150 m supérieurs de la série de Muswanga, lui-même partie supérieure de la formation de Karoo. La série de Muswanga est composée d'un total de huit bancs d'arkose distincts, entre lesquels s'intercalent des couches de « mudstone » silteux selon un rapport d'environ 1 pour 1. Une telle succession est caractéristique d'une sédimentation cyclique dans un large bassin superficiel, s'affaissant par intermittence.

Les bancs d'arkose contiennent la majeure partie de la minéralisation d'uranium. Ils ont une épaisseur moyenne de 8 m, sont en général à grains grossiers et peu triés et contiennent un pourcentage important de cristaux de feldspath rose non altérés. La couche basale de ces arkoses est le plus souvent un conglomérat à galets de quartz-feldspath.

Le principal minéral d'uranium identifié est la coffinite, présente aux côtés de petites quantités d'uraninite. L'altération climatique du minerai primaire à proximité de la surface a produit une zone de minerai oxydé caractérisée par des minéraux d'uranium secondaires jaunes et verts (méta-autunite et boltwoodite). Dans son ensemble, le minerai est composé d'environ 40 % d'arkose sous forme réduite, 30 % d'arkose sous forme oxydée, 10 % d'arkose sous les deux formes et 20 % de *mudstone*.

Les études réalisées par le passé indiquent que les seules ressources en uranium et en charbon récupérables de façon rentable se trouvent dans la région de Kayelekera. On trouve du charbon dans deux gisements de cette zone : celui de Nkhachira (850 000 tonnes, exploitables à ciel ouvert ou en souterrain) et celui de Kayelekera lui-même. Le charbon du gisement de Kayelekera est associé à la minéralisation d'uranium et ne se prête donc pas à une extraction commerciale. De plus, il est de très mauvaise qualité.

### Ressources (tonnes d'U)

| Mesurées | Indiquées | Présumées |
|----------|-----------|-----------|
| 3 512*   | 11 546*   | 18 010*   |

\* En choisissant une teneur de coupure de 255 ppm d'U, conformément au code JORC et à la norme NI 43-101 de novembre 2008.

### Ressources (tonnes d'U)

| Prouvées | Probables |
|----------|-----------|
| 3 343*   | 7 922*    |

\* En choisissant une teneur de coupure de 340 ppm d'U, conformément au code JORC et à la norme NI 43-101 de novembre 2008.

Les ressources ci-dessus sont associées à des arkoses et des *mudstones*.

## Description du projet

Le gisement d'uranium de Kayelekera est exploité à ciel ouvert. L'exploitation doit durer neuf ans environ, avec une production annuelle de 1 270 t d'U. La capacité nominale devrait être portée à son maximum en décembre 2009. Les dimensions finales de la fosse à ciel ouvert devraient atteindre quelque 300 m de large pour 600 m de long et 130 m de profondeur. Le taux de recouvrement (rapport entre quantités de stériles et de minerai) devrait être de 2.4 pour 1 en moyenne.

La méthode appliquée pour récupérer l'uranium sera l'extraction par solvant, le lixiviant étant l'acide sulfurique et l'oxydant étant un mélange d'air et de dioxyde de soufre. Le taux de récupération de l'opération de traitement devrait être de 90 %. La production totale d'uranium devrait atteindre environ 11 500 t d'U. Le traitement des ressources marginales devrait permettre de prolonger la durée de vie de la mine de 3 à 4 ans.

### Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production\* (tonnes d'U)

| Méthode de production      | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Mine à ciel ouvert         | 0                   | 9 000               | 15 058               | 15 058               | 90                             |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Coproduit et sous-produit  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Méthode non spécifiée      | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                      | 0                   | 9 000               | 15 058               | 15 058               | 90                             |

\* Ressources *in situ*.

### Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement (tonnes d'U)

| Méthode de traitement | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Classique             | 0                   | 9 000               | 15 058               | 15 058               | 90                             |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                 | 0                   | 9 000               | 15 058               | 15 058               | 90                             |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble des extractions à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

### Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement (tonnes d'U)

| Type du gisement                  | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances            | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Lié à des grès                    | 0                   | 9 000               | 15 058               | 15 058               |
| Complexes bréchiqes à hématite    | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Filonien                          | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Intrusif                          | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Métasomatique                     | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Autres*                           | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Total                             | 0                   | 9 000               | 15 058               | 15 058               |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

### Ressources classiques présumées par méthode de production\* (tonnes d'U)

| Méthode de production        | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine             | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Mine à ciel ouvert           | 0                   | 0                   | 1 825                | 1 825                |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i>   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Coproduit<br>et sous-produit | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Méthode non spécifiée        | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                        | 0                   | 0                   | 1 825                | 1 825                |                                |

\* Ressources *in situ*.

### Ressources classiques présumées par méthode de traitement (tonnes d'U)

| Méthode de traitement | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Classique             | 0                   | 0                   | 1 825                | 1 825                |                                |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                 | 0                   | 0                   | 1 825                | 1 825                |                                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble des extractions à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

**Ressources classiques présumées par type de gisement (tonnes d'U)**

| <b>Type du gisement</b>           | <b>&lt; 40 USD/kg d'U</b> | <b>&lt; 80 USD/kg d'U</b> | <b>&lt; 130 USD/kg d'U</b> | <b>&lt; 260 USD/kg d'U</b> |
|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Lié à des discordances            | 0                         | 0                         | 0                          | 0                          |
| Lié à des grès                    | 0                         | 0                         | 0                          | 1 825                      |
| Complexes bréchiques à hématite   | 0                         | 0                         | 0                          | 0                          |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0                         | 0                         | 0                          | 0                          |
| Filonien                          | 0                         | 0                         | 0                          | 0                          |
| Intrusif                          | 0                         | 0                         | 0                          | 0                          |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0                         | 0                         | 0                          | 0                          |
| Métasomatique                     | 0                         | 0                         | 0                          | 0                          |
| Autres*                           | 0                         | 0                         | 0                          | 0                          |
| <b>Total</b>                      | <b>0</b>                  | <b>0</b>                  | <b>0</b>                   | <b>1 825</b>               |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

## • Mongolie •

### PROSPECTION DE L'URANIUM ET DÉVELOPPEMENT MINIER

#### Historique

La Mongolie prospecte de l'uranium depuis longtemps, depuis les premières initiatives conjointes de la Russie et de la Mongolie en 1957. Des résultats positifs ont alors été obtenus dans la zone de « Saddle Hills » au nord-est du pays (dans les régions de Dornod et Gurvanbulag) qui contient de l'uranium contenu dans des sédiments volcanogéniques. Le risque politique lié à un investissement en Mongolie a toutefois été jugé relativement élevé.

L'édition 1997 du Livre rouge développe davantage l'historique de l'exploitation de l'uranium en Mongolie et propose une description succincte des provinces uranifères du pays.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

En raison de la situation économique et sociale, la prospection de l'uranium et les activités associées ont diminué de manière drastique de 1996 à 2005. Depuis 2005, la hausse des prix de l'uranium a fortement relancé l'exploration de l'uranium en Mongolie, principalement avec des financements étrangers. Aujourd'hui, ce sont plus de 20 entreprises à capital étranger qui sont officiellement autorisées à prospecter dans le pays, ce qu'elles font de manière intensive.

La plupart de ces activités sont concentrées dans les bassins récents (du Mésozoïque-Cénozoïque) à l'est de la Mongolie centrale. Un certain nombre de gisements uranifères y ont été découverts par la co-entreprise américano-russo-mongole « Gurvansaikhan », récemment passée sous le contrôle de Denison Mines. Ces gisements sont contenus dans des grès ou des sédiments et exploitables par ISL. Certains gisements, comme Kharaat et Khaikhan, ont déjà été bien explorés et les rapports finals ont été soumis au Comité professionnel des ressources minérales du ministère de l'Énergie et des Ressources minérales de Mongolie en vue d'un enregistrement officiel des estimations des ressources et réserves de minerai. C'est la première fois qu'un investisseur, quel qu'il soit, soumet ce genre de rapport. Les réserves d'uranium estimées et enregistrées s'élèvent à 7 300 t d'U à Kharaat et 8 400 t d'U à Khaikhan. Ces gisements sont soumis à d'ultimes essais d'ISL et préparés en vue d'une prospection détaillée.

AREVA Mongol LLC, entreprise contrôlée par l'État français, mène actuellement un programme intensif de prospection dans la région sud-est de la Mongolie, où elle pratique des forages et analyses d'échantillons. Coge-Gobi LLC, filiale franco-mongole d'AREVA, a déjà bien progressé dans l'exploration d'une vaste zone au sud et au sud-est du pays au cours des 11 dernières années, en signant notamment un mémorandum d'accord avec les autorités mongoles afin de poursuivre la coopération en matière de technologie et d'équipement miniers. Ses efforts de prospection et de reconnaissance à grande échelle ont permis la découverte de la zone de Dulaan uul (sud-est de la Mongolie), dans laquelle des forages précis sont en cours.

Western Prospector Mongolia et Emeelt Mines (filiales du groupe Western Prospector) ont mené un programme d'exploration intensif dans les gisements de Gurvanbulag centre, Mardaigol et Nemer afin de découvrir les prolongements de ces gisements connus mais non délimités, et d'évaluer le potentiel uranifère de la région de Saddle Hills. First Development, filiale indirecte entièrement contrôlée par CNNC International Limited (CNNC Intl.), une entreprise publique cotée à la bourse de Hong Kong, détient 69 % des actions en circulation du groupe Western Prospector.

Cameco Mongol LLC, entreprise constituée en Mongolie et filiale du luxembourgeois Cameco SA, a commencé ses activités d'exploration au second semestre de 2006, en ciblant principalement les minéralisations renfermées dans des sédiments volcanogéniques datant du Mésozoïque ou d'âge inférieur dans l'est de la Mongolie.

East Asia Minerals Corporation est une entreprise de prospection minière canadienne basée en Asie. Elle détient 12 zones uranifères, dont les projets avancés de Ingiin-Nars, Ulaan Nuur et Enger. Parmi les sites les plus importants découverts récemment, deux sont situés dans le bassin (« Vallée des lacs ») du sud-ouest du pays, qui présente un haut potentiel. Les trois projets les plus développés portent sur le bassin d'effondrement intercontinental du « bassin de Gobi est » (sud-est de la Mongolie), les autres zones d'intérêt étant situées dans le bassin de Choibalsan (nord-est du pays) et la structure volcano-tectonique de Shivee et Ugtam (centre et est du pays).

SRM LLC (Solomon Resources Mongolia), filiale au capital entièrement mongol, a été fondée en janvier 2006 et s'est dès lors concentrée sur la prospection de l'uranium en Mongolie, activités dans lesquelles elle a investi 4 millions USD. Solomon était titulaire de droits miniers sur onze zones, où elle a achevé les toutes premières phases des travaux d'analyse géophysique et géologique. Ces trois dernières années, les sondages de prospection ont ainsi totalisé 7 043 mètres, et des levés de spectrométrie gamma ont été réalisés par camion sur près de 10 000 km linéaires. SRM a suspendu ses activités d'exploration mais souhaite reprendre la prospection de base à la recherche de gisements d'uranium de type gréseux.

La principale zone à potentiel est la mine à ciel ouvert de Dornod dans l'extrême nord-est du pays. Deux gisements distincts ont été exploités par Priargunsky Mining & Chemical Enterprise (Société chimique et minière de Priargounsk) de 1988 à 1995. Le minerai extrait était acheminé en train sur 500 km jusqu'à Krasnokamensk (Sibérie) où il était traité par cette société. Environ 627 t d'U ont ainsi été produites.

Aujourd'hui, c'est l'entreprise canadienne Khan Resources Inc. (KRI) qui détient 69 % des parts du projet de Dornod, essentiellement à travers sa filiale Central Asian Uranium Co. Ltd (CAUC) qu'elle contrôle à 58 %. La société russe Société chimique et minière de Priargounsk (filiale de Rosatom) et l'État mongol détiennent chacun 21 % de CAUC, l'unique entreprise du pays actuellement titulaire d'une autorisation d'exploitation de l'uranium. Une étude de faisabilité bancaire a confirmé la viabilité du projet, avec des coûts d'investissement estimés à 333 millions USD pour un éventuel démarrage de la production en 2012. Une étude de faisabilité définitive publiée en mars 2009 conclut que le projet est viable, avec des ressources indiquées estimées à 24 780 t d'U (conformément à la norme NI 43-101), dont 20 340 tonnes de réserves probables. On envisage une production annuelle de 1 150 t d'U sur 15 ans. En juillet 2009, l'Autorité publique en charge des ressources minérales et du pétrole (Mineral Resources and Petroleum Authority of Mongolia – MRPAM) a suspendu pour trois mois l'autorisation d'exploitation de CAUC en raison de violations présumées de la législation mongole.

Au début de 2008, la MRPAM a octroyé à Khan une autorisation de prospection de 3 ans portant sur une partie du corps minéralisé de Dornod. Khan a fait une demande de conversion de cette autorisation de prospection en permis d'exploitation de la zone contiguë à celle exploitée par CAUC. Khan contrôle aussi 100 % d'une autorisation de prospection portant sur une « zone de Dornod supplémentaire » adjacente. Selon des informations communiquées en mars 2009, Khan détenait 58 % du gisement n° 2, les deux tiers du gisement n° 7 (éventuellement par l'intermédiaire de CAUC) et 100 % du derniers tiers du gisement n° 7. L'entreprise contrôlait alors 69 % des ressources d'uranium totales. Khan cherche à négocier dès que possible un accord d'investissement avec les pouvoirs publics, les travaux techniques pouvant ensuite nécessiter trois années de préparation.

Pendant la période soviétique, la mine de Gurvanbulag a fait l'objet d'une importante exploitation souterraine, à une profondeur de 560 m. Depuis 2004, le site est la propriété du groupe canadien Western Prospector Ltd. qui y concentre ses efforts dans le cadre du projet de Saddle Hills. Selon une estimation récente conforme à la norme NI 43-101 et en partie fondée sur les activités de prospection menées par la Russie jusqu'en 1989, les ressources présumées totalisent 9 000 t d'U. Western Prospector et sa filiale mongole Emeelt Mines ont réalisé une étude de faisabilité définitive qui démontre que le projet est à peine rentable, en considérant que les réserves se montent à 6 900 t d'U avec une teneur moyenne de 0.137 % d'U. En recourant au tri radiométrique, la teneur du minerai de base serait portée à 0.152 % d'U et la mine pourrait produire 700 t d'U/an pendant 9 ans. Le coût de mise en exploitation de la mine serait d'environ 280 millions USD. La mine de Gurvanbulag est située à près de 30 km à l'ouest de Dornod et à seulement 100 km de la frontière chinoise.

Vers le milieu de l'année 2008, KRI a fait une offre d'acquisition du groupe Western Prospector afin de « renforcer sa position dans le district de Saddle Hills ». Tinpo Holdings a ensuite surenchéri, avant de retirer son offre en raison de l'instabilité politique. En mars 2009, Western Prospector a accepté de passer sous le contrôle de l'entreprise chinoise CNNC International pour 25 millions USD. CNNC International est une filiale contrôlée à 74 % par CNNC Overseas Uranium Holding Ltd., et à travers elle par SinoU. En juin 2009, CNNC avait ainsi acquis 69 % des actions. En juillet 2009, la MRPAM a suspendu pour trois mois tous les permis de prospection de l'uranium de l'entreprise en raison de violations présumées de la législation mongole.

Il existe un autre gisement dans cette zone, proche de Dornod, sur le site de Mardai. Il pourrait être contrôlé par Khan Resources. Erdes Mining Enterprise, une co-entreprise russo-mongole, a démarré l'extraction à ciel ouvert sur le site de Mardai en 1988. Le minerai était acheminé par rail jusqu'à Krasnokamensk (Sibérie) pour être traité dans l'usine de Priargounsk jusqu'en 1993. La production totale semble avoir atteint 600 t d'U environ. La ville accueillait alors 10 000 employés russes de la mine. On dénombre trois gisements distincts renfermant un total de 60 000 t d'U, d'après les autorités.

L'entreprise canadienne Denison Mines détient 70 % des parts de la co-entreprise Gurvan Saihan Joint Venture (GSJV) avec l'État mongol et un partenaire russe. Elle est également titulaire de concessions à travers la société associée mongole International Uranium Mongolia XXK (IUM). GSJV a mis l'accent sur la définition des ressources exploitables par ISL et détient des participations dans plusieurs sites de la Mongolie. En 2007, une estimation des ressources conformes à la norme NI 43-101 a été publiée pour certains de ces sites. Les ressources présumées et indiquées s'élèvent à 4 400 t d'U pour Hairhan, et 2 400 t d'U pour Haraat.

En 2007, Century City a conclu un accord avec China Nuclear Energy Industry Corp. (CNEIC), filiale de CNNC, pour prospecter et mettre en valeur les ressources d'uranium dans ses concessions de Mongolie orientale.

Red Hill Energy et Mega Uranium sont titulaires de plusieurs permis de prospection, notamment dans les gisements d'Emeelt, Khashaat et Bagamurat à 350 km au sud-est d'Oulan-Bator, et Jargalan, à 500 km à l'ouest de la capitale.

En avril 2008, la Russie et la Mongolie ont signé un accord de coopération à haut niveau en vue d'identifier et de mettre en exploitation les ressources en uranium de Mongolie. La Russie cherche ainsi à restaurer et renforcer son influence sur le secteur de l'uranium en Mongolie. Par ailleurs, la Russie évalue la faisabilité de construire des centrales nucléaires en Mongolie.

En décembre 2008, la société commerciale japonaise Marubeni a fait l'acquisition des droits pour effectuer des études de faisabilité sur trois gisements d'uranium : Dornod et Gurvanbulag, mis en exploitation par KRI et Western Prospector, et le gisement de Mardai. Marubeni entend investir 430 millions USD dans cette activité et a signé une lettre d'intention avec Khan. Ces dernières années, la législation de la Mongolie, pays dépendant du secteur minier, semble devenir de plus en plus protectionniste. Ainsi, selon le président mongol, « le pays vise à statuer d'ici mi-2009 quant aux règles de contrôle des gisements stratégiques par l'État ». Khan Resources a réagi en déclarant : « Nous sommes ravis de l'intérêt que porte Marubeni à notre site de Dornod et persuadés que l'arrivée d'investisseurs japonais aura une influence positive sur le climat d'investissement dans le secteur minier en Mongolie. Marubeni travaillera assurément en ce sens. »

## **RESSOURCES EN URANIUM**

Les ressources en uranium mongoles sont situées dans six gisements : Dornod, Gurvanbulag, Mardain-gol, Nemer, Haraat, Hairhan et Ulaan Nuur. Parmi ces ressources, celles qui sont récupérables dans les catégories RRA et ressources présumées s'élèvent à 49 300 t d'U. Les RRA se montent à 37 500 t d'U récupérables à des coûts inférieurs à 260 USD/kg d'U. Ces quantités sont en majorité exploitables selon des méthodes classiques en souterrain. Les ressources présumées sont égales à 11 800 t d'U récupérables à des coûts inférieurs à 260 USD/kg d'U. Elles peuvent être extraites par des méthodes classiques ou par ISL. Les ressources pronostiquées et spéculatives sont estimées à hauteur de 1.4 million de tonnes d'U.

Le gisement de Dornod se situe dans la structure volcano-tectonique de Dornod, qui contient des sédiments et des coulées volcaniques datant du Mésozoïque. La minéralisation uranifère s'étend sur une superficie de 20 km<sup>2</sup> et se concentre dans treize corps minéralisés, lentilles ou stockwerks. Elle est constituée de pechblende, coffinite et brannerite, ainsi que de leucoxène renfermant de l'uranium. La teneur moyenne du minerai approche les 0.11 % d'U.

Le gisement de Gurvanbulaag est également associé à la structure volcano-tectonique de Dornod. Dans cette zone, la structure contient deux types de roches : la série inférieure, d'une épaisseur de 300 à 400 m, est constituée de coulées volcaniques dont la composition varie entre des rhyolites et des basaltes andésitiques, avec des interstrates de sédiments tufacés ; la série supérieure est épaisse de 300 à 800 m et contient des roches volcaniques effusives acides et leurs équivalents tufacés. La minéralisation d'uranium est composée de coffinite, de pechblende et d'uranophane, et dépend de la lithologie des roches réceptrices (de préférence des cendres tufacées) et des structures favorables. Elle s'étend sur une profondeur variant de 15-40 m à 720 m. Le minerai qui présente la teneur la plus élevée est concentré dans une zone de failles à faible inclinaison située à l'interface des séries inférieures et supérieures. Des corps minéralisés stratoïdes sont disséminés sur 3 km<sup>2</sup>. L'emplacement de ces minéralisations semble également dépendre des caractéristiques tectoniques. On a découvert un total de 17 corps minéralisés de différentes tailles. Le minerai présentant la meilleure teneur, soit 0.17 % d'U en moyenne, s'étend sur près de 1 500 m<sup>2</sup> avec une épaisseur moyenne de 3.5 m.

Les gisements de Mardain-gol et Nemer sont aussi liés à la structure de Dornod. Sur le plan géologique, ils sont similaires aux gisements de Dornod et Gurvanbulag. Les gisements gréseux de Haraat et Hairhan sont situés dans la portion supérieure des sédiments datant du Crétacé inférieur localisés dans le bassin de Choir. Ils reposent sur des schistes cristallins du Protérozoïque, des gneiss et des marbres pénétrés par des intrusions de roches granitiques datant du Paléozoïque. Le minerai apparaît dans des couches alternées de grès et d'argiles, avec des interstrates ligniteuses. Du point de vue géochimique, ces roches se trouvaient à l'origine à l'état réduit, mais la partie supérieure est à présent oxydée sur 25 à 30 m : c'est là que se trouvent les minéralisations. Les minerais les plus courants sont l'autunite, la torbernite et la schroëckerite. Parmi les éléments associés on trouve notamment du cérium, du lanthane, du scandium, de l'yttrium, de l'ytterbium, du rhénium, du germanium, du molybdène et de l'argent.

Outre les ressources se rattachant au bassin de Choir, d'autres bassins sédimentaires du district du Gobi oriental sont susceptibles de renfermer de l'uranium. C'est notamment le cas du gisement d'Ulaan Nuur.

## PRODUCTION D'URANIUM

### Historique

La production d'uranium en Mongolie a commencé avec l'exploitation de la mine à ciel ouvert de Dornod dans le district de Mardain-gol en 1989, à partir des ressources identifiées en uranium des gisements de Dornod et Gurvanbulag. Des mines, tant à ciel ouvert qu'en souterrain, ont été aménagées. L'exploitation a une capacité nominale de 2 millions de tonnes de minerai/an. Dans l'hypothèse d'une teneur de 0.12 % d'U, cela équivaut à une capacité théorique de production minière de 2 400 t d'U/an. La Mongolie ne possède pas d'installation de traitement. Le minerai extrait dans le district de Mardain-gol était transporté en train sur 484 km jusqu'au combinat d'extraction et de traitement de Priargounsk à Krasnokamensk (Russie) pour y être traité. L'exploitation était contrôlée par Erdes Mining Enterprise, une co-entreprise constituée par la Mongolie et la Fédération de Russie. Techsnabexport assurait la commercialisation. L'exploitation de l'uranium du site d'Erdes a toutefois

cessé en 1995 en raison des changements politiques et économiques intervenus en Mongolie et dans les régions russes voisines. La production d'uranium entre 1989 et 1995 a été de 535 t d'U.

### **Centres de production futurs**

En 2009, Khan Resources Inc. a réalisé une étude de faisabilité définitive pour son site de Dornod, qui comprend plusieurs gisements d'uranium et des infrastructures. Cette étude montre que ce projet pourrait être économiquement intéressant, en considérant des exploitations à ciel ouvert ou en souterrain produisant un total annuel proche de 1 225 000 tonnes de minerai, au rythme de 3 500 t/jour. Le taux de récupération métallurgique serait de 84.86 % à 89.28 % et les coûts d'investissement pour l'extraction et les installations en surface sont évalués à 333 millions USD, avec des coûts d'exploitation de 23.22 USD/lb d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> (60.32 USD/kg d'U). Le projet attend de recevoir l'approbation des autorités mongoles avant le lancement des travaux de mise en exploitation.

## **BESOINS EN URANIUM**

La Mongolie ne dispose pas et ne compte pas se doter d'un parc électronucléaire. Elle n'a donc aucun besoin en uranium pour l'exploitation de réacteurs.

## **POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM**

L'industrie minière constitue le principal secteur du pays puisqu'elle représente 55 % de la production industrielle et plus de 40 % des recettes à l'exportation. En 2008, les autorités ont créé un nouveau ministère des Mines et de l'Énergie. Le secteur minier était auparavant du ressort d'une division du ministère de l'Industrie et du Commerce.

L'Agence de l'énergie atomique de Mongolie est chargée d'élaborer les mesures visant le développement de la recherche et des technologies nucléaires, la radioprotection et la sûreté, l'utilisation de sources de rayonnement, et la coordination des activités d'exploitation de l'uranium avec les autres organismes compétents. Elle est rattachée au bureau du Premier ministre et assure la liaison avec l'AIEA. Parmi ses principales missions figurent la coordination des activités de recherche nucléaire en Mongolie et la mise en application de la réglementation dans le secteur nucléaire.

Avant 1996, les questions de radioprotection et de sûreté étaient couvertes par la loi sur la protection sanitaire (1977), le règlement de base en matière de désinfection par rayonnement (1983), et les normes de sûreté concernant les rayonnements (1983). La loi « Radioprotection et sûreté » a été promulguée le 21 juin 2001 et amendée le 2 janvier 2003. La loi sur le « Statut de zone exempte d'armes nucléaires » est entrée en vigueur le 3 février 2000. La réglementation sur le transport des sources de rayonnement est entrée en vigueur en 1987.

Le 16 juillet 2009, le parlement mongol a voté la loi sur l'énergie nucléaire qui encadre la prospection, l'exploitation et la mise en valeur de l'uranium et d'autres matières premières radioactives. Cette nouvelle loi est entrée en vigueur le 15 août 2009. Un projet de code de pratique en matière de réglementation et de gestion des déchets est en cours d'examen.

La loi sur l'énergie nucléaire autorise l'État à s'attribuer à titre gracieux pas moins de 51 % des actions d'un site ou d'une co-entreprise lorsque la minéralisation d'uranium a été découverte grâce à la prospection financée par l'État, ou 31 % des actions si celui-ci n'a pas participé à l'exploration.

Cette loi charge l'Autorité nationale d'administration de mettre en œuvre et de faire appliquer les mesures concernant l'énergie nucléaire ainsi que l'exploration et la mise en exploitation des gisements de minerai radioactif, et le cas échéant d'accorder, suspendre ou révoquer tout permis relatif à la loi sur l'énergie nucléaire. Cette loi stipule que des permis sont nécessaires pour conduire des activités de prospection et de production de minerai radioactif.

Pour obtenir un permis de prospection, le demandeur doit mener ses activités de manière transparente, disposer de ressources financières suffisantes pour assurer l'exploration et le réaménagement, appliquer des programmes responsables et posséder une expérience confirmée dans le domaine minier. Les permis de prospection ne seront octroyés qu'aux demandeurs remplissant les conditions définies par la loi sur l'énergie nucléaire et qui consentent à céder à l'État le pourcentage des actions requis.

Le parlement mongol a également voté une loi d'habilitation concernant le réenregistrement des permis de prospection et d'exploitation existants. Les titulaires de permis existants doivent soumettre leur demande à l'Autorité nationale d'administration d'ici le 15 novembre 2009 et satisfaire l'ensemble des conditions et des exigences définies par la loi sur l'énergie nucléaire, en acceptant notamment de céder 34 % ou 51 % de leurs actions à l'État.

#### Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national

| Dépenses en USD   | 2006                 | 2007                | 2008                | 2009<br>(prévision)  |
|---|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection (sociétés d'investissement étrangères)                  | 12 520 495.6         | 26 125 153.67       | 29 585 511.69       | 19 120 436.7         |
| Dépenses du secteur privé pour la prospection (sociétés d'investissement nationales)                  | 6 940.2              | 13 114.13           | 63 736.39           | 58 020.9             |
| Dépenses du secteur public pour la prospection  | 0                    | 0                   | 0                   | 0                    |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation  | 0                    | 0                   | 0                   | 0                    |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                    |
| <b>Total des dépenses</b>   | <b>12 527 435.81</b> | <b>26 138 267.8</b> | <b>29 649 248.0</b> | <b>19 178 457.61</b> |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres) (sociétés d'investissement étrangères) | 166 365              | 179 516             | 172 501.3           | n.d.                 |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres) (sociétés d'investissement nationales) | 894.0                | n.d.                | 167.9               | n.d.                 |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé (sociétés d'investissement étrangères)   | n.d.                 | n.d.                | 812                 | n.d.                 |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé (sociétés d'investissement nationales)   | n.d.                 | n.d.                | 2                   | n.d.                 |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                                       | 0                    | 0                   | 0                   | 0                    |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public   | 0                    | 0                   | 0                   | 0                    |

**Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national (suite)**

| Dépenses en USD   | 2006    | 2007    | 2008      | 2009<br>(prévision) |
|---|---------|---------|-----------|---------------------|
| Forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation (mètres)   | n.d.    | n.d.    | n.d.      | n.d.                |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation  | n.d.    | n.d.    | n.d.      | n.d.                |
| Forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation (mètres)  | 0       | 0       | 0         | 0                   |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation | 0       | 0       | 0         | 0                   |
| Sous-total des sondages de prospection (mètres)                                       | 167 259 | 170 637 | 172 669.2 | n.d.                |
| Sous-total du nombre de sondages de prospection                                       | n.d.    | n.d.    | 814       | n.d.                |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)                | n.d.    | n.d.    | n.d.      | n.d.                |
| Sous-total du nombre de forages pratiqués pour la mise en exploitation                | n.d.    | n.d.    | n.d.      | n.d.                |
| Total des forages en mètres   | 167 259 | 170 637 | 172 669.2 | n.d.                |
| Nombre total de trous forés   | n.d.    | n.d.    | n.d.      | n.d.                |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production      | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                   | 28 100              | 28 100               | 28 100               |                                |
| Mine à ciel ouvert         | 0                   | 7 300               | 7 300                | 7 300                |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                   | 2 100               | 2 100                | 2 100                |                                |
| Coproduit et sous-produit  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Méthode non spécifiée      | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                      | 0                   | 37 500              | 37 500               | 37 500               |                                |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement      | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Classique                  | 0                   | 35 400              | 35 400               | 35 400               | 90                             |
| Lixiviation en place*      | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas**       | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                   | 2 100               | 2 100                | 2 100                | 70                             |
| Méthode non spécifiée      | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                      | 0                   | 37 500              | 37 500               | 37 500               |                                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble des extractions à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type du gisement                  | < 40 USD/kg d'U | < 80 USD/kg d'U | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| Lié à des discordances            | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Lié à des grès                    | 0               | 2 100           | 2 100            | 2 100            |
| Complexes bréchiques à hématite   | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Filonien                          | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Intrusif                          | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0               | 35 400          | 35 400           | 35 400           |
| Métasomatique                     | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Autres*                           | 0               | 0               | 0                | 0                |
| <b>Total</b>                      | <b>0</b>        | <b>37 500</b>   | <b>37 500</b>    | <b>37 500</b>    |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques présumées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production      | < 40 USD/kg d'U | < 80 USD/kg d'U | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U | Taux de récupération (%) |
|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|--------------------------|
| Mine souterraine           | 0               | 1 600           | 3 200            | 3 200            | 95                       |
| Mine à ciel ouvert         | 0               | 0               | 0                | 0                |                          |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0               | 2 700           | 0                | 0                | 70                       |
| Coproduit et sous-produit  | 0               | 0               | 0                | 0                |                          |
| Méthode non spécifiée      | 0               | 0               | 5 900            | 5 900            | 70                       |
| <b>Total</b>               | <b>0</b>        | <b>4 300</b>    | <b>11 800</b>    | <b>11 800</b>    |                          |

**Ressources classiques présumées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement      | < 40 USD/kg d'U | < 80 USD/kg d'U | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U | Taux de récupération (%) |
|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|--------------------------|
| Classique                  | 0               | 1 600           | 3 200            | 3 200            | 95                       |
| Lixiviation en place*      | 0               | 0               | 0                | 0                |                          |
| Lixiviation en tas**       | 0               | 0               | 0                | 0                |                          |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0               | 2 700           | 2 700            | 2 700            | 70                       |
| Méthode non spécifiée      | 0               | 0               | 5 900            | 5 900            | 70                       |
| <b>Total</b>               | <b>0</b>        | <b>4 300</b>    | <b>11 800</b>    | <b>11 800</b>    |                          |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble des extractions à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

**Ressources classiques présumées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type du gisement                  | < 40 USD/kg d'U | < 80 USD/kg d'U | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| Lié à des discordances            | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Lié à des grès                    | 0               | 2 700           | 8 600            | 8 600            |
| Complexes bréchiques à hématite   | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Filonien                          | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Intrusif                          | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0               | 1 600           | 3 200            | 3 200            |
| Métasomatique                     | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Autres*                           | 0               | 0               | 0                | 0                |
| <b>Total</b>                      |                 | <b>4 300</b>    | <b>11 800</b>    | <b>11 800</b>    |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Production d'uranium par méthode de production (tonnes d'U sous forme de concentrés)**

| Méthode de production      | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006     | 2007     | 2008     | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|----------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|------------------------------|------------------|
| Mine à ciel ouvert*        | 535                          | 0        | 0        | 0        | 535                          | 0                |
| Mine souterraine*          | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Coproduit/sous-produit     | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| <b>Total</b>               | <b>535</b>                   | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>535</b>                   | <b>0</b>         |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

**Production d'uranium par méthode de traitement (tonnes d'U sous forme de concentrés)**

| Méthode de traitement              | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006     | 2007     | 2008     | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|------------------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|------------------------------|------------------|
| Classique                          | 535                          | 0        | 0        | 0        | 535                          | 0                |
| Lixiviation en place*              | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Lixiviation en tas**               | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Lixiviation <i>in situ</i>         | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| U récupéré à partir des phosphates | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Autres méthodes***                 | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| <b>Total</b>                       | <b>535</b>                   | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>535</b>                   | <b>0</b>         |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

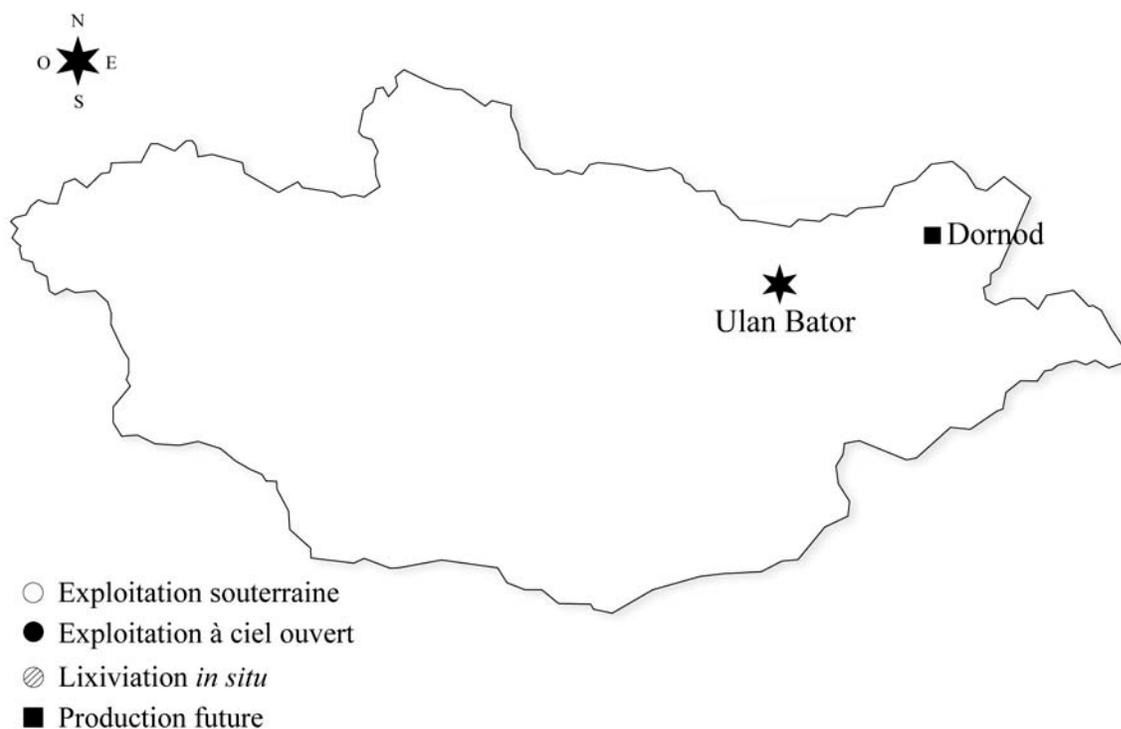
\*\* Sous-ensemble des extractions à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

\*\*\* Prenant en compte le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

**Production d'uranium par type de gisement (tonnes d'U sous forme de concentrés)**

| Type du gisement                  | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006     | 2007     | 2008     | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|-----------------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|------------------------------|------------------|
| Lié à des discordances            | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Lié à des grès                    | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Complexes bréchiques à hématite   | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Filonien                          | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Intrusif                          | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 535                          | 0        | 0        | 0        | 535                          | 0                |
| Métasomatique                     | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| Autres*                           | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                |
| <b>Total</b>                      | <b>535</b>                   | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>535</b>                   | <b>0</b>         |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.



## • Namibie\* •

### PROSPECTION DE L'URANIUM ET DÉVELOPPEMENT MINIER

#### Historique

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour de plus amples détails.

La tendance haussière que connaissent les prix de l'uranium depuis les années 2000 a fortement stimulé les activités d'exploration, principalement dans le désert de Namib. La prospection vise principalement deux types de gisements : le type intrusif, associé à des alaskites, comme à Rössing, et le type superficiel associé à des calcrètes, comme à Langer Heinrich.

La prospection de l'uranium a connu un essor considérable dans la région d'Erongo, dans l'ouest de la Namibie centrale. Elle se concentre surtout sur des gisements déjà connus pour lesquels on dispose de nombreuses données collectées par le passé. Plus de 60 permis de prospection ont été délivrés jusqu'au début de 2007, après quoi les pouvoirs publics ont imposé un moratoire sur l'octroi de nouveaux permis.

#### Géologie

Un examen complet de l'uranium en Namibie sur les plans de la géologie et de la prospection est disponible dans le document suivant : *Mineral Resources of Namibia, Nuclear and Fossil Fuels – Uranium*, H. Roesener et C.P. Schreuder, Section 7, pp. 1-62, [www.mme.gov.na/gsn/pdf/uranium.pdf](http://www.mme.gov.na/gsn/pdf/uranium.pdf).

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

##### Rössing

Les activités d'exploration récentes sur le site de Rössing se sont concentrées sur des indices uranifères connus depuis la fin des années 70 dans la zone couverte par le permis minier. Entre 2006 et 2008, un total de 70 000 mètres a été foré sur les anomalies SH et SK. Une première fosse d'exploitation au taux d'extraction de 1 pour 0 a également été creusée. Les analyses du procédé de production et des coûts d'investissement se poursuivent à partir d'études et de travaux de conception théorique. L'éventuelle extension de l'exploitation du site de Rössing impliquerait l'agrandissement de la mine actuelle (appelée SJ) si bien que les neuf composantes individuelles de l'exploitation en place aujourd'hui devraient être déplacées. Actuellement, ce projet s'oriente vers des travaux en deux phases.

Phase 1 – Construction d'une usine de production d'acide sulfurique avec le soufre stocké sur le site de la mine puis acheminé à partir du port de Walvis Bay ; construction d'une usine de tri radiométrique du minerai et exploitation du corps minéralisé SK4.

---

\* Rapport préparé par le Secrétariat à partir d'informations extraites de rapports d'entreprises.

Phase 2 – Développement des activités minières sur le site d'extraction à ciel ouvert SJ ; nouvelle exploitation concernant le site SK, plus important ; augmentation de la capacité de stockage des stériles et des résidus ; construction d'une installation de lixiviation en tas par voie acide et d'une usine de traitement du soufre au port de Walvis Bay.

### ***Langer Heinrich***

La zone uranifère de Langer Heinrich se trouve à l'ouest de la Namibie centrale, à 80 km à l'est du grand port en eau profonde de Walvis Bay et de la ville côtière de Swakopmund. La minéralisation uranifère liée à des calcrètes que renferme cette zone a été découverte au début des années 70. Au cours des 8 ans qui ont suivi, General Mining and Finance Corporation Limited (Gencor), aujourd'hui filiale de BHP-Billiton, a réalisé d'importants travaux d'évaluation de l'ensemble de la zone pour un coût total de près de 8.5 millions USD. Ce programme d'évaluation intensif s'est achevé en 1980. Reposant sur les principes de l'extraction classique à ciel ouvert et d'un traitement de l'uranium par voie alcaline, il comprenait des travaux visant à définir les ressources de façon détaillée et des études approfondies des procédés d'extraction, de métallurgie et de traitement afin d'extraire quelque 300 000 tonnes de roches minéralisées, ainsi que la construction d'une installation pilote à cet effet. La zone concernée a ensuite été mise en maintenance et surveillance du fait de la chute des prix de l'uranium.

En 1998, cette zone a été vendue à la société Acclaim Uranium NL (Acclaim), contrôlée par l'État australien, qui a réalisé l'étude de préfaisabilité. Cependant, la faiblesse des prix de l'uranium a de nouveau mis fin aux projets de développement ultérieurs. En 2002, Acclaim a cédé ses participations dans Langer Heinrich Uranium (Pty) Ltd. à Paladin Resources.

En 2005, un programme de forages en circulation inverse a été mis en œuvre pour augmenter le degré de confiance des modélisations des ressources et pour délimiter les prolongements d'une minéralisation d'uranium connue dans le paléochenal la renfermant. En 2006, un programme de forage en circulation inverse supplémentaire a été mis en œuvre dans le secteur. Est du corps minéralisé de Langer Heinrich. Une nouvelle campagne de définition des ressources a été lancée en 2007 dans le but de délimiter l'ensemble de la minéralisation de la concession minière de Langer Heinrich.

En octobre 2006, le ministère des Mines et de l'Énergie a délivré un permis de prospection exclusif (EPL) à Langer Heinrich Uranium (Pty) Ltd. Ce permis couvre une superficie de 30 km<sup>2</sup> sur le côté ouest de la concession minière de Langer Heinrich (ML 140). En 2007 et 2008, les activités d'exploration comprenaient 3 000 m de forages en circulation inverse et la délimitation du prolongement de 5 km du paléochenal situé sur la nouvelle concession. Elles visaient à satisfaire les exigences de production croissantes liées à la phase 3 de l'agrandissement de Langer Heinrich. En août 2008, le projet de mise à jour des estimations des ressources minérales a été annoncé, à partir des résultats du programme de sondage de 2007-2008. Cette réévaluation servira aux études de planification de la durée de vie de la mine.

### ***Projets d'exploitation***

#### ***Trekkopje***

La zone de Trekkopje (Klein Trekkopje et Trekkopje) se présente sous la forme de gisements superficiels renfermés dans des calcrètes et situés dans des sédiments remplissant des paléovallées. Sur le plan géologique, les gisements de Trekkopje sont similaires à celui de Langer Heinrich. Les roches hôtes comportant des calcrètes sont constituées de sédiments fluviaux cimentés en présence de carbonate de calcium et déposés dans les anciens bassins versants. Les paléovallées de la zone de Trekkopje suivent la direction structurale orientée nord-est des roches sous-jacentes.

En décembre 1999, UraMin Inc., société mère d'UraMin Namibia, a pris le contrôle de cet ensemble de gisements. En 2006, UraMin a démarré un programme de sondages de prospection et évalué les ressources de Trekkopje en novembre de cette même année. Uramin Inc. a ensuite été acquise par AREVA qui l'a renommée AREVA Resources Southern Africa, dont la filiale AREVA Resources Namibia est en train de préparer l'exploitation du site.

Le projet d'AREVA pour Trekkopje est une exploitation par lixiviation en tas située à environ 80 km au nord-est de Swakopmund et 35 km au nord de Rössing. En 2007, UraMin Inc. a annoncé la révision à la hausse des ressources en uranium, notamment des indices uranifères renfermés dans deux gisements en remplissage de paléovallées adjacents. Au total, les ressources ont été définies sur une zone d'environ 16 km de long sur 1 à 3 km de large. Près de 80 % du minerai est situé à faible profondeur, à moins de 15 mètres de la surface.

Le projet de 900 millions USD porte sur une mine à ciel ouvert superficielle utilisant un procédé de lixiviation en tas à l'aide de carbonate/bicarbonate de sodium, première installation de ce genre dans le monde. En 2009, l'examen géotechnique et la conception technique d'un nouveau remblai de lixiviation en tas réutilisable ont été achevés. Ainsi, 30 millions de tonnes de remblais s'étendront sur une superficie de 2.5 km<sup>2</sup>. L'eau proviendra d'une usine de dessalement côtière produisant près de 55 000 m<sup>3</sup>/jour moyennant 16 MWe fournis par le réseau électrique. En octobre 2009, l'installation de dessalement chargée d'alimenter le site d'exploitation en eau est entrée en service. Des essais seront menés jusqu'au milieu de l'année 2010 et la production devrait atteindre sa capacité totale en 2011.

#### *Husab*

Le gisement de Rössing sud est situé à 6-7 km environ au sud de la mine de Rössing, au centre de la ceinture orogénique de Damara dans une zone caractérisée par des dômes de socle, des plis et failles régionales, et des roches intrusives récentes de Damara. La zone de Husab, qui comprend le dôme d'Ida au sud, est composée d'une série de plis antifformes et synformes orientés nord, nord-est étendus sur toute la région. Une zone contenant des alaskites uranifères affleure à l'extrémité nord du gisement et s'étend avec une orientation sud-ouest et à faible profondeur sur environ 8 km. On considère qu'il s'agit d'un prolongement stratigraphique de la mine de Rössing.

Extract Resources Ltd., entreprise basée à Perth avec les participations de Kalahari Minerals (40 %) et Rio Tinto (15.6 %), a entrepris des études de faisabilité de l'exploitation du corps minéralisé de Rössing sud. Des sondages ont été pratiqués le long des 15 km de faille recouverts par près de 50 m de grès alluviaux. Les résultats découlant des forages réalisés entre novembre 2007 et juin 2009 ont permis d'estimer les ressources des zones 1 et 2.

Des études de pré-faisabilité ont été réalisées pour un projet d'exploitation à ciel ouvert qui pourrait produire 5 700 t d'U/an. Les coûts d'investissements sont évalués à 700 millions USD, avec des coûts d'exploitation de 61 USD/kg d'U (23.46 USD/lb d'U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>). Le début de la production est prévu pour 2013.

#### *Valencia*

Le gisement de Valencia est détenu à 100 % par Valencia Uranium Pty Ltd., filiale opérateur de Forsys Metals Corp. Il est distant de 35 km sur la même structure que le gisement exploité de Rössing et à 40 km au nord du gisement de Langer Heinrich. Le site de Valencia a déjà fait l'objet de travaux menés par Goldfields Namibia entre 1973 et 1977. En 1979, plusieurs forages ont été réalisés et des échantillons de minerai brut ont été soumis à une analyse chimique et à des essais de tri radiométrique. En 1981 et 1989, deux études de faisabilité préliminaires ont été conduites. Le projet n'a pas été jugé rentable en raison de la faiblesse des prix de l'uranium à ce moment-là.

Depuis octobre 2005, Forsys a réalisé un programme visant à confirmer les résultats antérieurs, y compris une analyse radiométrique du sol, des forages intercalaires et la collecte de données géotechniques en vue de réestimer les ressources. D'autres programmes de sondages réalisés en 2008 ont permis de délimiter les ressources au nord, au sud et à l'est de la mine située dans la zone principale.

Une étude exploratoire publiée en juin 2007 présente le plan du site et d'un premier modèle d'exploitation à ciel ouvert, les zones choisies pour le stockage des déchets et des résidus, les routes d'accès et les premières options en matière d'extraction. En mai 2009, Forsys a terminé une étude de préfaisabilité abordant notamment l'optimisation de la mine, les analyses métallurgiques, environnementales et économiques ainsi que la réestimation des ressources.

En août 2008, Forsys a annoncé que le ministère des Mines et de l'Énergie avait accordé un permis d'exploitation (n° 149) pour 25 ans à Valencia Uranium (Pty) Ltd., autorisant ainsi le développement complet des activités minières de Valencia Uranium. Valencia prévoit de produire près de 1 150 t d'U/an pendant la durée de vie de la mine, en démarrant la production dès 2010.

#### *Etango (auparavant appelé Goanikontes)*

Le gisement d'Etango, au sein de la concession de Welwitschia (EPL n° 3345) dans la province d'Erongo, se trouve dans la partie centrale de la ceinture orogénique panafricaine de Damara, qui traverse tout le continent sur une orientation nord-est. Les principales régions uranifères sont l'anomalie A et les zones à potentiel d'Oshiveli et Onkelo, auparavant appelées zone de Goanikontes. Ces trois zones forment un ensemble présentant une minéralisation uranifère continue s'étendant sur 5 km. Ce minerai contient des alaskites, comme celui de la mine de Rössing, mais se situe à des profondeurs pouvant atteindre 400 m. On estime que d'autres zones voisines sont susceptibles de renfermer des ressources en uranium supplémentaires (le flanc ouest du dôme de Palmenhorst, par exemple, constitue à lui seul une zone de prospection avec une étendue longitudinale de plus de 10 km).

En 2005, Bannerman Resources Limited a acquis la concession d'Etango et ainsi obtenu et numérisé les données collectées lors des opérations de forage et de cartographie antérieures, découlant principalement de l'étude géologique de la Namibie et de l'étude géologique de l'Afrique du Sud. En juillet 2009, Bannerman a réestimé les ressources pour cet ensemble de gisements et réalisé une étude de faisabilité définitive. Son objectif est de démarrer l'exploitation en 2011.

#### *Marenica*

En avril 2006, Marenica Energy a conclu un accord de co-entreprise, approuvé par le ministère des Mines et de l'Énergie le 31 mai 2006, lui permettant de participer à hauteur de 80 % à l'exploitation de Marenica. Le gisement de Marenica est situé dans un paléochenal à quelque 40 km au nord de Trekkopje. En juillet 2008, l'entreprise a estimé les ressources à 13 000 t d'U, selon le code JORC.

Les résultats des travaux d'échantillonnage par sondage, annoncés en 2009, comprenaient les données de recherches précédentes dans la zone principale de Marenica ainsi que les informations découlant des forages de prospection dans la zone de Springbok. Au cours du troisième trimestre de 2009, le ministère des Mines et de l'Énergie a renouvelé le permis d'exploration exclusif (EPL) n° 3287 pour deux ans. En novembre 2009, Marenica Uranium Project a présenté une estimation provisoire des ressources.

*Omahola*

Deep Yellow Ltd., société australienne opérant au travers de sa filiale Reptile Uranium Namibia, évalue un gisement uranifère primaire lié à des magnétites situé à près de 200 mètres de profondeur, et de vastes gisements secondaires liés à des calcrètes renfermés dans le paléochenal de Red Sand-Tumas-Oryx-Tubas et les systèmes associés. La zone d'Omahola comprend les gisements d'uranium et de fer d'INCA et Tubas Red Sand (TRS). L'estimation des ressources de ces gisements s'étend sur 2009 et 2010, avant les études de faisabilité ultérieures. Deep Yellow participe également à une co-entreprise avec une filiale namibienne de Toro Energy pour explorer des terrains contigus visés par des permis de prospection.

INCA se trouve à 10 km environ au sud d'Etango et à 35 km de la côte. Des gisements liés à des calcrètes le prolongent sur quelque 40 km au sud et au sud-est. La société s'emploie à développer une mine exploitant le minerai d'INCA et de TRS (10 km au sud) afin de produire environ 850 t d'U/an. Les grès minéralisés à forte teneur en uranium de TRS pourraient être acheminés par camion vers l'un ou l'autre des producteurs existants pour y être traités, dans la mesure où ils contiennent de faibles concentrations de carbonate et sont exploitables tant par voie alcaline qu'acide. La minéralisation d'uranium d'INCA est de type primaire et partiellement associée à des sulfures (pyrite). On peut donc la traiter par voie acide comme dans l'usine de la mine de Rössing.

*Autres zones de prospection*

En décembre 2006, trois permis de prospection exclusifs ont été octroyés à Nova Energy (Namibie), filiale de Toro Energy Limited, pour la recherche de combustible nucléaire et de métaux de base ou rares. Ces permis portent sur des zones qui promettent de comporter des minéralisations de type primaire comme à Rössing ou de type superficiel comme à Langer Heinrich.

Le permis de prospection exclusif n° 3668 porte sur Gawib ouest, à quelques 12 km à l'ouest du gisement de Langer Heinrich et couvre ainsi la partie supérieure du bassin versant du Tumas. On suppose que le paléochenal de Langer Heinrich s'écoulait jadis directement vers l'ouest jusque dans cette région. Toutefois, les premiers sondages pratiqués dans le chenal drainant en aval de Langer Heinrich n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

Le permis n° 3669 de Tumas nord vise une zone située à environ 24 km au sud-ouest de Swakopmund qui couvre une partie du bras nord du réseau de drainage du Tumas. La concession contient un fond rocheux contenant des alaskites et recouvert de calcrètes superficielles, ces deux environnements étant susceptibles de renfermer des minéralisations d'uranium. Des premiers travaux de reconnaissance et d'échantillonnage ont été conduits à Tumas nord (EPL n° 3669) et les résultats sont en cours d'analyse.

Chungochoab est une vaste zone de prospection (EPL n° 3670) qui couvre une concession située à quelque 80 km au sud, sud-est de Swakopmund. Des études radiométriques aéroportées ont permis d'identifier trois anomalies, dont deux se trouvent dans un terrain comportant des calcrètes et ont été analysées. Les résultats montrent que la signature isotopique du radon se distingue fortement au niveau des paléochenaux potentiels, ce qui correspond aux données radiométriques à une échelle plus régionale. Des sondages de prospection de ces anomalies étaient prévus pour 2009.

Le Canadien Xemplar Energy Corporation possède des zones uranifères (Warmbad, Cape Cross, Aus-Garub, Engo Valley) le long de la côte atlantique de la Namibie. Des indices d'uranium ont été recherchés dans la zone de Warmbad et sur la côte sud du pays le long de l'Orange River, à la frontière avec l'Afrique du Sud. Une étude radiométrique aéroportée menée en 2007 a révélé des anomalies radiométriques sur 14 larges corps constitués d'alaskites qui affleurent dans une zone

d'environ 40 km sur 28 km. On présume que ces minéralisations pourraient renfermer des indices uranifères à fort tonnage et faible teneur. Des forages y ont été réalisés à des fins d'exploration et de définition.

Xemplar, par le biais de sa filiale namibienne Namura Mineral Resources (Pty) Ltd., détient aussi trois permis de prospection exclusifs dans le nord-ouest de la Namibie, à près de 20 kilomètres de la côte atlantique (Cape Cross). L'exploration cible un paléochenal renfermant des minéralisations d'uranium recouvertes par des calcrètes et des conglomérats calcaires.

Les terrains où Xemplar a mené des recherches préliminaires sont situés dans une région relativement peu explorée comportant de vastes gisements de calcites, qui pourrait renfermer un important gisement à faible teneur (Aus-Garub). Dans une autre zone de prospection située dans l'extrémité nord-ouest de la Namibie (Engo Valley), les ressources ont été estimées à 2 300 t d'U.

### RESSOURCES EN URANIUM

Les ressources en uranium de la Namibie, entrant dans les catégories de ressources tant identifiées que non découvertes, se rencontrent dans une variété de milieux géologiques et appartiennent par conséquent à plusieurs types de gisements. Les ressources identifiées sont principalement associées à des gisements de types intrusif ou superficiel.

Aux ressources identifiées renfermées dans les gisements d'alaskites de Rössing, Rössing sud, Etango et Valencia liés à la ceinture orogénique précambrienne de Damara, et à celles liées aux formations superficielles de calcrètes (Langer Heinrich et Trekkopje), pourraient s'ajouter d'importantes ressources en uranium non découvertes justifiant la poursuite des activités de prospection.

Bien qu'il n'ait pas été évalué quantitativement, ce potentiel uranifère est considéré le plus important dans le terrain granitique de la ceinture de Damara qui s'étend sur 5 000 km<sup>2</sup>, les terrains sédimentaires superficiels datant du Tertiaire ou postérieurs situés dans des zones semi-arides, dont on présume qu'ils peuvent renfermer des gisements liés à des calcrètes, et les bassins gréseux, tels que les sédiments de Karoo datant du Permo-Trias.

#### *Rössing*

À la fin de 2009, le total des ressources et réserves en uranium de la mine de Rössing s'élevait à 67 033 t d'U, réparties de la manière suivante :

| Catégorie des ressources | Tonnage (kt) | Teneur en uranium (ppm) | Tonnes d'U |
|--------------------------|--------------|-------------------------|------------|
| Mesurées                 | 6 710        | 198                     | 1 320      |
| Indiquées                | 80 530       | 191                     | 15 370     |
| Mesurées et indiquées    | 87 240       | 191                     | 16 690     |
| Présumées                | 16 740       | 192                     | 3 210      |
| Total                    | 103 980      | 191                     | 19 900     |

| Catégorie des réserves | Tonnage (kt) | Teneur en uranium (ppm) | Tonnes d'U |
|------------------------|--------------|-------------------------|------------|
| Prouvées               | 25 500       | 256                     | 6 530      |
| Probables              | 167 200      | 262                     | 43 810     |
| Total                  | 192 700      | 261                     | 50 340     |

Données arrondies à la dizaine de tonnes d'U la plus proche.  
Les ressources sont indiquées comme suppléments des réserves.

### *Langer Heinrich*

À la fin des programmes de forages de 2005 à 2008, les estimations des ressources selon le code JORC ont été actualisées par Paladin Energy, entraînant une hausse de 64 % du contenu en uranium. Ces estimations sont présentées ci-après. Elles ont été établies à partir des teneurs en U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> obtenues par digraphie gamma dans les sondages d'exploration puis application de techniques de radiométrie standard pour déterminer la quantité U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> (e U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>).

| Ressources (teneur de coupure de 212 ppm d'U) | Tonnage (kt) | Teneur en uranium (ppm) | Tonnes d'U |
|---|--------------|-------------------------|------------|
| Mesurées                                      | 32 800       | 506                     | 16 610     |
| Indiquées                                     | 23 600       | 477                     | 11 260     |
| Mesurées et indiquées                         | 56 400       | 494                     | 27 860     |
| Présumées                                     | 70 700       | 498                     | 35 240     |
| Total   | 127 100      | 496                     | 63 100     |

| Réserves (teneur de coupure de 212 ppm d'U) | Tonnage (kt) | Teneur en uranium (ppm) | Tonnes d'U |
|---|--------------|-------------------------|------------|
| Total                                       | 25 400       | 997                     | 25 330     |

Le total n'est pas forcément égal à la somme des composantes indiquées en raison d'arrondis et de conversions.

### *Trekkopje*

L'exploitation de Trekkopje est à ciel ouvert et concerne un gisement peu profond à fort tonnage et faible teneur en uranium, renfermé dans des paléochenaux contenant des calcrètes. La minéralisation principale couvre une superficie de 16 km sur 4 km et comporte deux gisements d'uranium, Trekkopje et Klein Trekkopje, distants d'environ 7 km. Les sondages exécutés en 2006 et 2007 se sont traduits par la conversion d'une partie importante des ressources présumées passées dans la catégorie des ressources indiquées, pour aboutir aux chiffres suivants :

Mesurées : 870 t d'U

Indiquées : 42 340 t d'U

Présumées : 3 100 t d'U

(Plus de 9 000 tonnes de pentoxyde de vanadium ont été définies comme sous-produit.)

**Husab**

En 2009, Extract a fait état des réestimations suivantes pour la zone 1, la zone 2 et le dôme d'Ida :

| Gisement   | Catégorie des ressources | Tonnage (kt) | Teneur en uranium (ppm) | Tonnes d'U |
|------------|--------------------------|--------------|-------------------------|------------|
| Zone 1     | Indiquées                | 21 000       | 448                     | 9 400      |
| Zone 1     | Présumées                | 126 000      | 370                     | 46 500     |
| Zone 2     | Présumées                | 102 000      | 460                     | 47 000     |
| Dôme d'Ida | Présumées                | 53 000       | 180                     | 9 600      |
|            | Total                    | 302 000      | 373                     | 112 500    |

Les valeurs indiquées en tonnes d'uranium sont arrondies.

**Valencia**

Récapitulatif des ressources de la zone de Valencia en janvier 2009 :

| Catégorie des ressources | Teneur de coupure en ppm d'U | Tonnage (kt) | Teneur en uranium (ppm) | Tonnes d'U |
|--------------------------|------------------------------|--------------|-------------------------|------------|
| Mesurées                 | 51                           | 24 500       | 126                     | 3 100      |
| Indiquées                | 51                           | 188 700      | 109                     | 20 600     |
| Mesurées et indiquées    | 51                           | 213 200      | 111                     | 23 700     |
| Présumées                | 51                           | 76 900       | 101                     | 8 700      |
| Total                    | 51                           | 290 100      | 112                     | 32 400     |

**Etango**

En août 2009, Bannerman Resources Ltd. a communiqué des estimations révisées des ressources combinées de l'anomalie A, récapitulées ci-dessous :

| Catégorie des ressources | Tonnage (kt) | Teneur en uranium (ppm) | Tonnes d'U |
|--------------------------|--------------|-------------------------|------------|
| Mesurées                 | 3 800        | 203                     | 800        |
| Indiquées                | 231 200      | 176                     | 40 700     |
| Présumées                | 120 700      | 167                     | 20 200     |
| Total                    | 355 700      | 173                     | 61 700     |

**Marenica**

À la fin de 2009, les ressources ont été provisoirement estimées à :

Indiquées 16 Mt (pour 144 ppm) : 2 300 t d'U

Présumées 106 Mt (pour 119 ppm) : 12 600 t d'U

**Omahola**

Le gisement de Tubas renferme 15 000 t d'U de ressources présumées (selon le code JORC), tandis que celui de Tumas contient près de 3 000 t d'U de ressources présumées et indiquées.

## PRODUCTION D'URANIUM

### Historique

Voir l'édition 2007 du Livre rouge.

### *Rössing*

Au vu de la hausse des prix sur le marché de l'uranium et des résultats d'une étude de faisabilité détaillée, la durée d'exploitation de la mine a récemment été prolongée jusqu'à 2016. En 2008, la production d'uranium a progressé significativement par rapport aux années précédentes, et devrait grimper jusqu'à 3 400 t d'U environ en 2009.

L'objectif de porter la production à 4 500 t d'U en 2012 devrait être atteint dès 2010. Une installation de lixiviation en tas est envisagée pour stimuler la production : elle pourrait l'augmenter de 1 700 t d'U/an à compter de 2011.

### *Langer Heinrich*

Une étude de préfaisabilité bancaire confirme que Langer Heinrich renferme un vaste corps minéralisé uranifère suffisant pour exploiter une mine à ciel ouvert pendant au moins 11 ans et alimenter l'usine de traitement pendant 15 ans. À l'issue de cette étude et de l'octroi d'une autorisation, la production a débuté sur ce site à la fin de 2006, avant la mise en exploitation complète. En outre, l'étude de faisabilité calcule que la production pourrait être de 1 000 t d'U/an pendant les 11 premières années, à partir du minerai de base à 0.074 % d'U, puis de 340 t d'U pendant les 4 dernières années, à partir des stocks de minerai à faible teneur (0.027 % d'U) accumulés durant l'exploitation.

Au cours de l'exercice 2008-2009, la production a totalisé 2.7 Mlb d' $U_3O_8$  (1 040 t d'U), augmentant ainsi de plus de 60 % par rapport aux 1.71 Mlb d' $U_3O_8$  (660 t d'U) de 2007-2008. La phase 2 de la construction, qui devrait permettre d'augmenter la production annuelle à 3.7 Mlb (1 425 t d'U), a été achevée en juin 2009, avec une mise en service imminente dans les mois suivants. Les autres projets d'agrandissement (phase 3), devant porter la production annuelle à 5.2 Mlb (2 000 t d'U) pour des coûts d'investissement évalués à 71 millions USD, ont également été approuvés. Les travaux de la phase 3 ont débuté en septembre 2009 et devraient durer 12 mois.

### Centres de production futurs

La mine de Trekkopje, à 20 km au nord de Rössing, devrait démarrer sa production commerciale en 2011. Bien que le minerai soit à faible teneur (0.013 % d'U en moyenne), il se trouve surtout à faible profondeur, donc son extraction devrait être relativement peu coûteuse. Une autorisation d'exploitation a été accordée en juin 2008, puis une mine d'essai et une usine de lixiviation en tas pilote ont été construites en 2008 et mises en service en 2009. On cible une production de 1 600 t d'U/an pour commencer, avec la possibilité d'atteindre ensuite 3 500 t d'U/an. Un sous-produit, le vanadium, sera également produit en petite quantité. Le procédé d'extraction devrait être la lixiviation en tas pendant les 12 ans de la vie de l'installation.

Au début de 2009, la mine d'essai et l'usine pilote employaient environ 140 personnes, hors contractuels. Près de 320 emplois supplémentaires pourraient être pourvus d'ici à la fin de juin 2010 pour accompagner la transition vers la production commerciale.

Le gisement de Valencia, à 35 km à l'est de Rössing, présente également un potentiel de production à court terme. Aucun calendrier n'a encore été annoncé pour sa mise en exploitation, néanmoins la production devrait démarrer en 2011 et atteindre pas moins de 1 000 t d'U/an.

Extract Resources continue de mettre en valeur le site de Husab et l'étude de faisabilité portant sur Rössing sud est attendue pour le milieu de 2010. La date de mise en service provisoire est fixée à 2013 ; la production pourrait atteindre 5 700 t d'U/an.

### Emploi dans les centres de production existants

À la fin de 2008, le centre de production de Rössing comptait un total de 1 307 employés permanents et en moyenne 1 000 employés contractuels sur le site. L'objectif pour 2009 est de recruter 1 500 personnes supplémentaires.

Le site de Langer Heinrich emploie en moyenne 600 personnes.

D'autres projets sont en cours de développement, dans la phase d'exploration.

### Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

|   | Centre n° 1  | Centre n° 2     | Centre n° 3                   |
|---|--------------|-----------------|-------------------------------|
| Nom du centre de production                                   | Rössing      | Langer Heinrich | Trekkopje                     |
| Catégorie   | Existant     | Existant        | Commandé                      |
| Date de mise en service                                       | 1976         | 2006            | 2011                          |
| Source de minerai :   |              |                 |                               |
| • Nom du gisement   | SJ, SK et SH | Langer Heinrich | Trekkopje,<br>Klein Trekkopje |
| • Type du gisement  | Intrusif     | Calcrètes       | Calcrètes                     |
| • Réserves (t d'U)  | 75 000       | 79 000          | 45 000                        |
| • Teneur (% d'U)  | 0.03         | 0.05            | 0.011                         |
| Exploitation minière :  |              |                 |                               |
| • Type (MCO/MS/ISL)   | MCO          | MCO             | MCO                           |
| • Tonnage (t de minerai/jour)                                 | 36 000       | 10 000          | 30 800                        |
| • Taux moyen de récupération (%)                              | 85           | 90              | 90                            |
| Installation de traitement<br>(acide/alcalin) :               |              |                 |                               |
| • Acide/alcalin   | Acide        | Alcalin         | Alcalin                       |
| • Type (EI/ES)  | EI/ES        | EI              | LET/EI                        |
| • Tonnage (t de minerai/jour) ;<br>pour l'ISL (l/jour ou l/h) | 30 000       | 8 000           | 25 000                        |
| • Taux moyen de récupération (%)                              | 78           | 85              | 80                            |
| Capacité nominale de production<br>(t d'U/an)                 | 3 817        | 1 425           | 1 600                         |
| Projets d'agrandissement                                      | Oui          | 2 000           | Oui                           |
| Autres remarques  |              |                 |                               |

n.d. Non disponible.

## ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS

La Fondation Rössing a été créée en 1978 par Rössing Uranium Limited pour promouvoir la responsabilité sociale de l'entreprise et mettre en œuvre les activités y afférant au sein des collectivités de Namibie. En 2000, la fermeture de la mine étant envisagée pour quelques années plus tard et la ville et ses habitants dépendant toujours fortement des avantages économiques de la mine, Rössing Uranium a décidé d'ouvrir un bureau de la Fondation Rössing à Arandis. En novembre 2003, la fondation a élargi son mandat et lancé un large éventail d'activités visant le développement local, en appuyant notamment l'action des autorités locales en faveur des employés de la mine et des habitants d'Arandis dans les domaines de l'éducation, la santé, la réduction de la pauvreté, l'innovation, la protection de l'environnement et le développement des entreprises.

À la demande du ministère de l'Éducation, la fondation soutient la mise en œuvre de'un Programme pour l'amélioration de l'éducation et du secteur de la formation (*Education and Training Sector Improvement Programme*). En 2008, 25 % des diplômés de niveau 12 de la Kolin Foundation Secondary School d'Arandis ont accédé à des établissements d'enseignement supérieur. Fidèle à ses priorités stratégiques, la fondation a créé trois centres éducatifs à Arandis, Swakopmund et Ondangwa. En 2008, ces centres ont accueilli 9 798 étudiants qui y ont bénéficié de formation.

Arandis dépend des avantages des activités minières, qui alimentent son économie. La planification nécessaire pour assurer la viabilité de la collectivité à long terme doit donc intégrer la future fermeture de la mine, qui est inéluctable. Un projet de développement durable d'Arandis (*Arandis Sustainability Development Project – ASDP*) a été lancé pour garantir la conversion d'une économie monoindustrielle dépendant du secteur minier en une structure socioéconomique diversifiée. Actuellement, l'équipe de gestion du projet se compose de représentants du conseil municipal d'Arandis, de Rössing, et de la Fondation Rössing.

La Fondation Rössing soutient les initiatives à petite échelle des employés de la mine, le programme de gestion locale des ressources naturelles (*Community-based Natural Resource Management – CBNRM*), les petites et moyennes entreprises, ainsi que les projets agricoles, en vue de contribuer significativement à la hausse du revenu des ménages. De plus, la Fondation Rössing a lancé un essai pilote de production de légumes en recourant à une technique hydroponique simplifiée adaptée aux conditions d'Arandis. La Fondation promeut le développement agricole dans la communauté Topnaar qui occupe la région de Kuiseb River près de Walvis Bay.

La Fondation Rössing continue de soutenir les huit initiatives de conservation des sites naturels d'Erongo et du nord de la Namibie centrale. Dans la région d'Erongo, cinq communautés ont bénéficié du soutien de la fondation d'une manière ou d'une autre, pour renforcer notamment les capacités. Dans les régions d'Ohangwena, Omusati, Oshana et Oshikoto, neuf sociétés artisanales soutenues par la fondation ont dégagé un revenu de 266 350 NAD.

### **Rössing**

Un Plan de gestion et d'évaluation de l'impact social et environnemental a été soumis au ministère de l'Environnement et du Tourisme de la Namibie pour trois des projets d'agrandissement de la mine. Ces projets visent la construction d'une usine de tri radiométrique du minerai, l'exploitation d'un petit corps minéralisé « satellite » connu sous le nom de SK4, à environ 1 km à l'est de la mine à ciel ouvert existante, et l'édification d'une usine de production d'acide sulfurique par combustion du soufre. Après examen, le ministère a délivré un certificat d'approbation environnementale. Les données sur l'occupation du sol de Rössing, collectées en 2007 au cours

d'études géohydrologique, archéologique et d'impact sur les paysages et la biodiversité, ont servi en 2008 à élaborer le futur plan d'occupation du sol sur ce site.

L'approvisionnement en eau douce continue de susciter des inquiétudes, surtout si l'on considère les effets cumulés de la hausse prévue de l'extraction d'uranium dans la région d'Erongo. L'essentiel des pertes hydrologiques à Rössing résulte de l'incorporation d'eau aux résidus stockés dans les fosses et de son évaporation, même si l'eau de ces bassins est recyclée. La consommation d'eau douce à des fins industrielles et l'état des aquifères partout dans le pays sont surveillés en permanence par la Namibia Water Corporation Ltd. (NamWater) et par le service des questions hydrologiques (Department of Water Affairs – DWA) rattaché au ministère de l'Agriculture, de l'Eau et des Forêts. Les résultats de ce suivi sont fournis aux consommateurs industriels et aux comités de gestion des bassins.

À l'échelon régional, les consommateurs industriels sont tenus de conserver les ressources en eaux souterraines en partageant leurs informations et en favorisant la gestion des besoins en eau et/ou le dessalement de l'eau de mer. L'impact des effluents miniers sur la qualité de l'eau dans les zones adjacentes, en particulier les rivières Khan et Swakop, constitue toujours un motif d'inquiétude pour la population. Le DWA et la direction des services géologiques (Directorate of Geological Survey) du ministère des Mines et de l'Énergie sont en train de mettre au point une étude indépendante pour prélever des échantillons en vue d'établir des valeurs de référence de la qualité de l'eau. Cette étude comportera le suivi des trous forés à proximité ou dans le cours des fleuves.

Le coût total de la fermeture de la mine évalué en 2008 dépasse tout juste les 896 millions NAD. Ce total comprend les coûts de licenciement et de formation, de démolition et de réaménagement des résidus, de surveillance et de maîtrise des infiltrations à long terme. La somme provisionnée à cet effet dans le fonds indépendant Rössing Environmental Rehabilitation Trust Fund s'élevait à 100 millions NAD à la fin de 2008, et sera complétée au cours des prochaines années pour couvrir l'intégralité des coûts estimés au moment de la fermeture.

En 2008, un service chargé de l'efficacité électrique (Power Efficiency Department) a été mis en place pour superviser l'approvisionnement en électricité et l'efficacité énergétique. Ce service a pour mission de répondre à la demande tout en optimisant la consommation d'électricité : il s'agit de repérer les points où l'efficacité peut être améliorée et d'y intervenir en ce sens.

L'application de normes minimales d'hygiène de l'environnement et du travail (*Minimum Environmental and Occupational Health Standards*) et le lancement d'une évaluation environnementale stratégique (*Strategic Environmental Assessment – SEA*) dans la région d'Erongo marquent une avancée considérable. La SEA se traduira par une stratégie pour l'environnement contenant des informations étayées scientifiquement permettant aux pouvoirs publics de gérer le secteur de l'uranium de manière responsable.

En 2008, la superficie perturbée par l'activité minière s'est élevée à 45 ha, contre 10 ha en 2007. La superficie totale affectée par la mine représentait au total 2 440 ha à la fin de 2008. Aucune activité de réaménagement supplémentaire n'a été menée en 2007-2008. Le plan de fermeture de Rössing a été mis à jour en 2005, conformément à la durée de vie assignée à la mine cette année-là. La prochaine mise à jour technique de ce plan est prévue pour 2010.

## **Langer Heinrich**

Palladin a élaboré un système de gestion environnementale (SGE) qu'il applique à toutes les activités du site. Ce SGE a permis à la mine de recevoir en avril 2009 la certification ISO 14001 après audit. Dans le cadre du SGE, des plans de gestion environnementale (PGE) ont été préparés pour les

diverses opérations minières et soumis aux autorités ainsi qu'à d'autres parties prenantes pour examen. Ces PGE sont régulièrement mis à jour et révisés, ce qui s'inscrit dans le souci d'amélioration constante des exploitations.

Le PGE relatif à l'exploitation de Langer Heinrich a été soumis pour évaluation aux autorités publiques concernées ainsi qu'à des établissements de crédit internationaux dans le cadre du financement du projet. Une version révisée du PGE de la mine, s'intéressant aussi à la phase 2 de l'agrandissement, a été présentée aux pouvoirs publics qui l'ont approuvée. L'étude d'impact sur l'environnement (EIE) du projet de phase 3 de l'agrandissement a débuté au début de 2009. Les résultats de la consultation des parties prenantes ont donné lieu à un rapport exploratoire communiqué aux autorités en mai 2009.

Une norme sur l'utilisation et la qualité de l'eau a été développée pour encourager les économies d'eau et assurer la salubrité et la durabilité des approvisionnements ainsi que la protection des ressources en eau et des écosystèmes voisins du site. Des bilans hydrologiques, des modèles d'écoulement des eaux et des stratégies de gestion de l'eau ont été établis avec soin et mis en œuvre. Des spécialistes de l'hydrologie ont par ailleurs été engagés pour apporter leur expertise dans la conception, la construction, l'exploitation et la gestion de l'eau et des infrastructures de l'eau. Les stratégies d'aménagement et de gestion de l'eau ont également fait l'objet d'un audit et d'examen techniques externes par des tiers spécialisés, les responsables souhaitant s'assurer de la conformité du modèle de gestion de l'eau proposé aux normes internationales.

Une norme de fermeture de la mine a aussi été établie pour assurer la salubrité et la stabilité des sites déclassés et réduire au maximum les impacts sur l'environnement. Le processus de planification de la fermeture a progressé en 2009 avec la création d'un comité de pilotage qui a élaboré une stratégie pour la fermeture et commencé à rédiger un projet de plan de fermeture détaillé.

En 2007, la Chambre des Mines de Namibie a pris l'initiative de fonder un Comité de gestion de l'uranium (Uranium Stewardship Committee – USC). L'USC intervient dans l'examen des nouvelles problématiques telles que l'expansion de l'industrie de l'uranium, la salubrité, l'efficacité et la productivité des projets miniers, les efforts pour mieux comprendre le contexte global dans lequel évolue ce secteur et la confiance que lui accordent les parties prenantes et le grand public. Les sites de Rössing et Langer Heinrich ont soutenu activement la mise en place de ce comité. L'USC a créé un climat de « clarté politique » allant dans le sens des efforts pour développer un environnement d'investissement stable ainsi que des arrangements spécifiques en matière réglementaire et de conformité, et qui permet d'évaluer l'efficacité des stratégies d'intervention révisées. ([www.chamberofmines.org.na/main/safety-sustainable-development/namibia-uranium-stewardship-nus/uranium-stewardship-committee.html](http://www.chamberofmines.org.na/main/safety-sustainable-development/namibia-uranium-stewardship-nus/uranium-stewardship-committee.html)).

## **BESOINS EN URANIUM**

La Namibie ne dispose pas et ne compte pas se doter d'un parc électronucléaire. Elle n'a donc aucun besoin en uranium pour l'exploitation de réacteurs.

## **POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM**

En Namibie, l'État contrôle l'ensemble des droits miniers qui sont encadrés par la loi (sur l'extraction et la prospection) minière de 1992. Cette loi a été promulguée peu après l'indépendance afin d'abroger l'ancienne législation héritée du régime colonial. L'examen de cette loi et la formulation des mesures qui en découlent sont en cours. Cette révision est déjà bien avancée et, une

fois menée à bien, sera présentée aux rédacteurs juridiques pour être finalisée puis soumise au parlement. Ce processus devrait être achevé en 2010. Un aperçu de la politique minière de la Namibie est disponible à l'adresse suivante : [www.chamberofmines.org.na/fileadmin/downloads/Minerals\\_Policy\\_Final.pdf](http://www.chamberofmines.org.na/fileadmin/downloads/Minerals_Policy_Final.pdf).

En 2007, l'État a suspendu l'octroi de permis de prospection de l'uranium pour une durée indéterminée. En effet, le prix de l'uranium avait alors atteint des sommets stimulant les activités d'exploration partout dans le monde, et en particulier en Namibie. Les pouvoirs publics ont donc déclaré que ce moratoire leur permettrait de réfléchir à leur politique relative à l'uranium dans un contexte de hausse de la demande, arguant des inquiétudes en matière d'eau et de l'énergie.

L'uranium est défini comme un minéral contrôlé et la section 102 de la loi sur l'extraction et la prospection minière en régleme l'exportation, le traitement, la détention et l'enrichissement. En revanche, la production d'uranium ou le cycle du combustible nucléaire ne font l'objet d'aucune disposition particulière. La Namibie collabore actuellement avec la Finlande pour développer un modèle de gouvernance approprié. Un projet-cadre a été élaboré pour ce faire au titre du programme de coopération technique de l'AIEA RAF 3006.

En mars 2009, les autorités namibiennes ont lancé la première entreprise publique du secteur minier, Epangelo Mining. Le capital de départ alloué à cette entreprise, contrôlée à 100 % par l'État, s'élèvera à 1.5 million NAD. Cette holding fera l'acquisition de titres et prendra des participations dans les nouveaux projets de prospection et d'exploitation de l'uranium.

#### **Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national\***

| <b>Dépenses en NAD</b>  | <b>2006</b>      | <b>2007</b>      | <b>2008</b>       | <b>2009<br/>(prévision)</b> |
|---|------------------|------------------|-------------------|-----------------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection   | 1 521 517        | 9 955 806        | 67 206 320        | 76 852 773                  |
| Dépenses du secteur public pour la prospection  | n.d.             | n.d.             | n.d.              | n.d.                        |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                                | 0                | 0                | 0                 | 0                           |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                               | n.d.             | n.d.             | n.d.              | n.d.                        |
| <b>Total des dépenses</b>   | <b>1 521 517</b> | <b>9 955 806</b> | <b>67 206 320</b> | <b>76 852 773</b>           |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                        | 1 700            | 20 500           | 36 470            | 35 000                      |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                          | 10               | 93               | 99                | 70                          |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                       | n.d.             | n.d.             | n.d.              | n.d.                        |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                         | n.d.             | n.d.             | n.d.              | n.d.                        |
| Forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation (mètres)   | 16 444           | 30 000           | 32 661            | 30 000                      |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation  | 191              | 350              | 363               | 333                         |
| Forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation (mètres)  | n.d.             | n.d.             | n.d.              | n.d.                        |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation | n.d.             | n.d.             | n.d.              | n.d.                        |

**Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national\* (suite)**

| Dépenses en NAD  | 2006   | 2007   | 2008   | 2009<br>(prévision) |
|--|--------|--------|--------|---------------------|
| Sous-total des sondages de prospection (mètres)                        | 1 700  | 20 500 | 36 470 | 35 000              |
| Sous-total du nombre de sondages de prospection                        | 10     | 93     | 99     | 70                  |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres) | 16 444 | 30 000 | 32 661 | 30 000              |
| Sous-total du nombre de forages pratiqués pour la mise en exploitation | 191    | 350    | 363    | 333                 |
| Total des forages en mètres  | 18 144 | 50 500 | 69 131 | 65 000              |
| Nombre total de trous forés  | 201    | 443    | 462    | 403                 |

\* Rössing uniquement.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production\* (tonnes d'U)**

| Méthode de production                     | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|---|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine                          | 0                   | 0                   | 0                    |                      |                                |
| Mine à ciel ouvert                        | 0                   | 2 480               | 158 150              | 158 150              | 78-85                          |
| Lixiviation <i>in situ</i>                | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas                        | 0                   | 0                   | 38 090               | 38 090               | 70                             |
| Lixiviation en place<br>(chambre/gradins) | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Coproduit<br>et sous-produit              | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Méthode non spécifiée                     | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                                     | 0                   | 2 480               | 196 240              | 196 240              |                                |

\* Ressources *in situ*.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement\* (tonnes d'U)**

| Type du gisement                     | < 40 USD/kg d'U | < 80 USD/kg d'U | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| Lié à des discordances               | 0               | 0               | 0                |                  |
| Lié à des grès                       | 0               | 0               | 0                |                  |
| Complexes bréchiqes<br>à hématite    | 0               | 0               | 0                |                  |
| Conglomérats à galets<br>de quartz   | 0               | 0               | 0                |                  |
| Filonien                             | 0               | 0               | 0                |                  |
| Intrusif                             | 0               | 2 480           | 116 660          | 116 660          |
| Volcanique et lié à des<br>caldeiras | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Métasomatique                        | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Autres**                             | 0               | 0               | 79 580           | 79 580           |
| Total                                | 0               | 2 480           | 196 240          | 196 240          |

\* Ressources *in situ*.

\*\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques présumées par méthode de production\*** (tonnes d'U)

| Méthode de production                     | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|---|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine                          | 0                   | 0                   | 0                    |                      |                                |
| Mine à ciel ouvert                        | 0                   | 0                   | 150 220              |                      | 78-85                          |
| Lixiviation <i>in situ</i>                | 0                   | 0                   | 0                    |                      |                                |
| Lixiviation en tas                        | 0                   | 0                   | 8 820                |                      | 70                             |
| Lixiviation en place<br>(chambre/gradins) | 0                   | 0                   | 0                    |                      |                                |
| Coproduit et sous-produit                 | 0                   | 0                   | 0                    |                      |                                |
| Méthode non spécifiée                     | 0                   | 0                   | 0                    |                      |                                |
| Total                                     | 0                   | 0                   | 159 040              |                      |                                |

\* Ressources *in situ*.

**Ressources classiques présumées par type de gisement\*** (tonnes d'U)

| Type du gisement                  | < 40 USD/kg d'U | < 80 USD/kg d'U | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| Lié à des discordances            | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Lié à des grès                    | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Complexes bréchiqes à hématite    | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Filonien                          | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Intrusif                          | 0               | 0               | 108 330          | 108 330          |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Métasomatique                     | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Superficiel – lié à des calcrètes | 0               | 0               | 50 710           | 50 710           |
| Autres**                          | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Total                             | 0               | 0               | 159 040          | 159 040          |

\* Ressources *in situ*.

\*\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Production d'uranium par méthode de production** (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Méthode de production      | Total<br>jusqu'à la<br>fin de 2005 | 2006  | 2007  | 2008  | Total<br>jusqu'à la<br>fin de 2008 | 2009<br>(prévision) |
|----------------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|------------------------------------|---------------------|
| Mine à ciel ouvert*        | 85 190                             | 3 076 | 2 832 | 4 400 | 95 489                             | 4 623               |
| Mine souterraine*          | 0                                  | 0     | 0     | 0     | 0                                  | 0                   |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                                  | 0     | 0     | 0     | 0                                  | 0                   |
| Coproduit/sous-produit     | 0                                  | 0     | 0     | 0     | 0                                  | 0                   |
| Total                      | 85 190                             | 3 076 | 2 832 | 4 400 | 95 489                             | 4 623               |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

### Production d'uranium par méthode de traitement (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Méthode de traitement              | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006  | 2007  | 2008  | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|------------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|------------------------------|------------------|
| Classique                          | 85 190                       | 3 076 | 2 832 | 4 400 | 95 489                       | 4 623            |
| Lixiviation en place*              | 0                            | 0     | 0     | 0     | 0                            | 0                |
| Lixiviation en tas**               | 0                            | 0     | 0     | 0     | 0                            | 0                |
| Lixiviation <i>in situ</i>         | 0                            | 0     | 0     | 0     | 0                            | 0                |
| U récupéré à partir des phosphates | 0                            | 0     | 0     | 0     | 0                            | 0                |
| Autres méthodes***                 | 0                            | 0     | 0     | 0     | 0                            | 0                |
| Total                              | 85 190                       | 3 076 | 2 832 | 4 400 | 95 489                       | 4 623            |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble des extractions à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

\*\*\* Prenant en compte le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

### Structure du capital dans l'industrie de l'uranium en 2008

| Namibie        |      |               |      | Étranger       |      |               |      | Total   |      |
|----------------|------|---------------|------|----------------|------|---------------|------|---------|------|
| Secteur public |      | Secteur privé |      | Secteur public |      | Secteur privé |      |         |      |
| [t d'U]        | [%]  | [t d'U]       | [%]  | [t d'U]        | [%]  | [t d'U]       | [%]  | [t d'U] | [%]  |
| n.d.           | n.d. | n.d.          | n.d. | n.d.           | n.d. | n.d.          | n.d. | n.d.    | n.d. |

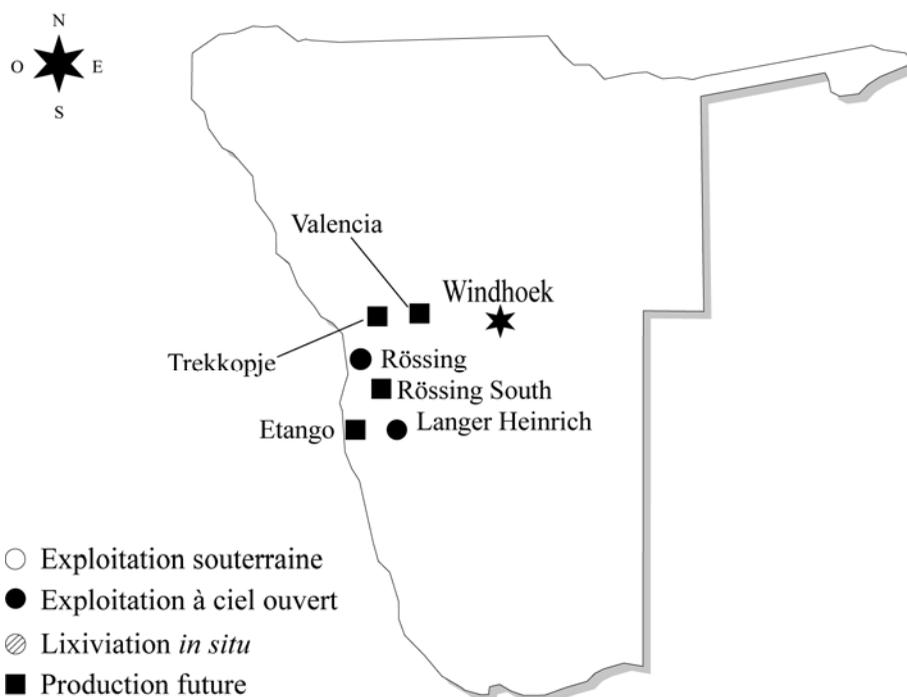
### Effectifs de l'industrie de l'uranium dans les centres de production existants (années-personnes)

|   |                 | 2006   | 2007   | 2008   | 2009 (prévision) |
|---|-----------------|--------|--------|--------|------------------|
| Effectif total  | Rössing         | 939    | 1 175  | 1 307  | 1 500            |
| Effectif directement affecté à la production d'uranium      | Rössing         | 426    | 573    | 708    | 953              |
| Effectif  | Langer Heinrich |        |        | 198    | 210              |
| Contractuels directement affectés à la production d'uranium | Langer Heinrich |        |        | 200    |                  |
| Effectif  | Trekkopje       |        |        |        | 130              |
| Contractuels directement affectés à la production d'uranium | Trekkopje       |        |        |        |                  |
| Effectif total  | Tous les sites  | >1 356 | >1 748 | >2 015 | >2 793           |

**Capacité théorique de production à court terme (tonnes d'U/an)**

| 2010 |     |       |       | 2015 |     |       |        | 2020 |     |       |        |
|------|-----|-------|-------|------|-----|-------|--------|------|-----|-------|--------|
| A-I  | B-I | A-II  | B-II  | A-I  | B-I | A-II  | B-II   | A-I  | B-I | A-II  | B-II   |
| 0    | 0   | 5 000 | 6 500 | 0    | 0   | 6 000 | 15 000 | 0    | 0   | 8 000 | 19 000 |

| 2025 |     |       |        | 2030 |     |       |        | 2035 |     |       |       |
|------|-----|-------|--------|------|-----|-------|--------|------|-----|-------|-------|
| A-I  | B-I | A-II  | B-II   | A-I  | B-I | A-II  | B-II   | A-I  | B-I | A-II  | B-II  |
| 0    | 0   | 6 000 | 14 000 | 0    | 0   | 5 000 | 10 000 | 0    | 0   | 5 000 | 7 500 |



## • Niger\* •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour un bref historique de la prospection de l'uranium.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

##### *Somaïr*

La mise en exploitation du gisement de Tamgak a commencé en 2006 et s'est poursuivie en 2007.

##### *Cominak*

Les travaux de délimitation de la partie sud du gisement d'Ebba se poursuivent. Ce gisement se trouve au sud des gisements d'Akouta et d'Akola précédemment exploités, dans une zone couverte par un permis de prospection délivré par l'État nigérien en 2006.

##### *AREVA NC Niger*

Des campagnes de sondages intensives ont été menées en 2007 et 2008 sur les diverses zones visées par les permis de prospection, dont Imouraren. La mise en exploitation du gisement d'Imouraren a été confirmée en janvier 2008. Celui-ci s'étend sur une superficie de 8 km sur 2.5 km et renferme 146 000 t d'U (RRA et ressources présumées) avec une teneur moyenne de 0.11 % d'U.

##### *China National Uranium Corporation*

La prospection des gisements d'Azelik a commencé en 2006 et s'est poursuivie en 2007 et 2008. Les ressources contenues dans le gisement de Teguidda s'élèveraient à 13 000 t d'U pour une teneur moyenne de 0.2 %.

##### *GoviEx*

*GoviEx* détient des zones d'exploration totalisant 2 300 km<sup>2</sup> près de la mine d'Arlit, auxquelles s'ajoutent 2 000 km<sup>2</sup> près d'Agadez. L'entreprise a pratiqué des sondages pour confirmer les estimations des ressources réalisées lors des activités de prospection précédentes dans les gisements de Madaouela (6 190 t d'U) et d'Arnou Melle. En août 2008, Cameco a fait l'acquisition de 11 % des actions de GoviEX, avec des options pour porter ce chiffre à 48 %.

---

\* Rapport préparé par le Secrétariat, notamment à partir d'informations extraites du document *Environmental Impact Study* (Knight Piesold, 2007), de la contribution des autorités du Niger et d'autres sources.

## Niger Uranium

**Niger Uranium** est titulaire de huit permis de prospection portant sur une superficie totale de presque 7 000 km<sup>2</sup>. En août 2008, Niger Uranium a fait état de 1 700 t d'U à In Gall dans la catégorie des ressources présumées, renfermées dans des grès peu profonds.

## Trendfield

**Trendfield** s'est associé à **Artemis Resources** (Australie) pour fonder la co-entreprise UREX, en vue d'explorer les gisements de Tagaza, adjacents à Teguidda.

En avril 2007, l'État a octroyé des permis de prospection à AREVA et Rio Tinto, entre autres, pour l'exploration de la zone de Tchirezerine au nord-ouest d'Agadez.

## RESSOURCES EN URANIUM

### Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et ressources présumées)

#### Somaïr

#### Réserves prouvées et probables

| Gisement        | Minerai (kt) | Teneur (% d'U) | Uranium (t) |
|-----------------|--------------|----------------|-------------|
| Ariège sud      | 16           | 0.202          | 33          |
| Artois          | 5 664        | 0.216          | 12 232      |
| Stock Tabelle   | 106          | 0.152          | 161         |
| Stock Tamou     | 227          | 0.202          | 460         |
| Tabelle         | 323          | 0.273          | 882         |
| Tamgak Plateau  | 2 848        | 0.287          | 8 183       |
| Tamou           | 158          | 0.268          | 423         |
| Tamou Ext ouest | 589          | 0.255          | 1 503       |
| Total           | 9 931        | 0.240          | 23 877      |

#### Ressources non rentables aux conditions actuelles (mesurées et indiquées)

|       | Minerai (kt) | Teneur (% d'U) | Uranium (t) |
|-------|--------------|----------------|-------------|
| Total | 15 560       | 0.093          | 14 406      |

#### Ressources présumées mises en exploitation

| Gisement       | Minerai (kt) | Teneur (% d'U) | Uranium (t) |
|----------------|--------------|----------------|-------------|
| Tamgak Flexure |              | 0.453          | 384         |
| Tamgak Lix     |              | 0.342          | 5 356       |
| Tamou est      |              | 0.370          | 19 750      |
| Total          |              | 0.364          | 25 454      |

#### Cominak

| Gisement | Minerai (kt) | Teneur (% d'U) | Uranium (t) |
|----------|--------------|----------------|-------------|
| Akola    | 76.9         | 0.453          | 384         |
| Akouta   | 1 566.6      | 0.342          | 5 356       |
| Ebba     | 5 344.2      | 0.370          | 19 750      |
| Total    | 6 987.7      | 0.364          | 25 454      |

**Imouraren****Ressources récupérables d'après l'étude de faisabilité**

|              | <b>Minerai (kt)</b> | <b>Teneur (% d'U)</b> | <b>Uranium (t)</b> |
|--------------|---------------------|-----------------------|--------------------|
| Mesurées     | 65 250              | 0.084                 | 55 116             |
| Indiquées    | 217 104             | 0.075                 | 162 804            |
| Présumées    | 14 219              | 0.071                 | 10 127             |
| <b>Total</b> | <b>296 573</b>      | <b>0.077</b>          | <b>228 047</b>     |

Uranium récupérable par lixiviation dynamique ( $tc > 0.06$  % d'U) : 163 953 t d'U à 0.104 % d'U.

Uranium récupérable par lixiviation en tas ( $0.03 < c/o < 0.06$  % d'U) : 64 094 t d'U à 0.046 % d'U.

**Somina****Réserves (catégories 331 et 332 de la classification-cadre des Nations Unies)  
d'après l'étude de faisabilité**

| <b>Gisement</b> | <b>Minerai (kt)</b> | <b>Teneur (% d'U)</b> | <b>Uranium (t)</b> |
|-----------------|---------------------|-----------------------|--------------------|
| T               | 2 351               | 0.136                 | 3 201              |
| IR              | 4 393               | 0.151                 | 6 588              |
| G               | 2 211               | 0.132                 | 2 924              |
| <b>Total</b>    | <b>8 955</b>        | <b>0.142</b>          | <b>12 713</b>      |

**Ressources non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)**

Il n'est fait état d'aucun changement depuis l'estimation des ressources pronostiquées communiquée dans l'édition 2005 du Livre rouge, soit 24 608 t d'U récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U.

**PRODUCTION D'URANIUM****Historique**

La production d'uranium au Niger est assurée par deux sociétés, la Somaïr et la Cominak, qui exploitent des mines sur des gisements de type gréseux, respectivement depuis 1970 et 1978. Une troisième société, la Société Minière de Tassa N'Taghalgue (SMTT), a cédé ses droits miniers à la Somaïr en 1996, à la suite de quoi elle a été dissoute.

**Capacité théorique de production**

La capacité totale des deux centres de production du Niger augmente progressivement. De 3 800 t d'U en 2006, elle devrait passer à 4 500 t d'U en 2009.

**Structure du capital dans l'industrie de l'uranium**

La structure du capital des deux compagnies minières du Niger est indiquée ci-après :

| <b>Somaïr</b>            | <b>Cominak</b>         |
|--------------------------|------------------------|
| 36.6 % SOPAMIN (Niger)   | 31 % SOPAMIN (Niger)   |
| 37.5 % AREVA NC (France) | 34 % AREVA NC (France) |
| 25.9 % CFMM NC (France)  | 25 % OURD (Japon)      |
|                          | 10 % Enusa (Espagne)   |

## Emploi dans le secteur de l'uranium

À la fin de mars 2008, les deux entreprises exploitantes (Somaïr et Cominak) employaient 1 932 personnes. Un important programme de recrutement est actuellement appliqué afin de compenser les départs à la retraite et de faire face au regain d'activité des centres de production existants.

L'exploitation d'Imouraren devrait permettre d'embaucher 1 400 employés permanents et créer de nombreux emplois indirects.

## Centres de production futurs

### Somaïr

- Des travaux sont en cours pour faire passer la capacité de production du site de 550 000 t de minerai à 660 000 t de minerai en 2009.
- Une installation de lixiviation en tas, d'une capacité de traitement de 1 400 000 t de minerai par an, est actuellement en construction. Sa mise en service est prévue pour 2009.

### SOMINA (Société des Mines d'Azelik)

Une nouvelle entreprise, la Société des Mines d'Azelik, a été créée le 3 juin 2007 en vue de l'exploitation des gisements d'uranium d'Azelik. La production devrait démarrer en 2011 à une cadence de 700 t d'U/an. La structure du capital de cette société est la suivante :

|  | %    |
|--|------|
| SOPAMIN (secteur public du Niger)              | 33.0 |
| SINO-U (Chine)                                 | 37.2 |
| ZX Joy Invest (Chine)                          | 24.8 |
| Trenfield Holdings SA (secteur privé du Niger) | 5.0  |

### AREVA NC

Le projet d'exploitation d'Imouraren a démarré le 4 mai 2009 avec un capital de départ dépassant 1.6 milliard de dollars. Quand la production aura atteint sa pleine capacité, la mine devrait produire 5 000 t d'U par an pendant 35 ans. La production devrait commencer en 2012.

La structure du capital de cette entreprise est la suivante (février 2010) :

|                                   | %     |
|-----------------------------------|-------|
| SOPAMIN (secteur public du Niger) | 33.35 |
| AREVA (France)                    | 56.65 |
| Kepeco (Corée du Sud)             | 10.00 |

**Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium** (au 1<sup>er</sup> janvier 2007)

|  | Centre n° 1            | Centre n° 2                             | Centre n° 3          | Centre n° 4 |
|--|------------------------|---|----------------------|-------------|
| Nom du centre de production                          | Arlit (Somaïr)         | Arlit (Somaïr)                          | Akouta (Cominak)     | Imouraren   |
| Catégorie  | En service             | Prévu                                   | En service           | Prévu       |
| Date de mise en service                              | 1970                   | 2009                                    | 1978                 | 2012        |
| Source de minerai :                                  |                        |   |                      |             |
| • Nom du gisement                                    | Tamou/Artois<br>Tamgak | Stocks de<br>minerai à faible<br>teneur | Akouta/Akola<br>Ebba | Imouraren   |
| • Type du gisement                                   | Gréseux                | Gréseux                                 | Gréseux              | Gréseux     |
| • Ressources (t d'U)                                 | 29 200                 | 5 000                                   | 36 935               | 228 047     |
| • Teneur (% d'U)                                     | 0.28                   | 0.07                                    | 0.40                 | 0.077       |
| Exploitation minière :                               |                        |   |                      |             |
| • Type (MCO/MS/ISL)                                  | MCO                    |   | MS                   | MCO         |
| • Tonnage (t minerai/jour)                           | 1 900                  | 3 800                                   | 1 800                |             |
| • Taux moyen de récupération (%)                     | 100                    | 100                                     | 100                  |             |
| Installation de traitement (acide/alcalin) :         | Acide                  | Acide                                   | Acide                |             |
| • Type (EI/ES)                                       | ES                     | ES                                      | ES                   |             |
| • Tonnage (t minerai/jour) ; pour l'ISL (l/j ou l/h) | 1 900                  | 3 800                                   | 1 900                |             |
| • Taux moyen de récupération (%)                     | 95                     | 65                                      | 95                   |             |
| Capacité nominale de production (t d'U/an)           | 1 500                  | 700                                     | 2 300                | 5 000       |
| Projets d'agrandissement                             | Oui                    |   |                      |             |
| Autres remarques                                     |                        |   |                      |             |

**ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT  
ET ASPECTS SOCIOCULTURELS**

Trois évaluations de l'impact sur l'environnement ont été réalisées en 2005 et 2006 en vue de la délivrance de l'autorisation administrative d'exploiter les gisements d'uranium d'Ebba (Cominak), d'Artois et de Tamgak (Somaïr).

Somaïr et Cominak ont toutes les deux reçu la certification ISO 14001, décernée pour la gestion durable et la protection de l'environnement.

À Imouraren, AREVA compte investir 6 millions EUR par an dans la santé, l'éducation, la formation, tout en donnant accès à l'eau et à l'électricité aux populations locales.

**BESOINS EN URANIUM**

Le Niger ne dispose pas et ne compte pas se doter d'un parc électronucléaire. Il n'a donc aucun besoin en uranium pour l'exploitation de réacteurs.

## POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

L'un des principaux objectifs de la politique du Niger relative à l'uranium est d'accroître la compétitivité internationale de son industrie de l'uranium.

### STOCKS D'URANIUM

Il n'est fait état d'aucune information.

#### Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national

| Dépenses en millions XOF  | 2006    | 2007   | 2008   | 2009<br>(prévision) |
|---|---------|--------|--------|---------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection   | 6 355   | 43 103 | 27 688 | 68 210              |
| Dépenses du secteur public pour la prospection  | n.d.    | n.d.   | n.d.   | n.d.                |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                                | n.d.    | 34 970 | 59 693 | 74 890              |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                               | n.d.    | n.d.   | n.d.   | n.d.                |
| Total des dépenses  | n.d.    | 78 073 | 87 381 | 143 100             |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                        | n.d.    | n.d.   | n.d.   | n.d.                |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                          | n.d.    | n.d.   | n.d.   | n.d.                |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                       | n.d.    | n.d.   | n.d.   | n.d.                |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                         | n.d.    | n.d.   | n.d.   | n.d.                |
| Forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation (mètres)   | n.d.    | n.d.   | n.d.   | n.d.                |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation  | n.d.    | n.d.   | n.d.   | n.d.                |
| Forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation (mètres)  | n.d.    | n.d.   | n.d.   | n.d.                |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation | n.d.    | n.d.   | n.d.   | n.d.                |
| Sous-total des sondages de prospection (mètres)                                       | n.d.    | n.d.   | n.d.   | n.d.                |
| Sous-total du nombre de sondages de prospection                                       | n.d.    | n.d.   | n.d.   | n.d.                |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)                | n.d.    | n.d.   | n.d.   | n.d.                |
| Sous-total du nombre de forages effectués pour la mise en exploitation                | n.d.    | n.d.   | n.d.   | n.d.                |
| Total des forages en mètres   | 134 567 | n.d.   | n.d.   | n.d.                |
| Nombre total de trous forés   | 1 038   | n.d.   | n.d.   | n.d.                |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production                     | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|---|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine                          | 0                   | 22 000              | 38 000               | 39 000               | 90                             |
| Mine à ciel ouvert                        | 12 000              | 15 500              | 199 000              | 200 605              | 95                             |
| Lixiviation <i>in situ</i>                | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas                        | 5 000               | 5 000               | 5 000                | 5 000                | 65                             |
| Lixiviation en place<br>(chambre/gradins) | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Coproduit/sous-produit                    | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Méthode non spécifiée                     | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| <b>Total</b>                              | <b>17 000</b>       | <b>42 500</b>       | <b>242 000</b>       | <b>244 605</b>       |                                |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type du gisement                  | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances            | 0                   | 0                   | 0                    |                      |
| Lié à des grès                    | 17 000              | 42 500              | 242 000              | 244 605              |
| Complexes bréchiques à hématite   | 0                   | 0                   | 0                    |                      |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0                   | 0                   | 0                    |                      |
| Filonien                          | 0                   | 0                   | 0                    |                      |
| Intrusif                          | 0                   | 0                   | 0                    |                      |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0                   | 0                   | 0                    |                      |
| Métasomatique                     | 0                   | 0                   | 0                    |                      |
| Autres*                           | 0                   | 0                   | 0                    |                      |
| <b>Total</b>                      | <b>17 000</b>       | <b>42 500</b>       | <b>242 000</b>       | <b>244 605</b>       |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques présumées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production                     | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|---|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine                          | 0                   | 18 000              | 18 000               | 18 000               |                                |
| Mine à ciel ouvert                        | 0                   | 12 900              | 12 900               | 12 900               |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i>                | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas                        | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en place<br>(chambre/gradins) | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Coproduit et sous-produit                 | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Méthode non spécifiée                     | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| <b>Total</b>                              | <b>0</b>            | <b>30 900</b>       | <b>30 900</b>        | <b>30 900</b>        |                                |

### Ressources classiques présumées par type de gisement (tonnes d'U)

| Type du gisement                  | < 40 USD/kg d'U | < 80 USD/kg d'U | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| Lié à des discordances            | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Lié à des grès                    |                 | 30 900          | 30 900           | 30 900           |
| Complexes bréchiqes à hématite    | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Filonien                          | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Intrusif                          | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Métasomatique                     | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Autres*                           | 0               | 0               | 0                | 0                |
| <b>Total</b>                      | <b>0</b>        | <b>30 900</b>   | <b>30 900</b>    | <b>30 900</b>    |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

### Ressources classiques pronostiquées (tonnes d'U)

| Tranches de coût |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|
| < 80 USD/kg d'U  | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U |
| 14 500           | 24 600           |                  |

### Production d'uranium par méthode de production (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Méthode de production              | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006         | 2007         | 2008         | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|------------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------|------------------|
| Mine à ciel ouvert*                | 37 185                       | 1 602        | 1 790        | 1 743        | 42 320                       | 1 808            |
| Mine souterraine*                  | 57 674                       | 1 841        | 1 403        | 1 289        | 32 207                       | 1 400            |
| Lixiviation <i>in situ</i>         | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                |
| Lixiviation en tas                 | 5 785                        | 0            | 0            | 0            | 5 785                        | 0                |
| Lixiviation en place**             | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                |
| Coproduit/sous-produit             | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                |
| U récupéré à partir des phosphates | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                |
| Autres méthodes***                 | 0                            | 0            | 0            | 0            | 0                            | 0                |
| <b>Total</b>                       | <b>100 644</b>               | <b>3 443</b> | <b>3 193</b> | <b>3 032</b> | <b>110 312</b>               | <b>3 208</b>     |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

\*\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\*\* Prenant en compte le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

## Structure du capital dans l'industrie de l'uranium en 2008

| Niger          |      |               |     | Étranger       |      |               |      | Total   |     |
|----------------|------|---------------|-----|----------------|------|---------------|------|---------|-----|
| Secteur public |      | Secteur privé |     | Secteur public |      | Secteur privé |      |         |     |
| [t d'U]        | [%]  | [t d'U]       | [%] | [t d'U]        | [%]  | [t d'U]       | [%]  | [t d'U] | [%] |
| 1 037          | 34.2 | 0             | 0   | 1 358          | 44,8 | 637           | 21.0 | 3 032   | 100 |

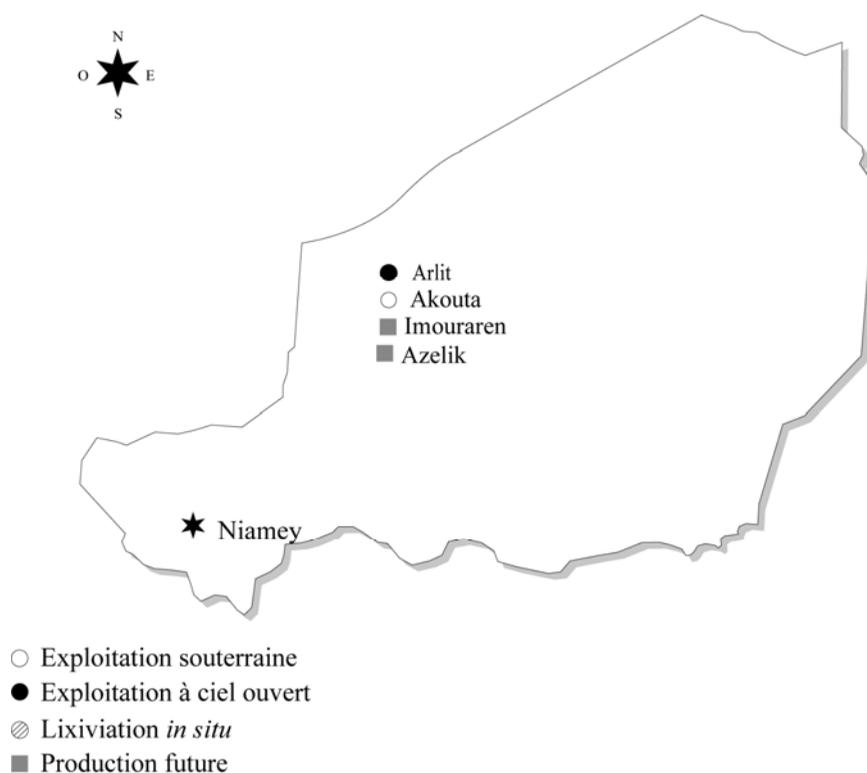
## Effectifs de l'industrie de l'uranium dans les centres de production existants (années-personnes)

|  | 2006  | 2007 | 2008  | 2009 (prévision) |
|--|-------|------|-------|------------------|
| Effectif total associé aux centres de production       | 1 741 | n.d. | 1 932 | n.d.             |
| Effectif directement affecté à la production d'uranium | 1 388 | n.d. | n.d.  | n.d.             |

## Capacité théorique de production à court terme (tonnes d'U/an)

| 2010  |       |       |       | 2015   |        |        |        | 2020   |        |        |        |
|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| A-I   | B-I   | A-II  | B-II  | A-I    | B-I    | A-II   | B-II   | A-I    | B-I    | A-II   | B-II   |
| 4 500 | 4 500 | 4 500 | 4 500 | 10 000 | 10 000 | 10 000 | 10 000 | 10 000 | 10 000 | 10 000 | 10 000 |

| 2025 |      |      |      | 2030 |      |      |      | 2035 |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| A-I  | B-I  | A-II | B-II | A-I  | B-I  | A-II | B-II | A-I  | B-I  | A-II | B-II |
| n.d. |



## • Pérou •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour un bref historique de la prospection de l'uranium.

Outre le district uranifère de Macusani (sud-est du Pérou) où la prospection radiométrique a permis de découvrir plus de 40 zones uranifères, dont les plus importantes sont Chapi, Chilcuno-VI, Pinocho, Cerro Concharumio et Cerro Calvario, d'autres régions du pays pourraient bien renfermer des ressources en uranium. L'Institut péruvien de l'énergie nucléaire (Instituto Peruano de Energia Nuclear – IPEN) recherche de nouvelles zones prometteuses à travers ses activités de promotion.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

Plusieurs entreprises se sont installées dans le district de Macusani pour explorer et mettre en valeur les ressources en uranium en effectuant des sondages dans ses différentes zones.

### RESSOURCES EN URANIUM

#### Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et ressources présumées)

Au Pérou, les ressources identifiées sont localisées essentiellement dans la zone de Macusani (département de Puno). Veuillez consulter le tableau concerné pour plus de détails.

#### Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)

On estime à 26 350 t d'U au total les ressources classiques non découvertes dont 6 610 t d'U dans la catégorie des ressources pronostiquées (zone du gisement de Chapi) et 19 740 t d'U dans la catégorie des ressources spéculatives, d'après la distribution des roches réceptrices volcaniques du Tertiaire du district uranifère de Macusani (1 000 km<sup>2</sup>).

#### Ressources non classiques non découvertes

Selon les estimations, il y aurait 21 600 t d'U renfermées dans des phosphates (à teneur moyenne de 60 ppm en U) ou dans des gisements polymétalliques (Cu-Pb-Zn-Ag-W-Ni) :

|                       |              |
|-----------------------|--------------|
| Phosphates de Bayovar | 16 000 t d'U |
| Autres sites (39)     | 5 600 t d'U  |
| Total                 | 21 600 t d'U |

Le Pérou n'a jamais produit d'uranium et n'a pas de projet dans ce domaine. De plus, il n'a aucun besoin d'uranium et ne fait état d'aucun projet électronucléaire.

### POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

L'État péruvien a lancé une procédure de privatisation des activités minières placées sous sa responsabilité au titre de la loi sur la promotion des investissements dans le secteur minier. Cette procédure s'inscrit dans le cadre d'un programme visant à stabiliser et sécuriser les investissements à long terme, notamment dans l'industrie de l'uranium. Au cours des dernières années, la prospection de l'uranium a connu un regain d'intérêt. Plusieurs sociétés privées ont repris des travaux de prospection dans la zone où l'Institut péruvien de l'énergie nucléaire (IPEN) avait effectué ses travaux de prospection et d'exploration, en s'appuyant sur les informations techniques communiquées par l'IPEN.

L'État cherche à stimuler l'investissement dans l'exploitation de l'uranium dans le pays, et examine donc de nouvelles zones à prospector pour augmenter son potentiel. Le bureau technique de l'autorité national (OTAN) se charge des questions réglementaires et stratégiques.

Le Pérou ne fait état d'aucune information sur les stocks ou le prix de l'uranium.

#### Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production\* (tonnes d'U)

| Méthode de production      | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                   | 1 790               | 1 790                | 1 790                |                                |
| Mine à ciel ouvert         | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Coproduit et sous-produit  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Méthode non spécifiée      | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                      | 0                   | 1 790               | 1 790                | 1 790                |                                |

\* Ressources *in situ*.

#### Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement (tonnes d'U)

| Méthode de traitement | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Classique             | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                   | 1 790               | 1 790                | 1 790                |                                |
| Total                 | 0                   | 1 790               | 1 790                | 1 790                |                                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble des extractions à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement** (tonnes d'U)

| Type du gisement                  | < 40 USD/kg d'U | < 80 USD/kg d'U | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| Lié à des discordances            | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Lié à des grès                    | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Complexes bréchiqques à hématite  | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Filonien                          | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Intrusif                          | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0               | 1 790           | 1 790            | 1 790            |
| Métasomatique                     | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Autres*                           | 0               | 0               | 0                | 0                |
| <b>Total</b>                      | <b>0</b>        | <b>1 790</b>    | <b>1 790</b>     | <b>1 790</b>     |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques présumées par méthode de production\*** (tonnes d'U)

| Méthode de production      | < 40 USD/kg d'U | < 80 USD/kg d'U | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U | Taux de récupération (%) |
|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|--------------------------|
| Mine souterraine           | 0               | 0               | 0                | 0                |                          |
| Mine à ciel ouvert         | 0               | 0               | 1 860            | 1 860            |                          |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0               | 0               | 0                | 0                |                          |
| Coproduit et sous-produit  | 0               | 0               | 0                | 0                |                          |
| Méthode non spécifiée      | 0               | 0               | 0                | 0                |                          |
| <b>Total</b>               | <b>0</b>        | <b>0</b>        | <b>1 860</b>     | <b>1 860</b>     |                          |

\* Ressources *in situ*.

**Ressources classiques présumées par méthode de traitement** (tonnes d'U)

| Méthode de traitement | < 40 USD/kg d'U | < 80 USD/kg d'U | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U | Taux de récupération (%) |
|-----------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|--------------------------|
| Classique             | 0               | 0               | 0                | 0                |                          |
| Lixiviation en place* | 0               | 0               | 0                | 0                |                          |
| Lixiviation en tas**  | 0               | 1 860           | 1 860            | 1 860            |                          |
| <b>Total</b>          | <b>0</b>        | <b>1 860</b>    | <b>1 860</b>     | <b>1 860</b>     |                          |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble des extractions à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

**Ressources classiques présumées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type du gisement                  | < 40 USD/kg d'U | < 80 USD/kg d'U | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| Lié à des discordances            | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Lié à des grès                    | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Complexes bréchiques à hématite   | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Filonien                          | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Intrusif                          | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0               | 1 860           | 1 860            | 0                |
| Métasomatique                     | 0               | 0               | 0                | 0                |
| Autres*                           | 0               | 0               | 0                | 0                |
| <b>Total</b>                      | <b>0</b>        | <b>1 860</b>    | <b>1 860</b>     | <b>0</b>         |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques pronostiquées (tonnes d'U)**

| Tranches de coût |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|
| < 80 USD/kg d'U  | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U |
| 6 610            | 6 610            | 6 610            |

**Ressources classiques spéculatives (tonnes d'U)**

| Tranches de coût |                  |              |
|------------------|------------------|--------------|
| < 80 USD/kg d'U  | < 130 USD/kg d'U | Indéterminée |
| 19 740           | 19 740           | n.d.         |

**• Pologne •****PROSPECTION DE L'URANIUM****Historique**

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour un bref historique de la prospection de l'uranium.

**Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours**

À l'heure actuelle, il n'existe pas de gisements d'uranium connus en Pologne et aucune concession relative à l'uranium n'a été attribuée. Malgré certains indices suggérant la présence de

ressources en uranium, il n'y a aujourd'hui aucune perspective de découverte de gisements d'uranium qu'il serait rentable d'exploiter.

## RESSOURCES EN URANIUM

Des ressources en uranium *in situ* représentant un total de 7 270 t d'U ont été identifiées dans les régions de Pologne listées ci-après. Étant donné que les coûts de récupération n'ont pas été calculés, ces ressources ne sont pas comptabilisées dans la base de ressources globale.

| Région                                      | <i>In situ</i> (t d'U) | Teneur en uranium (% d'U) |
|---|------------------------|---------------------------|
| Gisement de Rajska (dépression de Podlasie) | 5 320                  | 0.025                     |
| Synclise péribaltique                       |                        |                           |
| Okrzeszyn (Sudètes)                         | 940                    | 0.05-0.11                 |
| Grzmiaca (Sudètes)                          | 790                    | 0.05                      |
| Wambierzyce (Sudètes)                       | 220                    | 0.0236                    |

Des ressources pronostiquées représentant un total de plus de 100 000 t d'U seraient renfermées dans les régions suivantes. Là encore, aucun coût de récupération n'a été estimé.

| Région                                      | Pronostiquées (t d'U)* |
|---|------------------------|
| Gisement de Rajska (dépression de Podlasie) | 88 850                 |
| Synclise péribaltique                       | 10 000                 |
| Wambierzyce (Sudètes)                       | 2 000                  |

\* Estimation jusqu'à une profondeur de 1 000 m.

### Ressources non classiques et autres produits

Il n'est fait état d'aucune information.

## PRODUCTION D'URANIUM

### Historique

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour un bref historique de la prospection de l'uranium.

En complément des informations présentées dans l'édition 2007, il convient d'ajouter que les gisements métamorphiques de Ladek et Snieznik Klodzki contiennent des minéralisations d'uranium et que le gisement « Kopaliny-Kletno » a été découvert. Près de 20 t d'U ont depuis été extraites de ce gisement.

Entre 1948 et 1967, on estime qu'environ 650 t d'U ont été extraites dans les Sudètes.

### Capacité théorique de production

Il n'existe actuellement aucune concession d'exploitation de l'uranium en Pologne.

## ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS

L'ensemble des activités liées à l'extraction et au traitement de l'uranium en Pologne se sont déroulées entre 1948 et 1976. Les entreprises ayant pris part à ces activités n'existent plus. Pourtant, les sites d'exploitation minière et leurs alentours restent à réaménager. La loi sur la géologie et l'exploitation minière stipule que le Trésor public est responsable des charges liées aux anciennes activités de production de l'uranium. Par conséquent, l'État est responsable du financement du réaménagement, que ce soit par le biais des Fonds de protection de l'environnement national ou des districts.

Seul un petit nombre de cas d'extraction et de traitement de l'uranium sont considérés comme ayant eu un impact sévère. Le plus important concerne le bassin de retenue des résidus de Kowary. Ce bassin d'une superficie de 1.3 ha est une installation hydrogéologique fermée sur trois côtés par une digue qui a été modifiée plusieurs fois par le passé. Le programme de réaménagement du bassin de décantation des résidus a été élaboré en 1997 par l'université technique de Wroclaw et mis en œuvre avec succès dans le cadre du programme de réaménagement multipays PHARE jusqu'en 2003. Ce programme de réaménagement a comme objectifs spécifiques de construire un système de drainage, de concevoir et de mettre en place un dispositif de couverture du bassin et d'effectuer le réaménagement définitif du site.

### POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

La future (jusqu'en 2030) demande de combustible nucléaire (tant en termes de type que de quantité) de la Pologne dépend de la catégorie et de la puissance des réacteurs qui doivent être construits.

Selon le dernier document reçu à propos de la politique énergétique de la Pologne, la première tranche nucléaire devrait entrer en service aux alentours de 2020.

#### Production d'uranium par méthode de production (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Méthode de production      | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|----------------------------|------------------------------|------|------|------|------------------------------|------------------|
| Mine à ciel ouvert*        | n.d.                         | 0    | 0    | 0    | n.d.                         | 0                |
| Mine souterraine*          | 650                          | 0    | 0    | 0    | 650                          | 0                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | n.d.                         | 0    | 0    | 0    | n.d.                         | 0                |
| Coproduit/sous-produit     | n.d.                         | 0    | 0    | 0    | n.d.                         | 0                |
| Total                      | n.d.                         | 0    | 0    | 0    | n.d.                         | 0                |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

**Production d'uranium par type de gisement (tonnes d'U sous forme de concentrés)**

| Type du gisement                  | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|-----------------------------------|------------------------------|------|------|------|------------------------------|------------------|
| Lié à des discordances            | n.d.                         | 0    | 0    | 0    | n.d.                         | 0                |
| Lié à des grès                    | n.d.                         | 0    | 0    | 0    | n.d.                         | 0                |
| Complexes bréchiqes à hématite    | n.d.                         | 0    | 0    | 0    | n.d.                         | 0                |
| Conglomérats à galets de quartz   | n.d.                         | 0    | 0    | 0    | n.d.                         | 0                |
| Filonien                          | 650                          | 0    | 0    | 0    | 650                          | 0                |
| Intrusif                          | n.d.                         | 0    | 0    | 0    | n.d.                         | 0                |
| Volcanique et lié à des caldeiras | n.d.                         | 0    | 0    | 0    | n.d.                         | 0                |
| Métasomatique                     | n.d.                         | 0    | 0    | 0    | n.d.                         | 0                |
| Autres*                           | n.d.                         | 0    | 0    | 0    | n.d.                         | 0                |
| Total                             | n.d.                         | 0    | 0    | 0    | n.d.                         | 0                |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe nets)**

| 2008 | 2009 | 2010            |                 | 2015            |                 |
|------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|      |      | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 0    | 0    | 0               | 0               | 0               | 0               |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 1 500*          | 1 500*          | 3 000*          | 3 000*          | 4 500*          | 4 500*          | n.d.            | n.d.            |

\* D'après le projet défini dans *Poland's Energy Policy until 2030*.

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris)  
(tonnes d'U)**

| 2008 | 2009 | 2010            |                 | 2015            |                 |
|------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|      |      | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 0    | 0    | 0               | 0               | 0               | 0               |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| n.d.            |

## • Portugal •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

On trouvera un historique de la prospection de l'uranium dans l'édition de 2007 du Livre rouge.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

Il n'est fait état d'aucune information.

### RESSOURCES EN URANIUM

#### Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et présumées)

Pas de changement depuis le dernier rapport.

#### Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)

Pas de changement depuis le dernier rapport.

### PRODUCTION D'URANIUM

#### Historique

On trouvera un historique de la production d'uranium dans l'édition de 2007 du Livre rouge.

#### Capacité théorique de production

Il n'y a plus d'installations de traitement en activité depuis 2001. La démolition des installations et le réaménagement du site d'Urgeiriça ainsi que d'autres sites miniers sont désormais bien avancés. Le réaménagement de l'aire de confinement des résidus, dont le coût est estimé à 5 millions EUR, a démarré en 2005 à l'issue d'une évaluation de l'impact sur l'environnement. La neutralisation des eaux d'exhaure acides des sites d'Urgeiriça, de Bica, de Cunha Baixa et de Quinta do Bispo est en cours.

#### Structure du capital dans l'industrie de l'uranium

L'ENU, qui était la société portugaise d'extraction et de traitement de l'uranium, est dissoute depuis le 31 décembre 2004. Actuellement, aucune société ne détient de droits de prospection ou d'extraction de ressources en uranium qui lui permettraient d'être autorisée à produire de l'uranium.

## Emploi dans le secteur de l'uranium

Il n'y a pas d'emploi dans ce secteur.

## Centres de production futurs

Bien qu'il ne soit pas prévu de construire de nouveau centre de production, l'exploitation de la mine de Nisa pourrait démarrer prochainement si les autorités nationales compétentes accordent des droits miniers à une ou plusieurs des entreprises intéressées.

## ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS

### Réaménagement des sites

En 2007 et 2008, les seules activités associées à l'uranium au Portugal ont été des activités de réaménagement de mines épuisées et de suivi.

Au Portugal, le holding minier d'État Empresa de Desenvolvimento Mineiro (EDM) qui est chargé d'une façon générale de la gestion des anciens sites de production a mené des travaux de réaménagement sur 22 sites d'extraction de l'uranium fermés, pour un coût total de plus de 14 millions EUR (20 millions USD).

Le chantier le plus important a été le réaménagement du site minier et du bassin de décantation des résidus (13 ha) de la mine d'Urgeiriça, mais d'autres mines d'uranium ont également subi un réaménagement complet, à savoir :

1. Vale da Abrutiga.
2. Cunha Baixa e Quinta do Bispo.
3. Espinho.

La plupart des travaux ont été engagés pour des raisons de sécurité, sanitaires et environnementales, mais des facteurs sociaux et économiques sont également entrés en jeu à Urgeiriça et dans les sites voisins. L'utilisation des lacs miniers à des fins récréatives dans la zone de Valinhos, et les études initiales lancées sur la conservation de l'héritage et le tourisme miniers en utilisant les terres et les bâtiments de la Compagnie à Urgeiriça (projet RadiaNatura) en sont deux exemples.

### Dépenses (EUR)

| Site                        | Dépenses en milliers d'EUR |       |        |
|-----------------------------|----------------------------|-------|--------|
|                             | 2007                       | 2008  | Total  |
| Vale de Abrutiga            | 428                        | 1 900 | 2 328  |
| Espinho                     | 189                        | 214   | 403    |
| Cunha Baixa/Quinta do Bispo | 141                        | 329   | 470    |
| Urgeiriça                   | 4 900                      | 3 650 | 8 550  |
| 17 autres mines             | 279                        | 582   | 861    |
| Contrôle                    | 750                        | 600   | 1 350  |
| Total                       | 5 937                      | 6 675 | 13 962 |

## BESOINS EN URANIUM

Le Portugal n'a aucun besoin en uranium.

### POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

La politique énergétique du Portugal, élaborée conformément au document *Estratégia Nacional para a Energia* (Stratégie nationale pour l'énergie), a été présentée le 29 septembre 2005. Cette stratégie souligne l'importance des sources d'énergie renouvelable (énergie éolienne et hydroélectrique principalement) et des économies d'énergie pour réduire la dépendance vis-à-vis des sources d'énergie extérieures et son impact sur la balance commerciale. L'énergie nucléaire n'a pas de place dans cette politique qui court jusqu'en octobre 2009.

#### Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production (tonnes d'U)

| Méthode de production      | <40 USD/<br>kg U | <80 USD/<br>kg U | <130 USD/<br>kg U | <260 USD/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                | 0                | 500               | 500               | 0                              |
| Mine à ciel ouvert         | 0                | 4 500            | 5 500             | 5 500             | 75                             |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                | 0                | 0                 | 0                 | 0                              |
| Coproduit et sous-produit  | 0                | 0                | 0                 | 0                 | 0                              |
| Non précisé                | 0                | 0                | 0                 | 0                 | 0                              |
| Total                      | 0                | 4 500            | 6 000             | 6 000             | 75                             |

#### Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement (tonnes d'U)

| Méthode de traitement | <40 USD/<br>kg U | <80 USD/<br>kg U | <130 USD/<br>kg U | <260 USD/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Classique             | 0                | 4 500            | 6 000             | 6 000             | 75                             |
| Lixiviation en place* | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Total                 | 0                | 4 500            | 6 000             | 6 000             | 75                             |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type de gisement                  | <40 USD/kg U | <80 USD/kg U | <130 USD/kg U | <260 USD/kg U |
|-----------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Lié à des discordances            | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Lié à des grès                    | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Complexes bréchiqes à hématite    | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Filonien                          | 0            | 4 500        | 6 000         | 6 000         |
| Intrusif                          | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Métasomatique                     | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Autres*                           | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Total                             | 0            | 4 500        | 6 000         | 6 000         |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques présumées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production      | <40 USD/kg U | <80 USD/kg U | <130 USD/kg U | <260 USD/kg U | Taux de récupération (%) |
|----------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|
| Mine souterraine           | 0            | 0            | 0             | 0             | 0                        |
| Mine à ciel ouvert         | 0            | 1 000        | 1 000         | 1 000         | 75                       |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0            | 0            | 0             | 0             | 0                        |
| Coproduit et sous-produit  | 0            | 0            | 0             | 0             | 0                        |
| Non précisé                | 0            | 0            | 0             | 0             | 0                        |
| Total                      | 0            | 1 000        | 1 000         | 1 000         | 75                       |

**Ressources classiques présumées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement | <40 USD/kg U | <80 USD/kg U | <130 USD/kg U | <260 USD/kg U | Taux de récupération (%) |
|-----------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|
| Classique             | 0            | 1 000        | 1 000         | 1 000         | NA                       |
| Lixiviation en place* | 0            | 0            | 0             | 0             | 0                        |
| Lixiviation en tas**  | 0            | 0            | 0             | 0             | 0                        |
| Total                 | 0            | 1 000        | 1 000         | 1 000         |                          |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

**Ressources classiques présumées par type de gisement**  
(tonnes d'U)

| Type de gisement                  | <40 USD/kg U | <80 USD/kg U | <130 USD/kg U | <260 USD/kg U |
|-----------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Lié à des discordances            | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Lié à des grès                    | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Complexes bréchiqes à hématite    | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Filonien 0 0 0 [~]                | 0            | 1 000        | 1 000         | 1 000         |
| Intrusif                          | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Métasomatique                     | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Autres *                          | 0            | 0            | 0             | 0             |
| <b>Total</b>                      | <b>0</b>     | <b>1 000</b> | <b>1 000</b>  | <b>1 000</b>  |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques pronostiquées (tonnes d'U)**

| Tranches de coût |               |               |
|------------------|---------------|---------------|
| <80 USD/kg U     | <130 USD/kg U | <260 USD/kg U |
| 1 000            | 1 500         | 1 500         |

**Ressources spéculatives (tonnes d'U)**

| Tranches de coût |               |               |
|------------------|---------------|---------------|
| <80 USD/kg U     | <130 USD/kg U | Non spécifiée |
| 0                | 0             | 0             |

**Production d'uranium par méthode de production (tonnes d'U sous forme de concentrés)**

| Méthode de production      | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006     | 2007     | 2008     | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévisions) |
|----------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|------------------------------|-------------------|
| Mine à ciel ouvert*        | 1 810                        | 0        | 0        | 0        | 1 810                        | 0                 |
| Mine souterraine*          | 1 326                        | 0        | 0        | 0        | 1 326                        | 0                 |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 584                          | 0        | 0        | 0        | 584                          | 0                 |
| Coproduit et sous-produit  | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0                            | 0                 |
| <b>Total</b>               | <b>3 720</b>                 | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>3 720</b>                 | <b>0</b>          |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

**Production d'uranium par méthode de traitement** (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Méthode de traitement             | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006     | 2007     | 2008     | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévisions) |
|-----------------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|------------------------------|-------------------|
| Classique                         | 3 136                        | 0        | 0        | 0        | 3 136                        | 0                 |
| Lixiviation en place*             | 250                          | 0        | 0        | 0        | 250                          | 0                 |
| Lixiviation en tas**              | 321                          | 0        | 0        | 0        | 321                          | 0                 |
| U récupéré à partir de phosphates |                              | 0        | 0        | 0        |                              | 0                 |
| Autres méthodes***                | 13                           | 0        | 0        | 0        | 13                           | 0                 |
| <b>Total</b>                      | <b>3 720</b>                 | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>3 720</b>                 | <b>0</b>          |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

\*\*\* Prend en compte le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

**Production d'uranium par type de gisement** (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Type de gisement                  | Total jusqu'à la fin 2005 | 2006     | 2007     | 2008     | Total jusqu'à la fin 2008 | 2009 (prévisions) |
|-----------------------------------|---------------------------|----------|----------|----------|---------------------------|-------------------|
| Lié à des discordances            | 0                         | 0        | 0        | 0        | 0                         | 0                 |
| Lié à des grès                    | 0                         | 0        | 0        | 0        | 0                         | 0                 |
| Complexes bréchiques à hématite   | 0                         | 0        | 0        | 0        | 0                         | 0                 |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0                         | 0        | 0        | 0        | 0                         | 0                 |
| Filonien                          | 3 720                     | 0        | 0        | 0        | 3 720                     | 0                 |
| Intrusif                          | 0                         | 0        | 0        | 0        | 0                         | 0                 |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0                         | 0        | 0        | 0        | 0                         | 0                 |
| Métasomatique                     | 0                         | 0        | 0        | 0        | 0                         | 0                 |
| Autres*                           | 0                         | 0        | 0        | 0        | 0                         | 0                 |
| <b>Total</b>                      | <b>3 720</b>              | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>3 720</b>              | <b>0</b>          |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Stocks d'uranium**

(tonnes d'équivalent uranium naturel)

| Détenteur               | Stocks d'uranium naturel sous forme de concentrés | Stocks d'uranium enrichi | Stocks d'uranium appauvri | Stocks d'uranium retraité | Total      |
|-------------------------|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|
| État                    | 168   | 0                        | 0                         | 0                         | 168        |
| Producteur              | 0   | 0                        | 0                         | 0                         | 0          |
| Compagnie d'électricité | 0   | 0                        | 0                         | 0                         | 0          |
| <b>Total</b>            | <b>168</b>  | <b>0</b>                 | <b>0</b>                  | <b>0</b>                  | <b>168</b> |

## • République de Corée •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

Il n'est fait état d'aucune information.

### RESSOURCES EN URANIUM

La Corée ne possède pas de ressources connues en uranium.

### PRODUCTION D'URANIUM

La Corée n'a aucune capacité de production d'uranium sur son territoire.

### ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS

Il n'est fait état d'aucune information.

### BESOINS EN URANIUM

En décembre 2009, la puissance nucléaire coréenne était de 17 716 MWe, soit 24 % de la capacité totale installée dans le pays. Les 20 tranches actuellement en service qui constituent le parc électronucléaire coréen ont produit 148 milliards de kWh en 2009, soit 34.4 % de la production totale d'électricité dans le pays.

À l'heure actuelle, quatre centrales nucléaires standard (OPR-1000) sont en construction en Corée. Les travaux sur la tranche 1 de la centrale de Shin-Kori doivent s'achever en décembre 2010 et ceux sur la tranche 2 de cette même centrale doivent s'achever en décembre 2011. Les tranches 1 et 2 de la centrale de Shin-Wolsong seront raccordées au réseau en mars 2012 et janvier 2013, respectivement.

Par ailleurs, les tranches 3 et 4 de la centrale de Shin-Kori, qui seront les premières à être équipées de deux réacteurs de type avancé (APR-1400), sont en cours de construction et devraient entrer en service en 2013 et 2014, respectivement.

En outre, la Corée prévoit de construire 14 tranches supplémentaires d'ici à 2030.

Six réacteurs de type APR-1400 doivent être construits sur le site de Shin-Ulchin avec des mises en service échelonnées de la manière suivante : tranche 1 en décembre 2015 et tranche 2 en décembre 2016 ; tranche 5 en décembre 2018 et tranche 6 en décembre 2019 ; tranche 3 en juin 2020 et tranche 4 en juin 2021.

La construction de huit nouvelles tranches est également prévue. La puissance de chacune de ces tranches sera de 1 500 MWe, néanmoins les types de réacteurs et les sites où ils seront construits ne sont pas encore arrêtés. Les deux premières tranches entreront en service en juin 2022 et juin 2023 ; les deux suivantes en juin 2025 et juin 2026 ; deux autres encore en juin 2027 puis juin 2028 ; et les deux dernières tranches en juin 2029 et juin 2030, respectivement.

L'essor du parc nucléaire entraîne une augmentation continue des besoins en concentrés d'uranium et en services liés au cycle du combustible.

### Offre et stratégie d'approvisionnement

Pour assurer le maintien d'approvisionnements stables et économiques en uranium, KHNP suit une politique fondée sur la diversification, les contrats à long terme, et les investissements miniers à l'étranger.

## POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

La Corée mène une politique visant à assurer un approvisionnement stable et économique en uranium et, dans cette optique, KHNP conserve un stock stratégique optimal.

### STOCKS D'URANIUM

KHNP conserve un stock stratégique correspondant à deux années de consommation.

#### Production nette d'électricité

|   | 2007  | 2008  |
|---|-------|-------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 142.9 | 150.9 |

#### Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe nets)

| 2008   | 2009   | 2010            |                 | 2015            |                 |
|--------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|        |        | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 17 716 | 17 716 | 18 716          | 18 716          | 25 916          | 25 916          |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 31 516          | 31 516          | n.d.            | n.d.            | 42 716          | 42 716          | n.d.            | n.d.            |

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris)**  
(tonnes d'U)

| 2008  | 2009  | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|-------|-------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|       |       | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 3 400 | 3 400 | 4 200                  | 4 200                  | 4 400                  | 4 400                  |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 6 200                  | 6 200                  | 6 700                  | 6 700                  | 7 500                  | 7 500                  | n.d.                   | n.d.                   |

**Stocks totaux d'uranium** (tonnes d'équivalent uranium naturel)

| Détenteur               | Stocks d'uranium naturel sous forme de concentrés | Stocks d'uranium enrichi | Stocks d'uranium appauvri | Stocks d'uranium retraité | Total |
|-------------------------|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
| État                    | 0   | 0                        | 0                         | 0                         | 0     |
| Producteur              | 0   | 0                        | 0                         | 0                         | 0     |
| Compagnie d'électricité | 2 000   | 6 000                    | 0                         | 0                         | 8 000 |
| Total                   | 2 000   | 6 000                    | 0                         | 0                         | 8 000 |

## • République islamique d'Iran •

### PROSPECTION DE L'URANIUM ET DÉVELOPPEMENT MINIER

#### Historique

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour l'historique de la prospection de l'uranium.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

Outre les projets évoqués dans l'édition précédente et qui sont toujours à l'étude, ces deux dernières années ont vu débiter la prospection dans de nouvelles zones des provinces de Kerman, Sistan-va-Baluchstan, Khorasan sud et Razavi Khorasan, régions situées dans le sud-est et l'est de l'Iran.

Cette année (2009), les études structurales seront poursuivies et porteront sur l'ensemble des régions de l'est de l'Iran.

Un programme de prospection est en cours dans tout le pays et vise à localiser les gisements d'uranium sédimentaires à l'aide de techniques modernes. Il s'agit d'évaluer le potentiel des bassins sédimentaires susceptibles de renfermer des minéralisations uranifères.

#### Zones de prospection

##### *Activités de prospection dans la zone minéralisée de Saghand*

Les zones proches des gisements numéros 1 et 2 de Saghand (mine d'uranium de Saghand), qui présentent de nombreuses anomalies, font l'objet de diverses phases de prospection. La minéralisation y est de type métasomatique et hydrothermal, et provient de la pénétration d'une masse granitique alcaline dans des roches volcaniques. Si la prospection est achevée pour certaines anomalies de la zone concernée, elle se poursuit concernant d'autres anomalies avec l'excavation de tranchées, des sondages et des levés par diagraphie.

##### *Zone de prospection de Markesheh-Ravar*

Cette zone présente des complexes sédimentaires, datant du Jurassique supérieur-Trias inférieur, qui comportent des minéralisations d'uranium associées à des minerais d'argent et de cuivre et renfermées dans des grès carbonifères contenant de l'arkose. On y mène des activités de prospection géologique et géophysique en plus des sondages et des levés par diagraphie. Cette formation gréseuse est située dans une couche de sédiments rouges.

##### *Zone de prospection de Narigan*

Cette zone renferme des minéralisations d'uranium de type hydrothermal et plusieurs anomalies qui font l'objet d'activités de prospection plus ou moins avancées.

**Zone de prospection de Koshumi**

Cette zone renferme principalement des minéralisations métasomatiques dans différentes anomalies. Les résultats des analyses et levés par diagraphies sont en cours d'interprétation pour certaines de ces anomalies.

**Dôme de sel de Gachin (Bandar-Abbas)**

Il est prévu de prospector les zones adjacentes en vue d'identifier de nouvelles ressources en uranium et de développer les ressources existantes à Gachin.

**Régions de Lut et Jazmurian**

La prospection dans les régions de Lut et Jazmurian, au sud-est de l'Iran, est au stade de la reconnaissance. Ces zones de dépression pourraient présenter les conditions propices à la formation de bassins sédimentaires susceptibles de renfermer des minéralisations d'uranium.

**Activités de développement minier à Saghand**

Environ 56 % du projet de mise en exploitation de la mine est achevé. En particulier, les activités de percement et d'équipement de deux puits cylindriques (de 4 m de diamètre et 350 m de profondeur chacun) sont terminées. Ces travaux s'inscrivent dans le cadre de six projets, et seront achevés à l'horizon 2012. Quelque 1 300 m de tunnels ont été percés jusqu'à présent.

Quatre-vingt-dix pour cent de l'exploitation sera souterraine (par chambres : 42 % ; par chambres et piliers : 28 % ; par longues tailles, par tranches montantes remblayées et par bancs entre sous-niveaux : 20 % restants).

**Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (au 1<sup>er</sup> janvier 2009)**

|  | Centre n° 1 | Centre n° 2       |
|--|-------------|-------------------|
| Nom du centre de production                  | Gachin      | Ardakan           |
| Catégorie                                    | Existant    | Commandé          |
| Date de mise en service                      | 2006        | 2012              |
| Source de minerai :                          |             |                   |
| • Nom du gisement                            | Gachin      | Saghand           |
| • Type du gisement                           | Dôme de sel | Métasomatique     |
| • Réserves (t d'U)                           | 100         | 900               |
| • Teneur (% d'U)                             | 0.2         | 0.0553            |
| Exploitation minière :                       |             |                   |
| • Type (MCO/MS/ISL)                          | MCO         | 10 % MCO, 90 % MS |
| • Taille (t minerai/jour)                    | 50          | 500               |
| • Taux moyen de récupération (%)             | 80          | 80                |
| Installation de traitement (acide/alcalin) : |             |                   |
| • Acide/alcalin                              | Acide       | Acide             |
| • Type (EI/ES)                               | ES          | EI                |
| • Taille (t minerai/jour)                    | 50          | 400               |
| • Taux moyen de récupération (%)             | 90          | 90                |
| Capacité nominale de production (t d'U/an)   | 21          | 50                |
| Projets d'agrandissement                     |             |                   |
| Autres remarques                             |             |                   |

**Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national**

| <b>Dépenses en millions IRR</b>  | <b>2006</b>   | <b>2007</b>   | <b>2008</b>   | <b>2009<br/>(prévision)</b> |
|--|---------------|---------------|---------------|-----------------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection                                  | 0             | 0             | 0             | 0                           |
| Dépenses du secteur public pour la prospection                                 | 19 913        | 16 227        | 49 500        | 67 900                      |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                         | 0             | 0             | 0             | 0                           |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                        | 24 270        | 20 243        | 24 170        | 92 070                      |
| <b>Total des dépenses</b>  | <b>44 183</b> | <b>36 470</b> | <b>73 670</b> | <b>159 970</b>              |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                 | 0             | 0             | 0             | 0                           |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                   | 0             | 0             | 0             | 0                           |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                | 10 800        | 13 850        | 16 645        | 40 000                      |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                  | 130           | 162           | 178           | 210                         |
| Sondages effectués par le secteur privé pour la mise en exploitation (mètres)  | 0             | 0             | 0             | 0                           |
| Nombre de sondages forés par le secteur privé pour la mise en exploitation     | 0             | 0             | 0             | 0                           |
| Sondages effectués par le secteur public pour la mise en exploitation (mètres) | 0             | 0             | 0             | 0                           |
| Nombre de sondages forés par le secteur public pour la mise en exploitation    | 0             | 0             | 0             | 0                           |
| Sous-total des sondages de prospection (mètres)                                | 0             | 0             | 0             | 0                           |
| Sous-total du nombre de sondages de prospection                                | 0             | 0             | 0             | 0                           |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)         | 10 800        | 13 850        | 16 645        | 40 000                      |
| Sous-total du nombre de forages effectués pour la mise en exploitation         | 130           | 162           | 178           | 210                         |
| <b>Total des forages en mètres</b>   | <b>10 800</b> | <b>13 850</b> | <b>16 645</b> | <b>40 000</b>               |
| <b>Nombre total de trous forés</b>   | <b>130</b>    | <b>162</b>    | <b>178</b>    | <b>210</b>                  |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production        | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine             | 0                   | 0                   | 491                  | 491                  | 85-90                          |
| Mine à ciel ouvert           | 0                   | 0                   | 100                  | 100                  | 85-90                          |
| Lixiviation <i>in situ</i>   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Coproduit<br>et sous-produit | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Non précisé                  | 0                   | 0                   | 136                  | 136                  |                                |
| Total                        | 0                   | 0                   | 727                  | 727                  |                                |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Type de traitement    | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Classique             | 0                   | 0                   | 727                  | 727                  | 85-90                          |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                 | 0                   | 0                   | 727                  | 727                  | 85-90                          |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et de l'extraction souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces modes d'exploitation.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type du gisement   | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U |
|--|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances                                     | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Lié à des grès   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Complexes bréchiqes à<br>hématite                          | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements liés à des<br>conglomérats à galets de<br>quartz | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Filonien   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Intrusif   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements volcaniques et<br>liés à des caldeiras           | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Métasomatique  | 0                   | 0                   | 491                  | 0                    |
| Autres*  | 0                   | 0                   | 236                  | 0                    |
| Total  | 0                   | 0                   | 727                  | 0                    |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques présumées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production        | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine             | 0                   | 0                   | 876                  | 876                  |                                |
| Mine à ciel ouvert           | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i>   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Coproduit<br>et sous-produit | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Non précisé                  | 0                   | 0                   | 554                  | 554                  |                                |
| Total                        | 0                   | 0                   | 1 430                | 1 430                |                                |

**Ressources classiques présumées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Type de traitement    | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Classique             | 0                   | 0                   | 1 430                | 1 430                |                                |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                 | 0                   | 0                   | 1 430                | 1 430                |                                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et de l'extraction souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces modes d'exploitation.

**Ressources classiques présumées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type du gisement   | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U |
|--|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances                                     | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Lié à des grès   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Complexes bréchiques à<br>hématite                         | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements liés à des<br>conglomérats à galets de<br>quartz | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Filonien   | 0                   | 0                   | 522                  | 522                  |
| Intrusif   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements volcaniques et<br>liés à des caldeiras           | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Métasomatique  | 0                   | 0                   | 876                  | 876                  |
| Autres*  | 0                   | 0                   | 32                   | 32                   |
| Total  | 0                   | 0                   | 1 430                | 1 430                |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques pronostiquées (tonnes d'U)**

| Tranches de coût |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|
| < 80 USD/kg d'U  | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U |
| 0                | 4 190            | 4 190            |

**Ressources classiques spéculatives (tonnes d'U)**

| Tranches de coût |                  |              |
|------------------|------------------|--------------|
| < 80 USD/kg d'U  | < 130 USD/kg d'U | Indéterminée |
| 0                | 14 000           | 14 000       |

**Production d'uranium par méthode de production (tonnes d'U en concentrés)**

| Méthode de production      | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006  | 2007 | 2008  | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|----------------------------|------------------------------|-------|------|-------|------------------------------|------------------|
| Mine à ciel ouvert*        | 0.134                        | 6.304 | 4.7  | 6.264 | 17.4                         | 10               |
| Mine souterraine*          | 0                            | 0     | 0    | 0     | 0                            | 0                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                            | 0     | 0    | 0     | 0                            | 0                |
| Coproduit/sous-produit     | 0                            | 0     | 0    | 0     | 0                            | 0                |
| Total                      | 0.134                        | 6.304 | 4.7  | 6.264 | 17.4                         | 10               |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

**Production d'uranium par méthode de traitement (tonnes d'U en concentrés)**

| Type de traitement          | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006  | 2007 | 2008  | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|-----------------------------|------------------------------|-------|------|-------|------------------------------|------------------|
| Classique                   | 0.134                        | 6.304 | 4.7  | 6.264 | 17.4                         | 10               |
| Lixiviation en place*       | 0                            | 0     | 0    | 0     | 0                            | 0                |
| Lixiviation en tas**        | 0                            | 0     | 0    | 0     | 0                            | 0                |
| Uranium tiré des phosphates | 0                            | 0     | 0    | 0     | 0                            | 0                |
| Autres méthodes***          | 0                            | 0     | 0    | 0     | 0                            | 0                |
| Total                       | 0.134                        | 6.304 | 4.7  | 6.264 | 17.4                         | 10               |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et de l'extraction souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces modes d'exploitation.

\*\*\* Prenant en compte le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

**Production d'uranium par type de gisement** (tonnes d'U en concentrés)

| Type du gisement                                     | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006         | 2007       | 2008         | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|--|------------------------------|--------------|------------|--------------|------------------------------|------------------|
| Lié à des discordances                               | 0                            | 0            | 0          | 0            | 0                            | 0                |
| Lié à des grès                                       | 0                            | 0            | 0          | 0            | 0                            | 0                |
| Complexes bréchiques à hématite                      | 0                            | 0            | 0          | 0            | 0                            | 0                |
| Gisements liés à des conglomérats à galets de quartz | 0                            | 0            | 0          | 0            | 0                            | 0                |
| Filonien   | 0                            | 0            | 0          | 0            | 0                            | 0                |
| Intrusif   | 0                            | 0            | 0          | 0            | 0                            | 0                |
| Gisements volcaniques et liés à des caldeiras        | 0                            | 0            | 0          | 0            | 0                            | 0                |
| Métasomatique  | 0                            | 0            | 0          | 0            | 0                            | 0                |
| Autres   | 0.134                        | 6.304        | 4.7        | 6.264        | 17.4                         | 10               |
| <b>Total</b>   | <b>0.134</b>                 | <b>6.304</b> | <b>4.7</b> | <b>6.264</b> | <b>17.4</b>                  | <b>10</b>        |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Structure du capital dans l'industrie de l'uranium en 2008**

| Iran           |     |               |     | Étranger       |     |               |     | Total   |     |
|----------------|-----|---------------|-----|----------------|-----|---------------|-----|---------|-----|
| Secteur public |     | Secteur privé |     | Secteur public |     | Secteur privé |     |         |     |
| [t d'U]        | [%] | [t d'U]       | [%] | [t d'U]        | [%] | [t d'U]       | [%] | [t d'U] | [%] |
| 6.264          | 100 | 0             | 0   | 0              | 0   | 0             | 0   | 6.264   | 100 |

**Effectifs de l'industrie de l'uranium dans les centres de production existants** (années-personnes)

|  | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 (prévision) |
|--|------|------|------|------------------|
| Effectif total associé aux centres de production       | 285  | 285  | 285  | 300              |
| Effectif directement affecté à la production d'uranium |      |      |      |                  |

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035** (MWe nets)

| 2008 | 2009 | 2010            |                 | 2015            |                 |
|------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|      |      | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 0    | 0    | 915             | 915             | 915             | 915             |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 3 175           | 5 075           | 6 975           | 7 925           | n.d.            | n.d.            | n.d.            | n.d.            |

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris)**  
(tonnes d'U)

| 2008 | 2009 | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|------|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|      |      | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 0    | 0    | 160                    | 160                    | 160                    | 160                    |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 590                    | 910                    | 1 230                  | 1 390                  | n.d.                   | n.d.                   | n.d.                   | n.d.                   |

## • République slovaque •

### PROSPECTION ET RESSOURCES D'URANIUM

#### Historique

Les premiers travaux de prospection de l'uranium sur le territoire slovaque remontent à 1947. Ces travaux ont permis d'identifier six zones minéralisées en uranium mais il a été estimé à cette époque que ces ressources étaient peu importantes et ne présentaient qu'un intérêt économique limité. La prospection dans la partie orientale des Monts métallifères entre 1985 et 1990 a permis d'évaluer les ressources de Kosice I (Jahodna – Kuriskova). Aucune autre activité de prospection n'a été menée jusqu'en 2005.

#### Prospection de l'uranium et développement minier : activités récentes ou en cours

En 2005, la société privée canadienne Tournigan Energy Ltd. a acquis un permis de prospection sur une superficie d'environ 32 km<sup>2</sup> autour de la minéralisation d'uranium découverte à proximité de Kosice I (Jahodna-Kuriskova), en Slovaquie de l'Est. En mars 2006, un rapport technique indépendant conforme à la norme NI 43-101 (avril 2009) a été publié, qui estime les ressources à 12 500 tonnes d'U, pour une teneur de 0.25 % d'U (teneur de coupure de 0.05 % d'U). Ludovika Energy Ltd. (filiale slovaque à 100 % de Tournigan) poursuit actuellement la prospection dans ce gisement ainsi que sur d'autres sites moins explorés (Novoveska Huta et Spisska Teplica) en Slovaquie de l'Est.

On recense actuellement 14 licences de prospection actives en République slovaque. Outre les activités décrites ci-dessus, Beckov Minerals (filiale d'Ultra Uranium Corp.) explore deux régions de Slovaquie de l'Ouest et Crown Energy Ltd. (filiale contrôlé à 100 % par GB Energy Ltd.) mène des travaux de prospection dans trois zones de Slovaquie de l'Est.

## PRODUCTION D'URANIUM

### Historique

Entre 1954 et 1957 de petites quantités d'uranium (1.4 tonne) ont été extraites à Novoveska Huta – région de Hnilcik. Entre 1961 et 1990, les activités minières ont produit 210 tonnes d'U sur huit sites, la majeure partie de la production provenant des gisements de Novoveska Huta, Muran, Kravany, Svabovce et Vikartovce. La production a cessé en raison de sa faible rentabilité économique.

### Capacité théorique de production

La République slovaque ne possède pas actuellement de secteur de l'uranium ou de capacité théorique de production.

### Sources secondaires d'uranium

La République slovaque ne produit pas et n'utilise pas de combustibles à base de mélange d'oxydes, de résidus réenrichis ou d'uranium de retraitement.

## ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS

Il n'est fait état d'aucune politique.

## BESOINS EN URANIUM

La République slovaque exploite deux centrales nucléaires, l'une située à Bohunice et l'autre à Mochovce. La centrale de Bohunice comprenait quatre réacteurs VVER-440 en exploitation, d'une puissance installée de  $2 \times 406$  MWe nets et  $2 \times 407$  MWe nets. Suite à la décision du gouvernement slovaque d'adhérer à l'Union européenne, le plus ancien des réacteurs de Bohunice (tranche 1) a été arrêté le 31 décembre 2006, puis un second (tranche 2), le 31 décembre 2008. Deux réacteurs VVER-440 ont été modernisés (tranches 1 et 2) et sont toujours en exploitation à Mochovce, de même que deux réacteurs VVER de conception plus récente que ceux qui ont été mis hors service (Bohunice V2, tranches 3 et 4) à la centrale de Bohunice.

Un programme visant à accroître la puissance des quatre réacteurs toujours en exploitation a été mené entre 2008 et fin 2010.

Les travaux de construction des tranches 3 et 4 de Mochovce ont commencé en 1986, mais ont pris fin en 1992. Début 2009, Slovenské Elektrárne a signé des contrats avec six grands fournisseurs pour achever ces deux tranches dans le respect des normes de conception les plus récentes. Les travaux ont commencé fin 2009.

## POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

La Résolution No. 29/2006 du gouvernement de la République slovaque inscrit parmi les priorités du pays l'utilisation de sources d'énergie primaire nationales pour produire de l'électricité et de la chaleur de façon économiquement rationnelle.

La Résolution No. 732/2008 du gouvernement de la République slovaque sur la sécurité énergétique a pour objectif le développement d'un secteur énergétique compétitif capable d'assurer des approvisionnements sûrs, fiables et efficaces de toutes les formes d'énergie à des prix raisonnables, dans le souci des consommateurs, de l'environnement, de la sécurité des approvisionnements et de la sûreté technique et dans l'optique du développement durable.

Compte tenu de l'importance de l'électricité nucléaire dans l'offre énergétique de la République slovaque, cette résolution doit nécessairement tenir compte de l'offre d'éléments de combustible qui ne sont offerts en Europe que par la Fédération de Russie et la France. À l'avenir, les producteurs de ces éléments de combustibles risquent d'exiger de leurs acheteurs une contrepartie sous forme d'uranium en guise de paiement.

La mise en place d'un cadre législatif et économique propice à l'utilisation efficace et rationnelle des ressources d'uranium du pays pourrait contribuer à réduire durablement la dépendance énergétique, compte tenu notamment de l'envolée des prix sur le marché mondial depuis quelques années. La hausse des prix de l'uranium et, en conséquence du combustible nucléaire peut être bénéfique aux états capables de fournir leur propre uranium et qui ont seulement besoin de le faire convertir en combustible nucléaire.

À l'heure actuelle, la compagnie d'électricité slovaque achète des assemblages combustibles complets pour son parc nucléaire à des fabricants russes. Il n'existe donc pas de contrat spécial avec des fournisseurs de services pour convertir ou enrichir l'uranium.

### STOCKS D'URANIUM ET PRIX

La République slovaque ne possède pas de stocks d'uranium. Elle dispose d'un petit stock d'uranium enrichi sous forme d'assemblages combustibles complets. Comme on l'a vu plus haut, la compagnie d'électricité de la République slovaque n'a aucun contrat spécifique concernant l'uranium ; elle ne peut donc pas publier de prix à ce sujet.

#### Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production\* (tonnes d'U)

| Méthode de production        | <USD 40/<br>kg U | <USD 80/<br>kg U | <USD 130/<br>kg U | <USD 260/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|------------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine             | 0                | 0                | 0                 | 5 636             | 90                             |
| Mine à ciel ouvert           | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i>   | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Coproduit<br>et sous-produit | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Non précisé                  | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Total                        | 0                | 0                | 0                 | 5 636             |                                |

\* Ressources *in situ* (d'après le rapport NI43-101 de Tournigan Energy Ltd. avril 2009).

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement | <USD 40/<br>kg U | <USD 80/<br>kg U | <USD 130/<br>kg U | <USD 260/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Classique             | 0                | 0                | 0                 | 5 636             | 90                             |
| Lixiviation en place* | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Total                 | 0                | 0                | 0                 | 5 636             | 0                              |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type de gisement                     | <USD 40/kg U | <USD 80/kg U | <USD 130/kg U | <USD 260/kg U |
|--------------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Lié à des discordances               | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Lié à des grès                       | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Complexes bréchiqes à<br>hématite    | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Conglomérats à galets de<br>quartz   | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Filonien                             | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Intrusif                             | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Volcanique et lié à des<br>caldeiras | 0            | 0            | 0             | 5 636         |
| Métasomatique                        | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Autres*                              | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Total                                | 0            | 0            | 0             | 5 636         |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques présumées par méthode de production\* (tonnes d'U)**

| Méthode de production        | <USD 40/<br>kg U | <USD 80/<br>kg U | <USD 130/<br>kg U | <USD 260/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|------------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine             | 0                | 0                | 0                 | 6 885             |                                |
| Mine à ciel ouvert           | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i>   | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Coproduit<br>et sous-produit | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Non précisé                  | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Total                        | 0                | 0                | 0                 | 6 885             |                                |

\* Ressources *in situ* (d'après le rapport NI43-101 de Tournigan Energy Ltd. (avril 2009).

**Ressources classiques présumées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement | <USD 40/<br>kg U | <USD 80/<br>kg U | <USD 130/<br>kg U | <USD 260/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Classique             | 0                | 0                | 0                 | 6 885             |                                |
| Lixiviation en place* | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Total                 | 0                | 0                | 0                 | 6 885             |                                |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'extraction à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

**Ressources classiques présumées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type de gisement                     | <USD 40/kg U | <USD 80/kg U | <USD 130/kg U | <USD 260/kg U |
|--------------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Lié à des discordances               | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Lié à des grès                       | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Complexes bréchiqes à<br>hématite    | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Conglomérats à galets de<br>quartz   | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Filonien                             | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Intrusif                             | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Volcanique et lié à des<br>caldeiras | 0            | 0            | 0             | 6 885         |
| Métasomatique                        | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Autres*                              | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Total                                | 0            | 0            | 0             | 6 885         |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Production nette d'électricité**

|   | 2007 | 2008 |
|---|------|------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 14.1 | 15.4 |

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035\* (MWe nets)**

| 2008  | 2009  | 2010               |                    | 2015               |                    |
|-------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|       |       | Hypothèse<br>basse | Hypothèse<br>haute | Hypothèse<br>basse | Hypothèse<br>haute |
| 2 100 | 1 710 | 1 640              | 1 780              | 2 460              | 2 740              |

| 2020               |                    | 2025               |                    | 2030               |                    | 2035               |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Hypothèse<br>basse | Hypothèse<br>haute | Hypothèse<br>basse | Hypothèse<br>haute | Hypothèse<br>basse | Hypothèse<br>haute | Hypothèse<br>basse | Hypothèse<br>haute |
| 2 460              | 3 850              | 2 480              | 4 060              | 3 400              | 4 060              | 3 400              | 4 060              |

\* Données sur l'énergie nucléaire, OCDE, Paris, 2009.

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris)\***  
(tonnes d'U)

| 2008 | 2009 | 2010            |                 | 2015            |                 |
|------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|      |      | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 380  | 380  | 380             | 380             | 375             | 580             |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 376             | 563             | 375             | 563             | 188             | 375             | 188             | 375             |

\* *Données sur l'énergie nucléaire*, OCDE, Paris, 2009.

## • République tchèque •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Un bref historique des activités de prospection dans la République tchèque, et auparavant en Tchécoslovaquie, figurait dans l'édition 2001 du Livre rouge.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

Aucune activité de prospection sur le terrain n'a été menée depuis le début de 1994. Des forages ont été effectués en 2008 dans la partie plus profonde du gisement de Rožná afin de préciser et de vérifier les ressources. Les travaux ont été axés sur la préservation et le traitement des données de prospection recueillies précédemment. Le traitement avancé de ces données et la création d'une base de données relatives à la prospection se poursuivront en 2009.

### RESSOURCES EN URANIUM

À l'origine, la plupart des ressources connues de la République tchèque se trouvaient dans 23 gisements, dont 20 sont aujourd'hui épuisés ou fermés. Sur les trois gisements restants, un seul est en exploitation (Rožná), tandis que les deux autres (Osečná-Kotel et Brzkov) renferment des ressources qui ne sont pas récupérables pour des raisons de protection de l'environnement. On estime qu'il existe des ressources en uranium non découvertes dans les gîtes filoniens de Rožná et de Brzkov, situés dans le complexe métamorphique de Moravie occidentale, ainsi que dans les gisements liés aux grès du massif de Stráž, du massif de Tlustec et de la région de Hermánky, tous situés dans le bassin de Bohême septentrionale datant du Crétacé.

### **Ressources classiques identifiées (RRA et ressources présumées)**

Les ressources classiques identifiées au 1<sup>er</sup> janvier 2009 étaient inférieures de 178 t d'U à l'estimation précédente.

Plus précisément, les ressources classiques raisonnablement assurées correspondant à la tranche de coût inférieur à 80 USD/kg d'U ont diminué de 128 t d'U, et les RRA récupérables à des coûts supérieurs à 80 USD/kg d'U ne sont plus enregistrées. Les RRA ont baissé sous les effets conjugués de l'épuisement des gisements (533 t d'U) et de la spécification et réévaluation des ressources du gisement de Rozná en 2007 et 2008 (qui ont entraîné un accroissement de 405 t d'U).

Les ressources classiques présumées qui se situent dans la tranche de coût inférieur à 80 USD/kg d'U ont accusé un recul de 50 t d'U pour les mêmes raisons que les RRA (à savoir, l'épuisement des gisements conjugué à la spécification et la réévaluation des ressources du centre de production de Rozná). Les ressources classiques présumées récupérables à des coûts supérieurs à 80 USD/kg d'U ne sont plus enregistrées. La totalité des ressources classiques identifiées récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U sont à imputer aux centres de production existants de Rozná et de Stráz. Des pertes d'extraction de 5 % ont été prises en compte dans l'estimation des RRA et des ressources présumées.

### **Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et spéculatives)**

Aucune nouvelle zone propice à la découverte de ressources n'a été décelée depuis quelques années ; par conséquent, aucun changement n'est à signaler dans ces catégories (pour plus de détails, se reporter à l'édition de 2001 du Livre rouge).

Les ressources classiques spéculatives qui se rangent dans la tranche de coûts avoisinant ou dépassant 260 USD/kg d'U sont estimées à 179 000 t d'U et déclarées comme étant non spécifiées. Elles se trouvent dans les gisements liés aux grès du bassin de Bohême septentrionale datant du Crétacé.

## **PRODUCTION D'URANIUM**

### **Historique**

Un aperçu de la production passée d'uranium figurait dans le Livre rouge de 2001.

De 1946 à 2008, une quantité cumulée de 110 427 t d'U a été produite dans la République tchèque.

### **Capacité théorique de production**

Il reste deux installations de production en République tchèque : la mine de Rozná exploitée en souterrain de façon classique (exploitation à environ 1 100 m de profondeur) du centre de production d'uranium de Dolní Rozínka, et le centre d'extraction par lixiviation de Stráz pod Ralskem (lixiviation *in situ* à environ 180 m de profondeur), actuellement en cours de réaménagement. Ces deux centres peuvent produire de l'uranium. Compte tenu de l'évolution favorable des prix de l'uranium et des ressources uranifères existantes de la mine de Rozná, le gouvernement a récemment décidé (décret de mai 2007) de poursuivre l'exploitation minière tant qu'elle sera rentable. La production prévue en 2009 s'élève à 255 t d'U.

Dans l'installation d'extraction par ISL de Stráz pod Ralskem, depuis 1996, l'uranium était produit dans le cadre du réaménagement du site, opération dont la capacité théorique de production a diminué en raison de la faible concentration d'uranium dans les solutions. La production devrait être de 25 t d'U en 2009 et décliner progressivement par la suite.

Le traitement des eaux d'exhaure permet également de récupérer de l'uranium. La production totale prévue pour 2009 est de 12 t d'U.

### Structure du capital dans l'industrie de l'uranium

Il n'y a pas de changement à signaler dans la structure du capital du secteur qui produit l'uranium. Toutes les activités liées à l'uranium, notamment la prospection et la production, sont assurées par DIAMO s.p., entreprise d'État dont le siège se trouve à Stráz pod Ralskem.

### Emploi dans le secteur de l'uranium

À la fin de 2008, on comptait 2 287 employés affectés aux activités d'exploitation de l'uranium ou de réaménagement des sites menées récemment ou en cours dans les centres de production d'uranium du pays. Ces employés participent à des travaux liés à la production d'uranium, au démantèlement des installations ou au réaménagement des sites dans les centres de Dolní Rozínka et de Stráz pod Ralskem.

### Centres de production futurs

Aucun nouveau centre de production n'est commandé ni prévu à brève échéance.

### Production et/ou utilisation de combustibles à mélange d'oxydes, de résidus réenrichis ou d'uranium de retraitement

La compagnie tchèque d'électricité CEZ, a.s. n'utilise pas de combustibles MOX, de résidus réenrichis ou d'uranium de retraitement (URT) dans ses réacteurs.

#### Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (au 1<sup>er</sup> janvier 2007)

|   | Centre n° 1   | Centre n° 2                               |
|---|---------------|---|
| Nom du centre de production                             | Dolní Rozínka | Stráz pod Ralskem                         |
| Catégorie   | existant      | existant                                  |
| Date de mise en service                                 | 1957          | 1967                                      |
| Source de minerai :                                     |               |   |
| • Nom du gisement                                       | Rozná         | Stráz                                     |
| • Type de gisement                                      | filonien      | gréseux                                   |
| • Réserves (t d'U)                                      | 680           | 1 320                                     |
| • Teneur (% d'U)  | 0.378         | 0.030                                     |
| Exploitation minière :                                  |               |   |
| • Type (MCO/MS/ISL)                                     | MS            | ISL                                       |
| • Tonnage (t de minerai/an)                             | 550           |   |
| • Taux moyen de récupération (%)                        | 95            | 50 (estimation)                           |
| Installation de traitement (acide/alcalin) :            |               |   |
| • Acide/alcalin   | alcalin       | acide                                     |
| • Type (EI/ES)  | EI/CBH        | EI  |
| • Tonnage (t de minerai/jour pour ISL (kilolitre/heure) | 530           | 20 000 kl/jour                            |
| • Taux moyen de récupération (%)                        | 92.5          |   |
| Capacité nominale de production (t d'U/an)              | 400           | 100                                       |
| Projets d'agrandissement                                | non           | non                                       |
| Autres remarques  |               | production dans le cadre du réaménagement |

## ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS

Les activités liées à la protection de l'environnement et le règlement des problèmes sociaux représentent des volets importants du programme de désengagement du secteur tchèque de l'uranium, qui a été lancé en 1989. Les travaux de réaménagement de l'environnement comprennent la planification, l'administration, l'évaluation de l'impact sur l'environnement, le démantèlement des installations, la gestion des stériles, le réaménagement des bassins de retenue des résidus miniers, le réaménagement des sites, le traitement des eaux et la surveillance à long terme. Ces activités sont entièrement assurées dans les centres de production existants et sur les sites des anciennes installations d'uranium.

Les principaux projets environnementaux dans l'industrie de l'uranium sont les suivants :

- le réaménagement de Stráz pod Ralskem afin de remédier aux effets de la lixiviation *in situ* (au total 266 millions de m<sup>3</sup> d'eaux souterraines, superficie de 600 ha) ;
- le réaménagement des bassins de décantation des résidus à Mydlovary, Pribram, Stráz pod Ralskem et Rozná (au total, 19 bassins, superficie de 576 ha) ;
- le réaménagement des verses à stériles à Pribram, Hamr, Krizany, Licomerice, Rozná, Olsi et sur d'autres sites (au total, 406 verses, capacité de 46 millions de m<sup>3</sup>) ;
- le traitement des eaux d'exhaure des usines d'uranium de Pribram, Stráz, Horni Slavkov, Licomerice, Olsi et d'autres (environ 11 millions de m<sup>3</sup> par an, augmentation de 14 t d'U en moyenne).

La majeure partie (plus de 90 %) des projets liés à la protection de l'environnement sont financés par le budget de l'État. Les projets continueront jusqu'à 2040 environ et devraient entraîner des coûts de plus de 60 000 millions CZK.

Le programme de désengagement du secteur de l'uranium consiste à diminuer progressivement le nombre d'emplois liés à la production d'uranium et à élaborer des projets alternatifs à l'exploitation d'uranium pour résoudre les problèmes sociaux. Le volet social du programme de désengagement (indemnités, dommages, loyers, etc.) est financé par le budget de l'État. Les activités du secteur tchèque de l'uranium sont assurées par l'entreprise d'État DIAMO s.p., entreprise d'ingénierie spécialisée dans la protection de l'environnement.

### Dépenses liées aux activités relatives à l'environnement et aux aspects sociaux (millions CZK)

|                                      | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006  | 2007  | 2008  | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévisions) |
|--------------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|------------------------------|-------------------|
| Réaménagement de l'environnement     | 21 122                       | 1 300 | 1 462 | 1 416 | 25 300                       | 2 095             |
| Programme social et sécurité sociale | 5 936                        | 488   | 466   | 446   | 7 336                        | 462               |
| Total                                | 27 058                       | 1 788 | 1 928 | 1 862 | 32 636                       | 2 557             |

## BESOINS EN URANIUM

En République tchèque, il existe deux centrales nucléaires exploitées par la compagnie d'électricité tchèque CEZ, a.s. : celle de Dukovany (4 réacteurs VVER de 440 MWe) et celle de Temelin (2 réacteurs VVER de 1 000 MWe). Les besoins totaux en uranium de ces centrales fluctuent de longue date entre 690 et 700 t d'U par an, pour une teneur de rejet hypothétique de 0.3 %. À la centrale de Temelin, l'abandon de l'ancien fabricant de combustible pour TVEL s'accompagnera (i) d'une baisse passagère des besoins totaux en uranium en 2008 et 2009 parce que le combustible commandé pour cette centrale a une teneur énergétique inférieure (c'est-à-dire un enrichissement moindre), et (ii) d'une augmentation temporaire des besoins en uranium dans la période 2010-2013, parce que l'on procédera au renouvellement de la totalité du combustible dans la tranche 1 et à un rechargement plus rapide du combustible dans la tranche 2. Cela étant, dans l'ensemble, l'augmentation sera en partie contrebalancée par la spécification de teneurs de rejet plus faibles dans les usines d'enrichissement.

L'accroissement des besoins en uranium après 2020 tient à l'hypothèse d'une mise en service, sur le site de Temelin, de deux nouveaux réacteurs entre 2020 et 2022. Au stade préliminaire actuel, on envisage que la puissance de chacun d'eux pourrait être comprise dans la fourchette de 1 000-1 600 MWe.

### Offre et stratégie d'approvisionnement

En ce qui concerne la centrale de Temelin, CEZ, a.s. fait appel à un portefeuille diversifié de fournisseurs d'uranium et d'entreprises assurant le traitement de l'uranium (conversion et enrichissement). L'approche retenue pour la centrale de Dukovany est différente : CEZ, a.s. achète une partie du combustible nécessaire au fournisseur russe TVEL et, pour le reste, elle fournit des concentrés d'uranium d'origine tchèque à TVEL. La quasi-totalité de ses besoins sont couverts en vertu de contrats à long terme.

## POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

La mise en œuvre du programme de désengagement de l'industrie tchèque de l'uranium, décidé et lancé à la fin des années 80, se poursuit. Cependant, aux termes d'un décret gouvernemental, les parties des gisements encore non exploitées de Rožná et Stráž devront l'être (sans participation financière de l'État). Les activités futures d'extraction de l'uranium dépendront des conditions techniques et économiques existant sur les sites miniers et de l'évolution du prix de l'uranium.

Le gouvernement de la République tchèque poursuit une politique favorable au nucléaire.

## STOCKS D'URANIUM

La compagnie d'électricité CEZ, a.s. détient des stocks d'uranium (opérationnels et stratégiques) correspondant aux besoins à couvrir sur deux ans environ. Ces stocks se composent d'uranium traité sous toutes ses formes : concentrés d'uranium ( $U_3O_8$ ),  $UF_6$ , uranium enrichi et éléments combustibles.

## PRIX DE L'URANIUM

En raison de leur caractère confidentiel, les renseignements sur les prix de l'uranium ne sont pas communiqués. En général, les prix pratiqués dans les contrats d'approvisionnement signés entre le producteur national DIAMO, s.p. et CEZ, a.s. sont alignés sur les indicateurs de prix du marché

mondial (c'est-à-dire qu'ils intègrent, selon des formules établies d'un commun accord, les prix à long terme et les prix spot).

**Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national**

| <b>Dépenses en millions CZK</b>   | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>2009<br/>(prévisions)</b> |
|---|-------------|-------------|-------------|------------------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection   | 0.1         | 0.1         | 5.2         | 2.0                          |
| Dépenses du secteur public pour la prospection  | 2.8         | 0.6         | 0.8         | 0                            |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                                | 0           | 0           | 0           | 0                            |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                               | 0           | 0           | 0           | 0                            |
| <b>Total des dépenses</b>   | <b>2.9</b>  | <b>0.7</b>  | <b>6.0</b>  | <b>2.0</b>                   |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                        | 0           | 0           | 0           | 0                            |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                          | 0           | 0           | 0           | 0                            |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                       | 0           | 0           | 0           | 0                            |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                         | 0           | 0           | 0           | 0                            |
| Forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation (mètres)   | 0           | 0           | 0           | 0                            |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation  | 0           | 0           | 0           | 0                            |
| Forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation (mètres)  | 0           | 0           | 0           | 0                            |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation | 0           | 0           | 0           | 0                            |
| Sous-total des sondages de prospection (mètres)                                       | 0           | 0           | 0           | 0                            |
| Sous-total du nombre de sondages de prospection                                       | 0           | 0           | 0           | 0                            |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)                | 0           | 0           | 0           | 0                            |
| Sous-total du nombre de forages pratiqués pour la mise en exploitation                | 0           | 0           | 0           | 0                            |
| <b>Total des forages en mètres</b>  | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>                     |
| <b>Nombre total de trous forés</b>  | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>    | <b>0</b>                     |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production      | <40 USD/<br>kg d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD/<br>kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                  | 432                | 432                 | 432                 | 90                             |
| Mine à ciel ouvert         | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   | 0                              |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   | 0                              |
| Coproduit et sous-produit  | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   | 0                              |
| Non précisé                | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   | 0                              |
| Total                      | 0                  | 432                | 432                 | 432                 | 90                             |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement | <40 USD/<br>kg d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD/<br>kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| Classique             | 0                  | 432                | 432                 | 432                 | 90                             |
| Lixiviation en place* | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   | 0                              |
| Lixiviation en tas**  | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   | 0                              |
| Total                 | 0                  | 432                | 432                 | 432                 | 90                             |

\* Également appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'exploitation à ciel ouvert et en souterrain, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces méthodes de production.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type de gisement                     | <40 USD/kg d'U | <80 USD/kg d'U | <130 USD/kg d'U | <260 USD/kg d'U |
|--------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Lié à des discordances               | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Lié à des grès                       | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Complexes bréchiques<br>à hématite   | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Conglomérats à galets<br>de quartz   | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Filonien                             | 0              | 432            | 432             | 432             |
| Intrusif                             | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Volcanique et lié à des<br>caldeiras | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Métasomatique                        | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Autres*                              | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Total                                | 0              | 432            | 432             | 432             |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques présumées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production      | <40 USD/<br>kg d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD/<br>kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                  | 70                 | 70                  | 70                  | 90                             |
| Mine à ciel ouvert         | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   | 0                              |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   | 0                              |
| Coproduit et sous-produit  | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   | 0                              |
| Non précisé                | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   | 0                              |
| Total                      | 0                  | 70                 | 70                  | 70                  | 90                             |

**Ressources classiques présumées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement | <40 USD/<br>kg d'U | <80 USD/<br>kg d'U | <130 USD/<br>kg d'U | <260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| Classique             | 0                  | 70                 | 70                  | 70                  | 90                             |
| Lixiviation en place* | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   | 0                              |
| Lixiviation en tas**  | 0                  | 0                  | 0                   | 0                   | 0                              |
| Total                 | 0                  | 70                 | 70                  | 70                  | 90                             |

\* Également appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'exploitation à ciel ouvert et en souterrain, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces méthodes de production.

**Ressources classiques présumées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type de gisement                     | <40 USD/kg d'U | <80 USD/kg d'U | <130 USD/kg d'U | <260 USD/kg d'U |
|--------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Lié à des discordances               | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Lié à des grès                       | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Complexes bréchiqes<br>à hématite    | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Conglomérats à galets<br>de quartz   | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Filonien                             | 0              | 70             | 70              | 70              |
| Intrusif                             | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Volcanique et lié à des<br>caldeiras | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Métasomatique                        | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Autres*                              | 0              | 0              | 0               | 0               |
| Total                                | 0              | 70             | 70              | 70              |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques pronostiquées (tonnes d'U)**

| <b>Tranches de coût</b> |                 |                 |
|-------------------------|-----------------|-----------------|
| <80 USD/kg d'U          | <130 USD/kg d'U | <260 USD/kg d'U |
| 180                     | 180             | 180             |

**Ressources classiques spéculatives (tonnes d'U)**

| <b>Tranches de coût</b> |                 |               |
|-------------------------|-----------------|---------------|
| <80 USD/kg d'U          | <130 USD/kg d'U | non spécifiée |
| 0                       | 0               | 179 000       |

**Production d'uranium par méthode de production (tonnes d'U sous forme de concentrés)**

| <b>Méthode de production</b> | <b>Total jusqu'à la fin de 2005</b> | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>Total jusqu'à la fin de 2008</b> | <b>2009 (prévisions)</b> |
|------------------------------|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Mine à ciel ouvert*          | 0                                   | 0           | 0           | 0           | 0                                   | 0                        |
| Mine souterraine*            | 92 131                              | 327         | 279         | 240         | 92 977                              | 230                      |
| Lixiviation <i>in situ</i>   | 17 339                              | 48          | 28          | 35          | 17 450                              | 25                       |
| Coproduit/sous-produit       | 0                                   | 0           | 0           | 0           | 0                                   | 0                        |
| <b>Total</b>                 | <b>109 470</b>                      | <b>375</b>  | <b>307</b>  | <b>275</b>  | <b>110 427</b>                      | <b>255</b>               |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

**Production d'uranium par méthode de traitement (tonnes d'U sous forme de concentrés)**

| <b>Méthode de traitement</b>      | <b>Total jusqu'à la fin de 2005</b> | <b>2006</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> | <b>Total jusqu'à la fin de 2008</b> | <b>2009 (prévisions)</b> |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Classique                         | 107 067                             | 310         | 263         | 226         | 107 866                             | 218                      |
| Lixiviation en place*             | 3                                   | 0           | 0           | 0           | 3                                   | 0                        |
| Lixiviation en tas**              | 125                                 | 0           | 0           | 0           | 125                                 | 0                        |
| U récupéré à partir de phosphates | 0                                   | 0           | 0           | 0           | 0                                   | 0                        |
| Autres méthodes***                | 2 275                               | 65          | 44          | 49          | 2 433                               | 37                       |
| <b>Total</b>                      | <b>109 470</b>                      | <b>375</b>  | <b>307</b>  | <b>275</b>  | <b>110 427</b>                      | <b>255</b>               |

\* Également appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble de l'exploitation à ciel ouvert et en souterrain, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces méthodes de production.

\*\*\* Prenant en compte le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

**Production d'uranium par type de gisement** (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Type de gisement                  | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006       | 2007       | 2008       | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévisions) |
|-----------------------------------|------------------------------|------------|------------|------------|------------------------------|-------------------|
| Lié à des discordances            | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0                            | 0                 |
| Lié à des grès                    | 32 673                       | 48         | 28         | 35         | 32 784                       | 25                |
| Complexes bréchiqes à hématite    | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0                            | 0                 |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0                            | 0                 |
| Filonien                          | 76 797                       | 327        | 279        | 240        | 77 643                       | 230               |
| Intrusif                          | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0                            | 0                 |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0                            | 0                 |
| Métasomatique                     | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0                            | 0                 |
| Autres*                           | 0                            | 0          | 0          | 0          | 0                            | 0                 |
| <b>Total</b>                      | <b>109 470</b>               | <b>375</b> | <b>307</b> | <b>275</b> | <b>110 427</b>               | <b>255</b>        |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Structure du capital dans l'industrie de l'uranium en 2008**

| République tchèque |     |               |     | Étranger       |     |               |     | Totaux  |     |
|--------------------|-----|---------------|-----|----------------|-----|---------------|-----|---------|-----|
| Secteur public     |     | Secteur privé |     | Secteur public |     | Secteur privé |     |         |     |
| [t d'U]            | [%] | [t d'U]       | [%] | [t d'U]        | [%] | [t d'U]       | [%] | [t d'U] | [%] |
| 275                | 100 | 0             | 0   | 0              | 0   | 0             | 0   | 275     | 100 |

**Effectifs de l'industrie de l'uranium dans les centres de production existants** (années-personnes)

|  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009 (prévisions) |
|--|-------|-------|-------|-------------------|
| Effectif total associé aux centres de production existants | 2 251 | 2 294 | 2 287 | 2 261             |
| Effectif directement affecté à la production d'uranium     | 1 213 | 1 106 | 1 122 | 1 125             |

**Capacité théorique de production à court terme** (tonnes d'U/an)

| 2010 |     |      |      | 2015 |     |      |      | 2020 |     |      |      |
|------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|-----|------|------|
| A-I  | B-I | A-II | B-II | A-I  | B-I | A-II | B-II | A-I  | B-I | A-II | B-II |
| 0    | 0   | 500  | 500  | 0    | 0   | 50   | 50   | 0    | 0   | 50   | 50   |

| 2025 |     |      |      | 2030 |     |      |      | 2035 |     |      |      |
|------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|-----|------|------|
| A-I  | B-I | A-II | B-II | A-I  | B-I | A-II | B-II | A-I  | B-I | A-II | B-II |
| 0    | 0   | 50   | 50   | 0    | 0   | 50   | 50   | 0    | 0   | 30   | 30   |

**Production nette d'électricité**

|   | 2007 | 2008 |
|---|------|------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 24.6 | 25.0 |

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe nets)**

| 2008  | 2009  | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|-------|-------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|       |       | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 3 550 | 3 550 | 3 550                  | 3 800                  | 3 700                  | 3 800                  |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 3 800                  | 4 900                  | 4 900                  | 6 000                  | 6 000                  | 6 200                  | 6 000                  | 6 200                  |

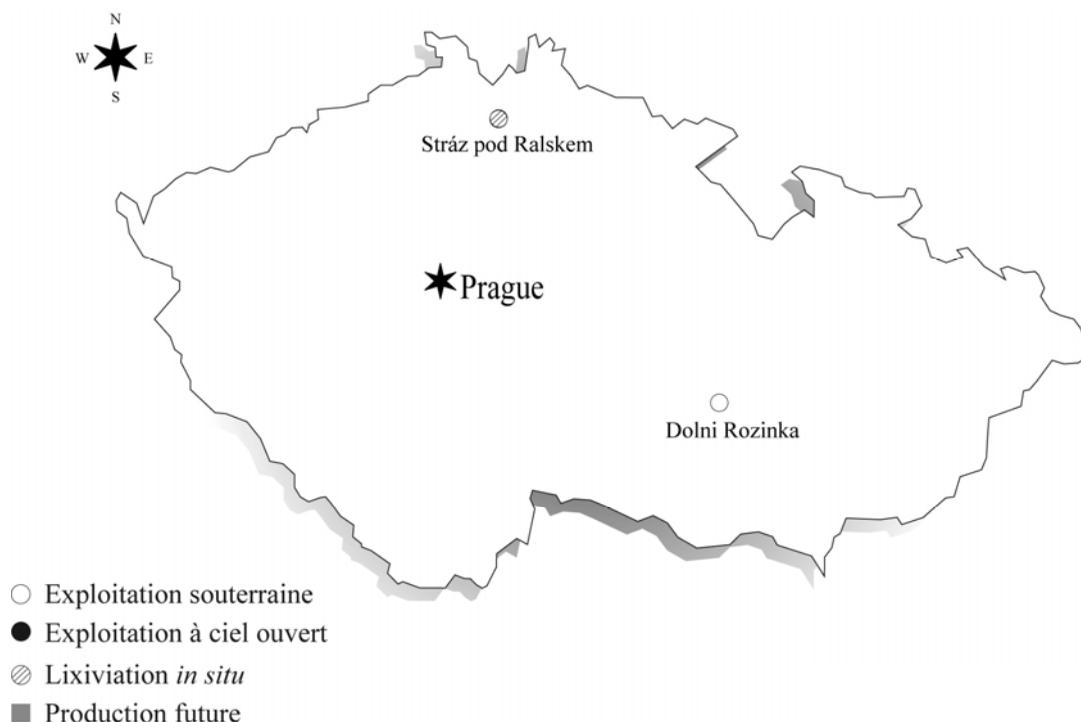
**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris)  
(tonnes d'U)**

| 2008 | 2009 | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|------|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|      |      | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 637  | 880  | 860                    | 870                    | 670                    | 680                    |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 675                    | 880                    | 830                    | 1 000                  | 830                    | 1 000                  | 980                    | 1 000                  |

**Stocks d'uranium (tonnes d'équivalent uranium naturel)**

| Détenteur               | Stocks d'uranium naturel sous forme de concentrés | Stocks d'uranium enrichi | Stocks d'uranium appauvri | Stocks d'uranium retraité | Total |
|-------------------------|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
| État                    | 0   | 0                        | 0                         | 0                         | 0     |
| Producteur              | <200  | 0                        | 0                         | 0                         | <200  |
| Compagnie d'électricité | n.d.  | n.d.                     | 0                         | 0                         | n.d.  |
| Total                   | <200  | n.d.                     | 0                         | 0                         | <200  |



## • Royaume-Uni •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

À la fin du 19<sup>e</sup> siècle, des quantités minimales d'uranium ont été extraites de mines de Cornouailles, parallèlement à l'extraction d'autres minéraux, en particulier l'étain. Des campagnes systématiques de prospection ont été menées de 1945 à 1951, de 1957 à 1960, puis de 1968 à 1982, mais elles n'ont pas permis de localiser des ressources notables en uranium.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

Les activités de prospection à l'étranger sont menées par des sociétés privées opérant par l'intermédiaire de filiales ou d'organismes affiliés autonomes installés dans le pays concerné (membres du groupe Rio Tinto, par exemple).

Le secteur privé ne fait état d'aucune dépense de prospection sur le territoire national de 1988 à la fin de 2006 et il n'y a pas eu de dépenses du secteur public pour des travaux de prospection menés tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du Royaume-Uni. Depuis 1983, toute activité nationale de prospection a cessé.

## **RESSOURCES EN URANIUM**

### **Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et ressources présumées)**

Les ressources raisonnablement assurées (RRA) et ressources présumées sont quasiment nulles. Les ressources du pays en uranium n'ont fait l'objet d'aucune réévaluation géologique depuis 1980.

### **Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)**

Il existe de petites quantités *in situ* relevant des ressources non découvertes – ressources pronostiquées et ressources spéculatives. On estime que deux districts renferment des ressources en uranium : la région métallifère et minière du Sud-ouest de l'Angleterre (Cornouailles et Devon) et l'Écosse septentrionale, y compris l'archipel des Orcades.

## **PRODUCTION D'URANIUM**

### **Capacité théorique de production**

Le Royaume-Uni ne produit pas d'uranium.

### **Sources secondaires d'uranium**

#### ***Production et utilisation de combustibles à mélange d'oxydes***

Aucun des réacteurs actuellement en service au Royaume-Uni n'utilise de combustible MOX. En octobre 2001, le gouvernement a annoncé qu'il approuvait la fabrication de combustible MOX sur son territoire. En décembre 2001, la société British Nuclear Fuels Limited (BNFL) a entamé le premier stade de la mise en service de la fabrication de plutonium à l'usine de combustible MOX de Sellafield. L'usine fabrique du combustible MOX à partir de l'oxyde de plutonium récupéré lors du retraitement de combustible usé et de résidus d'oxydes d'uranium appauvri. Le détail des programmes de cette usine est considéré comme confidentiel pour des raisons commerciales.

#### ***Production et utilisation de résidus réenrichis***

Urenco a conclu un accord à long terme de retraitement de résidus, mais ce programme est confidentiel pour des raisons commerciales.

## **ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS**

Le Royaume-Uni ne produit pas d'uranium.

## BESOINS EN URANIUM

En 2008, l'État a publié un livre blanc intitulé *Meeting the Energy Challenge* qui, à la lumière d'une consultation publique, considère que la production électronucléaire doit encore faire partie de l'éventail énergétique national dans le cadre d'une économie à faibles émissions de carbone.

Il reviendra au secteur privé, d'une part, de développer, de financer, de construire et d'exploiter de nouvelles centrales nucléaires et, d'autre part, d'assumer les coûts de démantèlement ainsi que les coûts de gestion à long terme des déchets.

Les deux réacteurs Magnox restants doivent être fermés en 2010. Les réacteurs refroidis au gaz de type AGR (*Advanced Gas Cooled Reactor*) exploités par British Energy (à présent contrôlée par EDF) à Hartlepool et Heysham 1 doivent fermer en 2014. Ils seront suivis par Hinkley Point B et Hunterston B en 2016, Dungeness B en 2018, Heysham 2 et Torness en 2023. Le réacteur à eau sous pression de Sizewall B doit rester en service jusqu'en 2035.

À court et moyen terme, l'évolution des besoins en uranium du Royaume-Uni est difficile à prévoir en raison du programme de construction proposé.

### Offre et stratégie d'approvisionnement

En 2007, l'autorité chargée du démantèlement des installations nucléaires (Nuclear Decommissioning Authority – NDA) a publié *Uranium and Plutonium: Macro-Economic Study*, une analyse économique des options envisageables en vue de l'élimination future du stock de matières nucléaires du Royaume-Uni. L'étude explore une série d'options, mais n'accorde sa préférence à aucune et ne formule pas de recommandations sur les diverses possibilités à l'intention de la NDA ou des pouvoirs publics. Ce n'est qu'après un processus de prise de décision intégré et transparent mené par la NDA, les pouvoirs publics, les autorités de réglementation et les autres parties prenantes que certaines options seront privilégiées.

## POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

Voir l'édition 2007 du Livre rouge.

## STOCKS D'URANIUM

Les pratiques en matière de stocks au Royaume-Uni sont du ressort des divers organismes concernés. Les données précises sur le niveau des stocks sont confidentielles pour des raisons commerciales.

## PRIX DE L'URANIUM

Au Royaume-Uni, les prix de l'uranium sont confidentiels pour des raisons commerciales.

**Production et utilisation de combustible à mélange d'oxydes** (tonnes d'équivalent uranium naturel)

| Combustible à mélange d'oxydes (MOX)                         | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|--|------------------------------|------|------|------|------------------------------|------------------|
| Production   | n.d.                         | 22   | 11   | n.d. | n.d.                         | n.d.             |
| Utilisation  | n.d.                         | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.                         | n.d.             |
| Nombre de réacteurs commerciaux utilisant du combustible MOX | n.d.                         | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.                         | n.d.             |

**Production et utilisation de résidus réenrichis** (tonnes d'équivalent uranium naturel)

| Résidus réenrichis | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|--------------------|------------------------------|------|------|------|------------------------------|------------------|
| Production         | n.d.                         | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.                         | n.d.             |
| Utilisation        | n.d.                         | n.d. | n.d. | n.d. | n.d.                         | n.d.             |

**Utilisation d'uranium retraité** (tonnes d'équivalent uranium naturel)

| Uranium retraité | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006 | 2007 | 2008  | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|------------------|------------------------------|------|------|-------|------------------------------|------------------|
| Production       | 51 270                       | 860  | 260  | 1 689 | 54 079                       | n.d.             |
| Utilisation      | ~ 15 000                     | n.d. | n.d. | n.d.  | ~ 15 000                     | n.d.             |

**Production nette d'électricité\***

|   | 2007 | 2008 |
|---|------|------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 57.3 | n.d. |

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe nets) \***

| 2008   | 2009   | 2010            |                 | 2015            |                 |
|--------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|        |        | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 11 000 | 10 900 | 10 600          | 10 600          | 4 800           | 4 800           |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 3 700           | 4 800           | n.d.            | n.d.            | n.d.            | n.d.            | n.d.            | n.d.            |

\* Données sur l'énergie nucléaire, OCDE, Paris, 2009.

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris)**  
(tonnes d'U)\*

| 2008  | 2009 | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|-------|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|       |      | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 1 071 | n.d. | 1 860                  | 2 150                  | 980                    | 1 140                  |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 450                    | 520                    | 350                    | 405                    | 350                    | 405                    | n.d.                   | n.d.                   |

\* *Données sur l'énergie nucléaire*, OCDE, Paris, 2009.

## • Slovénie •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

On trouvera un historique de la prospection et de la production d'uranium dans l'édition de 2007 du Livre rouge.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

Il n'est fait état d'aucune information.

### RESSOURCES EN URANIUM

#### Ressources classiques identifiées (RRA et présumées)

Les ressources du gisement de Žirovski ont été évaluées en 1994. Les RRA, estimées à 2 200 t d'U, sont constituées par un minerai à une teneur moyenne de 0.14 % d'U et récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg U. Il est fait état de ressources présumées représentant 5 000 t d'U dans la tranche de coûts inférieurs à 80 USD/kg U et 10 000 t d'U dans la tranche de coûts inférieurs à 130 USD/kg U. La teneur moyenne de ces ressources est de 0.13 % d'U. Le gisement de Žirovski est renfermé dans les grès gris de la formation de Groeden datant du Permien où les corps minéralisés se présentent sous forme de chapelets de lentilles allongées au sein des grès plissés.

**Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et spéculatives)**

Voir tableau correspondant.

**PRODUCTION D'URANIUM****Capacité théorique de production**

En 1992, la décision a été prise de fermer définitivement la mine et l'usine de Žirovski Vrh et de procéder ultérieurement à leur démantèlement. Depuis cette date, ce centre n'a rien produit. En 1994, les autorités slovènes ont donné leur aval au plan de démantèlement du centre.

**Structure du capital dans l'industrie de l'uranium**

Aucun changement n'est intervenu dans la structure de la propriété depuis 1988. Le centre de production de Žirovski Vrh appartient à la République de Slovénie.

**ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT  
ET ASPECTS SOCIOCULTURELS**

Voir l'édition de 2007 du Livre rouge.

**BESOINS EN URANIUM**

Aucun changement important n'est intervenu dans le programme de la Slovénie pour l'énergie nucléaire au cours des deux dernières années (2007 et 2008). Une centrale électronucléaire (Nuklearna Elektrarna Krško) est en service. La durée de la campagne de combustible est de 18 mois et devrait rester inchangée. La 24<sup>e</sup> campagne a commencé en avril 2009 et devrait s'achever en octobre 2010.

**Offre et stratégie d'approvisionnement**

Les besoins totaux en uranium par campagne sont restés les mêmes que ceux dont il est fait état dans le rapport de 2007. La Slovénie ne possède pas de réserves d'exploitation, ni de réserves stratégiques d'uranium et ses approvisionnements reposent sur des contrats correspondant à ses besoins. Ses approvisionnements sont assurés par contrat jusqu'en 2013.

**POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM**

La Slovénie n'est pas un pays producteur d'uranium, les quantités d'uranium nécessaires à l'exploitation commerciale de la centrale électrique (Nuklearna Elektrarna Krško) sont importées.

## STOCKS D'URANIUM

La Slovénie n'a pas de politique de gestion des stocks d'uranium. Elle achète les quantités dont elle a besoin selon la méthode d'approvisionnement à flux tendu.

## PRIX DE L'URANIUM

Cette information est considérée comme confidentielle.

### Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production\* (tonnes d'U)

| Méthode de production                     | <USD 40/<br>kg U | <USD 80/<br>kg U | <USD 130/<br>kg U | <USD 260/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|---|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine                          | 0                | 2 200            | 2 200             | 2 200             |                                |
| Mine à ciel ouvert                        | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i>                | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Lixiviation en tas                        | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Lixiviation en place<br>(chambre/gradins) | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Coproduit et sous-produit                 | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Non précisé                               | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Total                                     | 0                | 2 200            | 2 200             | 2 200             |                                |

\* Ressources *in situ*.

### Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement\* (tonnes d'U)

| Type de gisement                  | <USD 40/kg U | <USD 80/kg U | <USD 130/kg U | <USD 260/kg U |
|-----------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Lié à des discordances            | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Lié à des grès                    | 0            | 2 200        | 2 200         | 2 200         |
| Complexes bréchiqes à hématite    | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Filonien                          | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Intrusif                          | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Métasomatique                     | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Autres**                          | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Total                             | 0            | 2 200        | 2 200         | 2 200         |

\* Ressources *in situ*.

\*\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques présumées par méthode de production\*** (tonnes d'U)

| Méthode de production                     | <USD 40/<br>kg U | <USD 80/<br>kg U | <USD 130/<br>kg U | <USD 260/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|---|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine                          | 0                | 5 000            | 10 000            | 10 000            |                                |
| Mine à ciel ouvert                        | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i>                | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Lixiviation en tas                        | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Lixiviation en place<br>(chambre/gradins) | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Coproduit et sous-produit                 | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Non précisé                               | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Total                                     | 0                | 5 000            | 10 000            | 10 000            |                                |

\* Ressources *in situ*.**Ressources classiques présumées par type de gisement\*** (tonnes d'U)

| Type de gisement                  | <USD 40/kg U | <USD 80/kg U | <USD 130/kg U | <USD 260/kg U |
|-----------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Lié à des discordances            | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Lié à des grès                    | 0            | 5 000        | 10 000        | 10 000        |
| Complexes bréchiqes à hématite    | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Conglomérats à galets de quartz   | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Filonien                          | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Intrusif                          | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Volcanique et lié à des caldeiras | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Métasomatique                     | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Autres**                          | 0            | 0            | 0             | 0             |
| Total                             | 0            | 5 000        | 10 000        | 10 000        |

\* Ressources *in situ*.

\*\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources pronostiquées** (tonnes d'U)

| Tranches de coût |               |               |
|------------------|---------------|---------------|
| <USD 80/kg U     | <USD 130/kg U | <USD 260/kg U |
| 0                | 1 060         | 1 060         |

**Ressources spéculatives** (tonnes d'U)

| Tranches de coût |               |               |
|------------------|---------------|---------------|
| <USD 80/kg U     | <USD 130/kg U | Non spécifiée |
| n.d.             | n.d.          | n.d.          |

**Production d'uranium par méthode de production** (tonnes d'U sous forme de concentrés)

| Méthode de production             | Total jusqu'à la fin 2005 | 2006     | 2007     | 2008     | Total jusqu'à la fin 2008 | 2009 (prévisions) |
|-----------------------------------|---------------------------|----------|----------|----------|---------------------------|-------------------|
| Mine à ciel ouvert*               | 0                         | 0        | 0        | 0        | 0                         | 0                 |
| Mine souterraine*                 | 382                       | 0        | 0        | 0        | 382                       | 0                 |
| Lixiviation <i>in situ</i>        | 0                         | 0        | 0        | 0        | 0                         | 0                 |
| Lixiviation en tas                | 0                         | 0        | 0        | 0        | 0                         | 0                 |
| Lixiviation en place**            | 0                         | 0        | 0        | 0        | 0                         | 0                 |
| Coproduit/sous-produit            | 0                         | 0        | 0        | 0        | 0                         | 0                 |
| U récupéré à partir de phosphates | 0                         | 0        | 0        | 0        | 0                         | 0                 |
| Autres méthodes***                | 0                         | 0        | 0        | 0        | 0                         | 0                 |
| <b>Total</b>                      | <b>382</b>                | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>382</b>                | <b>0</b>          |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\*\* Prend en compte le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

**Production nette d'électricité nucléaire**

|   | 2007  | 2008   |
|---|-------|--------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 5.345 | 5.972+ |

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035** (MWe nets)

| 2008 | 2009 | 2010            |                 | 2015            |                 |
|------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|      |      | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 696  | 696  | 690             | 704             | 690             | 704             |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 690             | 704             | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               |

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035** (MOX non compris)  
(tonnes d'U)

| 2008 | 2009 | 2010            |                 | 2015            |                 |
|------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|      |      | Hypothèse basse | Hypothèse haute | Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| NA   | 230  | 210             | 245             | NA              | NA              |

| 2020            |                 | 2025            |                 | 2030            |                 | 2035            |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hypothèse basse | Hypothèse haute |
| 210             | 245             | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               |

Note: Les besoins sont basés sur une campagne de 18 mois ; aucuns besoins en 2012, 2015, 2018 et 2021. La licence d'exploitation de NEK doit prendre fin en 2023 ; NEK a demandé une prolongation de 20 années qui doit encore être confirmée.

**Stocks totaux d'uranium** (tonnes d'équivalent uranium naturel)

| <b>Détenteur</b>        | <b>Stocks d'uranium naturel sous forme de concentrés</b> | <b>Stocks d'uranium enrichi</b> | <b>Stocks d'uranium appauvri</b> | <b>Stocks d'uranium retraité</b> | <b>Total</b> |
|-------------------------|--|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------|
| État                    | 0  | 0                               | 0                                | 0                                | 0            |
| Producteur              | 0  | 0                               | 0                                | 0                                | 0            |
| Compagnie d'électricité | 0  | 0                               | 0                                | 0                                | 0            |
| Total                   | 0  | 0                               | 0                                | 0                                | 0            |

• **Suède** \* •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Des activités de prospection de l'uranium ont été menées au cours de la période 1950-1985. Cependant, à la fin de 1985, ces activités ont été interrompues en raison de la disponibilité de l'uranium à prix modiques sur le marché mondial.

Il existe quatre grandes provinces uranifères en Suède.

La première se trouve dans les sédiments datant du Cambrien supérieur et de l'Ordovicien inférieur en Suède méridionale, ainsi que le long de la bordure de la chaîne calédonienne dans la partie centrale de la Suède. Les indices d'uranium sont stratiformes et contenus dans des schistes noirs (alun). Le district de Billingen (Västergötland), dans lequel se trouve le gisement de Ranstad, couvre une superficie de plus de 500 km<sup>2</sup>.

La deuxième province uranifère, celle d'Arjeplog-Arvidsjaur-Sorsele, se trouve immédiatement au sud du Cercle polaire arctique. Elle renferme un gisement, celui de Pleutajokk, et un ensemble de plus de 20 indices. Ces divers indices sont discordants, de type filonien ou de type en imprégnation, et sont associés à une métasomatose sodique.

La troisième province est située au nord d'Östersund, en Suède centrale. Plusieurs minéralisations discordantes ont été découvertes à l'intérieur ou à proximité d'une fenêtre du socle Précambrien, à l'intérieur des Calédonides métamorphiques.

---

\* Rapport établi par le Secrétariat, d'après les précédents Livres rouges et les rapports d'entreprises.

Une quatrième province se trouve près d'Åsele, en Suède septentrionale.

### **Activités de prospection et de développement minier récentes ou en cours**

Depuis 2007, plusieurs sociétés de prospection ont mené des travaux de prospection de l'uranium en Suède. Dans certains cas, les permis ont été contestés à un stade précoce par certains membres des communautés locales.

La société canadienne Mawson Resources Inc. a fait état de travaux dans plusieurs gisements généralement petits ; un rapport NI 43-101 estime les ressources à 3.3 millions de livres d' $U_3O_8$  (1 270 tonnes d'U) à 0.08 % d' $U_3O_8$  (0.068 % d'U) dans le district de Hotagen, les ressources présumées, selon la définition de l'ICM, ont été estimées à 8.8 millions de livres d' $U_3O_8$  (3 385 tonnes d'U) à 0.03 % d' $U_3O_8$  (0.025 % d'U) pour le projet de Duobblon et un rapport sur le projet Tåsjö fait état d'une occurrence d'environ 110 millions de livres d' $U_3O_8$  (42 300 tonnes d'U) à 0.05 % d' $U_3O_8$  (0.042 % d'U) dans des shales phosphatés minéralisés avec des terres rares ; toutes les études ont été menées dans la partie septentrionale de la Suède. Uranium International Corp. a également mené des travaux préliminaires de prospection sur plusieurs petits gîtes situés au centre et au nord de la Suède et fin 2009 Aura Energy a demandé à acquérir d'importantes propriétés pour pousser l'exploration des formations de schistes alunifères. En 2007 et 2008, Continental Precious Metals a achevé des rapports techniques NI 43-101 faisant état d'importantes quantités d'uranium sur une concession contiguë aux schistes alunifères, contenues dans 20 000 000 tonnes de minerai pour les ressources indiquées) et 2.4 milliards de tonnes de minerai pour les ressources présumées. Au milieu de l'année 2009, il a été signalé que Continental Resources étudiait les possibilités d'utilisation de techniques de biolixiviation pour récupérer les métaux piégés dans la matière organique dans les schistes noirs.

D'autres études sont nécessaires pour confirmer ces estimations préliminaires, mais selon les résultats obtenus à ce jour, la Suède pourrait recéler d'importantes ressources en uranium. Aucune information n'a été communiquée par le gouvernement suédois sur les dépenses de prospection de ces sociétés.

## **RESSOURCES EN URANIUM**

### **Ressources identifiées (ressources raisonnablement assurées et présumées)**

Les seules ressources en uranium notifiées à ce jour par la Suède sont les faibles quantités présentes dans les granites (gisements filoniens).

### **Ressources non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)**

La Suède n'a fait état d'aucune ressource pronostiquée ni spéculative.

### **Ressources non classiques**

Les schistes alumineux pourraient renfermer d'importantes ressources en uranium. Toutefois, la teneur de ces gisements est très faible et le coût de récupération serait supérieur à 130 USD/kg U.

## PRODUCTION D'URANIUM

### Historique

Au cours des années 60, 200 t d'U au total ont été produites à partir du gisement de schistes alumineux de Ranstad, tonnage qui représente la totalité de la production de la Suède par le passé. Ce site minier est en cours de réaménagement afin de protéger l'environnement.

### Capacité théorique de production

La Suède ne produit pas d'uranium et n'envisage pas de le faire.

### Sources secondaires d'uranium

La Suède n'indique pas avoir utilisé de combustibles à mélange d'oxydes, ni d'uranium de retraitement. Les compagnies d'électricité suédoises ont utilisé de l'uranium réenrichi représentant 230 tonnes et 571 tonnes d'équivalent uranium naturel en 2007 et 2008, respectivement.

## ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS

La mine de Ranstad a été réaménagée au cours des années 90 pour un coût total de 150 millions SEK. Un programme de surveillance de l'environnement est en cours.

## BESOINS EN URANIUM

À la fin de l'année 2005, deux des 12 réacteurs de puissance de la Suède, Barsebäck 1 (1999) et Barsebäck 2 (2005), avaient été arrêtés sur décision politique. Les 10 réacteurs restant nécessitent chaque année 1 500 tonnes d'uranium environ.

Les compagnies d'électricité suédoises ont renforcé la capacité nucléaire en augmentant la puissance des réacteurs existants afin de remplacer les 1 200 MWe perdus suite à la fermeture de Barsebäck 1 & 2. À la fin de 2008, quelque 1 050 MWe avaient été ajoutés aux dix réacteurs en service.

La Suède applique une taxe sur la production d'électricité d'origine nucléaire, en vertu de la Loi relative aux droits sur la puissance thermique des réacteurs de puissance. Cette taxe, mise en place dans les années 90, a été relevée en 2006 puis à nouveau en 2008, et représente un total de 4 milliards SEK (435 millions EUR).

Début 2009, le gouvernement suédois a annoncé qu'il comptait annuler le moratoire de 30 ans sur la construction de nouvelles centrales nucléaires afin accroître la sécurité des approvisionnements énergétiques et de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Le gouvernement compte mettre en place la législation requise pour opérer ce changement en 2010.

## Offre et stratégie d'approvisionnement

Les compagnies d'électricité sont libres de négocier leurs propres achats.

### POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

Deux autorisations distinctes doivent être obtenues pour exploiter des gisements d'uranium en Suède, l'une en application de la Loi sur les minéraux et l'autre, du Code de l'environnement. De plus, la Loi sur les activités nucléaires comporte des dispositions régissant l'acquisition, la possession ou toute autre façon de disposer de matières nucléaires ou minéraux contenant de telles matières.

Les demandes d'autorisation relevant du Code de l'environnement sont examinées par les autorités et les permis ne sont délivrés que si leur approbation a été recommandée par les autorités locales des régions où se trouve le gisement.

### STOCKS D'URANIUM

Le Parlement de Suède a décidé en 1998 de remplacer par un mécanisme de notification l'obligation antérieure des compagnies d'électricité de conserver un stock d'uranium enrichi correspondant à une production d'électricité de 35 TWh. La Suède ne fait état d'aucune information sur ses stocks d'uranium.

### PRIX DE L'URANIUM

Comme la Suède fait désormais partie du marché de l'électricité des pays nordiques, qui est déréglementé, il n'est plus rendu compte des coûts du combustible nucléaire.

#### Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production (tonnes d'U)

| Méthode de production      | <USD 40/<br>kg U | <USD 80/<br>kg U | <USD 130/<br>kg U | <USD 260/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Mine à ciel ouvert         | 0                | 0                |                   |                   |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Coproduit et sous-produit  | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Non précisé                | 0                | 0                | 4 000             | 4 000             |                                |
| Total                      | 0                | 0                | 4 000             | 4 000             |                                |

**Ressources classiques présumées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production      | <USD 40/<br>kg U | <USD 80/<br>kg U | <USD 130/<br>kg U | <USD 260/<br>kg U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Mine à ciel ouvert         | 0                | 0                |                   |                   |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Coproduit et sous-produit  | 0                | 0                | 0                 | 0                 |                                |
| Non précisé                | 0                | 0                | 6 000             | 6 000             |                                |
| Total                      | 0                | 0                | 6 000             | 6 000             |                                |

**Production nette d'électricité nucléaire**

|   | 2007 | 2008 |
|---|------|------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 64.3 | 61.3 |

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035\* (MWe nets)**

| 2008 | 2009 | 2010               |                    | 2015               |                    |
|------|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|      |      | Hypothèse<br>basse | Hypothèse<br>haute | Hypothèse<br>basse | Hypothèse<br>haute |
| 9.0  | n.d. | 7.6                | 7.6                | 7.6                | 7.6                |

| 2020               |                    | 2025               |                    | 2030               |                    | 2035               |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Hypothèse<br>basse | Hypothèse<br>haute | Hypothèse<br>basse | Hypothèse<br>haute | Hypothèse<br>basse | Hypothèse<br>haute | Hypothèse<br>basse | Hypothèse<br>haute |
| 7.6                | 7.6                | N/A                | N/A                | N/A                | N/A                | N/A                | N/A                |

\* Données sur l'énergie nucléaire, OCDE, Paris, 2009.

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris)\*  
(tonnes d'U)**

| 2008  | 2009 | 2010               |                    | 2015               |                    |
|-------|------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|       |      | Hypothèse<br>basse | Hypothèse<br>haute | Hypothèse<br>basse | Hypothèse<br>haute |
| 1 574 |      | N/A                | 1 790              | N/A                | 1 800              |

| 2020               |                    | 2025               |                    | 2030               |                    | 2035               |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Hypothèse<br>basse | Hypothèse<br>haute | Hypothèse<br>basse | Hypothèse<br>haute | Hypothèse<br>basse | Hypothèse<br>haute | Hypothèse<br>basse | Hypothèse<br>haute |
| N/A                | 1 800              |

\* Données sur l'énergie nucléaire, OCDE, Paris, 2009.

## • Tanzanie\* •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

L'uranium a d'abord été découvert en 1953 dans les pegmatites de Chiwiligo, dans les monts Uluguru. La première évaluation générale du potentiel uranifère de la Tanzanie a été conduite par les autorités entre 1976 et 1979 sous forme d'une étude géophysique aéroportée à l'échelle du pays. Les résultats ont révélé de nombreuses anomalies radiométriques dans divers environnements géologiques.

Un programme de prospection a ensuite été mené par Uranerzbergbau GmbH entre 1978 et 1983, mais la baisse des prix de l'uranium a entraîné son arrêt. Ce programme ciblait les anomalies de Karoo, des sédiments superficiels plus récents, des sédiments phosphatés datant du Pléistocène, ainsi que les carbonatites de Gallapo. La présence de minéralisations d'uranium superficielles a été identifiée en maints endroits, révélant l'existence potentielle de plusieurs gisements uranifères dans le pays.

Les roches de Karoo constituent une bonne partie de la géologie de la Tanzanie méridionale. Il s'agit de sédiments terrigènes qui se sont accumulés dans des bassins sur quelques kilomètres vers la fin du Paléozoïque et le début du Mésozoïque. Les séries basales sont composées de dépôts glaciaires, à leur tour recouverts de sédiments carbonifères fluvio-deltaïques sur lesquels s'ajoutent des arkoses et des couches rouges. Les schistes charbonneux et les charbons de la séquence transitionnelle laissent progressivement la place à d'épaisses séries lacustres recouvertes de couches ossifères datant de la fin du Permien. Les séries d'âge triassique se caractérisent par une succession très épaisse de couches siliciclastiques de faciès fluvio-deltaïques reposant sur les discordances régionales datant du Permien. Cette séquence constituée au début du Trias présente des cycles de dépôts répétitifs et bien développés. Des indices uranifères supérieurs sont observés dans les séries arénacées du Trias ayant subi une modification diagénétique puis une cimentation.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

L'exploration s'est concentrée sur les zones à haut potentiel, à savoir les sédiments de Karoo en Tanzanie méridionale (projets de la rivière Mkuju, de la baie Mbamba et de Tanzanie méridionale) et les gisements uranifères de type gréseux ou associés à des calcrètes dans des paléochenaux, situés dans le bassin hydrographique de Bahi en Tanzanie centrale (projets de Bahi nord et de Handa).

Les autorités ont octroyé près de 70 autorisations aux entreprises intéressées pour prospecter de l'uranium. Les premières recherches ont indiqué la présence de gisements d'uranium abondants. À partir de 2007, deux entreprises étrangères – Uranium Resources, basée au Royaume-Uni, et Western Metals, basée en Australie – ont démarré conjointement des sondages de prospection. Ces forages ont

---

\* Préparé par le Secrétariat grâce à des informations publiques, au rapport d'entreprise de Mantra Ltd. et à Uranex NL.

prouvé l'existence d'importants gisements uranifères, notamment dans les régions de Lindi et Ruvuma.

Uranex et Mantra Resources Ltd. (Mantra), sociétés minières spécialisées dans l'uranium et basées en Afrique du Sud, ont été autorisées par les autorités tanzaniennes à commencer de préparer l'exploitation. Elles ont dû démontrer au préalable qu'elles respectaient l'ensemble des conditions environnementales définies par le Conseil national de gestion de l'environnement. Mantra prévoit de terminer prochainement l'étude de pré-faisabilité du projet de la rivière Mkuju, avant de lancer une étude de faisabilité complète. Des forages intercalaires et des sondages de prospection sont en cours.

Les campagnes de sondage doivent s'achever à la fin de 2009, et permettre de mener à bien la réestimation des ressources en 2010. En effet, les estimations actuelles s'appuient sur des sondages limités à une petite partie de la zone de prospection, aussi la poursuite des recherches pourrait-elle se traduire par une hausse importante des ressources.

## **RESSOURCES EN URANIUM**

### **Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et ressources présumées)**

Selon des informations fournies par Mantra Resources Limited et Uranex NL conformes au code JORC et à la norme NI 43-101, les ressources en uranium récemment identifiées totalisent environ 28 400 t d'U (RRA et ressources présumées) récupérables à des coûts élevés (c'est-à-dire supérieurs à 260 USD/kg d'U). On estime que ces ressources sont exploitables à ciel ouvert.

### **Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)**

Aucune information n'a été rapportée concernant les ressources non découvertes, néanmoins, comme cela a été dit précédemment, plusieurs zones sont très prometteuses.

## **PRODUCTION D'URANIUM**

La Tanzanie ne produit pas d'uranium.

### **Centres de production futurs**

Selon le ministère de l'Énergie et des Minerais, deux entreprises devraient commencer à extraire de l'uranium en 2012. En fondant le scénario de référence sur les estimations des ressources actuelles, ces projets permettraient une production annuelle de 1 000 t d'U au minimum, pour une durée d'exploitation d'au moins 10 ans.

## **ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS**

Les autorités tanzaniennes ont récemment pris des initiatives pour apaiser les inquiétudes de la population à la perspective d'une exploitation de l'uranium. Les impacts environnementaux, sanitaires, économiques et sociaux doivent être soigneusement pris en compte, et les pouvoirs publics ont indiqué avoir conscience qu'il convient d'appliquer des normes de sécurité de haut niveau dans le cadre d'une telle exploitation, afin de protéger la population et l'environnement.

## BESOINS EN URANIUM

### Besoins en uranium

Aucun.

## POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM

Un nouveau Comité minier consultatif a été établi pour conseiller les autorités sur toutes les questions minières. Ce comité doit fournir des conseils sur les points présentés dans la Loi minière de 1998 et dans les domaines relatifs aux accords d'exploitation minière. La nomination de ce comité intervient alors que le processus de mise en place d'une politique minière est lancé. Il s'agit d'en arriver progressivement à la promulgation d'une nouvelle loi minière et à la formulation des règlements associés.

## STOCKS D'URANIUM

Aucun.

### Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production (tonnes d'U)

| Méthode de production      | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Mine à ciel ouvert         | 0                   | 0                   | 0                    | 8 900                | 81                             |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Coproduit et sous-produit  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Non précisé                | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                      | 0                   | 0                   | 0                    | 8 900                | 81                             |

### Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement (tonnes d'U)

| Méthode de traitement | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Classique             | 0                   | 0                   | 0                    | 8 900                | 81                             |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                 | 0                   | 0                   | 0                    | 8 900                | 81                             |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble des extractions à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement (tonnes d'U)**

| Type du gisement                                     | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U |
|--|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances                               | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Lié à des grès                                       | 0                   | 0                   | 0                    | 8 900                |
| Complexes bréchiques à hématite                      | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements liés à des conglomérats à galets de quartz | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Filonien   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Intrusif   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements volcaniques et liés à des caldeiras        | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Métasomatique  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Autres*  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| <b>Total</b>   | <b>0</b>            | <b>0</b>            | <b>0</b>             | <b>8 900</b>         |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques présumées par méthode de production (tonnes d'U)**

| Méthode de production      | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Mine à ciel ouvert         | 0                   | 0                   | 0                    | 19 500               | 81                             |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Coproduit et sous-produit  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Non précisé                | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| <b>Total</b>               | <b>0</b>            | <b>0</b>            | <b>0</b>             | <b>19 500</b>        | <b>81</b>                      |

**Ressources classiques présumées par méthode de traitement (tonnes d'U)**

| Méthode de traitement | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Classique             | 0                   | 0                   | 0                    | 19 500               | 81                             |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| <b>Total</b>          | <b>0</b>            | <b>0</b>            | <b>0</b>             | <b>19 500</b>        | <b>81</b>                      |

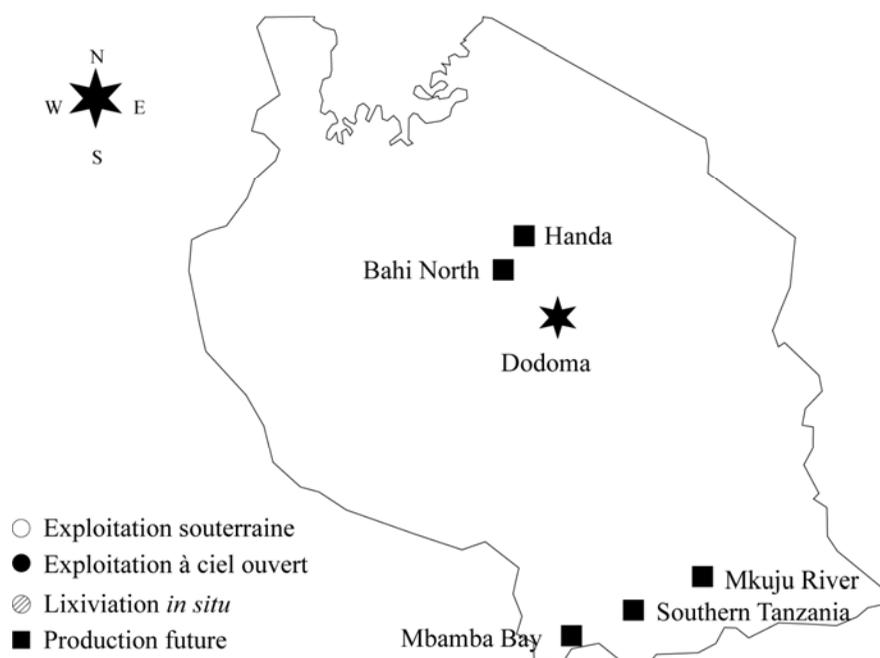
\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble des extractions à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

### Ressources classiques présumées par type de gisement (tonnes d'U)

| Type du gisement                                     | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U |
|--|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances                               | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Lié à des grès                                       | 0                   | 0                   | 0                    | 17 400               |
| Complexes bréchiques à hématite                      | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements liés à des conglomérats à galets de quartz | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Filonien   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Intrusif   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements volcaniques et liés à des caldeiras        | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Métasomatique  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Autres*  | 0                   | 0                   | 0                    | 2 100                |
| <b>Total</b>   | <b>0</b>            | <b>0</b>            | <b>0</b>             | <b>19 500</b>        |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiques, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.



## • Turquie •

### PROSPECTION DE L'URANIUM

#### Historique

Voir l'édition 2007 du Livre rouge pour un bref historique de la prospection de l'uranium.

#### Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

En 2007 et 2008, des travaux de prospection ont été réalisés pour rechercher des matières premières radioactives dans des granites, roches intrusives acides et roches sédimentaires, sur une superficie de 10 000 km<sup>2</sup> dans la région de Kırşehir-Nevşehir-Aksaray-Ankara.

En 2009, la recherche des matières premières radioactives portera sur les granites, roches intrusives acides et roches sédimentaires de la région de Kütahya-Uşak-Manisa, sur une superficie 5 000 km<sup>2</sup>.

### RESSOURCES EN URANIUM

#### Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et ressources présumées)

Salihli – Köprübaşı : dix corps minéralisés représentant 2 852 t d'U à une teneur de 0.03 à 0.04 % d'U renfermés dans des sédiments fluviatiles datant du Néogène.

Fakılı : 490 t d'U à 0.42 % d'U renfermées dans des sédiments lacustres datant du Néogène.

Koçarlı (Küçükçavdar) : 208 tonnes d'U à 0.04 % d'U renfermées dans des sédiments datant du Néogène.

Demirtepe : 1 729 tonnes d'U à 0.07 % d'U renfermées dans des zones de fracture constituées par des gneiss.

Yozgat – Sorgun : 3 850 tonnes d'U à 0.08 % renfermées dans des sédiments lagunaires deltaïques datant de l'Éocène.

#### Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)

Il n'est fait état d'aucune information.

#### Ressources non classiques et autres produits

Il n'est fait état d'aucune information.

## PRODUCTION D'URANIUM

La Turquie ne produit pas d'uranium.

## ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS

Il n'est fait état d'aucune information.

## BESOINS EN URANIUM

Il n'existe aucune centrale nucléaire en Turquie, mais le pays a lancé un appel d'offres le 24 septembre pour la construction et l'exploitation d'une centrale sur le site d'Akkuyu dont les tranches doivent atteindre une capacité installée de 3 000 à 5 000 MWe. Un seul consortium a répondu à cet appel d'offres qui a été annulé le 20 novembre 2009 après examen de cette unique soumission. Les pouvoirs publics envisagent d'autres options pour construire de nouvelles installations électriques en vue de répondre à la demande croissante.

### Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national

| Dépenses en USD   | 2006          | 2007          | 2008          | 2009<br>(prévision) |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection   | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| Dépenses du secteur public pour la prospection  | 56 000        | 50 000        | 73 500        | 189 000             |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                                | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                               | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| <b>Total des dépenses</b>   | <b>56 000</b> | <b>50 000</b> | <b>73 500</b> | <b>189 000</b>      |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                        | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                          | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                       | 0             | 0             | 0             | 1 000               |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                         | 0             | 0             | 0             | 3                   |
| Forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation (mètres)   | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation  | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| Forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation (mètres)  | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| Sous-total des sondages de prospection (mètres)                                       | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| Sous-total du nombre de sondages de prospection                                       | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)                | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| Sous-total du nombre de forages pratiqués pour la mise en exploitation                | 0             | 0             | 0             | 3                   |
| <b>Total des forages en mètres</b>  | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>1 000</b>        |
| <b>Nombre total de trous forés</b>  | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>0</b>      | <b>3</b>            |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production\*** (tonnes d'U)

| Méthode de production      | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération |
|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| Mine souterraine           |                     |                     |                      |                      |                         |
| Mine à ciel ouvert         |                     | 9 129               | 9 129                | 9 129                |                         |
| Lixiviation <i>in situ</i> |                     |                     |                      |                      |                         |
| Coproduit et sous-produit  |                     |                     |                      |                      |                         |
| Non précisé                |                     |                     |                      |                      |                         |
| Total                      |                     | 9 129               | 9 129                | 9 129                |                         |

\* Ressources *in situ*.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement** (tonnes d'U)

| Méthode de traitement                      | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération |
|--|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| Classique                                  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                         |
| Lixiviation en place<br>(chambre/gradins*) | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                         |
| Lixiviation en tas**                       | 0                   | 9 129               | 9 129                | 9 129                |                         |
| Total                                      | 0                   | 9 129               | 9 129                | 9 129                |                         |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble des extractions à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement** (tonnes d'U)

| Type du gisement  | < 40 USD<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD<br>/kg d'U |
|---|--------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances                                  | 0                  | 0                   | 0                    | 0                    |
| Lié à des grès  | 0                  | 7 400               | 7 400                | 7 400                |
| Complexes bréchiqes à hématite                          | 0                  | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements liés à des conglomérats à<br>galets de quartz | 0                  | 0                   | 0                    | 0                    |
| Filonien  | 0                  | 1 729               | 1 729                | 1 729                |
| Intrusif  | 0                  | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements volcaniques et liés à des<br>caldeiras        | 0                  | 0                   | 0                    | 0                    |
| Métasomatique   | 0                  | 0                   | 0                    | 0                    |
| Autres*   | 0                  | 0                   | 0                    | 0                    |
| Total   | 0                  | 9 129               | 9 129                | 9 129                |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe nets)**

| 2008 | 2009 | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|------|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|      |      | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 0    | 0    | 0                      | 0                      | 1 500                  | 4 500                  |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 4 500                  | 4 500                  | n.d.                   | n.d.                   | n.d.                   | n.d.                   | n.d.                   | n.d.                   |

**Stocks totaux d'uranium (tonnes d'équivalent uranium naturel)**

| Détenteur               | Stocks d'uranium naturel sous forme de concentrés | Stocks d'uranium enrichi | Stocks d'uranium appauvri | Stocks d'uranium retraité | Total |
|-------------------------|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
| État                    | 1.9   | 0                        | 0                         | 0                         | 1.9   |
| Producteur              | 0   | 0                        | 0                         | 0                         | 0     |
| Compagnie d'électricité | 0   | 0                        | 0                         | 0                         | 0     |
| Total                   | 1.9   | 0                        | 0                         | 0                         | 1.9   |

**• Ukraine •****PROSPECTION DE L'URANIUM****Historique**

La prospection de l'uranium en Ukraine a débuté en 1944 et a permis la découverte des gisements de Pervomayskoye et Zheltorechenskoye, respectivement mis en exploitation en 1967 et 1989. Le premier gisement lié à des grès a été découvert à Devladovo en 1955. Au milieu des années 60, les principales activités de prospection ont porté sur la région de Kirovograd pour rechercher des gisements de type métasomatique. Les gisements de Michurinskoye, Vatutinskoye et Severinskoye ont été découverts à cette occasion. Aujourd'hui, l'uranium est principalement extrait des gisements de type métasomatique à faible teneur (0.1 à 0.2 %), même si certains gisements liés à des grès sont actuellement exploités par ISL.

## Activités de prospection de l'uranium et de développement minier récentes ou en cours

S'appuyant sur les pratiques en vigueur aux plans international et national, les géologues de *Kirovgeology* ont établi une nouvelle carte prévisionnelle du potentiel uranifère de l'Ukraine à l'échelle 1:500 000, sur laquelle sont représentés les zones minéralisées et les régions et croisements structuraux qui pourraient renfermer des gisements de type filonien, volcanique, et liés à des discordances ou à des brèches riches en hématite. En termes de teneur, ces gisements devraient surpasser les gisements de type métasomatique.

En 2007-2008, des travaux de prospection ont été réalisés en vue de découvrir des gisements de diverses caractéristiques tant sur le plan géologique que sur le plan économique. Des gisements liés à des discordances ont été découverts sur le versant occidental du bouclier ukrainien dans les zones de la discordance du Riphéen. Les travaux sont en cours dans la zone de Drukhovskaya (450 km<sup>2</sup>) au centre de la zone Suchano Perzhanskoye : 19 trous y ont été forés pour étudier les processus épigénétiques. Dans les zones de la discordance du Vendien, les travaux ont concerné la partie sud de la Podolie (840 km<sup>2</sup>) sur le versant sud-ouest du bouclier ukrainien.

Des activités d'évaluation des ressources pronostiquées ont été réalisées pour les gisements de type filonien dans les zones de Rozanovskaya (450 km<sup>2</sup>), Gayvoronskaya (860 km<sup>2</sup>) et Khmel'nitskoye (450 km<sup>2</sup>). Dans la zone de Rozanovskaya, 18 trous ont été forés. Dans celle de Gayvoronskaya, le forage de 28 trous a permis de découvrir des anomalies radioactives. De même, des anomalies radioactives ont été découvertes dans la zone de Khmel'nitskoye grâce au forage de 19 trous. Du fait de leur faible intensité, les activités de prospection de l'uranium réalisées en 2007-2008 n'ont permis de découvrir aucun gisement commercialement viable.

Les travaux d'estimation des minéralisations de terres rares, de thorium et d'uranium de Dibrovskoye à l'intérieur du bloc de Pryazov du bouclier ukrainien sont en cours. La première étape consiste à évaluer les ressources pronostiquées en uranium et en thorium. Les sondages totalisent 3 800 mètres. Les travaux d'estimation de la présence de thorium à l'intérieur du bouclier ukrainien se sont poursuivis en 2007-2008 sur la base d'une carte des occurrences de thorium à l'échelle 1:500 000.

La prospection est en cours pour évaluer le potentiel des gisements de type métasomatique, à commencer par les zones proches des mines en exploitation.

L'État ukrainien et les sociétés privées ukrainiennes ne mènent aucune activité de prospection de l'uranium à l'étranger. De même, aucune entreprise nationale ou privée étrangère ne mène de travaux de prospection de l'uranium en Ukraine.

## RESSOURCES EN URANIUM

### Ressources classiques identifiées (ressources raisonnablement assurées et ressources présumées)

Au 1<sup>er</sup> janvier 2009, les RRA et ressources présumées récupérables à des coûts inférieurs à 80 USD/kg d'U totalisaient 61 573 t d'U. Elles s'établissaient à 230 580 t d'U au 1<sup>er</sup> janvier 2007. Les RRA et ressources présumées récupérables à des coûts inférieurs à 40 USD/kg d'U plafonnaient à 6 427 t d'U en 2009 contre 43 140 t d'U en 2007. Ces reculs significatifs s'expliquent principalement par la réévaluation des coûts d'exploitation en Ukraine et par la production d'uranium extrait des gisements de Michurinskoye et de Vatutinskoye.

Les principales ressources en uranium commercialement viables que l'on trouve en Ukraine sont renfermées dans des gisements des deux types suivants :

- Gisements de type métasomatique, situés dans le bloc de Kirovograd du bouclier ukrainien. Ces gisements sont monométalliques. Leur teneur est située entre 0.1 et 0.2 % d'U. Ces gisements sont exploitables en souterrain.
- Gisements de type gréseux, situés dans la région métallogénique de Dnepro-Bougskiy (17 300 km<sup>2</sup>). Outre l'uranium, les minerais contiennent du molybdène, du sélénium et des éléments de terres rares du groupe des lanthanides. Leur teneur est comprise entre 0.01 et 0.06 % d'U. Ces gisements sont exploitables par ISL.

### **Ressources classiques non découvertes (ressources pronostiquées et ressources spéculatives)**

Aucun changement par rapport à l'édition 2007 du Livre rouge.

## **PRODUCTION D'URANIUM**

La construction du complexe industriel « Usine chimique de Pridneprovskiy » (PHZ) chargé de traiter le minerai uranifère (près de Dneprodzerzhinsk dans la région de Dnepropetrovsk) a démarré en 1949, deux ans après le début de l'exploitation minière en 1947. PHZ traitait le minerai du gisement de Michurinskoye (près de Kirovograd, district de Kirovograd), le minerai phosphaté du gisement de Melovoye (près de Chevchenko, aujourd'hui Aktau au Kazakhstan) et les concentrés bruts venus de RDA, Hongrie et Bulgarie. En 1951 est fondée l'entreprise publique « Complexe de traitement du minerai de l'Est » (VostGOK) près de Zheltiye Vody (région de Dnepropetrovsk) pour prendre en charge les minerais d'uranium des gisements de Pervomayskoye et de Zheltorechenskoye. Aujourd'hui, la société d'État VostGOK est responsable de la récupération de l'uranium en Ukraine.

La construction d'une seconde usine de traitement (hydrométallurgique) dans le pays (GMZ, subdivision de VostGOK) a démarré en 1956. Cette usine a commencé à produire du concentré d'uranium en 1959. À la fin des années 60, les gisements de Pervomayskoye et de Zheltorechenskoye étant épuisés, l'exploitation des matières premières s'est déplacée près de Kirovograd.

L'exploitation de l'uranium par lixiviation *in situ* est pratiquée en Ukraine depuis 1961. De 1966 à 1983, trois gisements (Devladovskoye, Bratskoye et Safonovskoye) ont été exploités par ISL à l'acide sulfurique à une profondeur d'environ 100 m. Ces gisements liés à des grès sont contenus dans la couverture sédimentaire du bouclier ukrainien. Cependant, l'exploitation par ISL a été stoppée, principalement pour des raisons environnementales. Les gisements épuisés sont désormais maintenus sous surveillance. On prévoit d'exploiter deux nouveaux gisements par ISL en utilisant d'autres substances chimiques lixiviantes.

### **Installations et capacité théorique de production, activités récentes et en cours et autres questions**

L'installation hydrométallurgique exploitée par l'entreprise VostGOK est située près de Zheltiye Vody. Sa capacité annuelle est de 1.5 Mt de minerai. Un effectif de 30 à 35 personnes par quart exploite l'usine. Le minerai est acheminé à l'usine par chemin de fer spécial à partir des mines d'Inguletskaya (100 km à l'Ouest) et de Smolinskaya (150 km à l'Ouest). Après concassage et tri radiométrique, le minerai subit une lixiviation à l'acide sulfurique dans des autoclaves, à une température comprise entre 150 et 200 °C et sous une pression de 20 atmosphères, avec un temps de

séjour de quatre heures. La consommation d'acide est de 80 kg par tonne de minerai. Pour récupérer l'uranium, on utilise des résines échangeuses d'ions. Après lavage à l'acide sulfurique et à l'acide nitrique, la solution uranifère est concentrée et purifiée par extraction par solvant et précipitation par ajout de gaz d'ammonium. Le précipité déshydraté est calciné à 800 °C jusqu'à obtention d'un produit de couleur sombre.

Dans les gisements ukrainiens de type métasomatique, la teneur en uranium du minerai est d'environ 0.1 %. La minéralisation (uranitite, brannerite, coffinite, pechblende) est disséminée à travers le volume de minerai et présente un très fort pendage. L'extraction se fait en souterrain. Le minerai est ensuite concassé puis traité par lixiviation à l'acide sulfurique en autoclave. Du fait des faibles teneurs en uranium et des technologies d'extraction et de traitement utilisées, qui figurent parmi les plus coûteuses, la production de l'uranium n'est pas rentable dans les conditions actuelles du marché.

Afin de réduire les coûts de production, des technologies innovantes ont donc été récemment mises en œuvre dans les mines, parmi lesquelles le tri radiométrique souterrain (séparation), la lixiviation en place, la lixiviation en tas et le retraitement (réaménagement des aires de stockage) des déchets miniers des sites en exploitation.

Une mine souterraine est en cours de développement au gisement de Novokonstantinovskoye, situé dans la région de Kirovograd près du village d'Alekseevka. On y prévoit une production de près de 1 500 t d'U/an, pouvant éventuellement grimper jusqu'à 2 500 t d'U/an.

La construction d'une mine d'uranium est également prévue pour le gisement de Safonovskoye, avec une capacité attendue à hauteur de 250 t d'U/an. Les pouvoirs publics examinent actuellement l'étude de faisabilité.

### Structure du capital dans l'industrie de l'uranium

Toutes les entreprises ukrainiennes qui interviennent dans l'extraction et le traitement des minerais d'uranium ou dans la fabrication du combustible nucléaire sont des sociétés d'État placées sous la tutelle du Département du secteur industriel de l'énergie atomique du ministère des Combustibles et de l'Énergie.

En avril 2008, l'État a créé un nouvel organisme appelé « Combustible nucléaire », en fusionnant plusieurs organismes existants rattachés au ministère des Combustibles et de l'Énergie.

#### Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (au 1<sup>er</sup> janvier 2009)

|                             | Centre n° 1                                       | Centre n° 2              |
|-----------------------------|---|--------------------------|
| Nom du centre de production | Usine hydrométallurgique près de Zheltye Vody     | Usine hydrométallurgique |
| Catégorie                   | En service  | Commandé                 |
| Date de mise en service     | 1958  | 2015                     |
| Source de minerai :         |   |                          |
| • Nom du gisement           | Michurinskoye<br>Gisement central<br>Vatutinskoye | Novokonstantinovskoye    |
| • Type du gisement          | Métasomatique                                     | Métasomatique            |
| • Ressources (t d'U)        | 77 070  | 93 630                   |
| • Teneur (% d'U)            | 0.1 %   | 0.14 %                   |

**Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium** (au 1<sup>er</sup> janvier 2009) *(suite)*

|   | Centre n° 1 | Centre n° 2 |
|---|-------------|-------------|
| Exploitation minière :                                |             |             |
| • Type (MCO/MS/ISL)                                   | MS          | MS          |
| • Tonnage (t minerai/jour)                            | 4 500       | 7 500       |
| • Taux moyen de récupération (%)                      | 81          | 82          |
| Installation de traitement (acide/alcalin) :          | Acide       | Acide       |
| • Type (EI/ES)  | EI          | EI          |
| • Tonnage (t minerai/jour) ; pour ISL (l/jour ou l/h) | n.d.        | n.d.        |
| • Taux moyen de récupération (%)                      | 92          | 92          |
| Capacité nominale de production (t d'U/an)            | 1 500       | 2 500       |
| Projets d'agrandissement                              | n.d.        | n.d.        |
| Autres remarques                                      |             |             |

n.d. Non disponible.

**Sources secondaires d'uranium**

L'Ukraine n'a jamais produit de combustibles à mélange d'oxydes et n'en a jamais utilisé dans ses réacteurs nucléaires.

L'Ukraine n'a jamais procédé au réenrichissement de résidus, et il n'existe aucune installation de stockage dans le pays pour l'uranium réenrichi.

L'Ukraine ne produit pas d'uranium de retraitement à partir de combustible usé et n'a jamais utilisé ce type de combustible.

### **ACTIVITÉS LIÉES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET ASPECTS SOCIOCULTURELS**

L'impact environnemental de la production d'uranium (mines d'Inguletskaya et de Smolinskaya) est principalement imputable aux aires de stockage du minerai, aux bassins de résidus du traitement radiométrique du minerai, aux aires de stockage des stériles, aux systèmes de ventilation et aux opérations de transport (par rail ou routes de service).

Les principaux effets environnementaux de la production d'uranium (usines hydrométallurgiques et installations de lixiviation en tas) sont les suivants :

- émissions de substances chimiques nocives et de poussières de minerai (dans le cas des usines hydrométallurgiques et des installations de lixiviation en tas) ;
- déplacement d'aérosols par le vent et contamination des eaux souterraines par les bassins de retenue des résidus.

Afin de minimiser l'impact sur l'environnement, les sites sont sous surveillance constante.

Sur les sites des gisements épuisés de Devladovskoye et Bratskoye, auparavant exploités par ISL, les eaux souterraines sont régulièrement contrôlées depuis 1988. Les résultats montrent que la nappe résiduelle de réactifs de lixiviation ne franchit pas les limites des corps minéralisés épuisés et qu'elle est diluée et de volume limité.

Les opérations de traitement réalisées à l'usine hydrométallurgique (à Zheltiye Vody) permettent d'évacuer et de stocker les résidus de traitement, de purifier l'effluent liquide et de recycler l'eau dans le procédé. Deux bassins de retenue, l'un composé de deux sections (135 et 163 ha) et situé à 9 km de l'usine, et l'autre (55 ha) situé à 0.5 km de l'usine, servent à stocker les résidus. Le deuxième bassin est complètement rempli et son réaménagement est en cours.

Il existe néanmoins certains problèmes liés au démantèlement des installations d'extraction et de traitement du minerai. L'usine chimique de Pridneprovsky, près de Dneprodzerzhinsk, a produit du concentré d'uranium de 1949 à 1991. Sur le site de l'usine et au-delà de ses limites, neuf bassins de retenue (d'une superficie totale de 268 ha et d'un tonnage final de 42 Mt de déchets) ont été utilisés pendant la période de production et présentent une activité totale de 75 000 Ci. La zone du site exposée à une pollution radioactive telle que la dose de rayonnements gamma est supérieure à 100 micro-roentgen/h couvre une superficie de 250 000 m<sup>2</sup>. Certains bâtiments et d'autres installations ont également été exposés à des rayonnements ionisants. Le Cabinet des ministres ukrainien a défini un « Programme d'État visant à réaménager les installations dangereuses de l'usine chimique de Pridneprovsky pour qu'elles soient à nouveau sûres pour l'environnement et à protéger la population des effets nocifs des rayonnements ionisants ». Ce programme existe depuis 2005 et reçoit un financement public de 22.3 millions UAH (environ 4.5 millions USD).

Ce programme d'État a été approuvé en 1995 et vise à renforcer la radioprotection sur tous les sites des sociétés de l'industrie du nucléaire et dans toutes les zones contaminées par des opérations d'extraction et de traitement de l'uranium.

Le coût des travaux de ce programme est évalué à 360 millions USD. Il prévoit l'assainissement des terres contaminées, la surveillance de l'environnement, la mise en place de systèmes de surveillance lorsque cela est nécessaire, ainsi que l'amélioration des techniques de traitement des effluents, des stériles renfermant de l'uranium et des matériels et terrains contaminés.

## BESOINS EN URANIUM

La production d'uranium naturel en Ukraine représente 30 % des besoins du secteur nucléaire national.

Depuis le début de la mise en exploitation du parc électronucléaire ukrainien, les centrales sont uniquement approvisionnées par des importations d'éléments combustibles en provenance de la Fédération de Russie (le fournisseur est TVEL).

La Russie fournit ainsi 15 chargements d'éléments combustibles par an, destinés aux 15 réacteurs (13 VVER-100 et 2 VVER-440) des 4 centrales ukrainiennes en activité. Le coût total de livraison de ces éléments est d'environ 300 millions USD.

En 2005, des essais de fonctionnement de six assemblages combustibles produits par la société Westinghouse pour les réacteurs VVER-1000 de la centrale du Sud du pays ont commencé. À l'heure actuelle, le coût du combustible nucléaire de Westinghouse est supérieur de 40 % à celui du

combustible russe. Par voie de conséquence, à court terme Westinghouse a peu de chance de fournir du combustible nucléaire à l'Ukraine.

Il est prévu que, d'ici à 2010-2012, 100 % des besoins en uranium des centrales nucléaires du pays soient couverts par la production nationale.

En 2005 et 2006, les besoins en uranium naturel ont été couverts par les activités d'extraction et par des achats auprès des entreprises TVEL (Russie), Urangesellschaft (Allemagne) et RWE NUKEM GmbH (Allemagne).

### **Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035**

Il existe actuellement 15 réacteurs en service dans quatre centrales nucléaires : 6 VVER-1000 dans la centrale de Zaporozjskaya ; 3 VVER-1000 dans la centrale sud-ukrainienne ; 2 VVER-440 et 2 VVER-1000 dans la centrale de Rovenskaya ; et 2 VVER-1000 dans la centrale de Khmel'nitskaya.

Selon le programme national de développement du secteur électronucléaire en Ukraine, la part de la production électronucléaire devra être au moins égale à 45-50 % de la production d'électricité totale du pays à l'horizon 2030. Cela signifie que la production électronucléaire doit être multipliée par deux, c'est-à-dire passer de 75.2 à 150 milliards de KWh par an.

Pour satisfaire les objectifs du programme, la durée de vie des tranches des centrales en service sera prolongée, 12 nouvelles centrales (dont dix nouvelles tranches d'une puissance de 1 500 MWe chacune) devront être construites et 12 autres centrales dont la durée de vie a déjà été prolongée devront être démantelées en raison de leur vétusté.

## **POLITIQUE NATIONALE RELATIVE À L'URANIUM**

Le 17 avril 2009, le Cabinet des ministres ukrainien a adopté la résolution n° 650-p « Questions relatives aux fermetures et fusions de sociétés d'États dans le secteur nucléaire ». Cette résolution s'est traduite par la création de « Combustible nucléaire » en regroupant l'ensemble des entreprises et instituts de recherche impliqués dans le cycle du combustible nucléaire. La résolution vise également à améliorer les conditions d'investissement.

La politique gouvernementale ukrainienne a pour objectifs d'augmenter la production d'uranium et d'attirer des capitaux étrangers afin de financer le développement de l'exploitation minière de l'uranium sur le territoire national. Selon la stratégie gouvernementale de développement du secteur électronucléaire jusqu'en 2030, la part de la production électronucléaire devra être au moins égale à 45-50 % de la production d'électricité totale du pays à l'horizon 2030. Il faudra donc doubler la production des centrales nucléaires d'ici à 2030 en passant de 87 à 150 GWe.

Cette politique prévoit également d'augmenter la production nationale d'uranium afin de satisfaire la demande des centrales nucléaires.

## **STOCKS D'URANIUM**

L'Ukraine ne conserve pas de stocks d'uranium pour alimenter les réacteurs des centrales. Elle ne conserve pas non plus de stocks d'uranium enrichi ou de combustible nucléaire. Dans la mesure où il

n'y a pas d'installation de traitement de l'uranium ou du combustible nucléaire dans le pays, il n'y a aucun stock de matières premières enrichies ou traitées.

## PRIX DE L'URANIUM

Il n'est fait état d'aucune information sur les coûts de la production d'uranium naturel.

Concernant la production du combustible nucléaire destiné aux centrales ukrainiennes, le gouvernement fédéral de la Russie garantit les prix de l'uranium naturel et de la conversion et du traitement du minerai, en tenant compte des récentes augmentations. Des garanties de conditions tarifaires rentables ont également été apportées pour la fourniture de combustible nucléaire jusqu'en 2010 par l'entreprise TVEL, conformément aux conditions de l'offre internationale.

### Dépenses de prospection de l'uranium, de mise en exploitation et activités de forage sur le territoire national

| Dépenses en millions UAH  | 2006          | 2007          | 2007          | 2009<br>(prévision) |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------------|
| Dépenses du secteur privé pour la prospection   | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| Dépenses du secteur public pour la prospection  | 30.3          | 31.8          | 34.2          | 36.8                |
| Dépenses du secteur privé pour la mise en exploitation                                | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| Dépenses du secteur public pour la mise en exploitation                               | 0.6           | 1.0           | 1.2           | 1.0                 |
| <b>Total des dépenses</b>   | <b>30.9</b>   | <b>32.8</b>   | <b>35.4</b>   | <b>37.8</b>         |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur privé (mètres)                        | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur privé                          | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| Sondages de prospection exécutés par le secteur public (mètres)                       | 37 720        | 35 213        | 23 316        | 22 650              |
| Nombre de sondages de prospection forés par le secteur public                         | 241           | 226           | 151           | 145                 |
| Forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation (mètres)   | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur privé au cours de la mise en exploitation  | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| Forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation (mètres)  | 4 494         | 7 380         | 8 314         | 8 500               |
| Nombre de forages pratiqués par le secteur public au cours de la mise en exploitation | 74            | 134           | 151           | 154                 |
| Sous-total des sondages de prospection (mètres)                                       | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| Sous-total du nombre de sondages de prospection                                       | 0             | 0             | 0             | 0                   |
| Sous-total des forages effectués pour la mise en exploitation (mètres)                | 4 494         | 7 380         | 8 314         | 8 500               |
| Sous-total du nombre de forages pratiqués pour la mise en exploitation                | 74            | 134           | 151           | 154                 |
| <b>Total des forages en mètres</b>  | <b>42 214</b> | <b>42 593</b> | <b>31 630</b> | <b>31 150</b>       |
| <b>Nombre total de trous forés</b>  | <b>315</b>    | <b>360</b>    | <b>302</b>    | <b>299</b>          |

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de production\*** (tonnes d'U)

| Méthode de production      | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération |
|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| Mine souterraine           | 2 805               | 37 741              | 79 862               | 154 701              | 88.7 %                  |
| Mine à ciel ouvert         | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                         |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                   | 6 900               | 6 900                | 6 900                | 75 %                    |
| Coproduit/sous-produit     | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                         |
| Non précisé                | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                         |
| Total                      | 2 805               | 44 641              | 86 762               | 161 601              | 88.1 %                  |

\* Ressources *in situ*.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par méthode de traitement** (tonnes d'U)

| Méthode de traitement | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| Classique             | 2 805               | 44 641              | 86 762               | 161 601              | 88.1 %                  |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                         |
| Lixiviation en tas**  |                     |                     |                      |                      |                         |
| Total                 | 2 805               | 44 641              | 86 762               | 161 601              | 88.1 %                  |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble des extractions à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

**Ressources classiques raisonnablement assurées par type de gisement** (tonnes d'U)

| Type du gisement  | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U |
|---|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances                                  | 0                   | 0                   | 0                    |                      |
| Lié à des grès  | 0                   | 6 900               | 6 900                | 6 900                |
| Complexes bréchiqes à<br>hématite                       | 0                   | 0                   | 0                    |                      |
| Gisements liés à des<br>conglomérats à galets de quartz | 0                   | 0                   | 0                    |                      |
| Filonien  | 0                   | 0                   | 0                    |                      |
| Intrusif  | 0                   | 0                   | 0                    |                      |
| Gisements volcaniques et liés à<br>des caldeiras        | 0                   | 0                   | 0                    |                      |
| Métasomatique   | 2 805               | 37 741              | 79 682               | 154 701              |
| Autres*   | 0                   | 0                   | 0                    |                      |
| Total   | 2 805               | 44 641              | 86 762               | 161 601              |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques présumées par méthode de production\*** (tonnes d'U)

| Méthode de production      | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Mine souterraine           | 3 622               | 15 732              | 31 679               | 90 494               | 88.7 %                         |
| Mine à ciel ouvert         | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation <i>in situ</i> | 0                   | 1 200               | 1 200                | 1 200                | 75 %                           |
| Coproduit et sous-produit  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Non précisé                | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                      | 3 622               | 16 932              | 32 879               | 91 694               | 88.5 %                         |

\* Ressources *in situ*.

**Ressources classiques présumées par méthode de traitement** (tonnes d'U)

| Méthode de traitement | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U | Taux de<br>récupération<br>(%) |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| Classique             | 3 622               | 16 932              | 32 879               | 91 694               | 88.5 %                         |
| Lixiviation en place* | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Lixiviation en tas**  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |                                |
| Total                 | 3 622               | 16 932              | 32 879               | 91 694               | 88.5 %                         |

\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\* Sous-ensemble des extractions à ciel ouvert et souterraine, car elle est mise en œuvre parallèlement à ces deux modes d'exploitation.

**Ressources classiques présumées par type de gisement** (tonnes d'U)

| Type du gisement  | < 40 USD/<br>kg d'U | < 80 USD/<br>kg d'U | < 130 USD/<br>kg d'U | < 260 USD/<br>kg d'U |
|---|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Lié à des discordances                                  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Lié à des grès  | 0                   | 1 200               | 1 200                | 1 200                |
| Complexes bréchiqes à<br>hématite                       | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements liés à des<br>conglomérats à galets de quartz | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Filonien  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Intrusif  | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Gisements volcaniques et liés à<br>des caldeiras        | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Métasomatique   | 3 622               | 15 732              | 31 679               | 90 494               |
| Autres*   | 0                   | 0                   | 0                    | 0                    |
| Total   | 3 622               | 16 932              | 32 879               | 91 694               |

\* Comprend les gisements superficiels, les gisements en remplissage de cheminées bréchiqes, les gisements associés aux phosphates, d'autres types de gisements, de même que des roches à forte teneur en uranium. Les pegmatites, les granites et les schistes noirs ne sont pas inclus.

**Ressources classiques pronostiquées (tonnes d'U)**

| Tranches de coût |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|
| < 80 USD/kg d'U  | < 130 USD/kg d'U | < 260 USD/kg d'U |
| 8 400            | 22 500           | 22 500           |

**Ressources classiques spéculatives (tonnes d'U)**

| Tranches de coût |                  |              |
|------------------|------------------|--------------|
| < 80 USD/kg d'U  | < 130 USD/kg d'U | Indéterminée |
| 0                | 255 000          | 255 000      |

**Production d'uranium par méthode de production (tonnes d'U sous forme de concentrés)**

| Méthode de production       | Total jusqu'à la fin de 2005 | 2006       | 2007       | 2008       | Total jusqu'à la fin de 2008 | 2009 (prévision) |
|-----------------------------|------------------------------|------------|------------|------------|------------------------------|------------------|
| Mine à ciel ouvert*         | 10 000                       | 0          | 0          | 0          | 10 000                       | 0                |
| Mine souterraine*           | 98 032                       | 760        | 750        | 760        | 100 302                      | 725              |
| Lixiviation <i>in situ</i>  | 3 925                        | 0          | 0          | 0          | 3 925                        | 0                |
| Lixiviation en tas          | 20                           | 0          | 0          | 0          | 20                           | 0                |
| Lixiviation en place**      | 3                            | 0          | 0          | 0          | 3                            | 25               |
| Coproduit/sous-produit      | 20                           | 0          | 0          | 0          | 20                           | 0                |
| Uranium tiré des phosphates | 10 000                       | 0          | 0          | 0          | 10 000                       | 0                |
| Autres méthodes***          | 53 454                       | 50         | 50         | 70         | 53 454                       | 80               |
| <b>Total</b>                | <b>121 957</b>               | <b>810</b> | <b>800</b> | <b>830</b> | <b>124 397</b>               | <b>830</b>       |

\* Les totaux avant 2006 peuvent comprendre l'uranium récupéré par lixiviation en tas et/ou en place.

\*\* Encore appelée lixiviation en chambre souterraine et en gradins.

\*\*\* Prenant en compte le traitement de l'eau d'exhaure et le réaménagement de l'environnement.

**Structure du capital dans l'industrie de l'uranium en 2008**

| Ukraine        |     |               |     | Étranger       |     |               |     | Total   |     |
|----------------|-----|---------------|-----|----------------|-----|---------------|-----|---------|-----|
| Secteur public |     | Secteur privé |     | Secteur public |     | Secteur privé |     |         |     |
| [t d'U]        | [%] | [t d'U]       | [%] | [t d'U]        | [%] | [t d'U]       | [%] | [t d'U] | [%] |
| 830            | 100 | 0             | 0   | 0              | 0   | 0             | 0   | 830     | 100 |

**Effectifs de l'industrie de l'uranium dans les centres de production existants (années-personnes)**

|  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009<br>(prévision) |
|--|-------|-------|-------|---------------------|
| Effectif total associé aux centres de production       | 4 310 | n.d.  | n.d.  | n.d.                |
| Effectif directement affecté à la production d'uranium | 1 720 | 1 690 | 1 580 | 1 460               |

**Capacité théorique de production à court terme (tonnes d'U/an)**

| 2010 |       |      |      | 2015 |       |      |      | 2020 |      |      |       |
|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| A-I  | B-I   | A-II | B-II | A-I  | B-I   | A-II | B-II | A-I  | B-I  | A-II | B-II  |
| 9 00 | 1 700 | n.d. | n.d. | 810  | 3 230 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 810  | 5 500 |

| 2025 |      |      |       | 2030 |      |      |       | 2035 |      |      |      |
|------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| A-I  | B-I  | A-II | B-II  | A-I  | B-I  | A-II | B-II  | A-I  | B-I  | A-II | B-II |
| n.d. | n.d. | 250  | 5 800 | n.d. | n.d. | 170  | 6 400 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |

**Production nette d'électricité**

|   | 2007  | 2008 |
|---|-------|------|
| Production d'électricité nucléaire (TWh nets) | 87.22 | n.d. |

**Puissance nucléaire installée jusqu'en 2035 (MWe nets)**

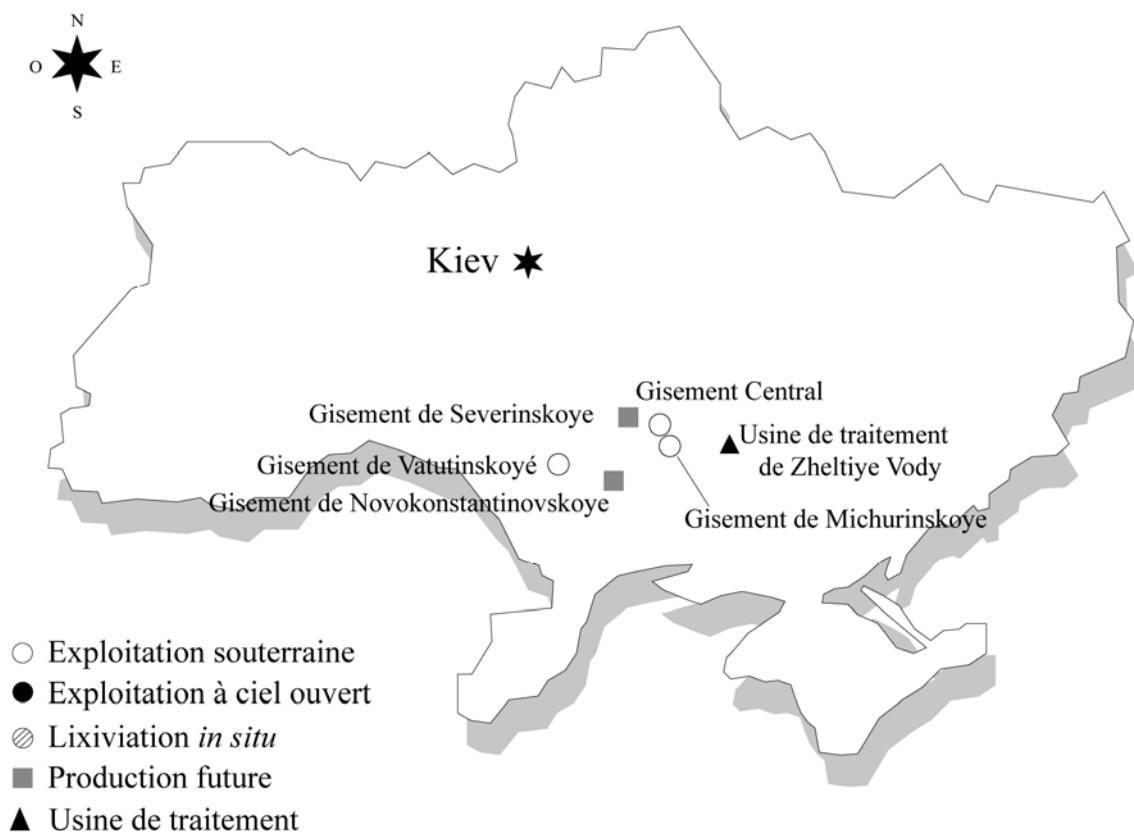
| 2008   | 2009   | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|--------|--------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|        |        | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 13 800 | 13 800 | 13 800                 | 13 800                 | 15 800                 | 17 900                 |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 16 600                 | 20 200                 | 18 800                 | 26 200                 | 20 000                 | 26 200                 | n.d.                   | n.d.                   |

**Besoins annuels en uranium des réacteurs nucléaires jusqu'en 2035 (MOX non compris)**  
(tonnes d'U)

| 2008  | 2009  | 2010                   |                        | 2015                   |                        |
|-------|-------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|       |       | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> | <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 2 480 | 2 480 | 2 480                  | 2 480                  | 2 480                  | 3 230                  |

| 2020                   |                        | 2025                   |                        | 2030                   |                        | 2035                   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <i>Hypothèse basse</i> | <i>Hypothèse haute</i> |
| 3 020                  | 3 660                  | 3 390                  | 4 800                  | 3 600                  | 4 800                  | n.d.                   | n.d.                   |



*Annexe 1*

**MEMBRES DU GROUPE CONJOINT DE L'AEN ET DE L'AIEA SUR L'URANIUM**

|                       |  |   |
|-----------------------|--|---|
| <i>Afrique du Sud</i> | M. L. AINSLEE  | South Africa Nuclear Energy Corp.<br>Corp. (NECSA), Pretoria  |
| <i>Algérie</i>        | M. S. CHEGROUCHE<br>Mme H. GUETTAF<br><br>Mme N.F. BOURENAN              | Centre de recherche nucléaire de Draria<br>(CRND), Draria<br><br>Ministère de l'Énergie et des Mines,<br>Alger  |
| <i>Allemagne</i>      | M. U. SCHWARZ-SCHAMPERA  | Bundesanstalt für Geowissenschaften<br>und Rohstoffe, Hanovre   |
| <i>Argentine</i>      | M. A. CASTILLO<br><b>(Vice-Président)</b><br>M. R. BIANCHI               | Comisión Nacional de Energía Atómica<br>Unidad de Proyectos Especiales de<br>Suministros Nucleares, Buenos Aires  |
| <i>Australie</i>      | M. I. LAMBERT<br><b>(Vice-Président)</b><br>M. A. McKAY<br>Mme L. CARSON | Geoscience Australia, Canberra  |
| <i>Belgique</i>       | Mme F. RENNEBOOG   | Département d'approvisionnement en<br>combustible, Synatom, Bruxelles   |
| <i>Brésil</i>         | M. L. F. da SILVA  | Indústrias Nucleares do Brasil INB-S/A,<br>Rio de Janeiro   |
| <i>Bulgarie</i>       | Mme K. KOSTADINOVA<br><br>M. P. PETROV<br>Mme. S. ILKOVA                 | Unité sur la sûreté et l'énergie nucléaire,<br>ministère de l'Économie et de l'Énergie,<br>Sofia<br><br>Ministère de l'Économie et de l'Énergie,<br>Sofia |
| <i>Canada</i>         | M. T. CALVERT  | Division de l'uranium et des déchets<br>radioactifs, Ressources Naturelles Canada,<br>Ottawa  |

|                                      |  |   |
|--------------------------------------|--|---|
| <i>Chine</i>                         | M. Z. DECUN                                  | Division des affaires nucléaires et des organisations internationales, Compagnie nucléaire chinoise (CNNC), Beijing |
|                                      | M. W. Cong                                   | Bureau de géologie, Compagnie nucléaire nationale chinoise (CNNC), Beijing  |
| <i>Égypte</i>                        | M. A.E.M. ELSIRAFY                           | Autorité chargée des matières nucléaires (NMA), El-Maadi, Le Caire  |
| <i>Espagne</i>                       | M. F. T. GARCIA                              | Enusa Industrias Avanzadas, S.A.  |
| <i>États-Unis</i>                    | M. S. SITZER ( <b>Vice-Président</b> )       | Energy Information Administration<br>US Department of Energy, Washington  |
|                                      | M. J. OTTON<br>Mme S. HALL                   | US Geological Survey, Denver  |
| <i>Fédération de Russie</i>          | M. A.V. BOITSOV<br>( <b>Vice-Président</b> ) | JSC Atomredmetzoloto (ARMZ),<br>Moscou  |
|                                      | M. A.V. TARKHANOV<br>M. O. KNJAZEV           | Institut pan-russe de recherche sur la technologie chimique, ministère de l'Énergie atomique, Moscou                |
| <i>Finlande</i>                      | M. O. ÄIKÄS<br>M. E. POHJOLAINEN             | Département de géologie économique<br>Geological Survey of Finland Espoo  |
| <i>France</i>                        | M. G. CAPUS ( <b>Président</b> )             | AREVA NC, Paris-la-Défense  |
|                                      | Mme S. GABRIEL                               | Commissariat à l'énergie atomique<br>Direction de l'énergie nucléaire,<br>Gif-sur-Yvette                            |
|                                      | Mme A. CHAUVIN                               | EDF Division Combustible Nucléaire<br>Pôle Uranium Conversion<br>Enrichissement, Saint-Denis Cedex                  |
| <i>Hongrie</i>                       | M. G. Németh                                 | Centrale nucléaire de Paks, Paks  |
| <i>Inde</i>                          | M. A. CHAKI<br>M. A. AWATI                   | Atomic Minerals Directorate for<br>Exploration and Research (AMD), Dept.<br>of Atomic Energy, Hyderabad             |
|                                      | M. J. BARATHA                                | National Nuclear Energy Agency,<br>Jakarta  |
| <i>Iran, République islamique d'</i> | M. F. YEGANI<br>M. A. REZA                   | Organisation de l'énergie atomique<br>d'Iran, Téhéran   |
| <i>Italie</i>                        | M. F. VETTRAINO                              | ENEA – Division de la fission nucléaire,<br>Bologne   |

|                           |                                    |   |
|---------------------------|------------------------------------|---|
| <i>Japon</i>              | M. K. MASUDA                       | Japan Oil, Gas and Metals National Corporation, Sydney, Australie                                       |
|                           | M. H. MIYADA                       | Japan Oil, Gas and Metals National Corporation, Kawasaki  |
|                           | M. K. HISATANI                     | Japan Oil, Gas and Metals National Corporation, Kawasaki  |
|                           | M. K. SAWANAKA                     | Japan Oil, Gas and Metals National Corporation, Kawasaki  |
| <i>Jordanie</i>           | M. N. XOUBI                        | Autorité jordanienne de l'énergie atomique, Amman   |
| <i>Kazakhstan</i>         | M. S. KABAYEV<br>Mme O. GORBATENKO | Compagnie nationale de l'énergie atomique « KAZATOMPROM », Almaty                                       |
| <i>Maroc</i>              | M. M. BENMANSOUR                   | Centre National de l'Énergie, des Sciences et des Techniques Nucléaires (CNESTEN), Kénitra              |
| <i>Namibie</i>            | Mme H. ITAMBA<br>M. E.I. SHIVOLO   | Ministry of Mines and Energy, Windhoek  |
| <i>Nigéria</i>            | M. F. OSAISAI                      | Nigeria Atomic Energy Commission, Abuja   |
| <i>Ouzbékistan</i>        | M. H. HALMURZAEV                   | Entreprise géologique d'État "Kyzyltepageologia", Tashkent  |
| <i>Pakistan</i>           | M. Kahlid BIN SATTAR               | Pakistan Atomic Energy Commission, Atomic Energy Minerals Centre, Lahore                                |
| <i>République tchèque</i> | M. P. VOSTAREK                     | DIAMO s.p.<br>Stráz pod Ralskem   |
| <i>Roumanie</i>           | M. N. DUMITRESCU                   | Comisia Nationala pentru Controlul Activitatilor Nucleare (CNCAN), Bucarest                             |
| <i>Royaume-Uni</i>        | M. K. WELHAM                       | Rio Tinto plc, Londres  |
| <i>Suisse</i>             | M. G. KLAIBER                      | Nordostschweizerische (NOK) Kraftwerke AG, Baden  |
| <i>Tadjikistan</i>        | M. M. ILKHOM                       | Autorité de régulation<br>Agence de radioprotection et sûreté nucléaire, Douchambé                      |
| <i>Tunisie</i>            | M. C. CHTARA<br>M. N. REGUIGUI     | Groupe Chimique Tunisien, Gabes<br>Centre National des Sciences et Technologies Nucléaires, Sidi Thabet |

|                                  |   |  |
|----------------------------------|---|--|
| <i>Ukraine</i>                   | M. A. BAKARZHIYEV<br>M. Y. BAKARZHIYEV    | Entreprise géologique d'État<br>« Kirovgeology », Kiev   |
|                                  | M. L.GROMOK<br>M. I. KOSHYK               | Ministère de l'Énergie nucléaire et de<br>l'Industrie des combustibles et de<br>l'énergie nucléaires |
| <i>Zambie</i>                    | M. C. MUKOFU<br>M. G. NDALAM              | Ministry of Mines and Minerals<br>Development, Mines Safety Department,<br>Kitwe                     |
| <i>Commission<br/>Européenne</i> | M. Z. PATAKI                              | Agence d'approvisionnement<br>d'Euratom, Luxembourg  |
| <i>AIEA</i>                      | M. J. SLEZÁK<br>(Secrétaire scientifique) | Division du cycle du combustible<br>nucléaire et de la technologie des<br>déchets, Vienne, Autriche  |
| <i>OCDE/AEN</i>                  | M. R. VANCE<br>(Secrétaire scientifique)  | Division du développement de l'énergie<br>nucléaire, Paris, France                                   |

*Annexe 2*

**LISTE DES ORGANISMES AYANT CONTRIBUÉ AU PRÉSENT RAPPORT ET DES  
PERSONNES À CONTACTER**

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <i><b>Afrique du Sud</b></i> | Council for Geoscience, 280 Pretoria Road, Silverton, Pretoria<br>Private Bag X112, Pretoria 001<br>Personne à contacter : Mme Ria Putter   |
| <i><b>Allemagne</b></i>      | Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stilleweg 2,<br>D-30657 Hannover<br>Personne à contacter : M. Ulrich Schwarz-Schampera   |
| <i><b>Argentine</b></i>      | Comisión Nacional de Energía Atómica, Unidad de Proyectos Especiales de<br>Suministros Nucleares, Avenida del Libertador 8250, 1429 Buenos Aires<br>Personne à contacter : M. Alberto Castillo                                      |
| <i><b>Australie</b></i>      | Geoscience Australia, GPO Box 378, Canberra, ACT 2601<br>Personne à contacter : M. Aden D McKay   |
| <i><b>Belgique</b></i>       | Ministère des Affaires économiques, Administration de l'énergie, Division des<br>applications nucléaires, 16 Boulevard du Roi Albert II, B-1000 Bruxelles<br>Personne à contacter : Mme Françoise Renneboog (SYNATOM)               |
| <i><b>Botswana</b></i>       | Botswana Department of Radiation Protection, Private Bag BO1, Bontleng,<br>Garborone, Botswana<br>Personne à contacter : M. Stephen Williams  |
| <i><b>Brésil</b></i>         | Indústrias Nucleares do Brasil S/A, INB, Rua Mena Barreto, 161, 4 <sup>o</sup> andar,<br>Botafogo, CEP 22271-100, Rio de Janeiro – RJ, Brésil<br>Personne à contacter : M. Luiz Filipe da Silva                                     |
| <i><b>Bulgarie</b></i>       | Ministère de l'Économie et de l'Énergie, 8 Slavianska Str., Sofia<br>Personne à contacter : M. Petar Petrov   |
| <i><b>Canada</b></i>         | Ressources Naturelles Canada, Division de l'uranium et des déchets radioactifs,<br>580 Booth Street, Ottawa, Ontario K1A OE4<br>Personne à contacter : M. Tom Calvert   |
| <i><b>Chili</b></i>          | Comisión Chilena de Energía Nuclear, Departamento de Materiales Nucleares,<br>Unidad de Geología Y Minería, Centro Nuclear Lo Aguirre, Ruta 68, km 28<br>Region Metropolitana<br>Personne à contacter : M. Loreto Villanueva Zamora |
| <i><b>Chine</b></i>          | Autorité de l'énergie atomique de Chine, Division des affaires nucléaires et des<br>organisations internationales, A8, Fuchenglu, Haidian District, Beijing 100037<br>Personne à contacter : M. Zhang Decun                         |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Corée, Rép. de</b>       | Ministère de la Science et de la Technologie, Division de la coopération internationale dans le domaine de l'énergie atomique, Government Complex, Gwacheon, Kyunggi-Do 427-715<br>Personne à contacter : M. Gyoung Joon Nho |
| <b>Danemark</b>             | Danish Energy Authority, Ministry of Transport and Energy, Energy Efficiency and Economics, Amaliegade 44, DK-1256 Copenhagen K<br>Personne à contacter : M. Ali Zarnaghi  |
| <b>Égypte</b>               | Autorité chargée des matières nucléaires (NMA), Maadi-Kattamya Road, P.O. Box 530, Elmaadi, Le Caire<br>Personne à contacter : M. Abou Elhoda Elsirafy   |
| <b>Espagne</b>              | ENUSA Industrias Avanzadas, S. A., Santiago Rusiñol, 12, E-28040 Madrid<br>Personne à contacter : M. Francisco Tarin Garcia  |
| <b>États-Unis</b>           | Energy Information Administration, Coal, Nuclear, Electric and Alternate Fuels (EI-50), US Department of Energy, 1000 Independence Avenue SW, Washington, D.C. 20585<br>Personne à contacter : M. Scott Sitzer               |
| <b>Fédération de Russie</b> | SC Atomredmetzoloto, Ziatoustinsky per. 5, blg. 3, Moscou<br>Personne à contacter : M. Alexander Boitsov   |
| <b>Finlande</b>             | Ministry of Trade and Industry, Energy Department, P.O. Box 32, FIN-00023 Helsinki<br>Personne à contacter : M. Olli Äikäs   |
| <b>France</b>               | Commissariat à l'énergie atomique, Centre de Saclay, CEA/DEN/DANS/I-tésé 91191 Gif-sur-Yvette Cedex<br>Personne à contacter : Mme S. Gabriel   |
| <b>Hongrie</b>              | Centrale nucléaire de Paks, H-7031 Paks, P.O.Box 71<br>Personne à contacter : M. Gabor Németh  |
| <b>Inde</b>                 | Atomic Minerals Directorate for Exploration and Research, Department of Atomic Energy, 1-10-153-156, Begumpet, Hyderabad 500 016, Andhra Pradesh<br>Personne à contacter : M. Anjan Chaki                                    |
| <b>Iran, Rép. Islam. d'</b> | Organisation de l'énergie atomique d'Iran, Adjoint à la production de combustible nucléaire, North Karegar Ave., P.O. Box 14155-1339, Téhéran<br>Personne à contacter : M. Farrokshad Yegani                                 |
| <b>Japon</b>                | Ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie, 3-1 Kasumigaseki, 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100<br>Personne à contacter : M. Hatsuho Miyada   |
| <b>Jordanie</b>             | Autorité chargée des ressources naturelles, BP 7, Amman<br>Personne à contacter : M. Ned Xoubi   |
| <b>Kazakhstan</b>           | Compagnie nationale de l'énergie atomique « Kazatoprom », 168 Bogenbai batyr Street, Almaty, 480012<br>Personne à contacter : Mme Olga Gorbatenko  |
| <b>Namibie</b>              | Ministry of Mines and Energy, Directorate of Mines, P/Bag 13297, Windhoek<br>Personne à contacter : Mme Helena Itamba  |
| <b>Niger</b>                | Ministère des Mines et de l'Énergie, B.P. 11700, Niamey<br>Personne à contacter : M. Massalabi Oumarou   |

- Pérou*** Instituto Peruano de Energia Nuclear, Dirección de Servicios / de Aplicaciones,  
Av. Canada 1470, San Borja, Lima 41  
Personne à contacter : M. Jacinto Valencia Herrera
- Pologne*** Ministère de l'Environnement, Département de la géologie et des concessions  
géologiques, ul. Wawelska 52/54, 00-922 Varsovie  
Personne à contacter : M. Maciej Jazdzak
- Portugal*** Ministério da Economia, Instituto Geológico e Mineiro, 38 Rua Almirante  
Barroso, P-1000 Lisbonne  
Personne à contacter : M. Luis Rodrigues Costa
- République slovaque*** Division des Relations internationales, Autorité de régulation du nucléaire  
Bajkalska 27, 82007 Bratislava  
Personne à contacter : Mme Miriam Vachova
- République tchèque*** DIAMO s.p., Máchova 201, 471 27 Stráz pod Ralskem.  
ČEZ, a.s., Nuclear Fuel Cycle Section Duhová 2/1911, 14053 Praha 4  
Personne à contacter : M. Pavel Vostarek
- Royaume-Uni*** Nuclear Unit, Department of Energy and Climate Change, 3 Whitehall Place,  
Londres SW1A 2HD  
Personne à contacter : M. Ian Johnson
- Slovénie*** GEN energija, d.o.o., Cesta 4.julija 42, SI-8270 Krško  
Personne à contacter : M. Tomaž Žagar
- Suède*** Vattenfall Fuel Supply, Jamtlandsgatan 99, SE-162 87 Stockholm  
Personne à contacter : M. Ali Etemad
- Suisse*** Nordostschweizerische Kraftwerke (NOK), Parkstrasse 23, CH-5401 Baden  
Personne à contacter : M. Guido Klaiber
- Turquie*** Autorité turque de l'énergie atomique, Eskişehir Yolu 9 km., 06530 Ankara  
Personne à contacter : M. Serpil Aktürk
- Ukraine*** SGE Kirovgeology, 8/9 Kikvidze str., Kiev 01103, Ukraine.  
Personne à contacter : M. Yuri A. Bakarzhiyev



## GLOSSAIRE DE DÉFINITIONS ET TERMINOLOGIE

### UNITÉS

Dans tous les textes et tableaux, les unités du système métrique ont été utilisées. Les ressources et les quantités produites sont exprimées en tonnes métriques (t) d'uranium (U) contenu plutôt que d'oxyde d'uranium ( $U_3O_8$ ).

1 tonne courte d' $U_3O_8$  = 0.769 t d'U

1 pour cent d' $U_3O_8$  = 0.848 pour cent d'U

1 USD par livre d' $U_3O_8$  = 2.6 USD/kg d'U

1 tonne = 1 tonne métrique

### TERMINOLOGIE APPLICABLE AUX RESSOURCES

Les estimations de ressources sont divisées en catégories distinctes correspondant à des degrés différents de certitude quant aux quantités indiquées. Les ressources sont en outre subdivisées en tranches sur la base du coût de production.

#### Définitions des catégories de ressources

Les ressources en uranium sont, d'une manière générale, classées en ressources soit classiques, soit non classiques. Les ressources classiques sont celles qui ont, de longue date, fait l'objet d'une production, l'uranium étant alors obtenu comme produit principal, coproduit ou sous-produit important (par exemple, de l'extraction du cuivre et de l'or). Les ressources à très faible teneur, ou à partir desquelles l'uranium est uniquement récupérable en tant que sous-produit d'importance secondaire, sont considérées comme des ressources non classiques.

Les ressources classiques sont réparties, en fonction de degrés différents de certitude de leur existence, en quatre catégories. La figure A montre la corrélation entre ces catégories et celles utilisées dans les systèmes de classification des ressources en uranium de certains pays.

Par *ressources raisonnablement assurées (RRA)*, on entend l'uranium qui se trouve dans des gisements de minerais connus, dont l'étendue, la teneur et la configuration, qui ont été déterminées, permettent de spécifier les quantités susceptibles d'être récupérées dans les limites de coûts à la production donnés grâce aux techniques d'extraction et de traitement actuellement prouvées. Les estimations de tonnage et de teneur sont fondées sur des données résultant d'échantillonnages spécifiques et sur une délimitation précise des dimensions des gisements, ainsi que sur la connaissance des caractéristiques de ces derniers. L'existence des RRA présente un haut degré de certitude. Sauf indication contraire, les RRA sont exprimées en termes de quantités d'uranium récupérables à partir du minerai exploitable (voir ci-après « ressources récupérables »).

Par *ressources présumées (RP)*, on entend les quantités d'uranium s'ajoutant aux RRA, dont on présume la présence, compte tenu de données géologiques directes, dans des prolongements de gisements bien explorés ou des gisements dans lesquels la continuité géologique a été établie, mais pour lesquels certaines données, notamment les mesures ainsi que la connaissance des caractéristiques de ces gisements, sont considérées comme ne permettant pas de classer ces ressources en tant que RRA. Les estimations de tonnage, de teneur et de coût de la poursuite de la délimitation ainsi que de la récupération se fondent sur l'échantillonnage disponible, de même que sur la connaissance que l'on a des caractéristiques du gisement telles qu'elles ont été déterminées dans les parties les mieux connues de ce dernier ou dans des gisements analogues. Les estimations relatives à cette catégorie sont moins fiables que celles visant les RRA. Sauf indication contraire, les ressources présumées sont exprimées en termes de quantités d'uranium récupérables à partir du minerai exploitable (voir ci-après « ressources récupérables »).

**Figure A. Corrélation approximative des termes utilisés dans les principaux systèmes de classification des ressources**

|   |                          |           |                            |                 |              |     |
|---|--------------------------|-----------|----------------------------|-----------------|--------------|-----|
|   | RESSOURCES IDENTIFIÉES   |           | RESSOURCES NON DÉCOUVERTES |                 |              |     |
| <b>AEN/AIEA</b>   | RAISONNABLEMENT ASSURÉES |           | PRÉSUMÉES                  | PRONOSTIQUÉES   | SPÉCULATIVES |     |
| <b>Australie</b>  | DÉMONTRÉES               |           | PRÉSUMÉES                  | NON DÉCOUVERTES |              |     |
|   | MESURÉES                 | INDIQUÉES |                            |                 |              |     |
| <b>Canada (NRCan)</b>   | MESURÉES                 | INDIQUÉES | PRÉSUMÉES                  | PRONOSTIQUÉES   | SPÉCULATIVES |     |
| <b>États-Unis (DOE)</b>                                       | RAISONNABLEMENT ASSURÉES |           | SUPPLÉMENTAIRES ESTIMÉES   |                 | SPÉCULATIVES |     |
| <b>Fédération de Russie, Kazakhstan, Ukraine, Ouzbékistan</b> | A + B                    | C 1       | C 2                        | P 1             | P 2          | P 3 |
| <b>UNFC<sup>1</sup></b>                                       | G1 + G2                  |           | G3                         | G4              | G4           |     |

1. UNFC = *United Nations Framework Classification for the Reserves/Resources of Solid Fuels and Mineral Commodities*, soit en français *Classification Cadre des Nations Unies pour l'énergie fossile et les réserves et ressources minérales*. La corrélation entre l'UNFC et les systèmes de classification de l'AEN/AIEA et nationaux est encore à l'étude.

Les termes indiqués sur la figure ne sont pas strictement comparables car les critères utilisés dans les différents systèmes ne sont pas identiques. Des zones de recoupement dans les corrélations sont inévitables, en particulier à mesure où les ressources sont moins assurées. Néanmoins, le schéma présente une approximation raisonnable du caractère comparable de ces expressions.

Par *ressources pronostiquées*, on entend les quantités d'uranium s'ajoutant aux ressources présumées, dont on suppose la présence dans des gisements pour lesquels on dispose d'indications surtout indirectes et que l'on estime exister dans des formations ayant des caractéristiques géologiques bien définies ou dans des zones de minéralisation comportant des gisements connus. Les estimations de tonnage, de teneur et de coût de localisation, de délimitation et de récupération se fondent principalement sur la connaissance que l'on a des caractéristiques de gisements connus existant dans les formations géologiques ou zones de minéralisation où ces ressources sont situées, ainsi que sur l'échantillonnage ou les données géologiques, géophysiques ou géochimiques disponibles. Les estimations relatives à cette catégorie sont moins fiables que celles concernant les ressources présumées. Les ressources pronostiquées sont normalement exprimées en termes de quantités d'uranium contenues dans des minerais exploitables, autrement dit de quantités *in situ*.

Par *ressources spéculatives (RS)*, on entend les quantités d'uranium venant s'ajouter aux ressources pronostiquées, dont on admet l'existence principalement sur la base d'indications indirectes et d'extrapolations géologiques dans des gisements susceptibles d'être découverts à l'aide des techniques de prospection existantes. La localisation des gisements entrant dans cette catégorie ne peut en général pas être plus précise que leur situation au sein d'une région déterminée ou dans une formation géologique donnée. Comme l'appellation le sous-entend, l'existence et l'importance de telles ressources sont spéculatives. Les RS sont normalement exprimées en termes de quantités d'uranium contenues dans des minerais exploitables, autrement dit de quantités *in situ*.

### **Tranches de coût**

Les tranches de coût exprimées en dollars des États-Unis (USD), auxquelles se réfère le présent rapport, sont définies comme suit : inférieur à 40 USD/kg d'U, inférieur à 80 USD/kg d'U, inférieur à 130 USD/kg d'U et inférieur à 20 USD/kg d'U. Toutes les catégories de ressources sont définies en termes de coûts de l'uranium récupéré au niveau de l'usine de traitement du minerai.

*Note : Les tranches de coût ne sont pas conçues pour refléter les fluctuations des conditions du marché.*

Pour convertir en USD les coûts qui sont exprimés dans d'autres monnaies, on a eu recours au taux de change moyen en vigueur au mois de juin de l'année considérée, à l'exception des coûts projetés pour l'année d'établissement du rapport, pour lesquels c'est le taux de change en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2009 qui est utilisé (annexe 8).

Pour estimer les coûts de production en vue de répartir les ressources entre ces tranches de coût, on a tenu compte des éléments qui suivent :

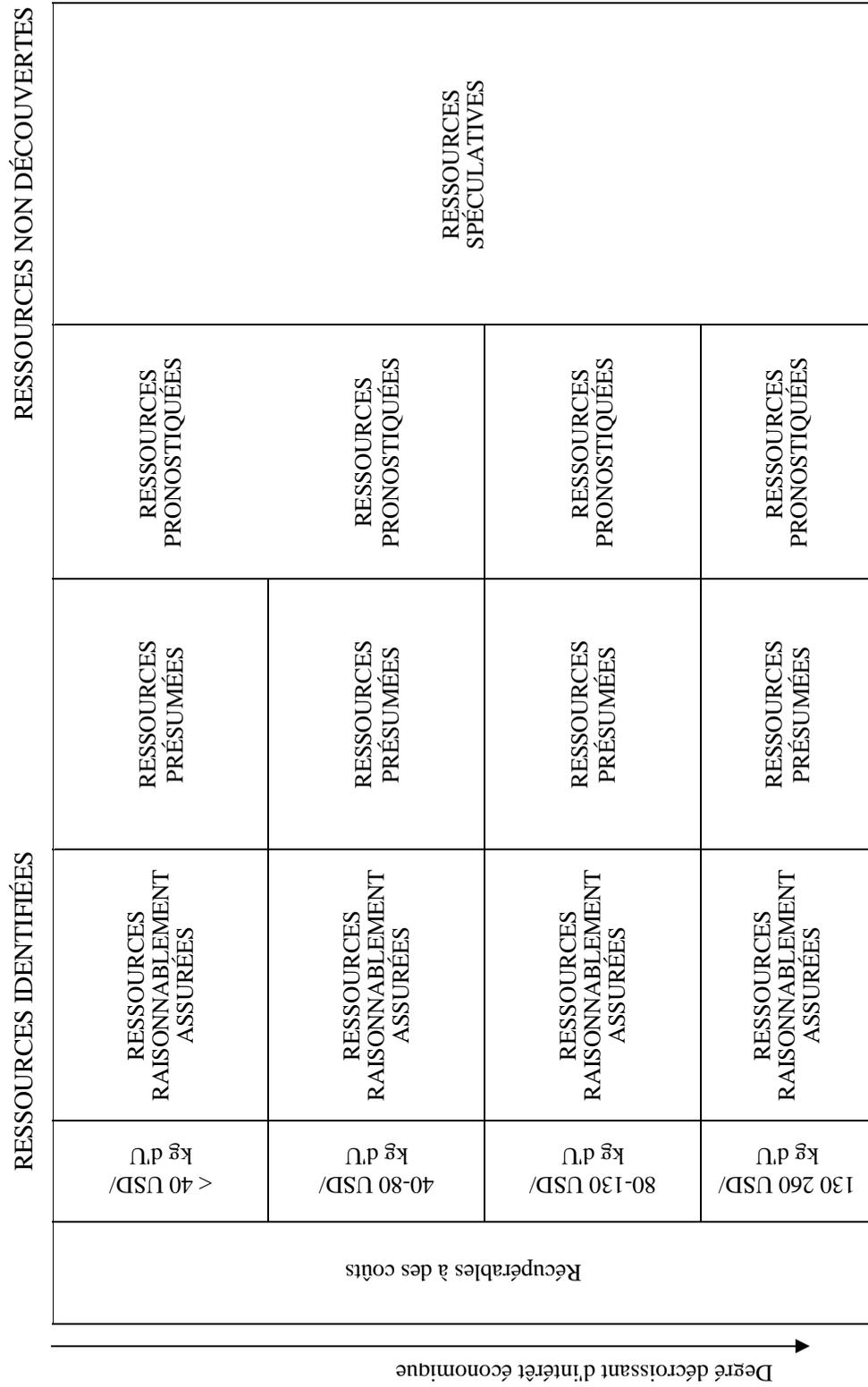
- les coûts directs d'extraction, de transport et de traitement du minerai d'uranium ;
- les coûts des activités connexes liées à l'environnement et à la gestion des déchets pendant et après les travaux d'extraction ;
- les coûts d'entretien des unités de production qui ne sont pas en service, le cas échéant ;
- dans le cas des projets en cours, la partie des coûts en capital qui n'est pas encore amortie ;

- le coût en capital relatif à la mise en place de nouvelles unités de production, y compris les coûts financiers, le cas échéant ;
- les coûts indirects, tels que les frais généraux du siège, les impôts et les redevances, le cas échéant ;
- les coûts futurs de prospection et d'aménagement nécessaires pour délimiter de nouveaux gisements afin de parvenir au stade permettant d'en extraire le minerai ;
- les coûts déjà amortis n'ont généralement pas été pris en compte.

### **Relations entre les catégories de ressources**

La figure B illustre les relations existant entre les différentes catégories de ressources. On a porté, en abscisse, le degré de certitude quant à l'existence des tonnages donnés en fonction du niveau des connaissances géologiques et, en coordonnées, le niveau de coût d'exploitation de ces tonnages dans les différentes tranches considérées.

**Figure B. Schéma de classification AEN/AIEA des ressources récupérables en uranium**



Degré décroissant de fiabilité des estimations

## Ressources récupérables

Les estimations des RRA et des ressources présumées sont exprimées en termes de tonnes d'uranium récupérables, c'est-à-dire des quantités d'uranium récupérables à partir du minerai exploitable, par opposition aux quantités d'uranium contenu dans le minerai exploitable ou quantités *in situ*, autrement dit ne tenant pas compte des pertes en cours d'extraction et de traitement. En conséquence, les pertes en cours d'extraction et de traitement du minerai ont été toutes deux déduites dans la plupart des cas. Lorsqu'un pays notifie ses ressources en tant que ressources *in situ*, et qu'il n'indique pas de facteur de récupération, le Secrétariat affecte à ces ressources un taux de récupération fondé sur la géologie et les méthodes prévues d'extraction et de traitement afin de déterminer les ressources récupérables.

| Méthode d'extraction et de traitement              | Taux global de récupération (%) |
|--|---------------------------------|
| Extraction à ciel ouvert avec traitement classique | 80                              |
| Extraction en souterrain avec traitement classique | 75                              |
| LIS (voie acide)                                   | 75                              |
| LIS (voie alcaline)                                | 70                              |
| Lixiviation en tas                                 | 70                              |
| Lixiviation en place                               | 75                              |
| Coproduit ou sous-produit                          | 65                              |
| Méthode non spécifiée                              | 75                              |

## TERMINOLOGIE DES SOURCES SECONDAIRES D'URANIUM

**Combustible à mélange d'oxydes (MOX) :** MOX est l'abréviation correspondant à un combustible, destiné aux centrales nucléaires, qui est constitué par un mélange d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium. La pratique courante consiste à utiliser un mélange d'oxyde d'uranium appauvri et d'oxyde de plutonium.

**Uranium appauvri :** Uranium dont la teneur en  $^{235}\text{U}$  est inférieure à celle existant dans la nature à savoir 0.7110 %. (L'uranium naturel est un mélange de trois isotopes,  $^{238}\text{U}$  - représentant 99.2836 %,  $^{235}\text{U}$  - 0.7110% et  $^{234}\text{U}$  - 0.0054%). L'uranium appauvri est un sous-produit du processus d'enrichissement, au cours duquel l'uranium enrichi est produit à partir de l'uranium naturel constituant la substance de base.

## TERMINOLOGIE APPLICABLE À LA PRODUCTION<sup>2</sup>

**Centres de production :** Par centre de production, au sens du présent rapport, on entend une unité de production composée d'une ou de plusieurs installations de traitement de minerais, d'une ou de plusieurs mines connexes, et les ressources en uranium qui les alimentent. Afin de décrire les centres de production, ceux-ci ont été divisés en quatre catégories, à savoir :

- i) Les centres de production **existants** sont ceux actuellement en état de fonctionner ; cette catégorie comprend aussi des installations fermées mais qui pourraient facilement être remises en service.

---

2. AIEA (1984), *Manual on the Projection of Uranium Production Capability* (Manuel relatif aux projections de capacité théorique de production d'uranium, Guides Généraux), Collection Rapports techniques, n° 238, Vienne, Autriche.

- ii) Les centres de production **commandés** sont ceux qui sont en construction ou dont la construction fait l'objet de commandes fermes.
- iii) Les centres de production **prévus** sont ceux qui sont prévus, sur la base d'études de faisabilité achevées ou en cours, mais pour la construction desquels aucune commande n'a encore été passée. Cette catégorie comprend également les installations fermées dont la remise en service exigerait des dépenses notables.
- iv) Les centres de production **envisagés** sont ceux qui pourraient être alimentés par des RRA et des ressources présumées, c'est-à-dire des « ressources identifiées », mais pour la construction desquels aucun plan n'a encore été établi.

### Capacité de production et capacité théorique de production

Le terme **capacité de production** désigne le niveau de production nominal, fondé sur la conception de l'usine et des installations, au cours d'une période prolongée dans des conditions normales d'exploitation commerciale.

Le terme **capacité théorique de production** se rapporte à une estimation du niveau de production qui pourrait être atteint dans la pratique et de façon réaliste, moyennant des circonstances favorables, à partir de l'usine et des installations dans n'importe lequel des centres de production décrits ci-dessus, compte tenu de la nature des ressources qui les alimentent. Les projections relatives à la capacité théorique de production reposent sur les seules RRA et/ou les ressources présumées. L'une des projections est présentée sur la base des ressources récupérables à des coûts inférieurs à 130 USD/kg d'U.

Le terme **production** désigne la quantité d'uranium, exprimée en tonnes d'U contenues dans des concentrés, produite par une usine de traitement de minerais ou un centre de production, autrement dit déduction faite des pertes en cours de traitement.

### Extraction et concentration

**Par lixiviation *in situ* (LIS)**, on entend l'extraction d'uranium contenu dans des grès à l'aide de solutions chimiques et la récupération de l'uranium à la surface. L'extraction par LIS s'effectue en injectant une solution (acide ou alcaline) d'attaque capable de dissoudre l'uranium dans la zone minéralisée située dans la nappe phréatique, assurant ainsi l'oxydation, la formation de complexes et la mobilisation de l'uranium ; puis en récupérant les solutions de lixiviation enrichies par l'intermédiaire de puits de production ; enfin en amenant à la surface par pompage la solution uranifère en vue d'un traitement ultérieur. Ce processus est parfois appelé **récupération *in situ* (RIS)**.

**Par lixiviation en tas (LET)**, on entend la constitution de tas de minerai au dessus d'un système collecteur comportant une membrane sous-jacente imperméable. Ces tas de minerai sont arrosés par des solutions d'acide sulfurique dilué. À mesure que les solutions s'infiltrent au travers du tas, elles dissolvent une quantité importante (de 50 à 75 %) de l'uranium contenu dans le minerai. L'uranium est récupéré à partir de la liqueur d'attaque renfermant le produit de la lixiviation en tas par échange d'ions ou extraction par solvant.

**Par lixiviation en place (LEP)**, on entend la lixiviation du minerai fragmenté sans le retirer d'une mine souterraine. Cette méthode est parfois qualifiée de lixiviation en gradins.

Par uranium obtenu comme **coproduit**, on entend l'uranium qui est l'un des deux produits qu'il faut extraire pour rendre une mine rentable. Les deux produits déterminent la production, par exemple,

l'uranium et le cuivre qui sont coproduits à Olympic Dam en Australie. L'uranium obtenu comme coproduit est exploité soit par mine à ciel ouvert, soit par mine souterraine.

Par uranium obtenu comme **sous-produit**, on entend l'uranium qui constitue un produit secondaire ou supplémentaire. L'uranium obtenu comme sous-produit peut être produit en association avec un produit principal ou des coproduits, par exemple, l'uranium qui était récupéré à partir de l'exploitation de la mine de cuivre de Palabora en Afrique du Sud. L'uranium obtenu comme sous-produit est exploité soit par mine à ciel ouvert, soit par mine souterraine.

Par **uranium tiré des phosphates**, on entend l'uranium qui a été récupéré comme sous-produit de la production d'acide phosphorique. L'uranium est séparé de l'acide phosphorique par un procédé d'extraction par solvant. Le réactif le plus souvent utilisé est un mélange d'oxyde de trioctylphosphine (TOPO) et d'acide di(2-éthylhexyl)phosphorique (DEPA).

Par **échange d'ions**, on entend l'échange réversible d'ions contenus dans une matière d'accueil pour des ions différents en solution sans destruction de la matière d'accueil ni perturbation de la neutralité électrique. Ce processus s'effectue par diffusion et intervient d'ordinaire dans des cristaux comportant des canaux uni ou bidimensionnels dans lesquels les ions sont faiblement liés. Il intervient aussi dans des résines constituées de réseaux tridimensionnels d'hydrocarbures auxquelles se rattachent de nombreux groupes ionisables. L'échange d'ions est utilisé pour récupérer l'uranium à partir des solutions de lixiviation.

Par **extraction par solvant**, on entend une méthode de séparation dans laquelle une solution, généralement aqueuse, est mélangée à un solvant immiscible afin de transférer un ou plusieurs composants au solvant. Cette méthode est utilisée pour récupérer l'uranium à partir des solutions de lixiviation.

## TERMINOLOGIE APPLICABLE À LA DEMANDE

Les besoins des centrales nucléaires se réfèrent aux acquisitions d'uranium naturel et ne visent pas nécessairement la consommation au cours d'une année civile.

## TERMINOLOGIE APPLICABLE À L'ENVIRONNEMENT<sup>3</sup>

a) **Fermeture** : S'agissant des bassins de décantation des résidus de traitement de l'uranium, actions de caractère opérationnel, réglementaire et administratif requises pour réaménager un bassin de décantation des résidus pour le long terme, de telle sorte qu'il ne nécessite à l'avenir guère, voire pas, de surveillance ou d'entretien.

b) **Déclassement** : Actions entreprises à la fin de la durée de vie d'une usine de traitement de l'uranium ou toute autre installation utilisant de l'uranium, qui consistent à les mettre hors service compte tenu de la santé et de la sécurité des travailleurs et des personnes du public ainsi que de la protection de l'environnement. La période de temps requise pour parvenir à cet objectif peut aller de quelques années à plusieurs siècles.

c) **Décontamination** : Élimination ou réduction de la contamination radioactive ou chimique par un procédé physique, chimique ou biologique.

---

3. Définitions fondées sur celles figurant dans la publication intitulée *Réaménagement de l'environnement des sites de production d'uranium* (2002), OCDE, Paris, France.

d) **Démantèlement** : Démontage et enlèvement de toute structure, tout système ou tout composant au cours du déclassé. Le démantèlement peut être exécuté immédiatement après l'arrêt définitif d'une mine ou installation de traitement, ou il peut être différé.

e) **Réaménagement de l'environnement** : Décontamination et remise en état, conformément à des critères prédéfinis, des sites contaminés par des substances radioactives et/ou dangereuses au cours d'activités passées de production d'uranium.

f) **Étude d'impact sur l'environnement** : Ensemble de documents consignants les résultats d'une évaluation des incidences physiques, écologiques, culturelles et socio-économiques d'un projet d'installation, d'établissement ou de technologie.

g) **Restauration de la qualité des eaux souterraines** : Processus qui consiste à faire en sorte que les eaux souterraines affectées retrouvent des niveaux qualitatifs et quantitatifs acceptables en vue d'une utilisation future.

h) **Remise en état** : Processus qui consiste à remettre en état un site conformément à des conditions prédéfinies, de manière à pouvoir l'utiliser à de nouvelles fins.

i) **Libération (ou utilisation) restreinte** : Décision de l'organisme réglementaire d'un pays limitant la libération ou l'utilisation d'équipements, de bâtiments, de matières ou du site en raison du risque radiologique ou autre qu'ils peuvent comporter.

j) **Résidus** : Partie restante d'un minerai métallifère constituée par de la roche finement broyée et des liquides de procédé après que le métal, l'uranium par exemple, a été extrait en totalité ou en partie.

k) **Bassin de décantation (ou de stockage) des résidus** : Structure dans laquelle les résidus sont déposés en vue d'empêcher leur rejet dans l'environnement.

l) **Libération (ou utilisation) sans restriction** : Décision de l'organisme réglementaire d'un pays autorisant la libération ou l'utilisation sans restriction d'équipements, de bâtiments, de matières ou du site.

## TERMINOLOGIE GÉOLOGIQUE

a) **Indice uranifère** : Concentration anormale d'uranium à l'état naturel.

b) **Gisement d'uranium** : Concentration naturelle de matières minérales à partir de laquelle l'uranium pourrait être exploité à l'heure actuelle ou à l'avenir.

c) **Types géologiques de gisements d'uranium**<sup>4</sup>

Les ressources en uranium peuvent être classées, d'après le contexte géologique dans lequel elles se trouvent, dans les catégories suivantes de types de gisements d'uranium (indiquées par ordre d'importance en fonction de leur intérêt économique approximatif) :

---

4. Cette classification des types géologiques de gisements d'uranium, qui a été élaborée par l'AIEA en 1988/89, a été mise à jour pour le Livre rouge.

|  |   |
|--|---|
| 1. Gisements liés à des discordances.                    | 8. Gisements métasomatiques.                          |
| 2. Gisements contenus dans des grès.                     | 9. Gisements superficiels.                            |
| 3. Gisements liés à des complexes bréchiques à hématite. | 10. Gisements en remplissage de cheminées bréchiques. |
| 4. Gisements liés à des conglomérats à galets de quartz. | 11. Gisements associés aux phosphates.                |
| 5. Gisements filoniens.                                  | 12. Autres types de gisements.                        |
| 6. Gisements intrusifs.                                  | 13. Types de roches à forte teneur en uranium.        |
| 7. Gisements volcaniques et liés à des caldeiras.        |   |

- 1. Gisements liés à des discordances :** Les gisements liés à des discordances sont associés à, ou se trouvent immédiatement au-dessus ou en dessous d'un contact discordant qui sépare un socle cristallin fortement altéré des sédiments clastiques sus-jacents datant soit du Protérozoïque soit du Phanérozoïque.

Les gisements liés à des discordances comprennent les sous-catégories suivantes :

- *Contact avec une discordance*
  - i. Des gisements liés à des fissures se rencontrent dans des métasédiments immédiatement en dessous de la discordance. La minéralisation est monométallique et de teneur moyenne. Les gisements de Rabbit Lake et Dominique Peter, dans le bassin l'Athabasca au Canada, sont des exemples de ce type.
  - ii. Des gisements liés à de l'argile se rencontrent en association avec l'argile se trouvant à la base de la couverture sédimentaire directement au-dessus de la discordance. La minéralisation est habituellement polymétallique et de haute à très haute teneur. Le gisement de Cigar Lake, dans le bassin de l'Athabasca au Canada, en est un exemple.
- *Gisements post-métamorphiques sous-jacents à la discordance*  
Ces gisements sont liés à une structure stratoïde dans des métasédiments situés en dessous de la discordance sur laquelle reposent des sédiments clastiques. Ils peuvent renfermer d'importantes ressources de teneur faible à moyenne. Les gisements de Jabiluka et de Ranger, en Australie, en constituent des exemples.

- 2. Gisements contenus dans des grès :** Les gisements d'uranium contenus dans des grès se trouvent dans des grès à grain moyen à grossier déposés en milieu sédimentaire continental fluvial ou en bordure d'un milieu sédimentaire marin. L'uranium est précipité en présence de conditions réductrices imputables à une variété d'agents réducteurs au sein des grès, par exemple, de la matière carbonatée, des sulfures (pyrite), des hydrocarbures et des minéraux ferromagnésiens (chlorite), etc. Les gisements d'uranium renfermés dans des grès peuvent se répartir en quatre sous-catégories principales :

- *Gisements de type « roll-front » :* Les zones minéralisées sont convexes orientées vers le bas dans le sens du gradient hydrologique. Elles présentent des délimitations diffuses avec le grès réduit sur la face à gradient descendant et des contacts marqués avec le grès oxydé sur la face à gradient ascendant. Les zones minéralisées sont allongées et sinueuses, approximativement parallèles à la direction de la structure, et perpendiculaires à la direction du dépôt et de l'écoulement de l'eau souterraine. Les ressources contenues peuvent représenter de quelques centaines à quelques milliers de tonnes d'uranium, à des teneurs

atteignant en moyenne de 0.05 % à 0.25 %. Les gisements de Moïnkoum, Inkaï et Mynkoudouk (Kazakhstan), de Crow Butte et Smith Ranch (États-Unis) et Boukinaï, Sougraly et Outchkoudouk (Ouzbékistan) sont des exemples de ce type.

- Les *gisements tabulaires* consistent en des imprégnations de matrices par de l'uranium qui constituent des masses lenticulaires de forme irrégulière à l'intérieur de sédiments réduits. Les zones minéralisées sont pour une large part orientées dans un sens parallèle à la direction générale du dépôt. Les divers gisements peuvent renfermer de plusieurs centaines de tonnes à 150 000 tonnes d'uranium, avec des teneurs moyennes de l'ordre de 0.05 % à 0.5 %, pouvant parfois atteindre 1 %. Les gisements de Westmoreland (Australie), de Nuhetting (Chine), de Hamr-Stráz (République tchèque), d'Akouta, d'Arlit, d'Imouraren (Niger) et du Plateau du Colorado (États-Unis) sont des exemples de ce type.
  - *Gisements en remplissage de paléovallées* : Les réseaux de paléodrainage sont constitués par des chenaux de plusieurs centaines de mètres de large, remplis d'épais sédiments perméables de type alluvial/fluviatile. Dans ce cas, l'uranium est principalement associé à des débris végétaux détritiques dans des corps minéralisés qui présentent, dans une vue en plan, une configuration de lentilles allongées ou de forme rubanée et, dans une vue en section, une allure lenticulaire ou plus rarement une forme laminée. Les divers gisements peuvent représenter de plusieurs centaines à 20 000 tonnes d'uranium, avec des teneurs de l'ordre de 0.01 % à 3 %. Les gisements de Dalmatovo (Région du Trans-Oural), de Malinovsk (Sibérie occidentale), Khiagda (District de Vitim) en Russie, et de Beverley en Australie sont des exemples de ce type.
  - Les *gisements tectoniques/lithologiques* se trouvent dans des grès liés à une zone perméable. L'uranium est précipité dans des zones ouvertes liées à une tectonique en extension. Les divers gisements renferment de quelques centaines à 5 000 tonnes d'uranium avec des teneurs moyennes de l'ordre de 0.1 % à 0.5 %. Les gisements du Mas Laveyre (France) et de Mikouloungou (Gabon) sont des exemples de ce type.
- 3. Gisements liés à des complexes bréchiques à hématite** : Les gisements appartenant à ce groupe se trouvent dans des brèches riches en hématite et renferment de l'uranium associé à du cuivre, de l'or, de l'argent et des terres rares. Le principal exemple de ce type de gisement est celui d'Olympic Dam en Australie méridionale. D'importants gisements et zones d'intérêt de ce type se trouvent dans cette même région, notamment à Prominent Hill, Wirrda Well, Acropolis et Oak Dam de même que certains gisements renfermés dans des brèches d'âge plus récent dans la zone de Mount Painter.
  - 4. Gisements liés à des conglomérats à galets de quartz** : Des minerais détritiques d'oxyde d'uranium se trouvent dans des conglomérats à galets de quartz déposés sous forme de formations de base dans des systèmes fluviatiles à lacustres de bras de cours d'eau entrelacés datant de plus de 2.3 à 2.4 milliards d'années. La matrice des conglomérats est pyritifère, et de l'or ainsi que d'autres minéraux détritiques oxydés et sulfurés sont souvent présents en quantités mineures. Les gisements qui se trouvent dans le bassin de Witwatersrand où l'uranium est extrait en tant que sous-produit de l'or, sont des exemples de ce type. Des gisements d'uranium entrant dans cette catégorie ont été exploités dans la zone de Blind River/Elliott Lake au Canada.
  - 5. Gisements filoniens** : S'agissant des gisements filoniens, la minéralisation est en majeure partie constituée par un remplissage de fissures, ayant une épaisseur éminemment variable, mais une extension généralement importante le long de la fissure. Les filons sont principalement constitués par le matériau de la gangue (carbonates, quartz, par exemple) et par le matériau constituant le minerai, principalement de la pechblende. Parmi les exemples caractéristiques, on peut citer aussi bien les filons épais et massifs de pechblende de Pribram (République tchèque), Schlema-

Alberoda (Allemagne) et Shinkolobwe (République démocratique du Congo), que les stockwerks et les colonnes de syénite du gisement du Bernardan (France) et de Gunnar (Canada), et les fissures étroites dans du granite ou des roches métamorphiques, également remplies de pechblende de Mina Fe (Espagne) et de Singhbhum (Inde).

6. **Gisements intrusifs** : Les gisements entrant dans cette catégorie sont ceux qui sont liés à des roches intrusives ou anatectiques de composition chimique différente (alaskite, granite, monzonite, syénite hyperalcaline, carbonatite et pegmatite). Les gisements de Rossing et de Trekkopje (Namibie), les indices uranifères dans les gisements de cuivre porphyrique tels que Bingham Canyon et Twin Butte (États-Unis), le gisement d'Ilimaussaq (Groenland), celui de Palabora (Afrique du Sud), de même que les gisements de la zone de Bancroft (Canada), sont des exemples de ce type.
7. **Gisements volcaniques et liés à des caldeiras** : Les gisements d'uranium de ce type sont situés à l'intérieur et à proximité d'une caldeira volcanique remplie par des complexes mafiques à felsiques et des sédiments clastiques intercalés. La minéralisation, qui est pour une large part guidée par la structure, secondairement stratoïde, se trouve à plusieurs niveaux stratigraphiques des unités volcaniques et sédimentaires, et s'étend dans le socle où on la rencontre dans le granite fissuré et dans des métamorphites. Les minéraux uranifères sont habituellement associés à du molybdène, d'autres sulfures, de la fluorine violette et du quartz. Les gisements rentables les plus importants sont situés dans la caldeira de Streltsovsk dans la Fédération de Russie. On connaît des exemples de ce type en Chine, en Mongolie (gisement de Dornot), au Canada (gisement de Michelin) et au Mexique (gisement de Nopal).
8. **Gisements métasomatiques** : Les gisements de ce type ne se trouvent que dans les zones d'activité tectono-magmatique des boucliers datant du Précambrien et sont liés à des métasomatites alcalines proches de failles, qui se sont formées sur différentes roches du socle : granites, migmatites, gneiss et quartzites ferrugineuses avec production d'albitites, d'aegyrites, de roches alcalines-amphiboliques et carbonées-ferrugineuses. Les lentilles et les massifs de minerai ont de quelques mètres à quelques dizaines de mètres d'épaisseur et quelques centaines de mètres de longueur. Dans le sens vertical, le corps minéralisé peut atteindre jusqu'à 1.5 km. Les minerais sont, de par leur composition, du type uraninite-brannérite et appartiennent à la catégorie des gisements de teneurs moyennes. Les réserves sont d'ordinaire de moyenne à grande importance. Les gisements de Mitchourinskoïe, Vatoutinskoïe, Severinskoïe, Jeltoretchenskoïe et Pervomaïskoïe (Ukraine), Lagoa Real, Itataia et Espinharas (Brésil), le gisement de Valhalla (Australie) et les gisements de la région d'Arjeplog en Suède septentrionale sont des exemples de ce type.
9. **Gisements superficiels** : Les gisements uranifères superficiels peuvent être définis dans l'ensemble comme des concentrations d'uranium récentes (datant d'une époque comprise entre le Tertiaire et l'Holocène) se trouvant à faible profondeur dans des sédiments et des sols. Les plus grands gisements uranifères superficiels sont contenus dans des calcrètes (carbonates de calcium et de magnésium) et ont été découverts en Australie (gisement de Yeelirrie), en Namibie (gisement Langer Heinrich) et en Somalie. Ces gisements contenus dans des calcrètes sont associés à des granites riches en uranium qui ont été profondément altérés. Ils peuvent aussi se trouver dans des sédiments en remplissage de vallées le long de chenaux d'écoulement du Tertiaire et dans des sédiments de lacs temporaires (par exemple, Lake Maitland, en Australie). On peut aussi trouver des gisements superficiels associés à des tourbières.
10. **Gisements en remplissage de cheminées bréchiques** : Les gisements de ce groupe sont localisés dans des cheminées verticales circulaires, remplies par les débris éboulés de la partie supérieure de la

cavité. L'uranium est concentré en tant que minerai primaire d'uranium, s'agissant généralement d'uraninite, dans la matrice bréchique perméable ainsi que dans l'auréole fracturée autour de la cheminée. Les gisements d'Arizona Strip au nord du Grand Canyon et ceux situés immédiatement au sud du Grand Canyon aux États-Unis, sont des exemples de ce type.

- 11. Gisements associés aux phosphates :** Les gisements associés aux phosphates sont constitués par la phosphorite marine provenant du plateau continental et renfermant de l'uranium synsédimentaire stratiforme disséminé dans de l'apatite à grains fins. Ces gisements associés aux phosphates représentent d'importantes ressources en uranium, mais d'une teneur très faible. L'uranium peut être récupéré en tant que sous-produit de la production de phosphates. Les gisements de New Wales en Floride (phosphorite) et d'Uncle Sam (États-Unis), de Gantour (Maroc) et d'Al-Abiad (Jordanie) sont des exemples de ce type. Un autre type de gisements associés aux phosphates est constitué par les phosphates organiques, notamment les sédiments marins argileux enrichis en restes de poissons qui sont uranifères (gisement de Melovoe, au Kazakhstan).

## 12. Autres gisements

**Gisements métamorphiques :** Dans les gisements métamorphiques d'uranium, la concentration d'uranium résulte directement des processus métamorphiques. Les conditions de température et de pression, et l'âge du dépôt d'uranium doivent être semblables à ceux du métamorphisme de la roche encaissante. Les gisements de Forstau (Autriche) et de Mary Kathleen (Australie) sont des exemples de ce type.

**Gisements dans des calcaires :** Il s'agit notamment de la minéralisation uranifère présente dans les calcaires du Todilto datant du Jurassique dans le district de Grants (États-Unis). L'uraninite se trouve dans des plis et des fissures intraformationnels en tant que minéralisation introduite.

**Gisements de charbon uranifères :** On trouve des teneurs élevées en uranium dans de la lignite et/ou du charbon ainsi que dans des argiles et des grès directement adjacents aux lignites. Les gîtes uranifères du Bassin de Serres (Grèce), du Dakota du Nord et du Sud (États-Unis), de Koldjat et Nijne Iliyskoe (Kazakhstan), ainsi que de Freital (Allemagne) sont des exemples de ce type. Les teneurs en uranium sont très faibles et en moyenne inférieures à 50 ppm d'U.

- 13. Types de roches à forte teneur en uranium :** Des teneurs anormales en uranium ont été observées dans différents types de roches telles que les pegmatites, les granites et les schistes noirs. Dans le passé, aucun gisement rentable n'a été exploité au plan commercial dans ces types de roches. Leurs teneurs sont très faibles et ils ne sont guère susceptibles de devenir rentables dans un avenir prévisible.

*Pegmatites à métaux rares :* Ces pegmatites renferment des minéralisations de Sn, Ta, Nb et Li. Elles présentent des teneurs variables en U, Th et éléments de terres rares. Les pegmatites de Greenbushes et de Wodgina (Australie occidentale) en sont des exemples. Les pegmatites de Greenbushes ont couramment des teneurs en U de l'ordre de 6 à 20 ppm, et en Th de 3 à 25 ppm.

*Granites :* Une faible proportion de roches granitiques non minéralisées présente des teneurs élevées en uranium. Ces granites « hautement calogènes » sont riches en feldspath potassique. De l'ordre de 1 % du nombre total de roches granitiques analysées en Australie ont des teneurs en uranium supérieures à 50 ppm.

*Schistes noirs :* Les minéralisations uranifères liées aux schistes noirs sont constituées de schistes marins riches en matières organiques ou de schistes pyriteux riches en charbon, renfermant de l'uranium synsédimentaire disséminé qui est adsorbé sur la matière organique. Les schistes alunifères uranifères de Suède et d'Estonie, les schistes de Chatanooga (États-Unis), le gisement de Chanziping (Chine), et le gisement de Gera-Ronneburg (Allemagne) sont des exemples de ce type.



Annexe 4

**LISTE D'ACRONYMES**

|       |   |
|-------|---|
| AEN   | Agence pour l'énergie nucléaire   |
| AIE   | Agence internationale de l'énergie  |
| AIEA  | Agence internationale de l'énergie atomique   |
| CANDU | <b>C</b> anadian <b>d</b> euterium <b>u</b> ranium (reactor), autrement dit réacteur canadien à uranium-deutérium |
| CBH   | Concassage – Broyage par voie humide  |
| CE    | Commission européenne   |
| DOE   | Department of Energy (États-Unis), autrement dit ministère de l'Énergie   |
| EI    | échange d'ions  |
| EIA   | U.S. Energy Information Administration, autrement dit Service d'information sur l'énergie                         |
| ES    | extraction par solvants   |
| FLOT  | flottation  |
| Ga    | milliard d'années   |
| GIF   | Generation IV International Forum, autrement dit Forum international Génération IV                                |
| GNSS  | Global Nuclear Services and Supply, autrement dit Services et approvisionnements nucléaires mondiaux              |
| GWe   | gigawatt électrique   |
| INPRO | Projet international sur les réacteurs nucléaires et les cycles du combustible nucléaire innovants                |
| kg    | kilogramme  |
| km    | kilomètre   |
| LA    | lixiviation par voie acide  |
| LALVA | lixiviation à l'air libre par voie alcaline   |
| LEP   | lixiviation en place  |
| LET   | lixiviation en tas  |
| LIS   | lixiviation <i>in situ</i>  |
| LVASP | lixiviation par voie alcaline sous pression   |

|        |  |
|--------|--|
| MAGNOX | réacteur de conception anglaise, utilisant du dioxyde de carbone comme réfrigérant, du graphite comme modérateur, et comme combustible de l'uranium naturel contenu dans un gainage d'oxyde de magnésium |
| MCO    | mine à ciel ouvert   |
| MOX    | combustible à mélange d'oxydes   |
| MWe    | mégawatt électrique  |
| OCDE   | Organisation de coopération et de développement économiques  |
| ppm    | partie par million   |
| Pu     | plutonium  |
| RARG   | réacteur avancé refroidi par gaz   |
| RBMK   | réacteur de forte puissance à tubes de force (sigle russe)   |
| RDA    | République démocratique allemande  |
| REB    | réacteur à eau bouillante  |
| REL P  | réacteur à eau lourde sous pression  |
| REO    | réacteur à eau ordinaire   |
| REP    | réacteur à eau sous pression   |
| RRA    | ressources raisonnablement assurées  |
| ST     | (exploitation minière) en souterrain   |
| t      | tonnes (tonnes métriques)  |
| t d'U  | tonnes d'uranium   |
| tep    | tonnes d'équivalent pétrole  |
| Th     | thorium  |
| tML    | tonnes de métal lourd  |
| TVA    | Tennessee Valley Administration, autrement dit Autorité de la Vallée du Tennessee  |
| TWh    | térawatt-heure   |
| U      | uranium  |
| UE     | Union européenne   |
| UFE    | uranium faiblement enrichi   |
| UHE    | uranium hautement enrichi  |
| URSS   | Union des républiques socialistes soviétiques  |
| UTS    | unité de travail de séparation   |
| VVER   | réacteur refroidi et modéré par eau (sigle russe)  |

## COEFFICIENTS DE CONVERSION DE L'ÉNERGIE

Le nombre croissant des questions reçues ces dernières années, relatives aux coefficients énergétiques applicables aux divers types de réacteurs, a fait apparaître l'utilité de dresser des tableaux de conversion de ces coefficients.

### ÉQUIVALENTS ÉNERGÉTIQUES DE L'URANIUM UTILISÉS DANS DIVERS TYPES DE RÉACTEURS<sup>1</sup>

| Pays   | Canada | France    |        | Allemagne |        | Japon  |        | Fédération de Russie |               | Suède |        | Royaume-Uni |     | États-Unis |     |
|--|--------|-----------|--------|-----------|--------|--------|--------|----------------------|---------------|-------|--------|-------------|-----|------------|-----|
|  |        | N4<br>PWR | BWR    | PWR       | BWR    | PWR    | BWR    | VVER-<br>1000        | RBMK-<br>1000 | BWR   | PWR    | MAGNOX      | AGR | BWR        | PWR |
| Type de réacteur   | CANDU  |           |        |           |        |        |        |                      |               |       |        |             |     |            |     |
| Taux de combustion<br>[MWj/t d'U]  |        |           |        |           |        |        |        |                      |               |       |        |             |     |            |     |
| a) Uranium naturel ou<br>équivalent uranium<br>naturel   | 7 770  | 5 848     | 5 665  | 5 230     | 4 694  | 4 855  | 4 707  | 6 250                | 5 780         | n.d.  | 4 996  | 4 888       |     |            |     |
| b) Uranium enrichi   | –      | 42 500    | 40 000 | 42 000    | 33 000 | 43 400 | 22 000 | 40 000               | 42 000        | –     | 24 000 | 40 000      |     |            |     |
| Taux<br>d'enrichissement<br>[% <sup>235</sup> U]   | –      | 3.60      | 3.2    | 3.60      | 3.00   | 4.10   | 2.40   | 3.20                 | 3.60          | –     | 2.90   | 3.66        |     |            |     |
| Teneur de rejet<br>[% <sup>235</sup> U]  | –      | 0.25      | 0.30   | 0.30      | 0.25   | 0.30   | 0.25   | 0.25                 | 0.25          | –     | 0.30   | 0.30        |     |            |     |
| Rendement de<br>conversion de l'énergie<br>thermique en électricité  | 30%    | 34.60%    | 33.50% | 34.20%    | 33%    | 34%    | 33.30% | 34.00%               | 34.50%        | 26%   | 40%    | 32%         |     |            |     |
| Équivalent en énergie<br>thermique de 1 tonne<br>d'uranium naturel [en<br>10 <sup>15</sup> joules] <sup>2</sup>  | 0.671  | 0.505     | 0.490  | 0.452     | 0.478  | 0.406  | 0.419  | 0.540                | 0.500         | 0.512 | 0.360  | 0.422       |     |            |     |
| Équivalent en énergie<br>électrique de 1 tonne<br>d'uranium naturel [en<br>10 <sup>15</sup> joules] <sup>2</sup> | 0.201  | 0.175     | 0.164  | 0.155     | 0.158  | 0.140  | 0.139  | 0.184                | 0.173         | 0.133 | 0.144  | 0.135       |     |            |     |

1. Ces chiffres ne tiennent pas compte du recyclage du Pu et de l'U. Ils ne tiennent pas compte non plus des besoins initiaux du premier cœur, ce qui réduirait l'équivalence d'environ 6 %, compte tenu d'une durée de vie de l'installation de 30 ans environ et d'un facteur de charge de 70 %.

2. Compte non tenu de l'énergie consommée pour l'enrichissement en <sup>235</sup>U du combustible des réacteurs LWR et AGR. En supposant un taux d'enrichissement de 3 % en <sup>235</sup>U et une teneur de rejet de 0.2 %, l'équivalent énergétique devrait être multiplié par un coefficient 0.957.

n.d. Non disponibles.

**Coefficients de conversion et équivalence énergétique des combustibles fossiles  
à des fins de comparaison**

|  |   |                    |
|--|---|--------------------|
| 1 cal  | = | 41868 J            |
| 1 J  | = | 0.239 cal          |
| 1 tonne d'équivalent pétrole (tep) (net, PCI)                              | = | 42 GJ* = 1 tep     |
| 1 tonne d'équivalent charbon (tec) (standard, PCI)                         | = | 29.3 GJ* = 1 tec   |
| 1 000 m <sup>3</sup> de gaz naturel (standard, PCI)                        | = | 36 GJ              |
| 1 tonne de pétrole brut  | = | approx. 7.3 barils |
| 1 tonne de gaz naturel liquéfié (GNL)                                      | = | 45 GJ              |
| 1 000 kWh (énergie primaire)   | = | 9.36 MJ            |
| 1 tep  | = | 10 034 Mcal        |
| 1 tec  | = | 7 000 Mcal         |
| 1 000 m <sup>3</sup> de gaz naturel  | = | 8 600 Mcal         |
| 1 tonne de GNL   | = | 11 000 Mcal        |
| 1 000 kWh (énergie primaire)   | = | 2 236 Mcal**       |
| 1 tec  | = | 0.698 tep          |
| 1 000 m <sup>3</sup> de gaz naturel  | = | 0.857 tep          |
| 1 tonne de GNL   | = | 1.096 tep          |
| 1 000 kWh (énergie primaire)   | = | 0.223 tep          |
| 1 tonne de bois de chauffage   | = | 0.3215 tep         |
| 1 tonne d'uranium : (dans un réacteur à eau<br>ordinaire, en cycle ouvert) | = | 10 000-16 000 tep  |
|  | = | 14 000-23 000 tep  |

---

\* Coefficients de conversion standard du Conseil mondial de l'énergie (tiré de WEC, 1998 *Survey of Energy Resources*, 18<sup>e</sup> édition).

\*\* En adoptant le coefficient de conversion du Conseil mondial de l'énergie de 1 000 kWh (consommation finale) = 860 Mcal.

*Annexe 6*

**LISTE DE TOUTES LES ÉDITIONS DU LIVRE ROUGE (1965-2010)  
ET RAPPORTS NATIONAUX**

**Liste des éditions du Livre rouge (1965-2010)**

|                   |   |
|-------------------|---|
| 1. OCDE/AEEN      | Ressources mondiales en uranium et en thorium, Paris, 1967    |
| 2. OCDE/AEEN      | Ressources en uranium, Estimations révisées, Paris, 1967      |
| 3. OCDE/AEEN-AIEA | Production d'uranium et demande à court terme, Paris, 1969    |
| 4. OCDE/AEEN-AIEA | Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1970      |
| 5. OCDE/AEN-AIEA  | Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1973      |
| 6. OCDE/AEN-AIEA  | Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1975      |
| 7. OCDE/AEN-AIEA  | Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1977      |
| 8. OCDE/AEN-AIEA  | Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1979      |
| 9. OCDE/AEN-AIEA  | Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1982      |
| 10. OCDE/AEN-AIEA | Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1983      |
| 11. OCDE/AEN-AIEA | Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1986      |
| 12. OCDE/AEN-AIEA | Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1988      |
| 13. OCDE/AEN-AIEA | Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1990      |
| 14. OCDE/AEN-AIEA | Uranium 1991 : Ressources, Production et Demande, Paris, 1992 |
| 15. OCDE/AEN-AIEA | Uranium 1993 : Ressources, Production et Demande, Paris, 1994 |
| 16. OCDE/AEN-AIEA | Uranium 1995 : Ressources, Production et Demande, Paris, 1996 |
| 17. OCDE/AEN-AIEA | Uranium 1997 : Ressources, Production et Demande, Paris, 1998 |
| 18. OCDE/AEN-AIEA | Uranium 1999 : Ressources, Production et Demande, Paris, 2000 |
| 19. OCDE/AEN-AIEA | Uranium 2001 : Ressources, Production et Demande, Paris, 2002 |
| 20. OCDE/AEN-AIEA | Uranium 2003 : Ressources, Production et Demande, Paris, 2004 |
| 21. OCDE/AEN-AIEA | Uranium 2005 : Ressources, Production et Demande, Paris, 2006 |
| 22. OCDE/AEN-AIEA | Uranium 2007 : Ressources, Production et Demande, Paris, 2008 |
| 23. OCDE/AEN-AIEA | Uranium 2009 : Ressources, Production et Demande, Paris, 2010 |

## INDEX DES RAPPORTS NATIONAUX DANS LES LIVRES ROUGES

(La liste ci-après répertorie tous les rapports nationaux en précisant l'année des éditions du Livre rouge dans lesquelles ils ont été publiés. Pour la liste de l'ensemble des éditions du Livre rouge voir page précédente).

|                      | 1965 | 1967 | 1969 | 1970 | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Afrique du Sud       | 1965 | 1967 | 1969 | 1970 | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Algérie              |      |      |      |      |      | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 |      |      |
| Allemagne            |      |      |      | 1970 |      | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Argentine            |      | 1967 | 1969 | 1970 | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Arménie              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Australie            |      | 1967 | 1969 | 1970 | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Autriche             |      |      |      |      |      |      | 1977 |      |      |      |      |
| Bangladesh           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1986 |
| Belgique             |      |      |      |      |      |      |      |      | 1982 | 1983 | 1986 |
| Bénin                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Bolivie              |      |      |      |      |      |      | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Botswana             |      |      |      |      |      |      |      | 1979 |      | 1983 | 1986 |
| Brésil               |      |      |      | 1970 | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Bulgarie             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Cameroun             |      |      |      |      |      |      | 1977 |      | 1982 | 1983 |      |
| Canada               | 1965 | 1967 | 1969 | 1970 | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Chili                |      |      |      |      |      |      | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Chine                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Colombie             |      |      |      |      |      |      | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Corée, Rép. de       |      |      |      |      |      | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Costa Rica           |      |      |      |      |      |      |      |      | 1982 | 1983 | 1986 |
| Côte d'Ivoire        |      |      |      |      |      |      |      |      | 1982 |      |      |
| Cuba                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Danemark (Groenland) | 1965 | 1967 | 1969 | 1970 | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Égypte               |      |      |      |      |      |      | 1977 | 1979 |      |      | 1986 |
| El Salvador          |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1983 | 1986 |
| Équateur             |      |      |      |      |      |      | 1977 |      | 1982 | 1983 | 1986 |
| Espagne              | 1965 | 1967 | 1969 | 1970 | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Estonie              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| États-Unis           | 1965 | 1967 | 1969 | 1970 | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Éthiopie             |      |      |      |      |      |      |      | 1979 |      | 1983 | 1986 |
| Féd. de Russie       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Finlande             |      |      |      |      | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| France               | 1965 | 1967 | 1969 | 1970 | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Gabon                |      | 1967 |      | 1970 | 1973 |      |      |      | 1982 | 1983 | 1986 |
| Ghana                |      |      |      |      |      |      | 1977 |      |      | 1983 |      |
| Grèce                |      |      |      |      |      |      | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |

## INDEX DES RAPPORTS NATIONAUX DANS LES LIVRES ROUGES *(suite)*

| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 |                      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------------|
|      |      | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Afrique du Sud       |
|      |      |      |      |      |      |      | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 |      | Algérie              |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 |      | 2006 | 2008 | 2010 | Allemagne            |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Argentine            |
|      |      |      |      |      |      | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 |      | 2010 | Arménie              |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Australie            |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Autriche             |
| 1988 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Bangladesh           |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 |      | Belgique             |
|      | 1990 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Bénin                |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Bolivie              |
| 1988 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 2010 | Botswana             |
|      |      | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Brésil               |
|      | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 |      |      |      |      | 2008 | 2010 | Bulgarie             |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Cameroun             |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Canada               |
| 1988 |      | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 |      | Chili                |
|      | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Chine                |
| 1988 | 1990 |      |      | 1996 | 1998 |      |      |      |      | 2008 |      | Colombie             |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Corée, Rép. de       |
| 1988 | 1990 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Costa Rica           |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Côte d'Ivoire        |
| 1988 |      | 1992 |      | 1996 | 1998 |      |      |      |      |      |      | Cuba                 |
|      | 1990 | 1992 |      | 1996 | 1998 |      |      | 2004 |      |      | 2010 | Danemark (Groenland) |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 |      | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Égypte               |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | El Salvador          |
| 1988 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Équateur             |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Espagne              |
|      |      |      |      |      | 1998 |      |      | 2004 |      |      |      | Estonie              |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | États-Unis           |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Éthiopie             |
|      |      |      | 1994 |      | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Féd. de Russie       |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Finlande             |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | France               |
|      |      |      |      | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 |      |      | Gabon                |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Ghana                |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 |      |      |      |      |      |      | Grèce                |

## INDEX DES RAPPORTS NATIONAUX DANS LES LIVRES ROUGES *(suite)*

|                           | 1965 | 1967 | 1969 | 1970 | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Guatemala                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1986 |
| Guyane                    |      |      |      |      |      |      |      | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Hongrie                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Inde                      | 1965 | 1967 |      | 1970 | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Indonésie                 |      |      |      |      |      |      | 1977 |      |      |      | 1986 |
| Iran, Rép. islamique d'   |      |      |      |      |      |      | 1977 |      |      |      |      |
| Irlande                   |      |      |      |      |      |      |      | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Italie                    |      | 1967 |      | 1970 | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Jamahiriya arabe libyenne |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1983 |      |
| Jamaïque                  |      |      |      |      |      |      |      |      | 1982 | 1983 |      |
| Japon                     | 1965 | 1967 |      | 1970 | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Jordanie                  |      |      |      |      |      |      | 1977 |      |      |      | 1986 |
| Kazakhstan                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Kyrgyzstan                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Lesotho                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Libéria                   |      |      |      |      |      |      | 1977 |      |      | 1983 |      |
| Lituanie                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Madagascar                |      |      |      |      |      | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Malaisie                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1983 | 1986 |
| Malawi                    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Mali                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1986 |
| Maroc                     | 1965 | 1967 |      |      |      | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Mauritanie                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Mexique                   |      |      |      | 1970 | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 |      | 1986 |
| Mongolie                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Namibie                   |      |      |      |      |      |      |      | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Niger                     |      | 1967 |      | 1970 | 1973 |      | 1977 |      |      |      | 1986 |
| Nigéria                   |      |      |      |      |      |      |      | 1979 |      |      |      |
| Norvège                   |      |      |      |      |      |      |      | 1979 | 1982 | 1983 |      |
| Nouvelle-Zélande          |      | 1967 |      |      |      |      | 1977 | 1979 |      |      |      |
| Ouzbékistan               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Pakistan                  |      | 1967 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Panama                    |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1983 |      |
| Paraguay                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1983 | 1986 |
| Pays-Bas                  |      |      |      |      |      |      |      |      | 1982 | 1983 | 1986 |
| Pérou                     |      |      |      |      |      |      | 1977 | 1979 |      | 1983 | 1986 |
| Philippines               |      |      |      |      |      |      | 1977 |      | 1982 | 1983 | 1986 |
| Pologne                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Portugal                  | 1965 | 1967 | 1969 | 1970 | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Rép. arabe syrienne       |      |      |      |      |      |      |      |      | 1982 | 1983 | 1986 |
| Rép. tchèque              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

## INDEX DES RAPPORTS NATIONAUX DANS LES LIVRES ROUGES *(suite)*

| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 |                           |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------|
| 1988 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Guatemala                 |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Guyane                    |
|      |      | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Hongrie                   |
|      | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Inde                      |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 |      | 2010 | Indonésie                 |
|      |      |      |      |      | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Iran, Rép. islamique d'   |
|      |      | 1992 |      |      | 1998 |      |      |      |      |      |      | Irlande                   |
| 1988 |      | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 |      |      |      |      |      | Italie                    |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Jamahiriya arabe libyenne |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Jamaïque                  |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Japon                     |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Jordanie                  |
|      |      |      | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Kazakhstan                |
|      |      |      |      | 1996 |      |      | 2002 |      |      |      |      | Kyrgyzstan                |
| 1988 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Lesotho                   |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Libéria                   |
|      |      |      | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 |      | Lituanie                  |
| 1988 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Madagascar                |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 |      |      |      |      | Malaisie                  |
|      |      |      |      |      |      | 2000 |      |      |      | 2008 | 2010 | Malawi                    |
| 1988 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Mali                      |
| 1988 | 1990 |      |      |      | 1998 |      |      |      |      |      | 2010 | Maroc                     |
|      | 1990 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Mauritanie                |
|      | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 |      |      |      |      |      | Mexique                   |
|      |      |      | 1994 | 1996 | 1998 |      |      |      |      |      |      | Mongolie                  |
| 1988 | 1990 |      |      | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Namibie                   |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Niger                     |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Nigéria                   |
|      |      | 1992 |      | 1996 | 1998 |      |      |      |      |      |      | Norvège                   |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Nouvelle-Zélande          |
|      |      |      | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 |      |      | Ouzbékistan               |
|      |      |      |      |      | 1998 | 2000 | 2002 |      |      |      |      | Pakistan                  |
| 1988 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Panama                    |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Paraguay                  |
|      | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 |      |      |      |      | Pays-Bas                  |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 |      | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Pérou                     |
|      | 1990 |      | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 |      |      | Philippines               |
|      |      |      |      |      |      | 2000 | 2002 |      |      | 2008 | 2010 | Pologne                   |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Portugal                  |
| 1988 | 1990 |      | 1994 |      |      |      |      |      |      |      |      | Rép. arabe syrienne       |
|      | 1990 |      | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Rép. tchèque              |

**INDEX DES RAPPORTS NATIONAUX DANS LES LIVRES ROUGES (suite)**

|                           | 1965 | 1967 | 1969 | 1970 | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Rép. slovaque             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| République centrafricaine |      |      |      | 1970 | 1973 |      | 1977 | 1979 |      |      | 1986 |
| République dominicaine    |      |      |      |      |      |      |      |      | 1982 |      |      |
| Roumanie                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Royaume-Uni               |      |      |      |      |      | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Rwanda                    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1986 |
| Sénégal                   |      |      |      |      |      |      |      |      | 1982 |      |      |
| Slovénie                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Somalie                   |      |      |      |      |      |      | 1977 | 1979 |      |      |      |
| Soudan                    |      |      |      |      |      |      | 1977 |      |      |      |      |
| Sri Lanka                 |      |      |      |      |      |      | 1977 |      | 1982 | 1983 | 1986 |
| Suède                     | 1965 | 1967 | 1969 | 1970 | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Suisse                    |      |      |      |      |      | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Surinam                   |      |      |      |      |      |      |      |      | 1982 | 1983 |      |
| Tadjikistan               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Tanzanie                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Thaïlande                 |      |      |      |      |      |      | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Togo                      |      |      |      |      |      |      |      | 1979 |      |      |      |
| Turkménistan              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Turquie                   |      |      |      |      | 1973 | 1976 | 1977 | 1979 | 1982 | 1983 | 1986 |
| Ukraine                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| URSS                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Uruguay                   |      |      |      |      |      |      | 1977 |      | 1982 | 1983 | 1986 |
| Venezuela                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1986 |
| Vietnam                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Yougoslavie               |      |      |      |      | 1973 | 1976 | 1977 |      | 1982 |      |      |
| Zaire                     |      | 1967 |      |      | 1973 |      | 1977 |      |      |      |      |
| Zambia                    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1986 |
| Zimbabwe                  |      |      |      |      |      |      |      |      | 1982 |      |      |

## INDEX DES RAPPORTS NATIONAUX DANS LES LIVRES ROUGES *(suite)*

| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 |                           |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------|
|      |      |      | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Rép. slovaque             |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | République centrafricaine |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | République dominicaine    |
|      |      | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 |      |      |      |      | Roumanie                  |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Royaume-Uni               |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Rwanda                    |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Sénégal                   |
|      |      |      | 1994 | 1996 | 1998 |      | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Slovénie                  |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Somalie                   |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Soudan                    |
| 1988 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Sri Lanka                 |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Suède                     |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 |      | Suisse                    |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Surinam                   |
|      |      |      |      |      |      |      | 2002 |      |      |      |      | Tadjikistan               |
|      | 1990 |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 2010 | Tanzanie                  |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 |      | 2006 |      |      | Thaïlande                 |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Togo                      |
|      |      |      |      |      |      |      |      | 2004 |      |      |      | Turkménistan              |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Turquie                   |
|      |      |      | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | Ukraine                   |
|      |      | 1992 |      |      |      |      |      |      |      |      |      | URSS                      |
| 1988 | 1990 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Uruguay                   |
| 1988 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Venezuela                 |
|      |      | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2004 | 2006 | 2008 |      | Vietnam                   |
|      | 1990 | 1992 |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Yougoslavie               |
| 1988 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Zaire                     |
| 1988 | 1990 | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 |      |      |      |      |      |      | Zambia                    |
| 1988 |      | 1992 | 1994 | 1996 | 1998 |      |      |      |      |      |      | Zimbabwe                  |



Annexe 7

**TAUX DE CHANGE\***  
(unité monétaire nationale par dollar des États-Unis – USD)

| <b>Pays</b><br>(abréviation monétaire) | <b>Juin 2006</b> | <b>Juin 2007</b> | <b>Juin 2008</b> | <b>Janvier 2009</b> |
|--|------------------|------------------|------------------|---------------------|
| Algérie (DZD)                          | 70.32            | 69.28            | 63.26            | 69.32               |
| Afrique du Sud (ZAR)                   | 6.54             | 7.08             | 7.65             | 9.43                |
| Allemagne (EURO)                       | 0.778            | 0.744            | 0.643            | 0.699               |
| Argentine (ARS)                        | 3.08             | 3.08             | 3.12             | 3.43                |
| Arménie (AMD)                          | 440              | 348              | 308.83           | 307.5               |
| Australie (AUD)                        | 1.31             | 1.21             | 1.042            | 1.437               |
| Autriche (EURO)                        | 0.778            | 0.744            | 0.643            | 0.699               |
| Belgique (EURO)                        | 0.778            | 0.744            | 0.643            | 0.699               |
| Botswana (BWP)                         | 5.53             | 6.05             | 6.32             | 7.52                |
| Brésil (BRL)                           | 2.19             | 1.93             | 1.648            | 2.37                |
| Bulgarie (BGN)                         | 1.51             | 1.46             | 1.258            | 1.367               |
| Canada (CAD)                           | 1.1              | 1.07             | 0.983            | 1.219               |
| Chili (CLP)                            | 524              | 520              | 470              | 622                 |
| Chine (CNY)                            | 8                | 7.64             | 6.95             | 7.82                |
| Colombie (COP)                         | 2 438            | 1 990            | 1 772            | 2 213               |
| Corée, République de (KRW)             | 933              | 920              | 1039             | 1339                |
| Cuba (CUP)                             | 1                | 1                | 1                | 1                   |
| Danemark (DKK)                         | 5.82             | 5.54             |                  | 5.211               |
| Égypte (EGP)                           | 5.76             | 5.68             | 5.34             | 5.51                |
| Espagne (EURO)                         | 0.778            | 0.744            | 0.643            | 0.699               |
| États-Unis (USD)                       | 1.000            | 1.000            | 1.000            | 1.000               |
| Fédération de Russie (RUB)             | 27               | 25.84            | 23.56            | 27.52               |
| Finlande (EURO)                        | 0.778            | 0.744            | 0.643            | 0.699               |
| France (EURO)                          | 0.778            | 0.744            | 0.643            | 0.699               |
| Gabon (XAF) [Franc CFA BEAC]           | 510.335          | 488.032          | 421.78           | 458.514             |
| Grèce (EURO)                           | 0.778            | 0.744            | 0.643            | 0.699               |
| Hongrie (HUF)                          | 204              | 186              | 155              | 186                 |
| Inde (INR)                             | 45.19            | 40.5             | 42.82            | 47                  |
| Indonésie (IDR)                        | 9 200            | 8 680            | 9 310            | 11 066              |
| Iran, République islamique d' (IRR)    | 9 155            | 9 280            | 9 155            | 9 780               |
| Italie (EURO)                          | 0.778            | 0.744            | 0.643            | 0.699               |

| <b>Pays</b><br>(abréviation monétaire) | <b>Juin 2006</b> | <b>Juin 2007</b> | <b>Juin 2008</b> | <b>Janvier 2009</b> |
|--|------------------|------------------|------------------|---------------------|
| Japon (JPY)                            | 112              | 121              | 105              | 90.3                |
| Jordanie (JOD)                         | 0.708            |                  | 0.708            | 0.708               |
| Kazakhstan (KZT)                       | 122              | 120.2            | 120.3            | 120.1               |
| Kyrgyzstan (KGS)                       | 40.47            | 37.94            |                  | 39.15               |
| Lituanie (LTL)                         | 2.686            | 2.569            | 2.218            | 2.415               |
| Malaisie (MYR)                         | 3.62             | 3.36             | 3.2              | 3.46                |
| Malawi (MWK)                           | 140.18           | 140.2            |                  | 140.6               |
| Maroc (MAD)                            | 8.67             | 8.24             | 7.265            | 8.03                |
| Mauritanie (MRO)                       | 276              | 262              | 238.18           | 260.85              |
| Mexique (MXN)                          | 11.29            | 10.78            | 10.3             | 13.36               |
| Mongolie (MNT)                         | 1 175            | 1 162            | 1 163            | 1 270               |
| Namibie (NAD)                          | 6.54             | 7.08             | 7.65             | 9.43                |
| Niger (XOF) [Franc CFA BCEAO]          | 510.335          | 488.032          | 421.78           | 458.514             |
| Norvège (NOK)                          | 6.11             | 6.05             | 5.06             | 6.949               |
| Ouzbékistan (UZS)                      | 1 221.39         | 1 259            | 1 307            | 1 388               |
| Pays-Bas (EURO)                        | 0.778            | 0.744            | 0.643            | 0.699               |
| Pérou (PEN)                            | 3.27             | 3.16             | 2.8              | 3.11                |
| Philippines (PHP)                      | 52.92            | 46.16            | 43.69            | 47.51               |
| Pologne (PLN)                          | 3.01             | 2.76             | 2.14             | 2.85                |
| Portugal (EURO)                        | 0.778            | 0.744            | 0.643            | 0.699               |
| République arabe syrienne (SYP)        | 52.2             | 50.4             | 45.6             | 46.3                |
| République slovaque (SKK/Euro)         | 29.44            | 25.04            | 19.65            | 0.699               |
| République tchèque (CZK)               | 22               | 21.08            | 16.1             | 18.55               |
| Roumanie (RON)                         | 2.75             | 2.44             | 2.31             | 2.81                |
| Royaume-Uni (GBP)                      | 0.533            | 0.506            | 0.505            | 0.684               |
| Serbie et Monténégro (RSD)             | 68.65            | 60.44            | 51.1             | 62                  |
| Slovénie (SIT/Euro)                    | 186              | 0.744            | 0.643            | 0.699               |
| Suède (SEK)                            | 7.21             | 6.92             | 6                | 7.69                |
| Suisse (CHF)                           | 1.21             | 1.22             | 1.045            | 1.046               |
| Tadjikistan (TJS)                      | 3.25             |                  |                  | 3.42                |
| Thaïlande (THB)                        | 38.12            | 34.48            | 32.26            | 34.92               |
| Turquie (TRY)                          | 1.53             | 1.32             | 1.24             | 1.51                |
| Ukraine (UAH)                          | 5.01             | 5.0              | 4.69             | 8.0                 |
| Uruguay (UYU)                          | 23.9             | 23.78            |                  | 24.33               |
| Viêt Nam (VND)                         | 15 935           | 16 063           | 16 190           | 16 929              |
| Zambie (ZMK)                           | 3460             | 4000             | 3 432            | 4 750               |
| Zimbabwe (ZWD, ZWR 9 Oct. 08)          | 3 370            | 3 650            | 680 000 000      | 150 000             |

\* Source : Département des finances du Programme des Nations Unies pour le développement, New York.

**GROUPEMENTS DE PAYS ET DE ZONES GÉOGRAPHIQUES  
AYANT DES ACTIVITÉS LIÉES À L'URANIUM**

On trouvera ci-après la liste des pays et des zones géographiques figurant dans chaque groupement. Les pays dont le nom est suivi de « \* » sont des pays membres de l'OCDE.

**1. Amérique du Nord**

|         |                        |          |
|---------|------------------------|----------|
| Canada* | États-Unis d'Amérique* | Mexique* |
|---------|------------------------|----------|

**2. Amérique centrale et du Sud**

|           |             |            |
|-----------|-------------|------------|
| Argentine | Bolivie     | Brésil     |
| Chili*    | Colombie    | Costa Rica |
| Cuba      | El Salvador | Équateur   |
| Guatemala | Jamaïque    | Paraguay   |
| Pérou     | Uruguay     | Venezuela  |

**3. Europe occidentale**

|              |           |           |
|--------------|-----------|-----------|
| Allemagne*   | Autriche* | Belgique* |
| Danemark*    | Espagne*  | Finlande* |
| France*      | Irlande*  | Italie*   |
| Norvège*     | Pays-Bas* | Portugal* |
| Royaume-Uni* | Suède*    | Suisse*   |

**4. Europe centrale, orientale et du Sud-Est**

|                     |          |                       |
|---------------------|----------|-----------------------|
| Arménie             | Bulgarie | Croatie               |
| Estonie             | Grèce*   | Hongrie*              |
| Lituanie            | Pologne* | République slovaque*  |
| République tchèque* | Roumanie | Russie, Fédération de |
| Slovénie            | Turquie* | Ukraine               |

**5. Afrique**

|                             |                           |          |
|-----------------------------|---------------------------|----------|
| Afrique du Sud              | Algérie                   | Botswana |
| Congo, Rép. Démocratique du | Égypte                    | Gabon    |
| Ghana                       | Lesotho                   | Libye    |
| Madagascar                  | Malawi                    | Mali     |
| Maroc                       | Namibie                   | Niger    |
| Nigeria                     | République centrafricaine | Somalie  |
| Zambie                      | Zimbabwe                  |          |

## 6. Moyen-Orient, Asie centrale et méridionale

|              |             |                               |
|--------------|-------------|-------------------------------|
| Bangladesh   | Inde        | Iran, République islamique d' |
| Israël       | Jordanie    | Kazakhstan                    |
| Kirghizistan | Ouzbékistan | Pakistan                      |
| Sri Lanka    | Syrie       | Tadjikistan                   |
| Turkménistan |             |                               |

## 7. Asie du Sud-Est

|           |          |             |
|-----------|----------|-------------|
| Indonésie | Malaisie | Philippines |
| Thaïlande | Viêt Nam |             |

## 8. Pacifique

|            |                   |
|------------|-------------------|
| Australie* | Nouvelle-Zélande* |
|------------|-------------------|

## 9. Asie de l'Est<sup>1</sup>

|        |                       |                             |
|--------|-----------------------|-----------------------------|
| Chine  | Corée, République de* | Corée, République populaire |
| Japon* | Mongolie              |                             |

On trouvera dans la liste ci-après les pays associés à d'autres groupements de nations utilisés dans le présent rapport.

## Communauté des États indépendants (CEI) ou Nouveaux États indépendants (NEI)

|             |              |                       |
|-------------|--------------|-----------------------|
| Arménie     | Azerbaïdjan  | Belarus               |
| Géorgie     | Kazakhstan   | Kirghizistan          |
| Moldavie    | Ouzbékistan  | Russie, Fédération de |
| Tadjikistan | Turkménistan | Ukraine               |

## Union européenne

|           |                     |                    |          |             |
|-----------|---------------------|--------------------|----------|-------------|
| Allemagne | Autriche            | Belgique           | Bulgarie | Chypre      |
| Danemark  | Espagne             | Estonie            | Finlande | France      |
| Grèce     | Hongrie             | Irlande            | Italie   | Lettonie    |
| Lituanie  | Luxembourg          | Malte              | Pays-Bas | Pologne     |
| Portugal  | République slovaque | République tchèque | Roumanie | Royaume-Uni |
| Slovénie  | Suède               |                    |          |             |

---

1. Comprend le Taipei chinois.

ÉDITIONS OCDE, 2 rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16  
ISBN 978-92-64-08889-4

# Uranium 2009 : Ressources, production et demande

Avec la construction de centrales nucléaires dans plusieurs pays et des projets de construction additionnels pour répondre à la demande croissante d'électricité, les ressources en uranium, sa production et la demande y afférentes suscitent toujours un intérêt notable. Au vu de l'augmentation projetée de la demande d'uranium et de la diminution des stocks, l'industrie de l'uranium, premier maillon critique dans la chaîne d'approvisionnement en combustible pour les réacteurs nucléaires, accroît sa production, et des projets de capacités supplémentaires sont prévus dans un futur proche. Cependant, des conditions de marché fortes seront nécessaires pour déclencher les investissements requis pour satisfaire la demande projetée.

Le « Livre rouge », préparé conjointement par l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire et l'Agence internationale de l'énergie atomique, est un ouvrage de référence de notoriété mondiale. Il se fonde sur des données officielles communiquées par 40 pays, dont les principaux producteurs et consommateurs d'uranium. Cette 23<sup>e</sup> édition présente les résultats d'un examen approfondi de l'offre et de la demande mondiale d'uranium au 1<sup>er</sup> janvier 2009, ainsi que des données sur l'exploration mondiale de l'uranium, les ressources, la production et les besoins des réacteurs. Elle est enrichie de nombreuses informations nouvelles en provenance de tous les grands centres de production au niveau mondial, ainsi que des pays développant de tels centres pour la première fois. Des projections de la capacité de production nucléaire et des besoins en uranium des centrales jusqu'en 2035 sont également présentées ainsi qu'une analyse des questions relatives à l'offre et à la demande d'uranium à long terme.



**IAEA**  
International Atomic Energy Agency



**AEN**  
Agence pour l'énergie nucléaire