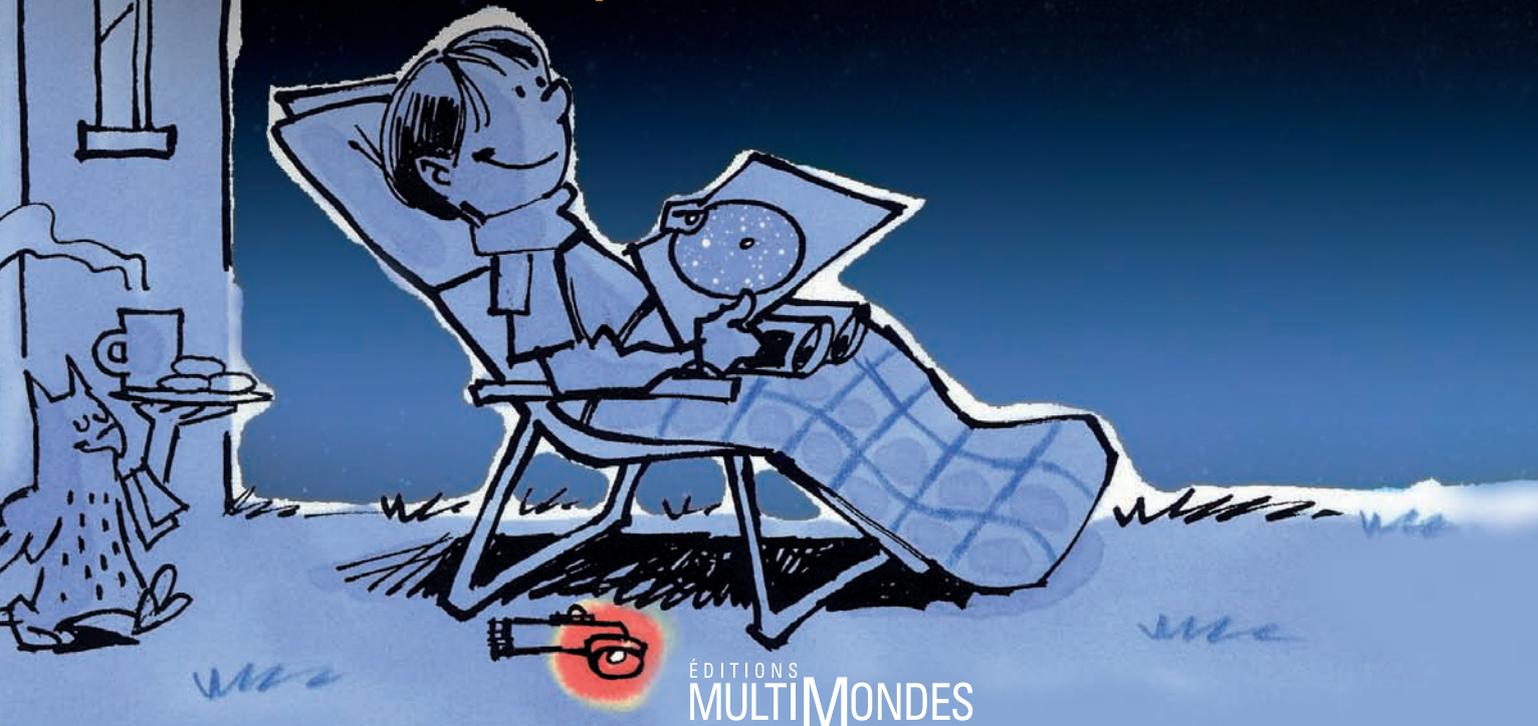


Jean-Pierre Urbain
Illustrations de Jacques Goldstyn

Comment?

L'astronomie facile et amusante
pour les 8-12 ans



Comment ?

L'astronomie facile et amusante

pour les 8-12 ans

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

Urbain, Jean-Pierre, 1946-

Comment? L'astronomie facile et amusante

Pour les jeunes de 8 à 12 ans.

ISBN-13: 978-2-89544-090-1

ISBN-10: 2-89544-090-5

1. Astronomie – Ouvrages pour la jeunesse. 2. Astronomie – Expériences – Ouvrages pour la jeunesse. I. Goldstyn, Jacques. II. Titre.

QB46.U72 2006

j520

C2006-941303-7

Jean-Pierre Urbain
Illustrations de Jacques Goldstyn

Comment ?

L'astronomie facile et amusante
pour les 8-12 ans

ÉDITIONS
MULTIMONDES

© Éditions MultiMondes, 2006
ISBN 2-89544-090-5
Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2006
Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Canada, 2006

ÉDITIONS MULTIMONDES

930, rue Pouliot
Québec (Québec) G1V 3N9
CANADA

Téléphone: 418 651-3885
Téléphone sans frais depuis l'Amérique du Nord: 1 800 840-3029
Télécopie: 418 651-6822
Télécopie sans frais depuis l'Amérique du Nord: 1 888 303-5931
multimondes@multim.com
<http://www.multim.com>

DISTRIBUTION EN LIBRAIRIE AU CANADA

PROLOGUE INC.
1650, boul. Lionel-Bertrand
Boisbriand (Québec) J7H 1N7
CANADA

Téléphone: 450 434-0306
Tél. sans frais: 1 800 363-2864
Télécopie: 450 434-2627
Télééc. sans frais: 1 800 361-8088
prologue@prologue.ca
<http://www.prologue.ca>

DISTRIBUTION EN FRANCE

LIBRAIRIE DU QUÉBEC
30, rue Gay-Lussac
75005 Paris
FRANCE

Téléphone: 01 43 54 49 02
Télécopie: 01 43 54 39 15
direction@librairieduquebec.fr
<http://www.librairieduquebec.fr>

DISTRIBUTION EN BELGIQUE

LIBRAIRIE FRANÇAISE
ET QUÉBÉCOISE
Avenue de Tervuren 139
B-1150 Bruxelles
BELGIQUE

Téléphone: +32 2 732.35.32
Télécopie: +32 2 732.42.74
info@vanderdiff.com
<http://www.vanderdiff.com/>

DISTRIBUTION EN SUISSE

SERVIDIS SA
chemin des chalets 7
CH-1279 Chavanne-de-Bogis
SUISSE

Téléphone: (021) 803 26 26
Télécopie: (021) 803 26 29
pgavillet@servidis.ch
<http://www.servidis.ch>

Les Éditions MultiMondes reconnaissent l'aide financière du gouvernement du Canada par l'entremise du Programme d'aide au développement de l'industrie de l'édition (PADIÉ) pour leurs activités d'édition. Elles remercient la Société de développement des entreprises culturelles du Québec (SODEC) pour son aide à l'édition et à la promotion.

Gouvernement du Québec – Programme de crédit d'impôt pour l'édition de livres – gestion SODEC.

Nous remercions le Conseil des Arts du Canada de l'aide accordée à notre programme de publication.

IMPRIMÉ AU CANADA/PRINTED IN CANADA

Table des matières



<i>Comment</i> aménager ton propre observatoire avec rien ou presque	9
<i>Comment</i> suivre le mouvement de la Lune avec une pomme	15
<i>Comment</i> représenter le système solaire avec des fruits.....	19
<i>Comment</i> mesurer l'expansion de l'Univers avec des raisins secs	25
<i>Comment</i> observer le Soleil à travers des rideaux fermés.....	29
<i>Comment</i> reproduire la voûte céleste avec du maïs soufflé.....	33
<i>Comment</i> expliquer les saisons avec du carton	37
<i>Comment</i> comprendre le phénomène des trous noirs avec une baignoire	41
<i>Comment</i> mesurer le temps avec de l'eau.....	45
<i>Comment</i> faire des cratères avec de la boue et des cailloux.....	47
<i>Comment</i> compter les galaxies à partir d'un carré de pelouse	51
<i>Comment</i> utiliser les cartes du ciel.....	54



Comment...

aménager ton propre observatoire avec rien ou presque

Le ciel est une vaste scène de théâtre où jouent de nombreux acteurs. Ils y interprètent en permanence un spectacle fascinant. Certains acteurs sont très connus. Le Soleil lance ses rayons chaleureux, la Lune joue à cache-cache et les planètes forment une étourdissante ribambelle. Un grand nombre d'acteurs de moindre importance s'animent au firmament. Sont du nombre de surprenantes et imprévisibles étoiles filantes et ces astres chevelus que l'on appelle « comètes ». Tu rêves d'être le témoin de ces séances publiques ? Tu aimerais assister à ces grandes représentations ?

Tu auras besoin de...

À l'extérieur :

- ✓ trouver un endroit éloigné de tout éclairage parasite
- ✓ une chaise longue et une couverture
- ✓ un petit casse-croûte et une boisson
- ✓ ton livre *Comment ?*

À l'intérieur :

- ✓ une pièce sombre avec une fenêtre orientée au sud

← Le Québec possède un grand observatoire. Il est situé au mont Mégantic. Sa fenêtre (fente) est grande ouverte pour permettre au télescope de recevoir la lumière des étoiles. Cette photo a été prise avec un temps de pose de plusieurs minutes. La pellicule a alors enregistré la rotation de la Terre qu'on constate par les traînées de lumière laissées par les étoiles dans le ciel.

Observatoire du mont Mégantic

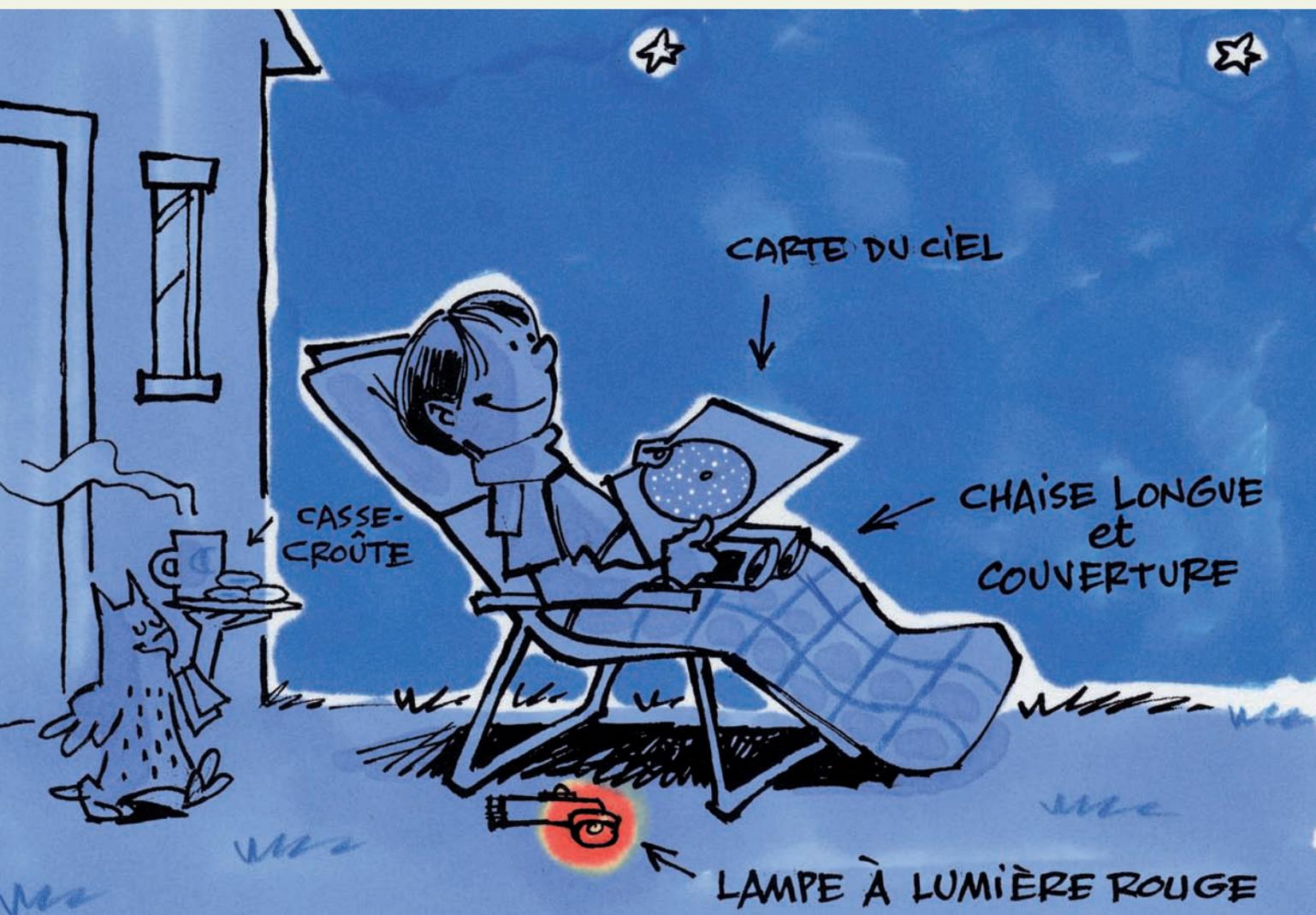
► Rien de plus facile!

Aménage ton propre observatoire, un endroit particulier qui te permettra d'être aux premières loges. Le spectacle est gratuit et permanent; il ne requiert que ta présence. Pour bien en profiter, tu devras choisir avec soin l'emplacement de ton installation. Une infinité de possibilités s'offrent à toi. Ce peut être à l'extérieur comme à l'intérieur. À l'extérieur, tu choisiras un endroit éloigné de tout éclairage parasite. Les gens ont parfois peur la nuit et, pour éloigner les dangers, ils installent des ampoules électriques partout et les laissent allumées toute la nuit. Ce n'est pas très efficace

et cela gâche la vue des amoureux du ciel étoilé. Toutes ces lumières se reflètent sur les particules en suspension dans l'air et forment un écran qui dissimule à tes yeux les beautés du ciel nocturne. Parfois, les éclairages abusifs s'infiltrent même dans ta maison, fournissant un éclairage que ni toi ni tes parents n'avez réclamé. Dans d'autres occasions, ils sont si éblouissants qu'ils rendent même difficiles les déplacements sécuritaires des personnes.

► À l'extérieur...

Si tu choisis de t'installer à l'extérieur, tu veilleras à prendre grand soin de ton confort. Prévois une chaise longue. Munis-toi d'une couverture,



apporte un petit casse-croûte et, si tu en as envie, une boisson. La couverture te gardera au chaud lors des longues périodes d'immobilité. Souviens-toi que, même l'été, la nuit est fraîche. Une carte du ciel peut être utile pour identifier les étoiles et les dessins que celles-ci tracent dans le ciel. Utilise les cartes à la fin de ce livre. Elles te permettront d'entreprendre sereinement tes explorations célestes.

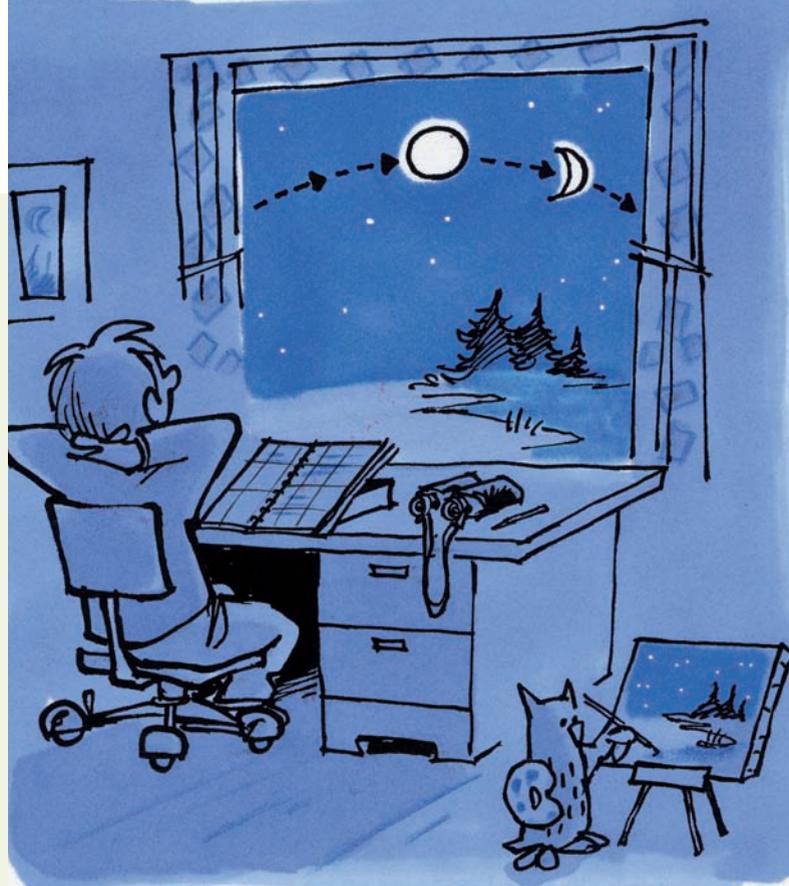
► ...ou à l'intérieur!

Tu désires t'installer à l'intérieur? Parfait! Arrête ton choix sur une pièce de ta maison, idéalement une pièce sombre, te permettant de contempler le ciel à ton aise. Prends soin de préserver la quiétude des autres résidents et discute avec eux de ton choix. Peut-être sauront-ils te donner de précieux conseils. Ta chambre serait l'endroit idéal. Si une fenêtre est orientée au sud, c'est déjà un très bon point. Cette direction est intéressante pour plusieurs raisons. D'abord, toutes les planètes, le Soleil et la Lune semblent glisser sur une ligne imaginaire qui traverse le ciel d'est en ouest et qui culmine au sud.

Culmine, ça signifie qui atteint le point le plus élevé, au-dessus de l'horizon. Si tu regardes

Comment trouver le sud?

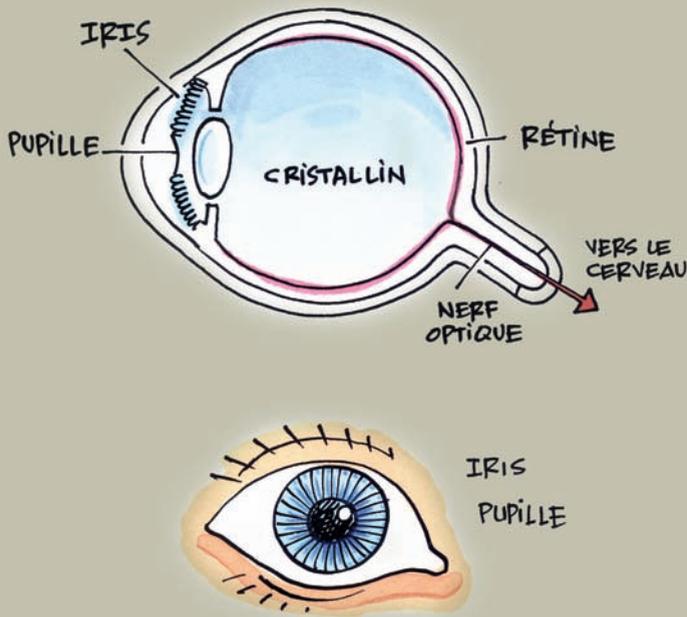
Rien de plus simple. Par une belle journée ensoleillée, lorsqu'il est midi, tout objet laisse une ombre derrière lui. Si tu prolonges cette ombre dans la direction du Soleil, celle-ci t'indiquera la direction du sud.



vers le sud, tu verras tôt ou tard défilé devant toi les plus célèbres acteurs du système solaire. Plusieurs constellations saisonnières défilent, elles aussi, sous ton regard. Tu pourras ainsi observer le centre empoussiéré de notre Galaxie en été, contempler la majesté du chasseur Orion en hiver, voir ramper la constellation du Scorpion sur l'horizon au printemps et voler majestueusement le grand cheval ailé, Pégase, en automne. Mille et une autres choses fort captivantes te seront également accessibles.

De toute évidence, la qualité de tes séances d'observation dépendra des efforts consacrés à obtenir la meilleure installation possible. Place ton bureau devant la fenêtre de ta chambre, de manière à pouvoir prendre des notes sans difficulté. Dans d'autres circonstances, une tablette rigide te permettra de faire de même.

Tes yeux... en un coup d'œil!



Ton œil demeure le plus précis et le plus précieux des instruments pour observer le ciel.

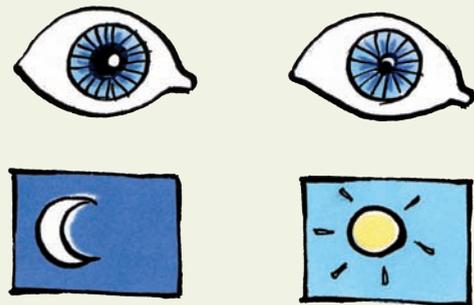
► Un précieux instrument...

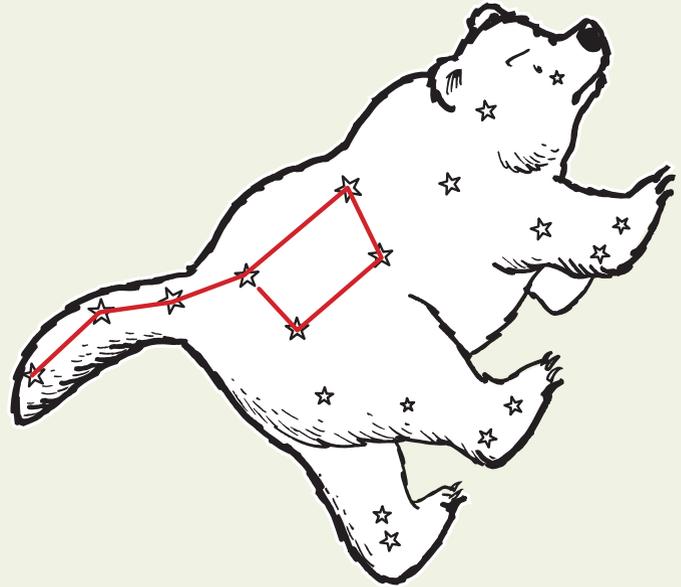
Ton œil demeure le plus précis et le plus précieux des instruments pour observer le ciel. En regardant le bout de ton doigt, tu en obtiens une image nette et détaillée. Tu vois clairement les petits sillons qui constituent tes empreintes digitales. En levant la tête et en regardant un arbre tout près, tu en aperçois instantanément le feuillage à 100 mètres. Sans réglages perceptibles, il t'offrira de la même façon, presque au même moment, une image bien définie de la Lune, pourtant située à près de 4 millions de mètres de toi. Et, dans un même mouvement, une étoile lointaine de plusieurs milliards de milliards de mètres te paraîtra avoir la netteté d'un trou d'épingle dans la noirceur de velours du ciel. En un rien de temps, en portant maintenant ton attention à ton cahier,

encore une fois tu obtiens une image nette des notes que tu y as prises. Ainsi, tu auras fait accomplir un vertigineux voyage à ton regard. Aucun appareil de construction humaine n'est capable d'une semblable prouesse, aussi rapidement, aussi précisément.

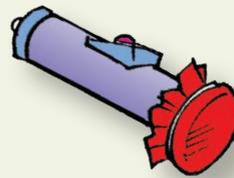
► ...qui s'adapte aux changements

Une autre caractéristique de ton œil est sa capacité à s'ajuster aux changements subits d'éclats. Installe-toi dans la salle de bains, face au miroir. N'allume pas la lumière. Dans la pénombre, approche-toi et observe l'ouverture de ton œil. Ce petit cercle noir qui laisse passer la lumière se nomme « iris ». Ton iris, dans l'obscurité, est totalement ouvert pour recueillir le maximum de petits grains de lumière. Puis, actionne le commutateur. Dans la salle de bains complètement éclairée, ton iris a dû se refermer pour s'ajuster au changement d'éclairage. Tu n'as même pas eu le temps de t'en rendre compte. Ton œil s'est aussitôt « rétréci ». L'iris se ferme donc en un clin d'œil (c'est le cas de le dire!) et met plusieurs longues minutes à se déployer de nouveau lorsque la pénombre ou la noirceur reviennent. C'est exactement le même phénomène, qui t'est certainement familier si tu es déjà entré dans





Certains groupes d'étoiles dessinent des figures. On les appelle « constellations ». Ici, une représentation de la Grande Ourse, qui compte sept étoiles brillantes.



une salle de cinéma après le début du film, lorsque les lumières de la salle sont éteintes. En entrant, tu ne vois que l'écran, puis petit à petit tu distingues des spectateurs et des éléments de l'architecture de la salle.

Cette propriété de ta vision t'interdit d'avoir recours à une lampe de poche « ordinaire » lorsque tu observes le ciel et que tu lis une carte du ciel, ou que tu désires prendre des notes. Dans ton observatoire personnel, tu utiliseras une lampe de poche « spéciale » ; tu auras pris la précaution de teinter l'ampoule en

rouge ou de fixer un plastique de cette couleur à la sortie du faisceau lumineux. L'utilisation de la lumière rouge empêchera ton œil de se contracter, car l'œil n'est pas sensible à la lumière rouge. Autrefois, les chambres noires des photographes étaient éclairées avec des ampoules rouges, permettant ainsi de procéder efficacement aux diverses manipulations.

Te voilà fin prêt. Confortablement installé dans ton observatoire, ouvre les yeux, le voyage commence. ■



Comment...

suivre le mouvement de la Lune avec une pomme

Comme elle est fascinante, cette Lune ! Un soir, elle est là, le lendemain, on l'aperçoit ailleurs, puis elle disparaît complètement. Elle se métamorphose sans cesse. Qu'est-ce qui la rend si changeante ? Comme le Soleil, on la voit apparaître et disparaître derrière l'horizon. Parfois, elle précède l'astre du jour, parfois elle file derrière lui. Et lorsqu'elle est toute ronde, bouffie et rougeoyante, elle surgit tout juste au moment où le Soleil se glisse dans la nuit, complètement à son opposé. Une grosse Lune éclatante parcourt alors le firmament et va s'assoupir à l'ouest, tout juste avant qu'émerge de nouveau le Soleil.

Tu auras besoin de...

- ✓ lampe sur pied ou lampe de poche
- ✓ balle de tennis ou pomme

← *Région du cratère Tycho. Ce cratère jeune situé dans l'hémisphère sud de la Lune présente de nombreuses rayures de 5 à 15 km de largeur et qui s'étendent sur des centaines de km. Ces rayures ont été produites par les débris éjectés par l'impact.*

Photo prise à l'aide du réducteur focal Panoramix.

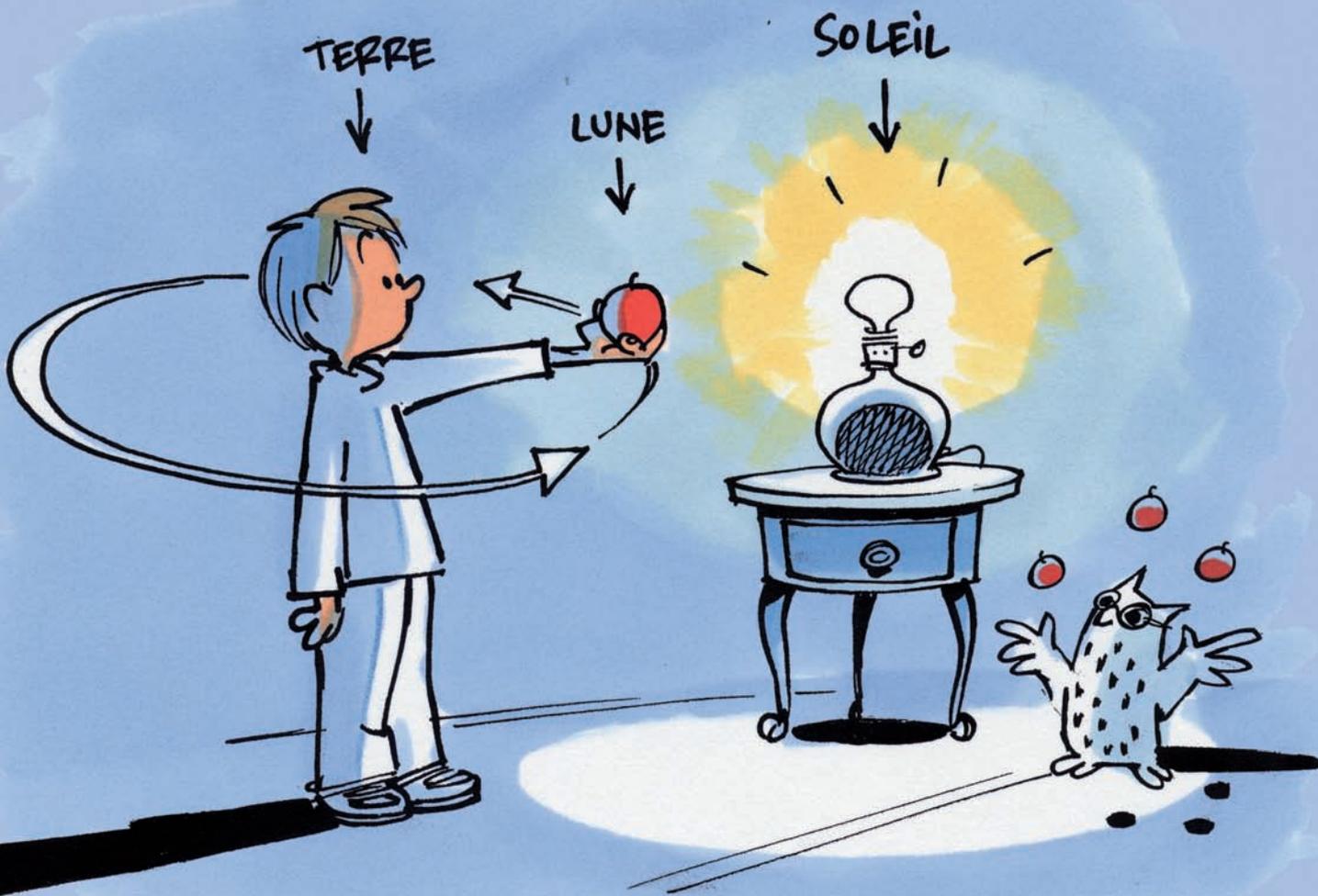
Observatoire du mont Mégantic



► La Lune, cette intrigante

Une seule explication: la Lune tourne autour de la Terre. Les anciens avaient compris cette réalité. Pour bien saisir toute la dynamique du trio céleste, tu vas faire une expérimentation. Il s'agit bien d'un trio. La Lune, le Soleil et la Terre. Toi, dans cette expérience, tu seras la Terre. Dans une pièce obscure, ce peut être ta chambre, tu procédera de la façon suivante. Si tu possèdes une lampe de chevet sur pied, ce sera parfait, sinon tu peux utiliser une lampe de poche. Libère la lampe sur pied de son abat-jour et place-la sur un meuble bien en vue. Une fois allumée, elle représentera le Soleil. Tenue à bout de bras, une balle de tennis symbolisera la Lune. Tu es la Terre, le lieu de l'observation. Tu

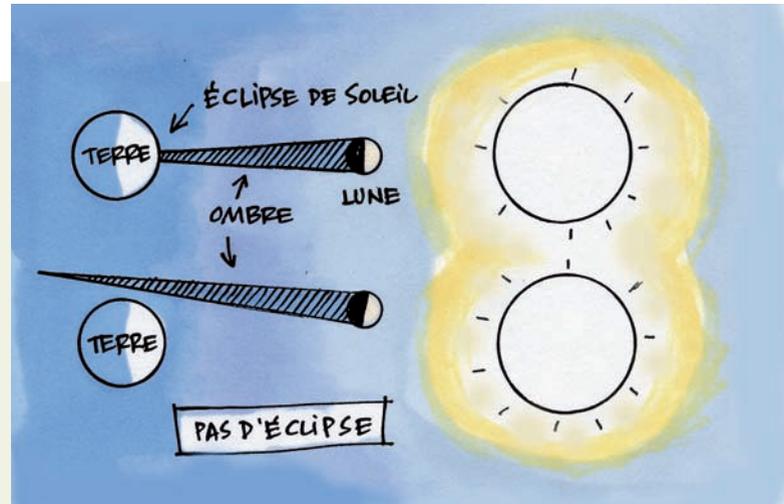
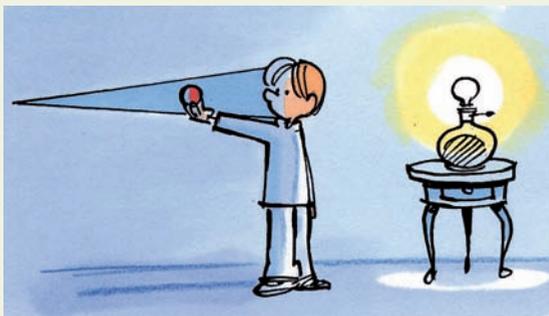
fais tourner lentement, autour de toi, la balle de tennis dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Si tu n'as pas de balle de tennis, tu peux utiliser autre chose. Une pomme par exemple et même au besoin ton poing. Tes yeux sont fixés sur la balle. Attention ! Garde toujours ton bras bien tendu. Tu constates au fil du mouvement que l'apparence de ta balle change de forme. Sa partie éclairée est toujours orientée vers le Soleil/lampe. À toi, la Lune/balle de tennis offre toute une gamme de transformations allant du mince croissant au demi-cercle, puis au cercle complet (la Pleine Lune) pour ensuite s'évanouir de nouveau sous la forme d'un mince croissant. Lorsque ta balle, toujours tendue à bout de bras, est dirigée directement vers le Soleil, celui-ci disparaît; c'est ce que l'on appelle « la Nouvelle



Lune». Tu assistes alors à une éclipse de Soleil. Puis, tu fais doucement pivoter ta Lune et de nouveau elle apparaît sous l'aspect d'un mince croissant. Plus tu auras obtenu l'obscurité la plus complète, plus cette expérience sera réussie.

► Elle s'éclipse, réapparaît...

Il y a un autre point que tu n'auras pas manqué de remarquer : lorsque le Soleil, toi (la Terre) et la Lune êtes parfaitement alignés, la Lune disparaît, recouverte par l'ombre de ta tête. C'est une éclipse de Lune. On a donc une éclipse de Soleil lorsque la balle se trouve entre toi et le Soleil, et une éclipse de Lune lorsque tu te trouves entre le Soleil et la Lune. Mais alors, pourquoi n'y a-t-il pas toujours d'éclipse de Soleil à la Nouvelle Lune et d'éclipse de Lune à la Pleine Lune ? Puisque dans une année il y a facilement 12 Pleines Lunes et 12 Nouvelles Lunes, on devrait observer autant d'éclipses de chaque sorte. En principe, ce raisonnement est impeccable et c'est ce que l'on



devrait effectivement observer si... si l'orbite, ce grand cercle imaginaire que décrit la Lune autour de la Terre, n'était pas légèrement inclinée par rapport au plan de révolution de la Terre autour du Soleil. Oui, on appelle « révolution » le mouvement de rotation qu'accomplit un objet en orbite autour d'un autre. C'est comme cela, on ne choisit pas toujours ses mots et ses expressions. Donc, cette légère inclinaison fait que tantôt l'ombre de la Lune passe au-dessus ou au-dessous du disque terrestre et que tantôt le disque lunaire passe au-dessus ou au-dessous de l'ombre de la Terre. Théoriquement, il ne peut survenir plus de six éclipses de Soleil dans une année et encore faut-il que nous nous trouvions sous le mince corridor d'ombre de notre satellite naturel. Les éclipses de Lune ont, elles aussi, cette fréquence mais, contrairement aux éclipses de Soleil, elles peuvent être observées par tout un hémisphère de la Terre. **Qu'est-ce qu'un hémisphère ? La Terre est une sphère ; un hémisphère, c'est une moitié de Terre. C'est soit la partie éclairée par le Soleil, soit la partie plongée dans la nuit.** Lorsque l'on parle d'une éclipse de Lune, on considère la partie où il fait nuit.

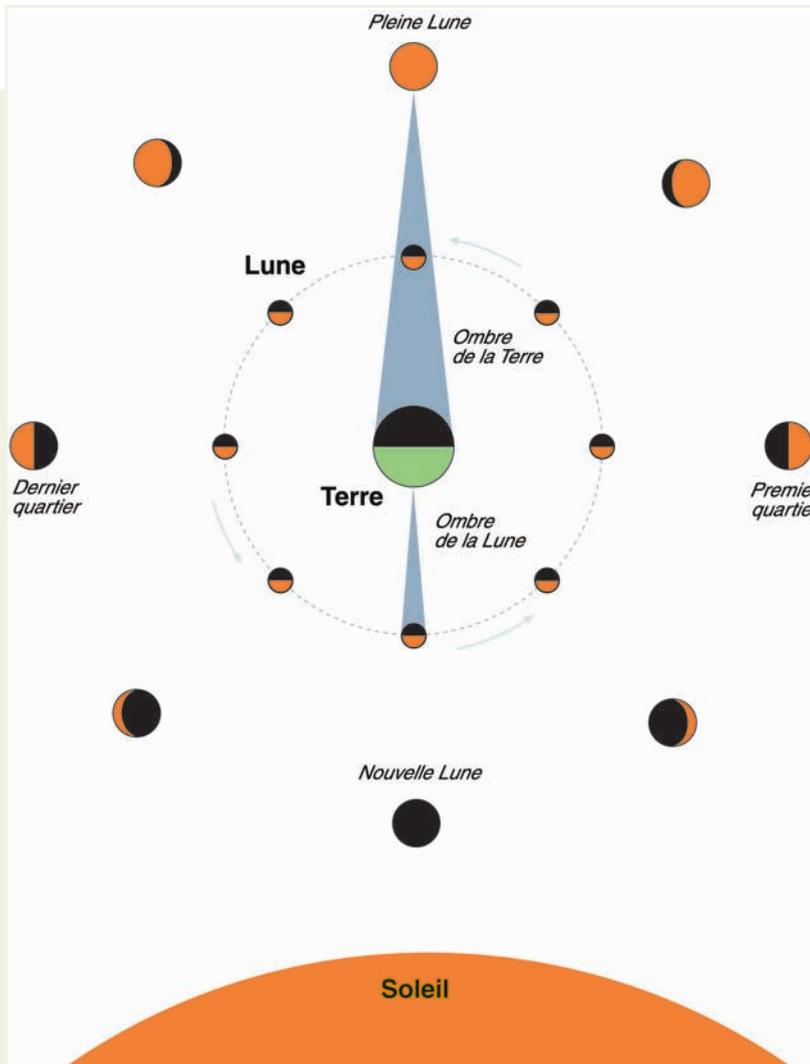


Schéma des phases de la Lune. Les cercles extérieurs représentent ce que tu apercevras de ton observatoire.

Illustration : Jean-Pierre Urbain

La Lune n'a pas fini de nous intriguer. Tu as sans doute remarqué, lorsque tu te déplaces en voiture, que la Lune te « suit » sans arrêt et cela t'intrigue. Qu'en est-il ? Pour comprendre ce qui se passe, tu devras mettre à contribution tes nouvelles qualités d'observateur doté d'un peu de réflexion. Lorsque tu te déplaces en voiture, que vois-tu ? D'abord, tu vois défiler à grande vitesse les objets proches, les poteaux, les clôtures, les gens en bordure de la route. Les voitures à l'arrêt le long du chemin fuient rapidement

derrière toi. Les maisons à quelque distance de la route glissent plus lentement vers l'arrière. Elles sont plus éloignées que les objets mentionnés plus tôt. De même que les montagnes, tout au loin, s'attardent beaucoup plus longtemps sous ton regard. Et la Lune ? La Lune est infiniment plus éloignée que les montagnes. Tellement plus éloignée qu'elle semble ne pas se déplacer du tout ! C'est seulement l'énorme distance qui te sépare d'elle qui te donne l'impression que la Lune te « suit ». ■

Comment...

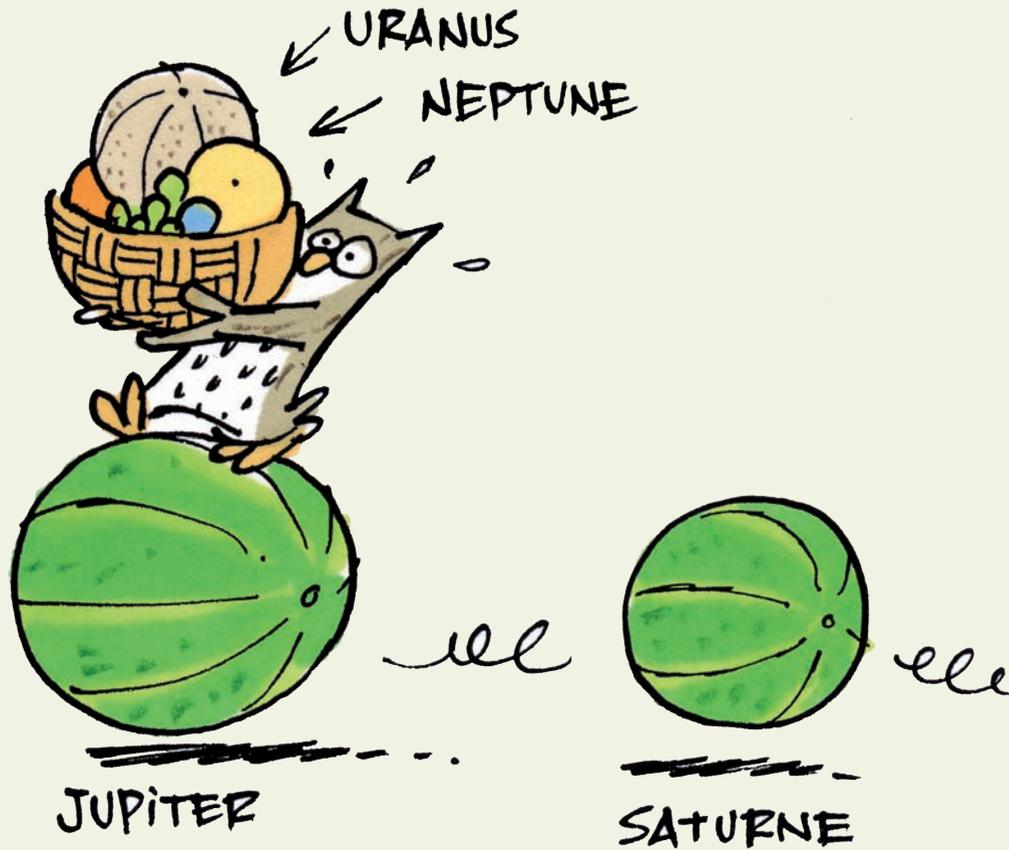
représenter le système solaire avec des fruits

Ah! Les planètes. On entend beaucoup parler des planètes, les planètes par-ci, les planètes par-là. On les rassemble sur une seule page d'un livre et on nous les présente comme la grande famille du Soleil. Qu'en est-il au juste?

On va s'amuser à les représenter. Ah! oui, n'oublie pas: «on peut apprendre une foule de choses en s'amusant». Pas besoin de faire la tête, d'avoir les cheveux en broussaille et de porter une longue barbe rebelle ou, pour les jeunes filles, de regarder au travers d'épaisses lunettes et de porter des vêtements austères. Alors, il en sera ainsi pour comprendre notre système solaire. On va s'amuser et ce ne sera pas triste, bien au contraire. Ce sera même délicieux! Attends un peu, tu vas voir.

Tu auras besoin de...
✓ fruits: raisin, mûre,
framboise, melon, cantaloup,
pamplemousse





► Mangeons le système solaire

On va représenter chaque planète par un fruit. À tout seigneur tout honneur. Commençons par notre planète adorée, la Terre. Pour elle, on choisit un succulent raisin bleu. On le choisit bien rond et on met de côté ses compagnons de grappe. Pour Vénus, qui est presque de la même taille que la Terre, notre raisin sera de taille similaire. Il sera vert-jaune. Mettons

encore à l'écart les autres raisins. On y reviendra plus tard. Mercure et Pluton, qui sont toutes petites, seront représentées par des mûres et Mars, par une framboise. Il te faudra être bien fort pour déplacer Jupiter. C'est une planète géante. On utilisera un gros melon. Saturne prendra, elle aussi, l'aspect d'un melon, cette fois plus petit. Pour Uranus, tu choisiras un joli cantaloup et pour Neptune, un pamplemousse. Voilà, tu as un magnifique système solaire constitué de fruits savoureux.

Il y a quatre planètes géantes : Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune. Pour elles, un seul fruit est nécessaire. Pour les autres, plus petites, on n'utilise qu'un fruit parmi un groupe plus

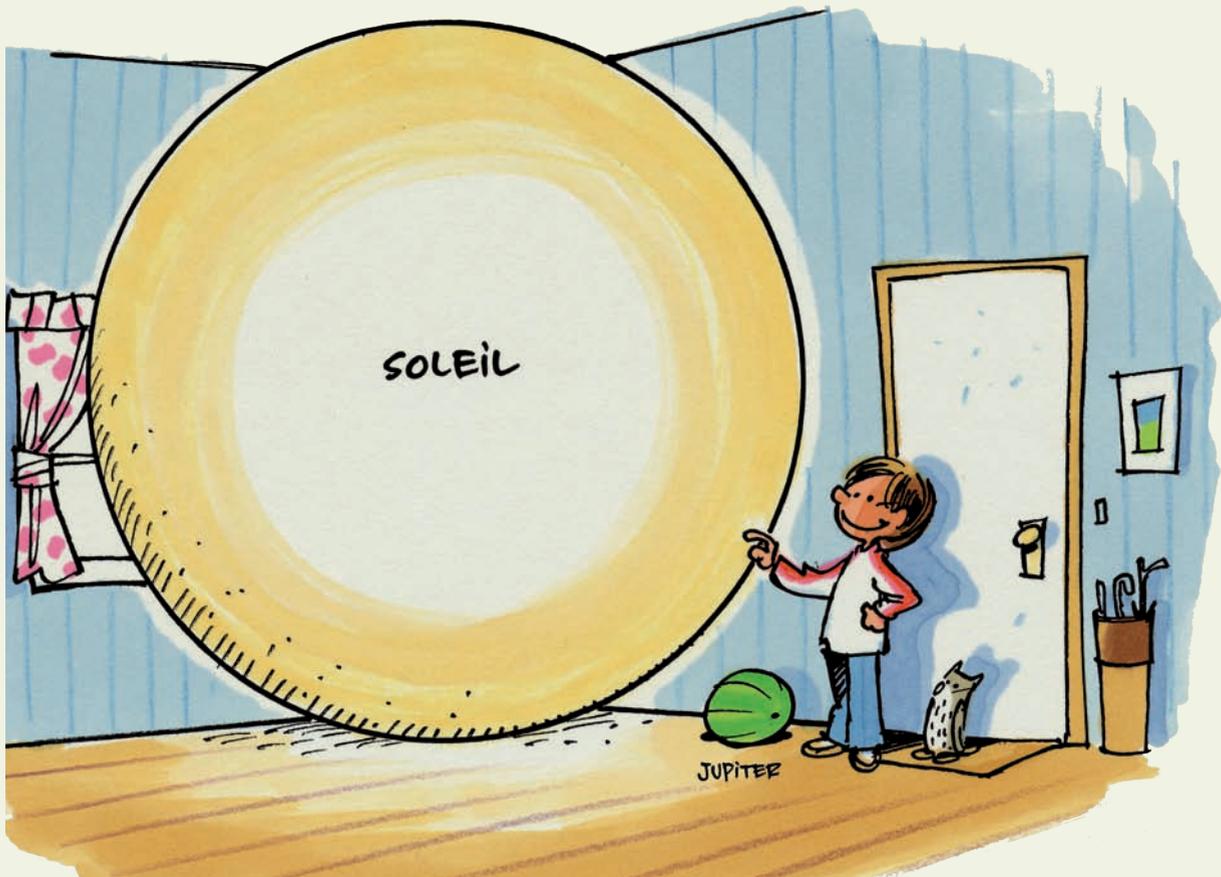
TERRE

VÉNUS

MERCURE

PLUTON

MARS



important. Ce qui laisse à penser que les petites planètes sont beaucoup plus nombreuses dans l'Univers que les grosses. Par leurs observations de plus en plus précises, les astronomes répondront bientôt à cette hypothèse, pour l'instant purement gratuite. Maintenant, qu'en est-il du Soleil ? Eh bien, à cette échelle, aucun fruit terrestre ne peut faire l'affaire. Il te faudra l'imaginer. Le Soleil, comparé aux planètes, est immensément gros. Par exemple, si la Terre a la taille d'un raisin, le Soleil aura la taille d'un immense ballon qui remplirait le local où tu te trouves, ta chambre ou ta classe. Vraiment très gros. Il toucherait à la fois le plancher et le plafond.

► Le Soleil, un immense ballon

Quelles sont les distances entre tous ces beaux mondes ? Attends-toi là encore à des surprises. Le Soleil est là où tu te trouves. C'est un immense ballon. La Terre/raisin, elle, tourne à 2 900 mètres du Soleil. Il te faudrait t'éloigner du Soleil/ballon et marcher en ligne droite d'un bon pas pendant une bonne demi-heure pour atteindre l'orbite terrestre. Vénus et Mercure voient leur orbite s'éloigner respectivement de 2 130 mètres et de 1 140 mètres. La planète Mars, elle, gravite à 4 480 mètres du Soleil. Et après ? Après, les distances s'emballent. La géante Jupiter, la plus grosse des planètes, tourne à 15 kilomètres ; Saturne, avec ses



multiples anneaux, trottine sur une orbite distante de 28 kilomètres. Uranus et Neptune tracent des cercles distants de 56 et de 88 kilomètres de notre Soleil symbolique. Et la toute petite Pluton traîne la patte à plus de 115 kilomètres. Comme tu le constates, le terrain de jeu du système solaire est immense. Les acteurs principaux, les neuf planètes, sont très distants les uns des autres. Entre les planètes, on trouve quelques poussières, quelques molécules de gaz.

► Ma Valentine, ton manteau jaune sent...

Comment maintenant mémoriser l'ordre des planètes? Imaginons que tu quittes le Soleil. Quelles sont, dans l'ordre, les orbites des planètes que tu vas rencontrer? Une façon amusante de te souvenir de la réponse est de formuler une phrase dont la première lettre de chacun des mots sera la même que la première lettre du nom de la planète concernée. En



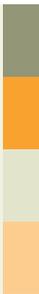
faisant une recherche, on établit que l'ordre des planètes en partant du Soleil est : Mercure, Vénus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune, Pluton. Nous avons donc les lettres « m », « v », « t », « m », « j », « s », « u », « n » et « p ». Il s'agit maintenant d'écrire une phrase qui a un sens et qui utilise pour chaque début de mot la première lettre de la planète. Cela peut paraître difficile, mais avec un peu d'efforts et de patience tu verras que c'est facile et amusant. Avec de la pratique, tu parviendras facilement à rédiger un grand nombre de ces phrases. Un exemple? **Ma valentine, ton manteau jaune sent un nouveau parfum.** Un autre? **Ma vieille tante mange jeudi sur une nappe propre.** Tu vois, c'est facile! À toi maintenant!

Maintenant que nous avons bien travaillé, pardon, que nous nous sommes bien amusés, nous allons nous régaler. À l'aide de tous nos fruits-planètes et des fruits laissés à l'écart, nous allons faire une gigantesque salade de fruits. On invite ensuite les amis et on mange le système solaire. Qui a dit que la science n'était pas amusante? ■

Se rappeler l'ordre des planètes

Ma Valentine, Ton Manteau Jaune Sent Un Nouveau Parfum. Un autre? Ma Vieille Tante Mange Jeudi Sur Une Nappe Propre. Tu vois, c'est facile! À toi maintenant!





Comment...

mesurer l'expansion de l'Univers avec des raisins secs

L'autre soir, à la télévision, tu as entendu un « savant » dire que l'Univers avait près de 14 milliards d'années. Tu t'es demandé : « comment diable parviennent-ils à déterminer l'âge de l'Univers ? » Sûrement que personne n'a assisté à la naissance de l'Univers. Alors, le mystère sur cette affirmation est encore plus épais. La réponse à cette question est simple. Tu seras surpris. Comme dans bien des cas, l'affirmation scientifique repose sur la réflexion et sur des déductions simples.

Tu auras besoin de...

- ✓ raisins secs
- ✓ pâte à pain

← La galaxie M109 photographiée au télescope du mont Mégantic. Cette galaxie ressemble grandement à la nôtre. Elle est située à 55 000 années-lumière dans la constellation de la Grande Ourse.

Observatoire du mont Mégantic



Pour que l'on puisse déterminer l'instant de la naissance de l'Univers, il faut que celui-ci ait eu un début. Cela semble bien évident. En tout cas, c'est logique. L'idée d'un début résulte de deux grandes constatations que les astronomes ont réalisées il y a peu de temps. La première: les étoiles sont regroupées dans de grands ensembles que l'on appelle galaxies. Si tu as la chance de bénéficier d'un ciel bien noir, sans l'interférence d'éclairages parasites, tu peux apercevoir à l'œil nu une très grande galaxie voisine de la nôtre: la Grande Galaxie d'Andromède. Elle t'apparaîtra comme une petite tache floue sur un des bras de la constellation du même nom. Si tu pointes vers elle une paire de jumelles, tu découvriras un foisonnement spectaculaire d'étoiles. Avec un télescope, cela deviendra une véritable nuée. Les astronomes utilisent des télescopes de plus en plus puissants et observent un peu partout d'autres grandes concentrations d'étoiles. Partout, partout, des milliers de galaxies peuvent être observées.

► Comme un film commençant par la fin

Le deuxième constat que les astronomes sont parvenus à faire est que ces galaxies se déplacent, et ils ont réussi à mesurer la vitesse à laquelle elles bougent. Comment? C'est simple. Tu as sans doute déjà fait l'expérience qui permet d'observer ce phénomène. Tu es au bord d'une route et tu entends au loin la sirène d'un camion de pompier. Le camion passe devant toi. Tu constates alors que le son a changé. Il est différent selon que le camion s'approche ou s'éloigne de toi. Le son est plus aigu lorsque le camion s'approche et plus grave lorsqu'il s'éloigne. C'est un principe de physique que l'on rencontre en toutes circonstances. Ce peut être le déplacement d'un avion, d'un train ou



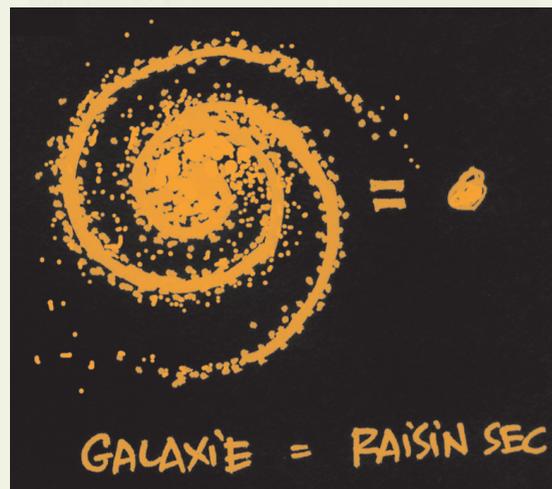
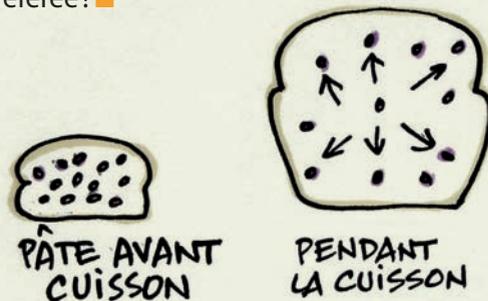
d'une voiture. Peu importe. Les ondes sonores se comporteront toujours de la même façon. Ce principe est tellement universel qu'il s'applique également aux ondes lumineuses. L'éclat d'un objet qui s'éloigne aura une coloration rouge. Plus il déguerпит rapidement, plus il paraît rouge. Par ailleurs, s'il s'approche de nous, sa coloration « tournera » au bleu. On comprend facilement que les ondes bleues sont plus courtes et que les ondes rouges sont plus longues. Le bleu s'apparente aux sons aigus, le rouge, aux sons graves.

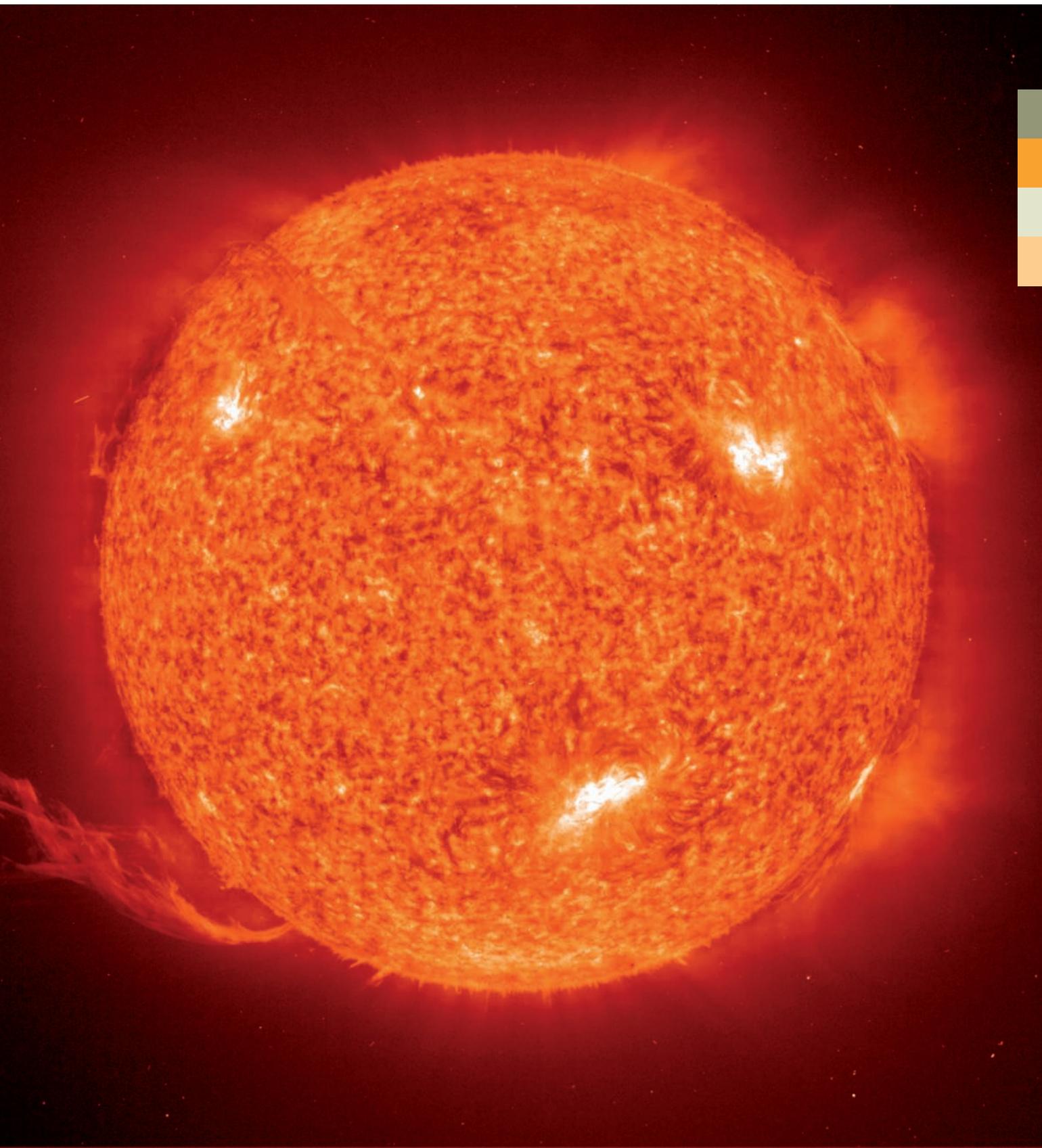
Les astronomes observent les galaxies avec leurs grands télescopes auxquels ils ont greffé un instrument particulier qui étudie la lumière qui provient de ces galaxies. Cet instrument prend en quelque sorte les empreintes digitales des galaxies. Chaque galaxie a sa propre identité lumineuse. En analysant les données recueillies, on constate que la grande majorité des galaxies « tirent » vers le rouge. Plus elles s'éloignent rapidement, plus elles sont rouges.

Après avoir recueilli une grande quantité de cartes d'identité, on a classé et analysé les galaxies. Stupéfaction ! À quelques exceptions près, les galaxies s'éloignent toutes de nous. Et plus elles sont éloignées, plus elles prennent de la vitesse. C'est là que réside toute la subtilité du raisonnement. Connaissant leur vitesse, on peut remonter le temps, comme si on projetait un film en sens inverse, et établir l'instant où elles étaient tout près les unes des autres. C'est comme ça qu'on a établi l'âge de l'Univers. En remontant le temps.

► Tu es un raisin sec...

Pour mieux comprendre, voici une expérience amusante et imaginative. Imagine que tu es un raisin. Oui, oui, un raisin sec. Tu vois qu'on s'amuse beaucoup ! Un raisin parmi d'autres raisins dans une pâte à pain. On place la pâte au four. Toi, le raisin, tu observes que tous tes semblables s'éloignent de toi au fur et à mesure que la pâte lève. Si tu parviens à mesurer à quelle vitesse ils s'éloignent, tu pourras établir à quel moment la cuisson a débuté. Eh bien voilà, le pain, c'est l'Univers, les raisins, des galaxies et toi, notre Galaxie, la Voie lactée. Et puis quoi de mieux, au terme d'une belle soirée d'observation, qu'une bonne tranche de pain aux raisins grillé garnie de ta confiture préférée ! ■





Comment...

observer le Soleil à travers des rideaux fermés

Le Soleil est fascinant. Tellement qu'il faut s'en méfier. Si on le regarde directement, on peut se blesser gravement les yeux. Il faut toujours être très prudent avec le Soleil. À notre époque, l'atmosphère terrestre est considérablement altérée et a perdu plusieurs de ses capacités à servir de bouclier à certains rayonnements nocifs du Soleil. En effet, des rayons en provenance du Soleil, autrefois interceptés en altitude, se rendent maintenant jusqu'au sol. L'été, s'exposer aux rayons du Soleil sans utiliser une crème appropriée peut entraîner à long terme de graves lésions sur la peau.

Tu auras besoin de...

- ✓ carton fort
- ✓ compas
- ✓ miroir
- ✓ jumelles

← *Le satellite SOHO observe constamment le Soleil. Placé en équilibre gravitationnel entre la Terre, le Soleil et la Lune, il pointe ses instruments scientifiques vers l'astre du jour et nous transmet chaque jour ses observations. Tu peux voir ces images au site <http://sohowww.nascom.nasa.gov>*

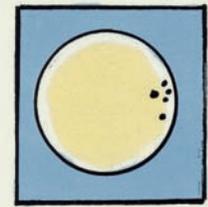
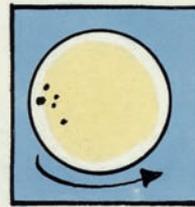
Mais le Soleil n'est pas seulement un objet de méfiance. Tu le sais bien. C'est lui qui nous offre sa chaleur si agréable, le jour, sa lumière si utile pour apercevoir toutes sortes de choses merveilleuses et découvrir des coloris splendides. Les plantes se nourrissent de sa lumière. Le Soleil est vraiment indispensable à toutes les formes de vie sur notre planète.

► Tire les rideaux

Mais comment s'en faire un ami, comment l'observer ? Rien de plus facile, mais il faut prendre un tas de précautions. Tu te retranches dans ton observatoire ou dans un local fenêtré. Tu tires les rideaux pour empêcher les rayons lumineux de pénétrer à l'intérieur. Bien sûr, tu fais cette expérience une journée de vrai beau temps, une journée où le Soleil brille de tous ses feux, de façon à ce que ses rayons puissent pénétrer dans la pièce où tu te trouves.

Dans un carton fort, tu vas percer un trou bien rond, d'environ trois millimètres de diamètre. Utilise prudemment la pointe d'un compas. Fais-la pivoter doucement, de gauche à droite puis de droite à gauche. Cela suffira à produire une ouverture bien ronde, sans effilochures. Tu fixeras ensuite ton carton à la fenêtre et tu attacheras les rideaux de chaque côté, de manière à ce que la lumière puisse pénétrer seulement par le petit trou. Ensuite, intercepte le rayon à l'aide d'un carton blanc. En reculant et en approchant ton carton du rayon de lumière, tu finiras par obtenir une image bien nette du Soleil. En période d'activité solaire, tu y apercevras des taches plus ou moins grosses et plus ou moins nombreuses. Avec l'aide d'un miroir, tu pourras également diriger la lumière du Soleil là où bon te semble, au plafond ou sur un mur.

TACHES SOLAIRES



DEUX SEMAINES PLUS TARD

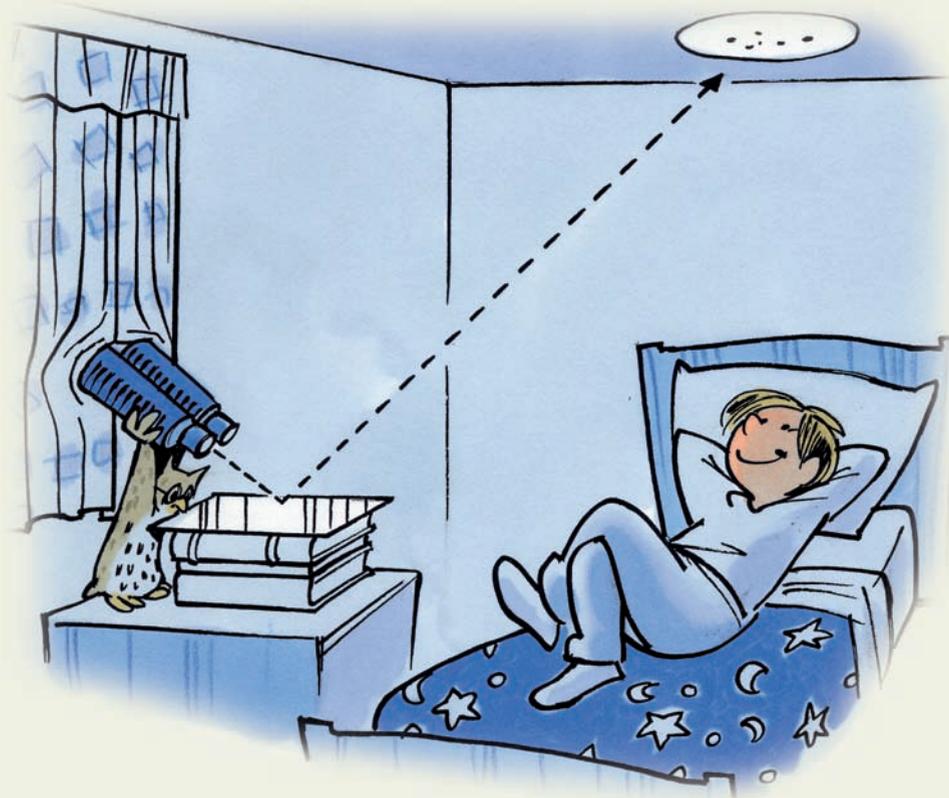
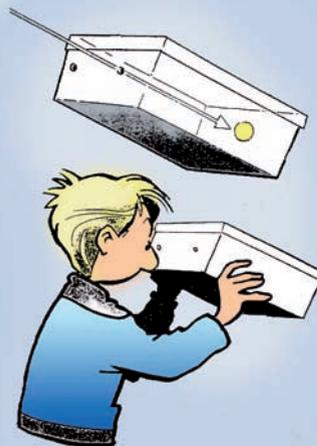
► Le Soleil au-dessus de ton lit

Ce dispositif est un peu « lourd ». Il te permet cependant d'observer à plusieurs et simultanément l'astre du jour. Tu pourrais ainsi associer ta famille ou tes amis à ton observation. En plus, quel plaisir d'observer le Soleil, projeté au plafond, confortablement étendu sur ton lit ! Si tu interceptes le rayon lumineux, qui pénètre par le petit trou dans le carton, à l'aide d'une des parties d'une jumelle, tu obtiendras une image plus lumineuse, plus « grosse » et plus détaillée de notre étoile. Un peu de bricolage sera nécessaire pour bien positionner tes jumelles. Tu peux caler celles-ci à l'aide de livres ou utiliser un petit trépied. L'aide d'un adulte pourrait être utile. N'hésite pas à la demander. Tu seras étonné de voir que les adultes aiment bien aider les jeunes astronomes lorsqu'ils en manifestent le désir.



DEFENSE DE
REGARDER LE SOLEIL
DIRECTEMENT

Une méthode d'observation plus « légère » est possible. Tu utiliseras alors une boîte de chaussures. Dans le sens de la longueur, à une des extrémités, tu perceras un petit trou. Juste un petit trou, à l'aide de la pointe d'un compas. Sur le côté, tu pratiqueras une ouverture suffisante pour te permettre de voir à l'intérieur de la boîte. Tu orienteras ensuite la boîte en direction du Soleil, de manière à ce que ses rayons pénètrent par le petit trou et qu'ils se projettent sur le côté opposé où tu auras pris la peine de fixer une feuille de papier blanc. Par l'ouverture latérale, tu observeras alors le disque solaire. Avec un peu de pratique, tu deviendras bien vite habile à cet exercice. **Mais n'oublie pas qu'il ne faut jamais regarder le Soleil directement.** ■





Comment...

reproduire la voûte céleste avec du maïs soufflé

A la nuit tombée, une nuit sans nuages, tu as sans doute déjà été fasciné par la multitude des étoiles que tu aperçois sur la voûte céleste. Tu t'es peut-être demandé comment s'y retrouver dans un tel fouillis.

Parfois on te dit que ta chambre est sens dessus dessous et qu'il te faut la ranger. Le soi-disant fouillis de ta chambre n'a rien à voir avec ce que tu constates au firmament. Des points brillants, d'autres un peu moins éclatants et enfin un très grand nombre d'autres presque pas visibles se disputent et se bousculent à qui mieux mieux. Comment mettre de l'ordre dans tout cela ?

Tu auras besoin de...

- ✓ maïs soufflé
- ✓ un grand carton ou une pièce de tissu noir



← L'amas d'étoiles des Pléiades, dans la constellation du Taureau, est visible à l'œil nu dans le ciel de l'hiver. Cet amas regroupe plusieurs centaines d'étoiles. Sept d'entre elles, les plus brillantes, sont parfois appelées les sept sœurs. Ce sont des étoiles jeunes situées à 440 années-lumière de la Terre.

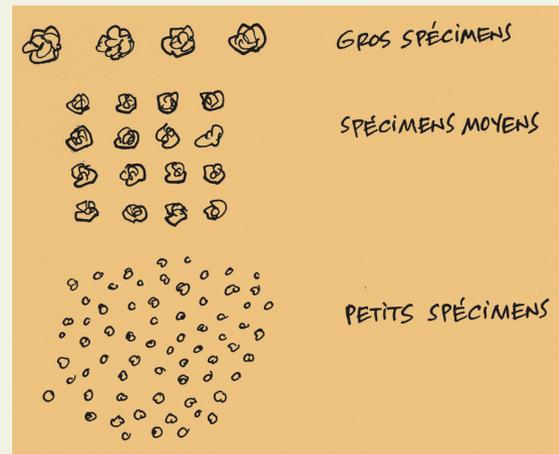
Photo : NOAO

► Rien de plus facile!

Faisons d'abord un exercice.

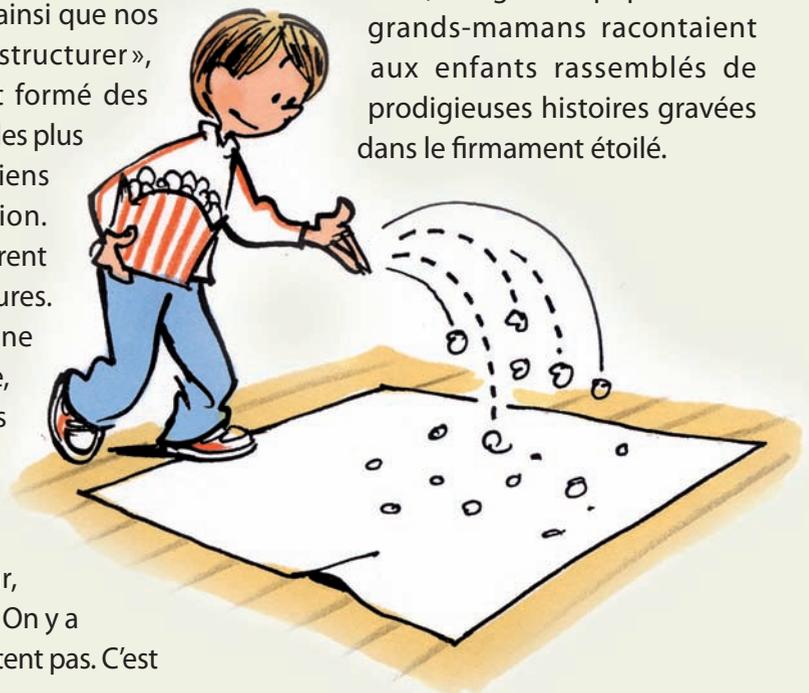
- 1 Isole une bonne poignée de maïs soufflé.
- 2 Sélectionne ensuite quelques gros spécimens.
- 3 Choisis ensuite quatre fois plus de spécimens moyens et un grand nombre de petits morceaux.
- 4 Étends sur le sol un grand carton ou une pièce de tissu noir et lances-y au hasard tes grains de maïs soufflé. Puis ne touche plus à rien, regarde.

Tu peux faire le tour de ton œuvre pour l'observer sous différents angles. À quoi ces petits points te font-ils penser? Qu'évoquent-ils? En imagination, peux-tu relier les gros grains de maïs pour constituer un dessin que tu complèteras en y intégrant les grains plus petits? Eh bien voilà, c'est ainsi que nos ancêtres ont procédé pour « structurer », organiser le ciel étoilé. Ils ont formé des dessins en se servant des étoiles les plus brillantes. Comme toi, les anciens avaient beaucoup d'imagination. Ils ont vu dans le désordre apparent des étoiles toutes sortes de figures. Des objets familiers comme une flèche, un bateau, une couronne, un instrument de musique, mais également des animaux, des chiens, un lion, un serpent, des oiseaux, un aigle, un cygne, des personnages, un chasseur, des rois, des reines, un cocher... On y a même vu des animaux qui n'existent pas. C'est



ainsi que l'on peupla le ciel d'un dragon, d'un homme-cheval et d'une licorne.

En fait, nos ancêtres, toutes civilisations confondues, ont peuplé le ciel selon leurs croyances et leurs craintes. Ils y ont logé également des objets familiers. Le soir, à la veillée, les grands-papas et les grands-mamans racontaient aux enfants rassemblés de prodigieuses histoires gravées dans le firmament étoilé.





Le ciel du mois de décembre, tel que tu pourrais l'apercevoir de ton observatoire à 21 heures.
Illustration : Jean-Pierre Urbain

Toi aussi, à la veillée, par une belle nuit d'été, tu pourras placer au « ciel » tes histoires préférées, des histoires que tu auras inventées et que tu prendras plaisir à raconter.

Aujourd'hui, par convention, les astronomes ont divisé le ciel en 88 constellations. Leurs noms et leurs désignations sont inspirés des figures anciennes. Il y en a de très grandes, de très étendues et de toutes petites. Les constellations sont un peu comme des pays du ciel dont les étoiles les plus brillantes représenteraient des grandes villes. ■





Comment...

expliquer les saisons avec du carton

Le phénomène des saisons va te permettre de confirmer tes qualités de scientifique et d'observateur. Tu n'es pas sans avoir remarqué les changements climatiques tout au long de l'année. L'été, il fait très chaud, le Soleil émerge très tôt à l'horizon nord-est, monte très haut dans le ciel et va glisser très tard sous l'horizon nord-ouest. La nuit est très brève. Six mois plus tard, les conditions ont radicalement changé. Le Soleil tarde à apparaître, il ne monte pas très haut au-dessus de l'horizon et se couche vraiment très tôt. Il fait froid, parfois très froid et la nuit est très longue. Comment expliquer ces phénomènes ?

Tu auras besoin de...

- ✓ mica ou plastique
- ✓ marqueur délébile
- ✓ carton fort



Nous allons en donner l'explication expérimentalement. Quel mot ! Il te faudra pour réaliser cette expérience choisir un emplacement bien dégagé. Un champ, une cour d'école, la cour arrière de ta maison et même à la limite le bord de la fenêtre de ta chambre, feront très bien l'affaire. Sur la fenêtre, tu fixeras un mica ou un plastique, pour ne pas écrire sur la vitre. Bien sûr, si c'est la fenêtre de ta chambre, celle-ci devra être orientée au sud. C'est là que l'on retrouve le Soleil, les journées sans nuages, à l'heure du midi. Donc aucun obstacle, ni arbre ni maison, ne devrait gêner ton travail d'expérimentateur.

► L'ombre qui varie

Avec un marqueur délébile, tu vas tracer sur le plastique ou le mica de la fenêtre de ta chambre un petit trait de quelques centimètres. Un trait bien opaque qui ne laissera pas passer la lumière du Soleil et qui alors projettera son ombre sur le rebord de la fenêtre. Tu vas ensuite utiliser un carton fort pour mesurer la variation de l'ombre. Toujours à la même heure, de préférence à midi, tu poseras ton carton contre la vitre et tu marqueras l'extrémité de l'ombre à l'aide d'un crayon ; tu indiqueras ensuite la date et l'heure de ta lecture. À périodes régulières, tu répéteras cette opération. Ainsi, au fil des semaines et des mois, tu constateras que la longueur de l'ombre projetée varie. L'été, l'ombre est très courte ; l'hiver, à Noël par exemple, elle atteint sa longueur maximale.

Si, pour réaliser ton expérience, tu choisis comme emplacement un champ, la cour de l'école ou un espace autour de ta maison, tu devras adapter ce que je viens de t'expliquer. Dans un champ, tu utiliseras un arbre et un piquet pour mesurer l'ombre. Ici et là, tu pourras également planter un bâton qui te servira de témoin. Ton bâton peut même être amovible. Cela veut dire que tu l'installes à chaque occasion. Tu le piques à un endroit,

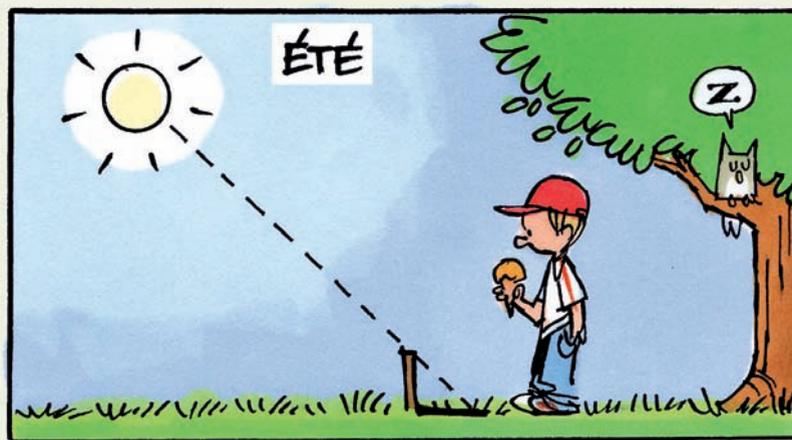




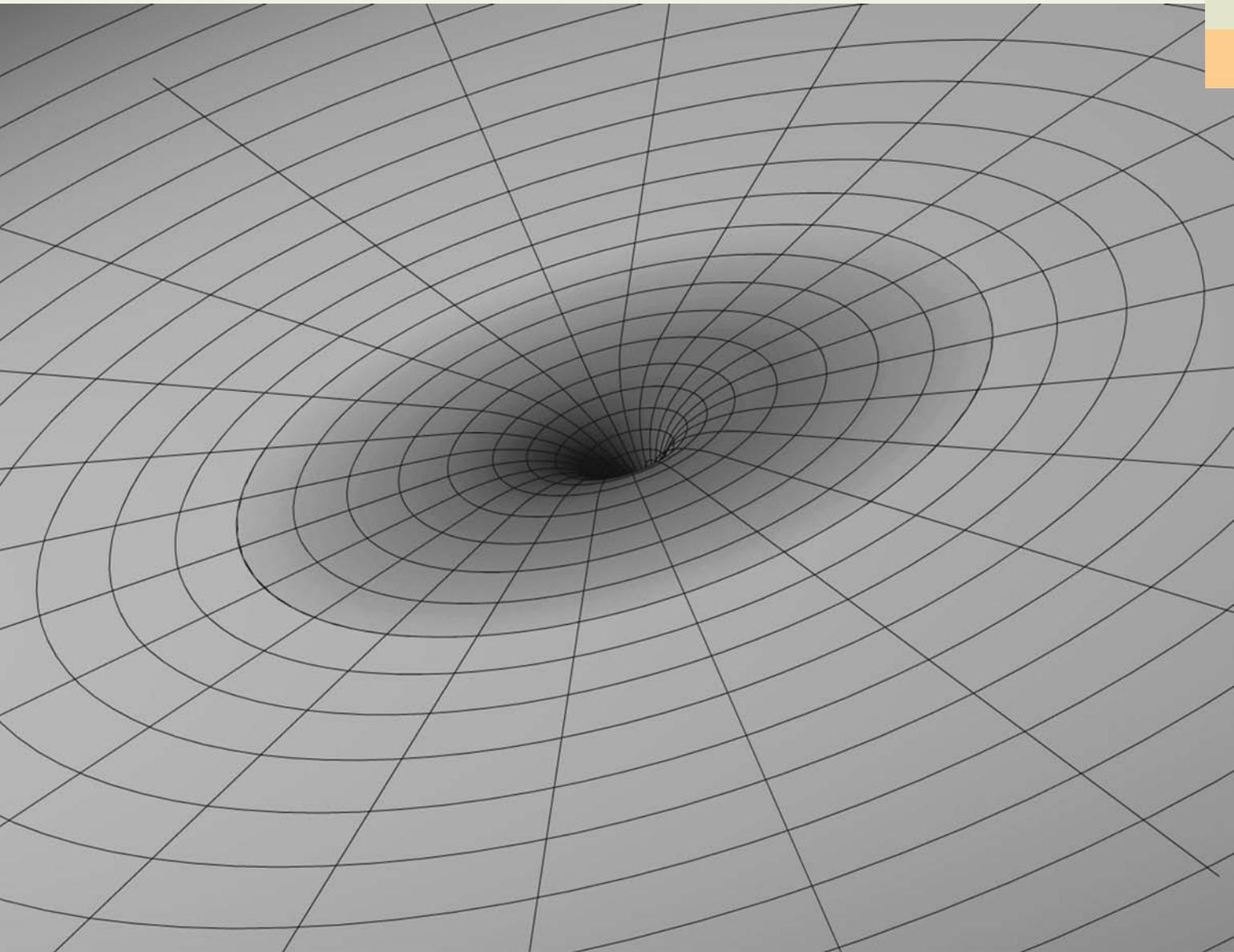
toujours le même, et tu prends la mesure de l'ombre. Fais attention de bien prendre des repères précis pour que ton bâton soit toujours rigoureusement au même endroit. Tu noteras tes différentes mesures dans un cahier. Indique toujours bien la date et l'heure de ton observation. Dans ce cas-ci, c'est midi. Tu peux également réaliser un croquis de ton observation ou même en prendre une photo. Il sera ensuite intéressant de comparer les résultats. Mais, n'oublie pas qu'il te faut toujours être très méthodique dans l'accomplissement de ton projet.

► Les rayons du Soleil l'été et l'hiver

Une première constatation découle de ton expérimentation. L'ombre est très courte l'été. Le Soleil est alors très haut dans le ciel.



À l'inverse, l'hiver, l'ombre s'étire, interminable. Le Soleil s'élève à peine au-dessus de l'horizon. Que pouvons-nous en déduire? Comment expliquer les écarts de température? Assez simplement, finalement. L'été, les rayons du Soleil frappent le sol plus directement. La chaleur est concentrée sur une petite surface. L'hiver, les mêmes rayons fournissent la même quantité de chaleur, qui se répartit sur une surface plus grande. Moins de chaleur est alors distribuée en chaque point de la surface et la température descend en dessous de la température estivale. ■



Représentation d'artiste d'un trou noir, une région du ciel, où l'espace-temps s'effondre sous l'effet d'une masse gigantesque.

Dessin : Denis Rousseau

Comment...

comprendre le phénomène des trous noirs avec une baignoire

Que de questions sont associées aux trous noirs!

Que sont ces mystérieuses et énigmatiques « créatures » cosmiques? L'existence même des trous noirs repose sur bien peu de

chose : une simple déduction et un développement mathématique. Les trous noirs ont surgi au bout des équations d'un grand physicien du siècle dernier, un certain Albert Einstein. En effet, il y a un siècle, Einstein formula une théorie interprétative de l'Univers. C'est la théorie de la relativité. Cette théorie agrège les dimensions de longueur, de largeur et de hauteur avec la dimension temporelle. Elle stipule également que rien ne peut se déplacer plus vite que la lumière. Plus on approche de la vitesse de la lumière, plus le temps se dilate. L'espace se rétrécit et la masse augmente. C'est un peu étrange, j'en conviens.

Tu auras besoin de...

- ✓ baignoire à moitié remplie d'eau
- ✓ bouchon de liège
- ✓ bougie d'anniversaire
- ✓ moule à gâteau en papier

► Le temps prend du retard...

Une des premières vérifications de cette théorie a été effectuée à l'aide d'un satellite artificiel de la Terre, placé sur orbite. À bord, on a placé une horloge atomique et, au sol, un exemplaire identique à cette horloge. Une horloge atomique est une horloge qui mesure le temps avec une très grande précision. L'horloge sur orbite se déplaçait à une certaine vitesse connue, soit 28 000 kilomètres à l'heure. Selon la théorie de la relativité, le temps s'écoulerait plus lentement. Lorsque l'on compara les mesures temporelles des deux horloges, on constata une différence, légère, mais bien réelle. Sur orbite, l'horloge prenait du retard.

Revenons au trou noir. Tu devras faire preuve d'imagination pour appréhender ce fascinant phénomène. Nous allons nous livrer à une autre expérience amusante dans la salle de bain. Tu remplis la baignoire à moitié d'eau. Tu installes sur un bouchon de liège ou sur une petite embarcation de plastique une bougie d'anniversaire déposée dans un moule à gâteau en papier. Tu poses délicatement ton installation sur l'eau dans la baignoire, assez loin de l'orifice de vidange. Tu allumes maintenant l'ampoule ou la bougie et tu fais l'obscurité dans la pièce. Tu enlèves délicatement le bouchon de la vidange. L'eau s'engouffre dans l'orifice de vidange en formant un tourbillon. Ton installation tourne autour de l'orifice où s'engouffre l'eau. L'orifice de vidange agit un peu comme ce que l'on désigne par l'appellation «trou noir». Tu déduis la présence et la position du «trou noir» par l'observation de ton bouchon. Le trou noir avale tout ce qui traîne autour de lui. Associe

un adulte à ton expérimentation et tu verras jusqu'à quel point ce phénomène l'étonnera. Tu sauras ensuite lui fournir les explications nécessaires à sa compréhension.

Plus sérieusement, **qu'est-ce donc qu'un «trou noir»? C'est un objet tellement massif, sa force d'attraction est telle que même les petits grains qui forment la lumière, les photons, ne parviennent plus à s'en échapper.** Un trou noir n'émet pas de lumière, de là sa couleur noire. Comme nous l'avons vu, les trous noirs furent révélés par des mathématiciens et des théoriciens. La théorie de l'évolution stellaire a introduit l'hypothèse de leur existence à la lumière de la théorie de la relativité de monsieur Einstein.

► De grandes usines d'énergie

Voyons un peu de quoi il en retourne. Les étoiles ne naissent pas égales. Elles sortent cependant toutes de vastes nuages de gaz où elles se sont formées par la condensation locale du gaz. Selon la quantité de gaz qui leur a donné naissance, elles sont plus ou moins «grosses»; en astronomie, on les dit plus ou moins massives. À peine nées, les étoiles entreprennent le travail de toute leur vie. Les étoiles sont de gigantesques usines de transformation. Sans répit, elles agglutinent les atomes d'hydrogène deux à deux pour former un nouveau gaz, l'hélium. Dans cette opération, il y a une petite perte d'énergie. S'échappent alors la lumière et la chaleur. La durée de vie d'une étoile est inversement proportionnelle à sa masse et à la quantité de matière qu'elle renferme à sa naissance. Plus une étoile est massive, plus sa vie est brève.



Notre étoile, le Soleil, disposait à sa naissance d'une quantité d'hydrogène importante. Elle pouvait alors prévoir faire fonctionner son usine pendant dix milliards d'années. Le Soleil est à mi-chemin de son existence. Ce qui signifie qu'il lui reste encore suffisamment d'hydrogène pour travailler encore cinq milliards d'années. Les étoiles moins massives que le Soleil, jusqu'à dix fois moins massives, ont des vies longues et paisibles. On estime que leur vie s'égrène sur des dizaines de milliards d'années. En revanche, les étoiles plus massives que le Soleil ont, à l'échelle des vies d'étoiles, des existences brèves et tumultueuses. Leur vie est parsemée d'épisodes cataclysmiques. Lorsque les plus massives d'entre

elles ont fini leur tâche de transformation, elles explosent violemment, puis la gravitation fait son œuvre. Les débris et les lambeaux de l'étoile défunte sont alors rappelés. Ils s'agglutinent avec précipitation à l'endroit précédemment occupé par l'étoile qui vient de mourir. Tellement rapidement que l'espace-temps s'affaisse.

L'espace-temps, c'est le tissu de l'Univers. Les choses s'y passent comme si tout ce qui se trouve dans l'espace circulait sur une pièce de tissu élastique. La masse des objets, soit la quantité de matière qu'ils contiennent, fléchit le tissu, établissant des relations gravitationnelles entre eux. Lorsque la matière des étoiles super massives se replie dans le désordre, le tissu



Nébuleuse du Crabe

Il y a près de mille ans, les astronomes chinois ont observé l'apparition d'une nouvelle étoile dans la constellation du Taureau. Quelques mois plus tard, elle avait disparu. Lorsque l'on pointe un télescope vers l'endroit désigné par les astronomes chinois, on observe les restes de cette étoile qui a explosé.

Observatoire du mont Mégantic

espace-temps fléchit encore plus. La masse de cette matière devient tellement grande qu'elle attire à elle tout ce qui se trouve à proximité, au point où rien ne parvient à s'en échapper, même pas la lumière. C'est cette situation qui a permis de faire l'hypothèse de l'existence des trous noirs.

Si tu lances une balle et que tu désires qu'elle échappe à la gravitation de la Terre, il te faudra la lancer à la vitesse de huit kilomètres à la seconde. À 12 kilomètres par seconde, ta balle aura une vitesse suffisante pour partir se balader dans le système solaire. Elle sera libérée de l'attraction qu'exerce la Terre sur elle. La Lune est plus petite que la Terre. La gravitation y est moins forte. Une balle lancée à trois kilomètres par seconde s'échappera de l'influence gravitationnelle de la Lune. Lançons notre balle à partir de Jupiter ou du Soleil. Faisons abstraction du fait que ce sont de grosses boules de gaz. Il faudra produire des vitesses de 60 et de 620 kilomètres à la seconde

respectivement pour s'échapper de Jupiter et du Soleil. La lumière, elle, voyage à 300 000 kilomètres à la seconde. Il faudrait pouvoir concentrer dans une sphère de un centimètre de diamètre toute la matière que renferme la Terre pour que la lumière ne puisse pas s'en échapper.

Faisons la même chose avec le Soleil. Concentrons toute sa matière dans un disque de trois kilomètres de diamètre. Tout le Soleil, toute la matière que renferme le Soleil dans une boule de la taille d'un petit village. Plus aucun rayon lumineux ne s'en échappera. La masse demeure la même. La matière qui formait le Soleil s'est condensée pour former un objet, petit mais très massif et produisant les mêmes effets gravitationnels. La Terre et toutes les planètes du système solaire continueraient de tourner inexorablement autour de cet objet, dans l'obscurité la plus complète. Un peu comme notre bouchon lors de notre expérience dans la salle de bains. ■

Comment...

mesurer le temps avec de l'eau

Le temps est quelque chose de bien singulier et de très difficile à définir. On en constate facilement les effets. Le Soleil se lève et se couche. Entre ces deux instants, il y a une durée. Comment mesurer cette durée ? Aujourd'hui, c'est facile, nous avons des montres, des horloges et toutes sortes d'appareils sophistiqués qui nous permettent de quantifier le passage du temps. Mais au début des « temps », chez nos lointains ancêtres, comment procédaient-ils ?

Tu auras besoin de...

- ✓ gobelet de carton
- ✓ bocal transparent
- ✓ règle graduée
- ✓ eau
- ✓ montre



► Sept levers de soleil

Les durées assez longues ne posaient pas trop de problèmes. La Lune était très utile. On avait constaté qu'il survenait sept levers de Soleil entre chacune de ses phases caractéristiques. En effet, la Nouvelle Lune et le Premier Quartier, le Premier Quartier et la Pleine Lune, la Pleine Lune et le Dernier Quartier, ainsi que le Dernier Quartier et la Nouvelle Lune étaient séparés par un nombre de jours à peu près égal, c'est-à-dire sept. On compta donc rapidement en semaines et en mois. En anglais, Lune se dit « Moon » et l'on y voit la ressemblance avec le mot « month », qui en français se dit « mois ».

Jusque-là, pas trop de difficultés. Nos ancêtres pouvaient socialement prévoir et planifier toutes sortes d'activités s'échelonnant sur de longues périodes. C'était plus difficile de mesurer des « petits bouts » de temps. Les anciens firent preuve de beaucoup d'ingéniosité. Ils eurent recours à toutes sortes de dispositifs. Parmi ceux-ci, les horloges à eau. On mesurait l'écoulement d'un liquide d'un récipient à un autre récipient gradué. Par le niveau du liquide, on déduisait la durée de temps écoulé.

► Construire une horloge à eau

La construction d'une horloge à eau peut être une autre expérience amusante. Perfore le fond d'un gobelet de carton d'un petit trou et place ce gobelet dans l'ouverture d'un bocal transparent. Sur le côté du bocal, colle une règle

graduée. Remplis ensuite d'eau le gobelet. Compte les minutes nécessaires pour que le niveau de l'eau atteigne le dernier trait. Divise le nombre de secondes par le nombre de traits. Voilà comment on mesurait le temps autrefois. Ingénieusement, on développa toutes sortes de variantes à cette méthode.

Oui, mais les secondes, elles ? La façon simple de mesurer les secondes est de compter les battements de ton cœur. Au repos, un battement correspond à peu près à une seconde. On raconte que Galilée, l'astronome qui le premier utilisa un télescope pour observer le ciel, s'était entraîné à respirer régulièrement. Il contrôlait ainsi son rythme cardiaque lorsqu'il réalisait une observation. Son pouls lui servait alors à mesurer des intervalles de temps courts. ■



Comment...

faire des cratères avec de la boue et des cailloux

Là, vraiment, il sera difficile d'être sérieux. L'activité que je te propose est tellement amusante qu'il sera ardu de prétendre faire de la science. Voyons d'abord les fondements de cette activité. Comme bien souvent, l'activité offre une amorce à une ou plusieurs questions. Comment se forment les cratères sur la Lune, les planètes et même sur Terre ? Ces dernières années, on a souvent vu au cinéma et à la télévision des films catastrophe. Presque toujours, c'est le même scénario. Un astéroïde ou une comète vient d'être détecté ; il se précipite vers la Terre et entrera en collision avec elle bientôt. Les humains s'affairent. Ils parviennent difficilement à écarter la menace. La question est : quelles sont les probabilités qu'un tel événement se produise ?

Tu auras besoin de...

- ✓ endroit boueux
- ✓ bottes de caoutchouc
- ✓ bâton
- ✓ ficelle
- ✓ seau
- ✓ cailloux (gros et petits)
- ✓ tissu opaque

► Jouer dans la boue

C'est ici que le plaisir commence. Tu repères un endroit boueux. Sois difficile. Il te faut de la belle boue, pas trop pâteuse, sans grumeau ni touffe d'herbe. Au besoin, mets la main à la boue... à la pâte. Avec un bâton, mélange bien, expulse la matière non désirée. Tu as compris, et pour cause, que nous réalisons une activité estivale. Il est préférable que tu portes des bottes de caoutchouc ; on ne sait jamais ce qui se cache dans la boue. Une pièce de verre ou de métal ferait le plus grand mal à un pied nu. Évidemment, on peut être plusieurs pour préparer le terrain.

Tu isolas maintenant un carré de boue, conformément préparé, de un mètre sur un mètre. Tu enfonces un piquet aux quatre coins, et tu les relies à l'aide d'une ficelle pour bien démarquer ton «carré boueux expérimental». Voilà accomplie la première étape de ton expérimentation.

Ensuite, dans un seau, tu collectes des cailloux. Tu les choisis de tailles variées. Beaucoup de petits, une bonne quantité de taille moyenne, et quelques gros. Par gros, j'entends de la taille d'une prune et par petits, des cailloux de la taille qu'on attribue généralement aux graviers.

Oui, c'est vrai, cette étape est un peu fastidieuse. Tu vas voir comment on va bien s'amuser maintenant. Place-toi, debout, à trois mètres du champ de boue. Bande tes yeux avec une pièce de tissu opaque. Assure-toi que tu ne vois vraiment rien. Ton assistant te fait pivoter alors de trois tours sur toi-même.

Dénombrement des cratères

C'est en étudiant les photos prises par les observatoires terrestres et par les sondes spatiales en orbite autour de la Lune que l'on a réalisé le décompte des cratères lunaires. Ont ainsi été dénombrés sur la Lune environ :

- 100 000 000 de cratères de 10 mètres de diamètre ;
- 300 000 cratères de plus de 1,6 kilomètre de diamètre ;
- 10 000 cratères de 10 kilomètres de diamètre ;
- 87 cratères de plus de 100 kilomètres de diamètre.

► Impacts d'astéroïdes

Ensuite, tu tires, dans ce que tu crois être la direction du carré de boue, les cailloux de taille moyenne. Un peu comme si, à la plage, tu arrosais un ami du contenu d'un seau d'eau. Mais dans notre expérience, ce sont des cailloux qui sont projetés et il n'y a pas d'ami susceptible d'être atteint. Tous les participants se tiennent à distance respectable. Ouf ! Voilà, tu as bien travaillé. Enlève le bandeau et contemple le résultat. Les «astéroïdes» sont tombés un peu partout. Certains dans le carré de boue, d'autres à côté. Tu feras donc un dessin des impacts dans le carré de boue et sans trop d'efforts tu constateras que ce que tu observes ressemble beaucoup aux photos de la Lune que tu as vues ici et là dans les livres.



En dénombrant les impacts et en les comparant aux données initiales, tu obtiendras les « probabilités » de telles collisions. Dans la réalité, c'est un peu ce que l'on a fait. On a calculé le nombre de kilomètres carrés de la surface lunaire et l'on a comptabilisé les cratères qu'on y avait trouvés. Puisque tu as lancé les cailloux au hasard, il se peut que très peu de cailloux aient atteint la cible. Peut-être même aucun. Alors, tu remplis de nouveau une chaudière de cailloux, avec le même soin que précédemment, et tu recommences. À peu de chose près, la nature a procédé ainsi. Le système solaire s'est formé

La Lune, un compteur de baffes

La Lune est un détecteur naturel d'impacts. Sa surface est de dix millions de kilomètres carrés. Elle est exposée aux vicissitudes du cosmos depuis quatre milliards d'années. Des objets de toutes tailles la percutent constamment. La Lune ne possédant pas d'atmosphère, elle conserve donc indéfiniment les traces de ses « blessures ». Leur nombre nous donne une bonne indication de la fréquence et de la nature de ces impacts.

Probabilités de collision avec la Terre

La Terre a une surface «collectrice» de 550 millions de kilomètres carrés. Cependant, la surface de notre planète subit les érosions produites par les pluies, les vents et les mouvements de la croûte terrestre. Les cratères les plus anciens sont presque complètement gommés. Compte tenu de l'inventaire réalisé sur la Lune, nous pouvons extrapoler ce qui a dû «tomber» sur une surface 55 fois plus étendue.

On en déduit que la probabilité de collision est de :

- 1 impact d'un objet de 10 mètres de diamètre tous les 100 ans ;
- 1 impact d'un objet de 100 mètres de diamètre tous les 10 000 ans ;
- 1 impact d'un objet de 1 kilomètre de diamètre tous les millions d'années ;
- 1 impact d'un objet de 10 kilomètres de diamètre tous les 40 millions d'années.

Les météorites sont en quelque sorte des déchets d'accrétion. Il en subsiste encore dans le système solaire. Périodiquement, ils finissent par se faire happer par plus gros qu'eux, une planète, par exemple, et ils en augmentent graduellement la masse. Il faut cependant savoir qu'à notre époque, les impacts sont nettement moins fréquents et le risque de catastrophes, très faible.



Le Meteor Crater, en Arizona aux États-Unis, a 1,2 kilomètre de diamètre et a été formé il y a 50 000 ans.

Ressources naturelles Canada

par accrétion. Ce qui veut dire que la matière initiale s'est agglomérée pour former le Soleil et les planètes. Les résidus vagabondent ici et là. Parfois, ils rencontrent sur leur trajectoire une planète qu'ils percutent alors. C'est un peu comme lorsque tu prépares une tarte aux

pommes. Lorsque ta tarte est complétée, il reste tout autour des vestiges de ton œuvre. De la farine, du sucre, de la pâte, des petits morceaux de pommes. Il en fut ainsi lors de la confection du système solaire. ■

Comment...

compter les galaxies à partir d'un carré de pelouse

Tu as sans doute entendu dire ou lu quelque part que l'Univers renfermait un grand nombre de galaxies.

Tu auras besoin de...

- ✓ carré de pelouse de 5 cm × 5 cm
- ✓ crayon
- ✓ carnet de notes

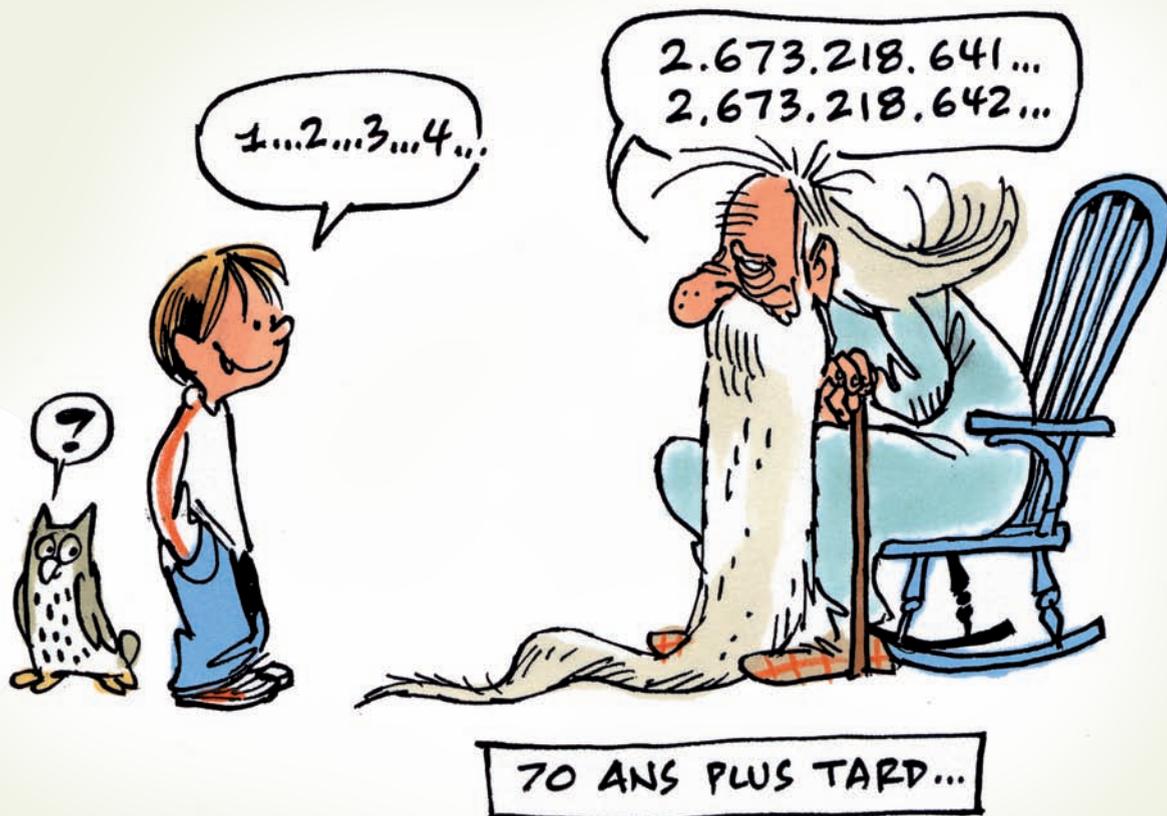
En effet, des galaxies grandes et petites tapissent complètement le ciel. Deux cents milliards de milliards. Voilà le nombre phénoménal de galaxies de l'Univers. Du moins, c'est ce que nous révèlent les astronomes. Tu te demandes sans doute : « Comment ont-ils fait pour obtenir un tel nombre ? »

D'abord, réalisons combien « gros » est ce nombre. Compte tout bas durant une demi-heure sans être interrompu et en gardant un rythme régulier. Un, deux, trois, quatre... Au bout d'une demi-heure, écris le nombre auquel tu es parvenu. Calcule combien de fois ce nombre est contenu dans un milliard. Le résultat de cette division est le nombre de demi-heures contenues dans un milliard. Divise par 2 pour le nombre d'heures, par 24 pour le nombre de jours et par 365 pour le nombre d'années. Maintenant tu connais le temps qu'il te faudra pour calculer 1 milliard. Moi, j'arrive à 32 ans. Trente-deux ans, à compter sans interruption pour n'obtenir qu'un simple petit milliard. Imagine maintenant 200 milliards de

milliards. Il devient évident que les galaxies n'ont pas été comptées une à une. Alors, comment les astronomes s'y sont-ils pris?

► Compter les brindilles-galaxies

Pour comprendre le raisonnement des astronomes, nous allons faire une expérience. Combien y a-t-il de brindilles de gazon sur une pelouse? Choisis un petit carré de pelouse représentatif de l'ensemble. Un petit carré d'environ cinq centimètres par cinq centimètres. Un endroit où il n'y a pas plus ni moins de brindilles qu'ailleurs sur la pelouse. Compte maintenant le nombre de brindilles



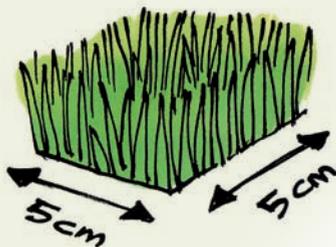
dans ton carré de cinq centimètres sur cinq. Trouve ensuite le nombre de carrés contenus dans la surface de ta pelouse. Tu me vois venir. Il s'agit ensuite de multiplier le nombre de carrés obtenu par le nombre de brindilles présentes dans ton petit carré pour obtenir une approximation juste du nombre de brindilles sur la pelouse.

Eh bien, on a fait de même pour les galaxies. Les astronomes ont choisi un petit carré du ciel. Ils ont même poussé la difficulté jusqu'à choisir une région du ciel qui, vue des observatoires de la Terre, ne renferme que très peu de galaxies. Un petit carré de ciel dans la constellation de la Grande Ourse. Ils ont braqué ensuite le télescope spatial Hubble sur cette petite portion du ciel et l'ont

photographiée. Une pose de plusieurs heures, en fait, presque une centaine d'heures. L'image obtenue révéla aux astronomes, éberlués, la présence d'une quantité phénoménale et jusque-là insoupçonnée de galaxies. Avec empressement, les astronomes comptèrent

le nombre de galaxies présentes et multiplièrent le résultat par le nombre de petits carrés contenus sur la voûte céleste dans son ensemble. De là le chiffre annoncé de 200 milliards de milliards. ■

5 centimètres carrés



Cartes du ciel

► Comment se servir des cartes du ciel

Chaque carte permet d'identifier les principales constellations aux dates et heures indiquées. Les cartes peuvent être utilisées sans grandes modifications, à une heure près de ces moments. Il faut tenir la carte au-dessus de ta tête, correctement orientée à l'aide des points cardinaux. Note que le centre de la carte correspond au

point situé juste au-dessus de ta tête. Un bon conseil: si c'est ta première exploration du ciel, cherche d'abord les étoiles les plus brillantes. N'oublie pas que la Grande Ourse (toujours visible sous nos latitudes) demeure un excellent panneau routier céleste.

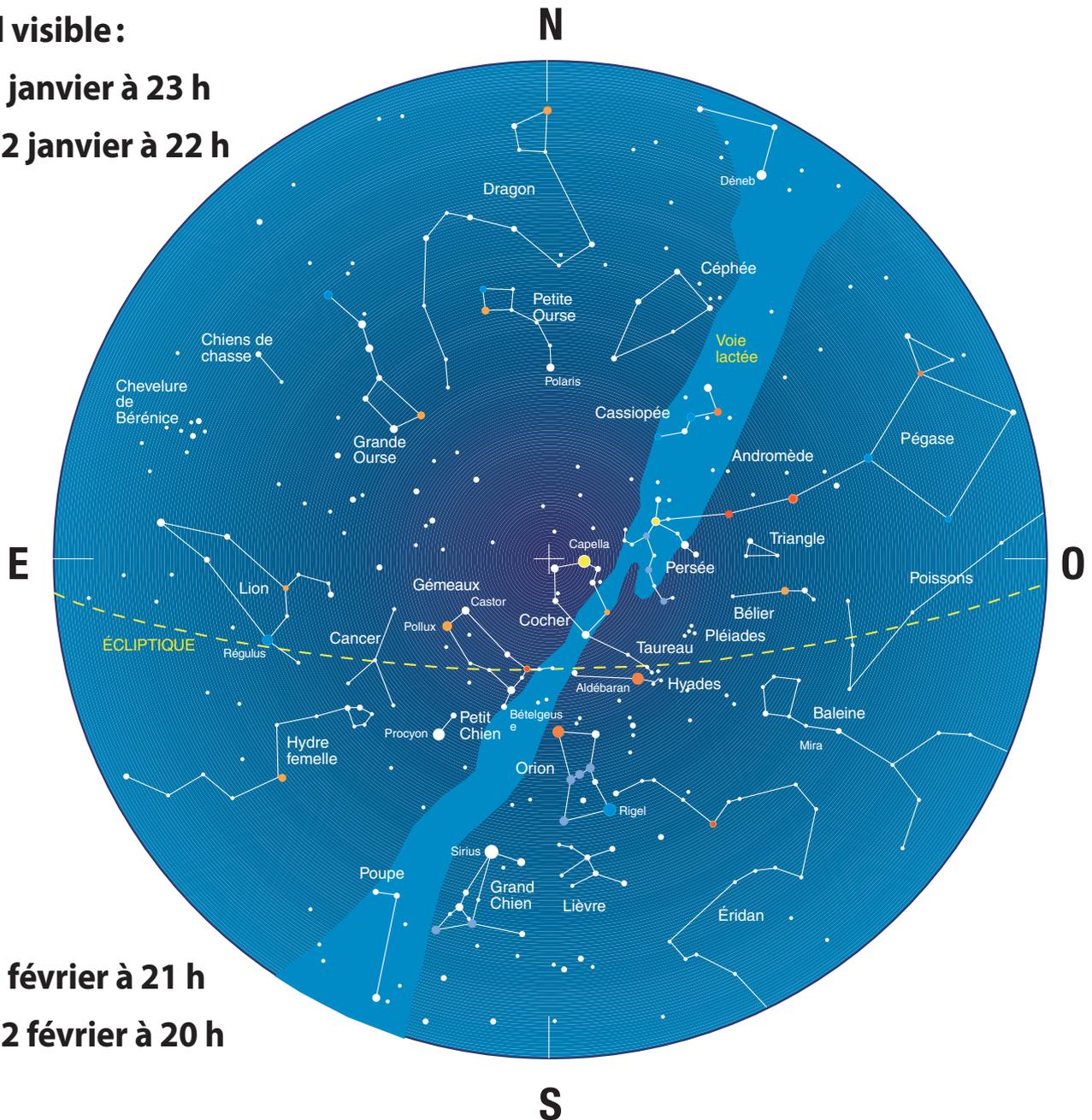
Illustrations: Jean-Pierre Urbain

JANVIER-FÉVRIER

Ciel visible:

► 7 janvier à 23 h

► 22 janvier à 22 h



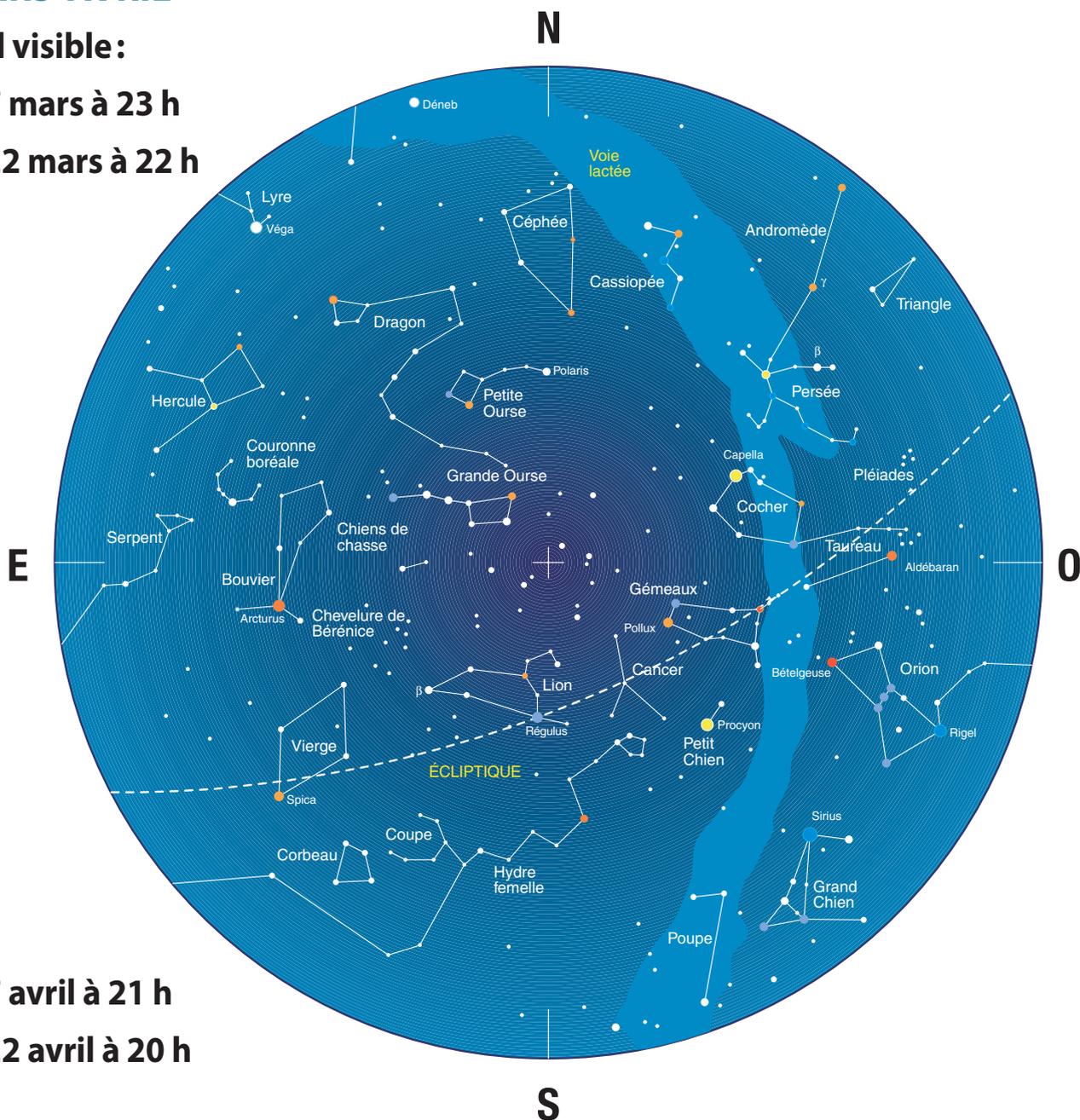
► 7 février à 21 h

► 22 février à 20 h

MARS-AVRIL

Ciel visible:

- ▶ 7 mars à 23 h
- ▶ 22 mars à 22 h

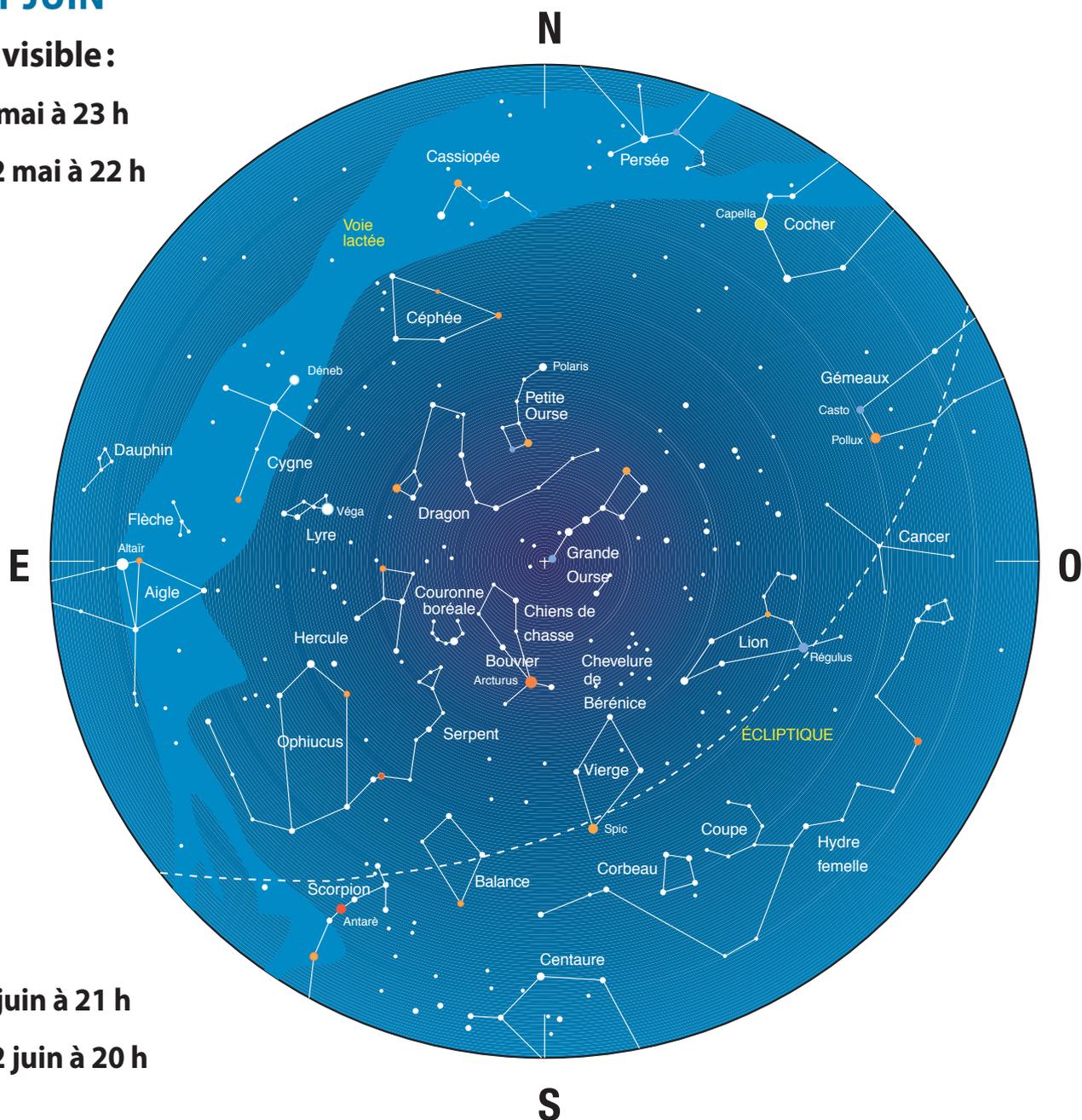


- ▶ 7 avril à 21 h
- ▶ 22 avril à 20 h

MAI-JUIN

Ciel visible:

- ▶ 7 mai à 23 h
- ▶ 22 mai à 22 h

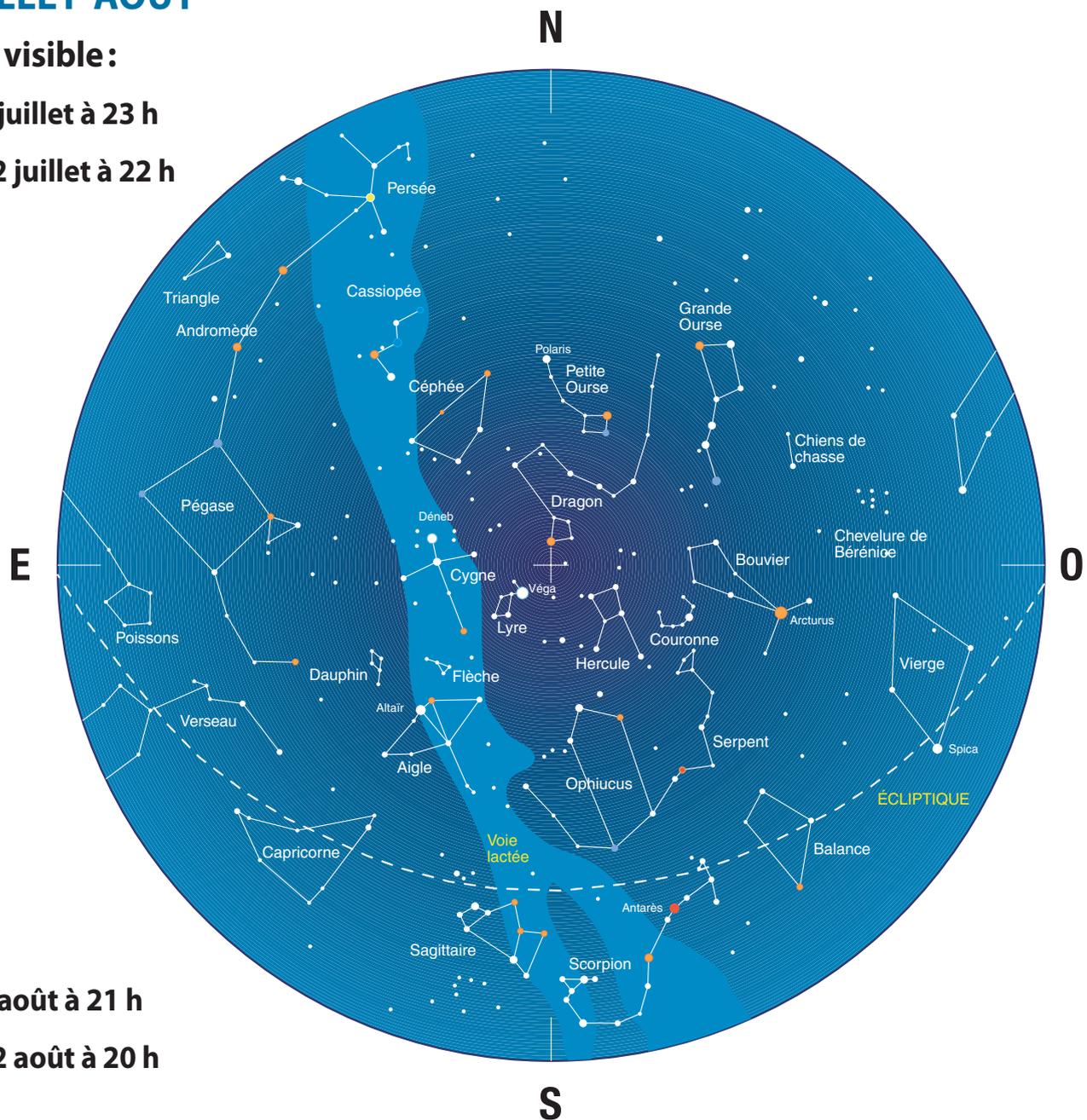


- ▶ 7 juin à 21 h
- ▶ 22 juin à 20 h

JUILLET-AOÛT

Ciel visible:

- ▶ 7 juillet à 23 h
- ▶ 22 juillet à 22 h



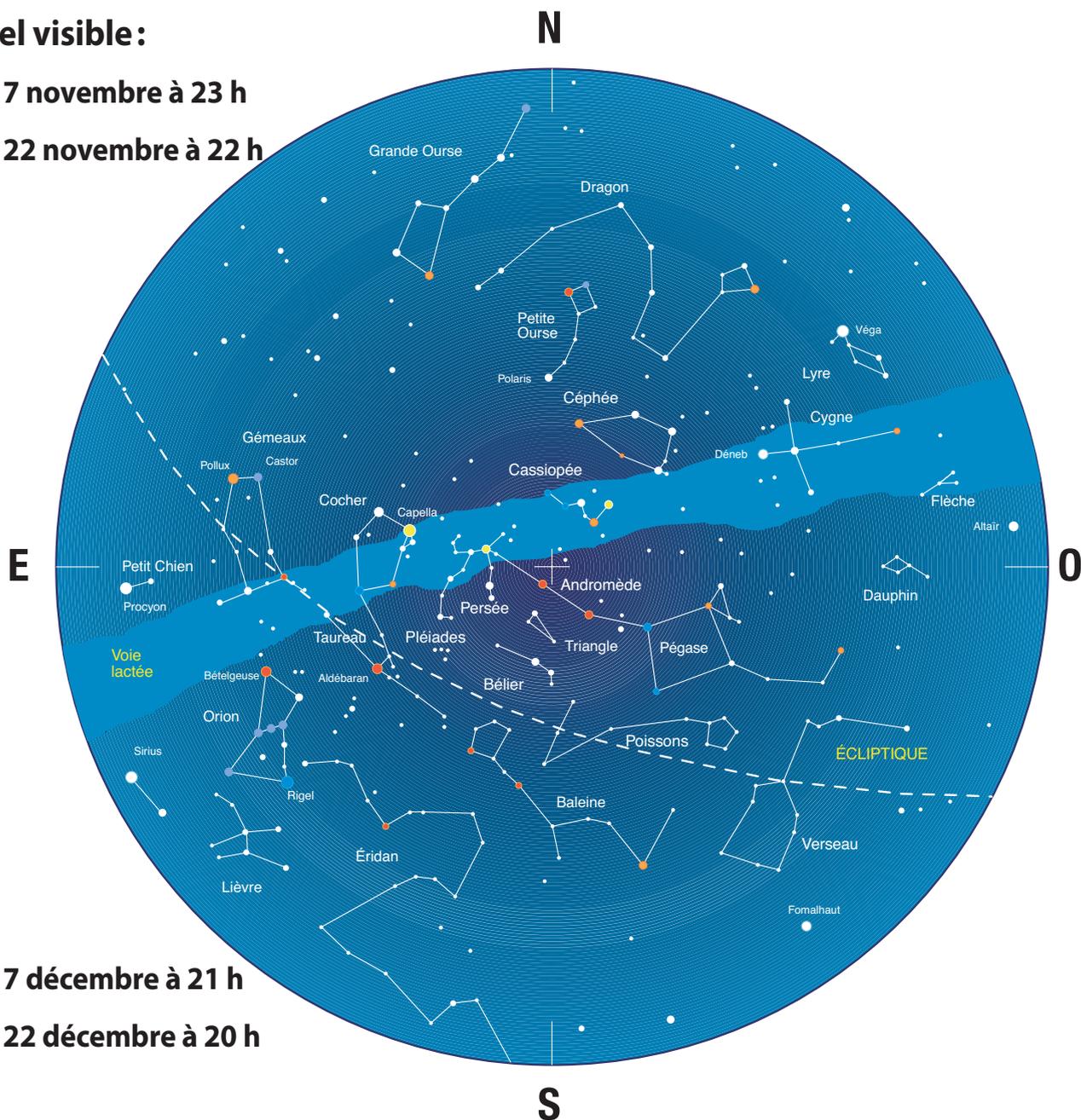
- ▶ 7 août à 21 h
- ▶ 22 août à 20 h

NOVEMBRE-DÉCEMBRE

Ciel visible :

▶ 7 novembre à 23 h

▶ 22 novembre à 22 h



▶ 7 décembre à 21 h

▶ 22 décembre à 20 h

