SCIENCE du MONDE

SCIENCE du MONDE

TRANSITION ÉNERGÉTIQUE
Les avancées de la recherche

1000 SOLUTIONS

POUR LE MONDE DE DEMAIN

Des découvertes prometteuses pour le bien de l'humanité.

LACTIPS
Le plastique sans plastique

Médecine • Neurosciences • Électronique • Bioscience • Digital • Intelligence artificielle...

LE CODE NEURONAL

Des perspectives immenses pour la santé

VIVRE SUR MARS

Le rêve bientôt réalité ?

1000 SOLUTIONS POUR LE MONDE DE DEMAIN
N°12 - Trimestriel - Août - Septembre - Octobre 2021 - www.lafontpresse.fr
N°12 - Trimestriel - Août - Septembre - Octobre 2021 - BEL : 9,20 €
CPPAP
L 19610 - 12 - F: 8,90 € - RD
Imprimé en France

Lafont presse

La passion d'informer

Entreprendre (*Lafont presse*), groupe côté sur *Euronext Paris*.

Les magazines positifs

www.lafontpresse.fr

SCIENCE du MONDE

Edité par *Entreprendre* (LAFONT PRESSE)
53, rue du Chemin Vert - CS 20056
92772 Boulogne-Billancourt Cedex
www.lafontpresse.fr - Tél. : 01 46 10 21 21

Directeur de la publication et de la rédaction :
Robert Lafont - robert.lafont@lafontpresse.fr

Secrétaire générale des rédactions :
Isabelle Jouanneau - Tél. : 01 46 10 21 21
isabelle.jouanneau@lafontpresse.fr

Rédaction : Sacha Lorens, Michel Vidal, Anne-Sophie Lamy, Robert de Villiers, Julien Doré, Anne-Sophie Châtillon, Jean-François de La Verdure, Raoul Macron, et les rédactions de *Lafont presse*.

ADMINISTRATION
Directeur comptable : Didier Delignou - didier.delignou@lafontpresse.fr
Comptables : Mélanie Dubuget - Tél. : 01 46 10 21 28
melanie.dubuget@lafontpresse.fr
Alizée Dufraisse - Tél. : 01 46 10 21 03
alizee.dufraisse@lafontpresse.fr

PUBLICITÉ & PARTENARIATS
Directeur : Éric Roquebert - Tél. : 01 46 10 21 06
eric.roquebert@lafontpresse.fr

FABRICATION
Maquettiste : Vincent Doré - vincent.dore@lafontpresse.fr
Impression : SIB (62 - Boulogne sur Mer)

FABRIQUÉ EN FRANCE

Communication environnementale : Origine du papier : Allemagne - Taux de fibres recyclées : 100% - Certification : PEFC - Eutrophisation : PTot 0.001 Kg/t.

PEFC 10-31-2036

DIFFUSION PRESSE
Isabelle Jouanneau - Tél. : 01 46 10 21 21
isabelle.jouanneau@lafontpresse.fr
Distribution : MLP - Tondeur

ABONNEMENTS
Hanane Rahmani - hanane.rahmani@lafontpresse.fr

Science du Monde est édité par *Entreprendre*, S.A. au capital de 246 617.28€ - RCS NANTERRE 403 216 617 - SIRET : 403 216 617 000 23 - NAF : 5814Z SA - 53 rue du Chemin Vert - CS 20056- 92772 Boulogne-Billancourt Cedex - Tél. : 01 46 10 21 21.
Toute reproduction, même partielle, des articles et iconographies publiés dans *Science du Monde* sans l'accord écrit de la société éditrice est interdite, conformément à la loi du 11 mars 1957 sur la propriété littéraire et artistique. La rédaction ne retourne pas les documents et n'est pas responsable de la perte ou de la détérioration des textes et photos qui lui ont été adressés pour appréciation.
N° de commission paritaire : **1021 K 94362** - N°ISSN : 2649-4396 - Dépôt légal à parution.

Avertissement : L'éditeur se réserve la possibilité de republier certaines enquêtes ou reportages des titres Lafont presse.

Les magazines découvertes Lafont presse

À lire sur lafontpresse.fr

Economie : Entreprendre, Création d'entreprise magazine, Manager & réussir, Succès, Placements, C'est votre argent !, Spécial Argent, 100% cash, Business event', Nouvel agriculteur. **People :** Journal de France, Intimité, Intimité Dimanche, Spécial Dernière, Secrets de stars, Spécial People, Paris confidences, Célébrité magazine, Confidences magazine, La une de l'actualité, Actualité de France, Dossier enquêtes, Enquêtes magazine, Crimes magazine, Histoires vérité, Incroyable, Souvenirs Souvenirs, Numéro Spécial, Collection, Johnny magazine, Johnny actualité, Reines & Rois, Royauté, Gotha magazine, Femme de cœur. **Auto :** L'essentiel de l'Auto, Automobile revue, Auto magazine, Pratique Auto, Spécial Auto, Automobile verte, Auto Souvenir, Youngcars, Automobile légende, Tracteurs magazine, Le magazine de l'aviation, L'essentiel du Drone, L'officiel du Vélo. **Sport :** Le Foot, Le Foot Paris magazine, Le Foot Lyon magazine, Le Foot Marseille, Le Foot magazine, Rugby magazine, Handball magazine, France Basket, Le Sport, Le Sport Vélo, Cyclisme magazine, Auto sport magazine, Féminin Footing. **Féminin :** Féminin Psycho, L'essentiel de la Psycho, Santé revue, Santé Info, Féminin Santé, Pratique Santé magazine, Dossier santé, Santé revue Seniors, Féminin senior santé, Nutrition magazine, Santé guide, 365 jours femme, Le magazine des femmes, Féminin Tonic, Journal de France Senior. **Maison-Déco :** Maison Décoration, Maison Décoration cuisine, Maison déco jardin, Maison campagne & jardin, L'essentiel de la Déco, Spécial Déco, Faire soi-même, Jardiner, Info Jardin, Potager pratique, Jardin potager facile, Potager bio de saison. **Centres d'intérêts :** Spécial Chats, Spécial Chiens, Féminin pratique, Les dossiers pratiques, Stop Arnaques, Pêche magazine, Chasse magazine, France Patrimoine, Spécial France, Spécial Seniors, Féminin Senior, Senior loisirs. **Cuisine :** Cuisine revue, Cuisine magazine, Le journal du vin. **Information-Culture :** Science magazine, L'essentiel de la Science, La revue de la Science, Science et paranormal, Science du monde, Mer & Océan, Cerveau magazine, Question de Philo, L'événement magazine, Le journal, Globe, Info Femme, La Presse littéraire, Biographie magazine, Spécial Histoire, Napoléon magazine, Le magazine des arts, Luxe magazine.

DEVENEZ ACTIONNAIRE
Entreprendre (*Lafont presse*), groupe indépendant éditeur de 60 magazines publiés en kiosques, est côté sur *Euronext Paris* (code ALENR).
Participez à son développement.
www.lafontpresse.fr

Sommaire

N°12 - Trimestriel - Août - Septembre - Octobre 2021

4 Actualité de la science
Comment est née l'hémoglobine ? • Qu'est-ce que fait basculer Saturne ? • InSight prolonge sa mission sur Mars • Les aires marines françaises sont-elles bien protégées ? • Il y a 570 millions d'année, une vie microbienne extrêmophile • Une expédition maritime dans l'océan Austral • Les émissions de méthane tout autour du globe • Le plus grand instrument de radioastronomie jamais réalisé • Covid-19 : des cellules immunitaires aggraveraient la maladie • Participez à la surveillance des poissons porte-épées

14 Des technologies pour un monde meilleur
16 Plume Labs : rendre l'air transparent
18 Glowee : la lumière qui vient de la mer
20 L'air intérieur plus pollué que l'air extérieur ?
23 SoundCity : cartographier la pollution sonore
25 AIRCITY : Mesurer la pollution mais aussi les odeurs

26 Textiles interactifs, connectés, intelligents

32 Sport, sécurité, vie quotidienne : 3 avancées du numérique

34 L'hôpital connecté : le patient suivi à la trace

36 LACTIPS : le plastique le plus vert de la planète !

40 Le monde du futur au CES de Las Vegas

48 Livres

52 Les 10 innovations digitales de l'année

58 Un équipement unique au monde pour percer les secrets du cerveau

68 La transition énergétique : comment le monde va changer
70 Objectif zéro carbone
72 Mobilité à émission zéro
74 L'hydroélectricité : la France possède le second potentiel au monde
75 Un nouveau souffle pour l'éolien
76 Le photovoltaïque redevient compétitif • Solaire thermodynamique : la France pionnière
77 Géothermie : jusqu'à quelle profondeur irons-nous ?
78 Le bois : première source d'énergie renouvelable du pays
79 Biogaz : on peut mieux faire

80 Bertrand Piccard, pionnier de l'aviation solaire
« Avec des technologies propres, on peut réaliser l'impossible ! »

84 Bientôt des hommes sur Mars
Comment être autonome dans l'espace profond

96 1000 solutions pour le monde de demain

108 Microalgues : l'énergie du futur

114 Le premier tour du monde en bateau volant !

118 Actualité de la science

Prochain *Science du Monde* le 3 novembre 2021

ABONNEZ-VOUS SCIENCE du MONDE

Et renvoyez ce bon dument rempli à *Lafont Presse*
53 rue du Chemin Vert - CS 20056 - 92772 Boulogne-Billancourt Cedex

OUI, je m'abonne à *Science du monde* (papier + numérique) et je reçois chez moi 10 n° dont 2 n° gratuits au prix de 71€ au lieu de 89€

Nom : ..... Prénom : .....
Adresse : .....
Code Postal : ..... Ville : .....
Téléphone : ..... Date de naissance : .....
Courriel : _____

❑ **Je règle par Chèque bancaire ou postal à l'ordre de Lafont presse**
53 rue du Chemin Vert - CS 20056 - 92772 Boulogne-Billancourt Cedex

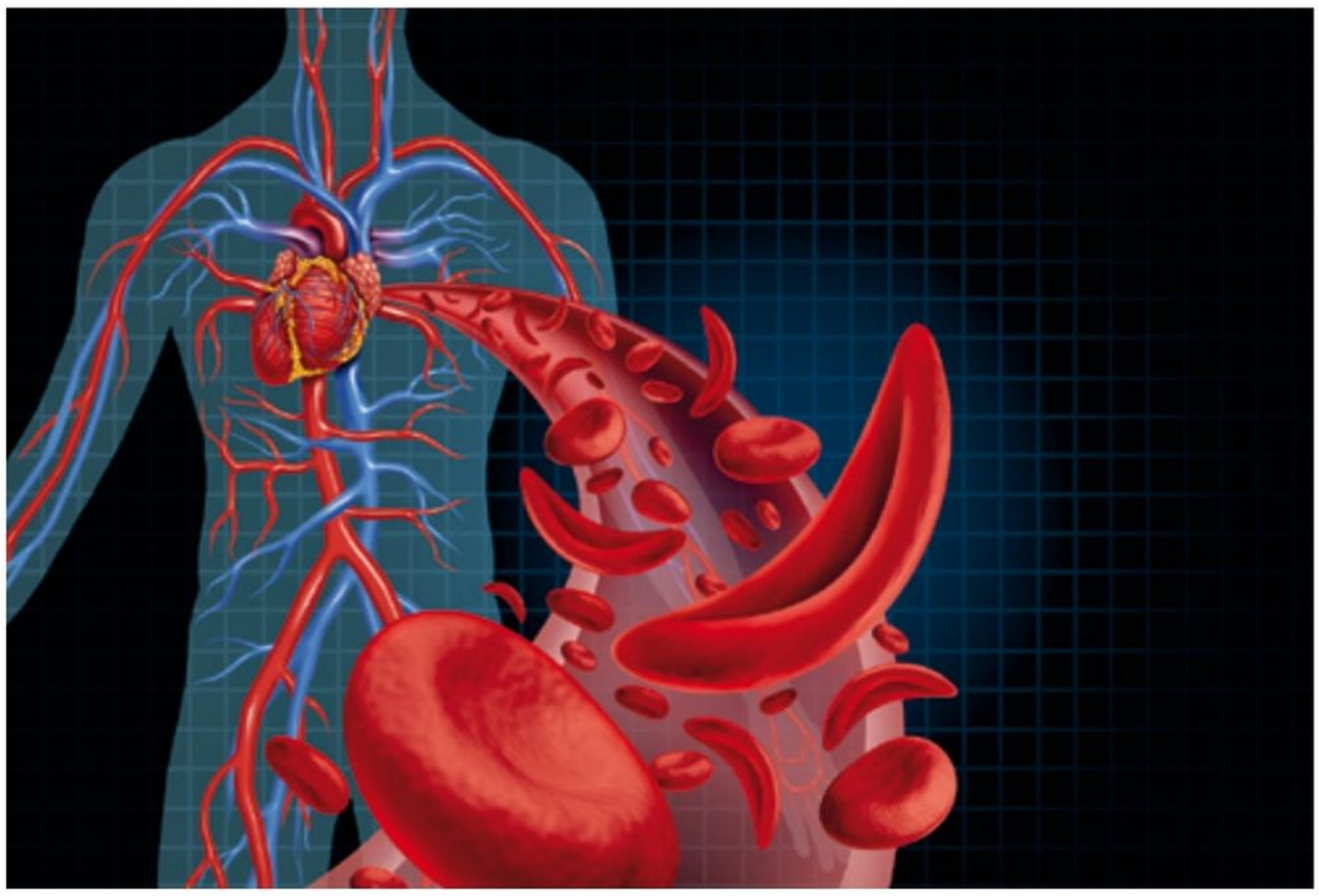
par carte Bancaire visa
N° : _____
expire fin _____
cryptogramme (les trois derniers chiffres au dos de votre carte) _____

signature :

Conformément à la loi "informatique et libertés" du 6 janvier 1978 modifiée en 2004, vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification aux informations qui vous concernent. Vous pouvez accéder aux informations vous concernant, les rectifier et vous opposer à la transmission éventuelle de vos coordonnées en cochant la case ci-contre ❑ ou en adressant un courrier libre à *Lafont presse* :
53, rue du Chemin vert, 92100 Boulogne Billancourt.

Comment est née l'hémoglobine ?

Pourquoi notre sang est-il rouge ? C'est bien sûr à cause de l'hémoglobine, une protéine complexe spécialisée dans le transport de l'oxygène. Mais il n'en a pas été toujours ainsi...



Les humains et les mammifères ne sont pas les seuls à avoir le sang rouge. On retrouve en effet de l'hémoglobine dans le système circulatoire d'autres vertébrés, mais aussi chez des annélides (dont les plus connus sont les vers de terre), des mollusques (notamment des escargots d'eau douce), et des crustacés (tels les daphnies ou « puces d'eau »). Comment l'hémoglobine est-elle apparue chez des espèces aussi différentes ? Il a fallu qu'elle soit « inventée » plusieurs fois au cours de l'évolution...

Des scientifiques de l'Institut Jacques Monod (CNRS/Université de Paris), du Laboratoire matière et systèmes complexes (CNRS/Université de Paris), de la Station biologique de Roscoff (CNRS/Sorbonne Université), des Universités de St Pétersbourg (Russie) et de Rio de Janeiro (Brésil) se sont intéressés à *Platynereis dumerilii*, un petit ver marin au sang rouge. Cet animal a comme caractéristique d'avoir évolué très lentement : ses caractéristiques génétiques sont effectivement proches de celles de l'ancêtre marin de la plupart des animaux, *Urbilateria**. L'étude de ce petit ver, en le comparant aux autres espèces à sang rouge, a permis ainsi de remonter aux origines des hémoglobines.

Les hémoglobines appartiennent à une vaste famille, les globines, des protéines que l'on retrouve chez presque tous les êtres vivants capables de « stocker » des gaz comme l'oxygène ou le monoxyde d'azote. Mais contrairement à l'hémoglobine, elles agissent en général à l'intérieur des cellules et ne circulent pas dans le sang. Les travaux des chercheurs montrent que, chez toutes les espèces à sang rouge, c'est un même gène permettant de fabriquer une globine appelée « cytoglobine » qui a évolué indépendamment pour devenir un gène codant pour l'hémoglobine. Cette nouvelle molécule circulante a permis un transport plus efficace de l'oxygène, alors que les animaux devenaient plus grands en taille et surtout plus actifs. Toutes ces hémoglobines apparues indépendamment dérivent donc d'un même gène ancestral.

** Urbilateria est le dernier ancêtre commun des bilatériens, soit les animaux dotés d'une symétrie bilatérale (droite-gauche) et d'organes complexes. A l'exclusion cependant des espèces d'organisation plus simple comme les éponges ou les méduses.*

Qu'est-ce qui fait basculer Saturne ?

On observe une inclinaison de 27° de l'axe de rotation de la géante gazeuse. Ses satellites en seraient-ils responsables ?

Malgré la taille impressionnante de la planète par rapport à ses satellites, l'influence de ces derniers permettrait d'expliquer la bascule de Saturne. Des travaux menés par des scientifiques du CNRS et de Sorbonne Université, à l'Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides (Observatoire de Paris - PSL/CNRS), et de l'Université de Pise, ont montré que l'inclinaison actuelle de l'axe de rotation de la géante gazeuse résultait en effet de la migration de ses satellites, et plus particulièrement du plus grand d'entre eux, Titan.

De récentes observations avaient prouvé que Titan et les autres satellites s'éloignent petit à petit de Saturne, et cela beaucoup plus rapidement que ce que les astronomes pensaient. Avec cette vitesse de migration revue à la hausse, les chercheurs ont conclu que ce phénomène agit sur l'inclinaison de l'axe de la planète : à mesure que ses satellites s'éloignent, elle s'incline de plus en plus.

Pourtant, pendant plus de 3 milliards d'années après sa formation, Saturne avait conservé un axe de rotation faiblement incliné. Ce n'est que depuis un milliard d'années qu'elle subirait la lente action de ses satellites via un phénomène de résonance qui perdure. L'interaction avec la course de la planète Neptune a fait débuter la longue bascule de l'axe de Saturne jusqu'à l'inclinaison de 27° observée aujourd'hui.

Si les astronomes s'accordaient sur l'existence de cette résonance, ils pensaient qu'elle avait eu lieu très tôt, il y a plus de 4 milliards d'années, à cause d'une modification dans l'orbite de Neptune. Et l'axe de Saturne se serait ensuite stabilisé. Ces travaux montrent tout le contraire : l'axe de Saturne bascule toujours, et dans les prochains milliards d'années, l'inclinaison pourrait plus que doubler.

L'équipe de chercheurs était déjà arrivée à des conclusions similaires pour la planète Jupiter. Du fait de la migration de ses quatre satellites principaux et d'une résonance avec l'orbite d'Uranus, elle devrait connaître un basculement analogue. Dans les 5 prochains milliards d'années, l'inclinaison de l'axe de Jupiter pourrait passer de 3° à plus de 30° !

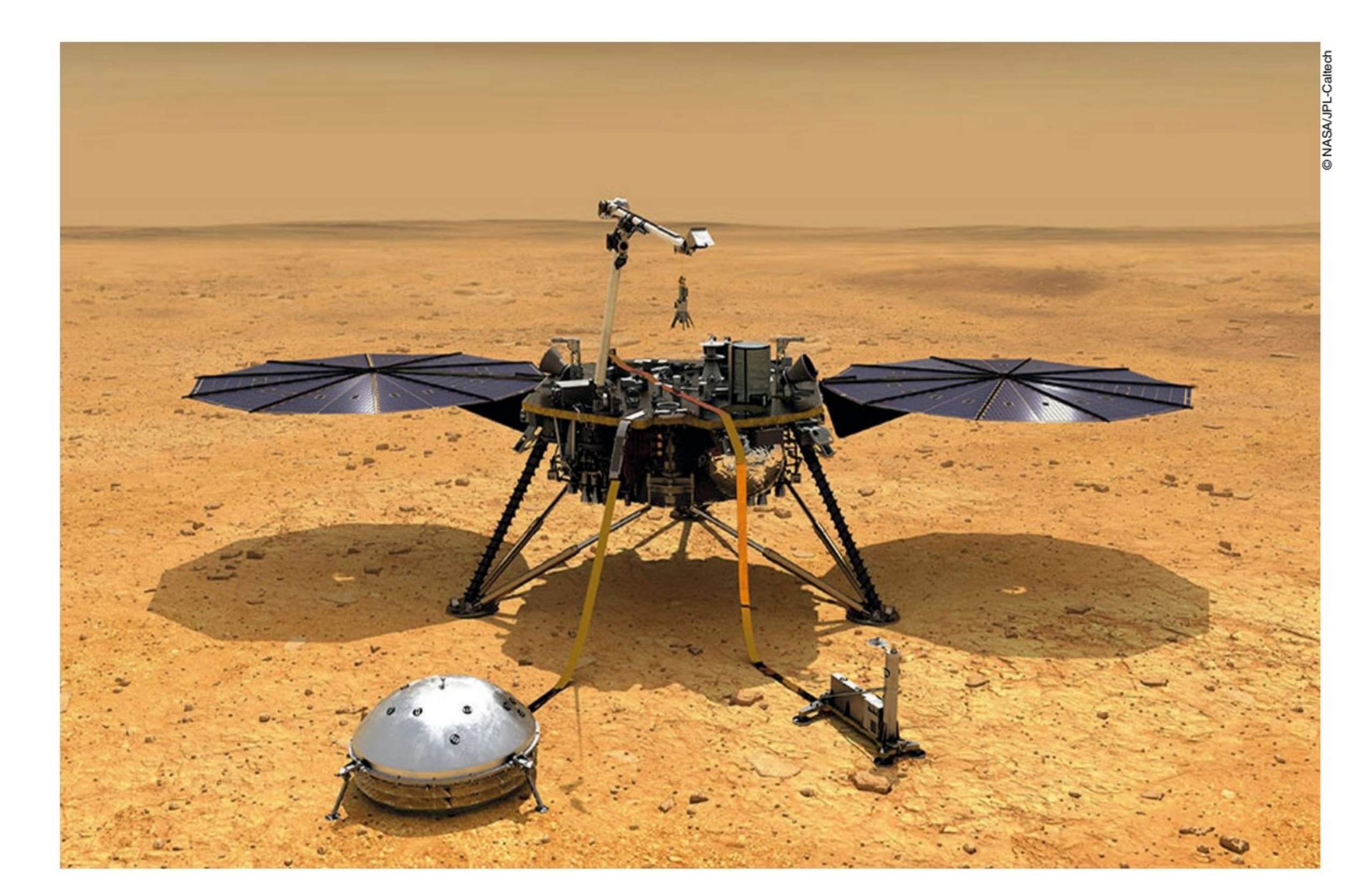
InSight prolonge sa mission sur Mars

Première mission consacrée à l'étude de la structure interne de la planète Mars, InSight a été prolongée de deux ans par la NASA, pour prendre fin en décembre 2022.

Le CNES contribue notamment au niveau du sismomètre SEIS, destiné à détecter les « séismes martiens ». Autre instrument à bord : la station météorologique APSS, constituée des capteurs de mesure du vent, de la température et de la pression atmosphérique, ainsi que d'un magnétomètre.

Les deux premières années de la mission InSight ont permis une nouvelle compréhension de Mars. Elles ont révélé une planète vivante, théâtre de séismes, de tourbillons de poussière et d'étranges impulsions magnétiques. Depuis plusieurs mois, une tempête de poussière globale recouvre la planète rouge et limite fortement l'énergie disponible pour InSight et les instruments SEIS et APSS. Les équipes opérationnelles du CNES et de la NASA sont parvenus à maintenir allumés la plupart des capteurs sismiques et météorologiques, même par intermittence, et ces derniers ont pu continuer à fournir de très bonnes données scientifiques, même détecter récemment de nouveaux séismes martiens.

Le CNES opère les instruments SEIS et APSS depuis le Centre Spatial de Toulouse, et le centre de données de l'IPGP (l'Institut de physique du globe de Paris - Université de Paris/IPGP/CNRS) assure la diffusion des données de SEIS au sein de la communauté scientifique. Plusieurs laboratoires du



CNRS participent, avec l'IPGP et l'ISAE-SUPAERO, aux analyses des données de la mission.

Quand vient la tombée de la nuit sur Mars, le câble qui relie SEIS à l'atterrisseur InSight, le « tether », a tendance à générer des craquements thermoélastiques. Ceux-ci perturbent les mesures lorsque la température chute brutalement à ce moment de la journée. Aussi, à l'initiative de l'IPGP et du CNES, l'une des nouvelles activités de la mission étendue consistera à recouvrir ce « tether » d'une couche de régolithe martien à l'aide de la pelle située au bout du bras d'InSight. La qualité du signal sismique produit par SEIS sera ainsi considérablement améliorée, en atténuant les effets des gradients de température sur Mars. À côté des activités sismologiques, les activités météorologiques d'InSight sont produites par l'instrument APSS, qui fournit des données parmi les plus détaillées collectées sur Mars.

Celles-ci constitueront, avec celles d'instruments équivalents installés sur le Rover Curiosity et le Rover Perseverance récemment arrivé sur la planète rouge, le premier réseau météorologique disponible et opérationnel sur une autre planète.

Les aires marines françaises sont-elles bien protégées ?

Deuxième zone économique exclusive au monde (plus de 10 millions de kilomètres carrés avec l'outre-mer), la France ambitionne de recouvrir 30% de son territoire océanique par des aires marines protégées (AMP) d'ici 2022, dont un tiers en « protection forte ». Mais qu'en est-il sur réellement ?

Cette stratégie nationale sur les AMP a été récemment annoncée. Mais une équipe de scientiques du CNRS, du Centre de recherche insulaire et observatoire de l'environnement (CNRS/UPVD/EPHE-PSL), s'est intéressée de plus près aux 524 AMP françaises. Elle a constaté que l'objectif de 30% est bien atteint, mais avec une répartition très inégale. Et surtout seul 1,6% de l'espace maritime français bénéficie d'un statut de protection intégrale ou haute (les deux niveaux permettant de réduire au mieux les impacts humains sur la biodiversité), et non 10% comme prévu. De plus, 80% de cette protection haute ou intégrale ne concernent qu'un territoire, les TAAF. Si l'on y inclut la Nouvelle Calédonie, plus de 97% des zones de protection forte sont là-bas. Il ne reste donc que 3% en métropole !

Les niveaux de protection y sont par conséquent extrêmement faibles. Par exemple, 59% des eaux françaises méditerranéennes sont dans des AMP, dont seulement 0,1% en protection haute ou intégrale. Même chose sur la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord dont presque 40% sont sous un statut d'AMP, avec seulement 0,01% en protection haute ou intégrale. Pourtant des niveaux appropriés de protection dans tous les bassins océaniques s'avèrent essentiels pour protéger l'océan, sa biodiversité, et soutenir les moyens de subsistance de millions de personnes.

Il y a 570 millions d'années, une vie microbienne extrêmophile

Si les animaux ont fait leur apparition sur notre planète vers 570 millions d'années, la vie était née des milliards d'années auparavant : les bactéries avait colonisé tous les milieux, même les plus extrêmes. Dans un lac volcanique marocain, des chercheurs ont fait une découverte exceptionnelle...

Les premières traces de vie sur Terre datent d'entre 3,5 et 3,8 milliards d'années. Bien sûr cette vie n'était que sous forme microbienne. Mais elle occupait déjà presque tous les écosystèmes, marins comme continentaux. Ces organismes vont résister ensuite à toutes les crises biologiques et environnementales. Ils vont traverser les temps géologiques jusqu'à nos jours.

Les scientifiques s'intéressent à cette vie microbienne pour comprendre comment elle s'est développée, comment elle a résisté aux événements. Ils peuvent ensuite rechercher la présence de traces de vie dans des contextes similaires mais extraterrestres (sur d'autres planètes, des satellites, des comètes...). Certains de ces organismes vivaient dans des environnements primitifs très différents de ceux que nous connaissons : on les appelle des extrêmophiles. Depuis une trentaine d'années, les chercheurs se passionnent pour ces microbes dont les traces de vie sont très difficiles à trouver, encore plus lorsque l'on remonte dans le temps.

Au sud-est du Maroc, dans la région de Ouarzazate, près de la localité d'Amane Tazgart, une équipe internationale dirigée par Abderrazak El Albani, Professeur à l'Institut de chimie des milieux et matériaux de Poitiers (Université de Poitiers/CNRS) a fait une découverte rare. Les scientifiques ont réuni des preuves fossiles indubitables montrant que des microorganismes ont su s'adapter de manière étonnante à des milieux très divers, dans des conditions extrêmes. Sur le site, des constructions biologiques associées à l'activité de colonies bactériennes, connues sous le nom de stromatolithes, ont été découvertes. Datées de 571 millions d'années, elles figurent parmi les édifices biologiques les mieux

conservés de cette période du Précambrien pour l'ensemble du continent africain et dans ce type de contexte géologique.

Ces colonies se sont développées dans un lac de caldeira volcanique, à un endroit où les températures étaient relativement élevées et les eaux à la fois salines et alcalines. Dans tant de conditions inhospitalières, on a longtemps considéré comme impossible le développement de toute forme de vie. C'est pourquoi la NASA s'intéresse à cette découverte car, si des communautés microbiennes ont vécu et se sont développées dans des conditions aussi extrêmes, on peut envisager la même chose pour des formes de vie simples susceptibles d'exister sur d'autres planètes.
La qualité de conservation de ce site alliée à son intérêt pédagogique et géo-touristique permettent d'envisager son inscription au patrimoine mondial de l'UNESCO.

Une expédition maritime dans l'océan Austral

A bord du Marion Dufresne II, un bateau laboratoire affrété par la Flotte océanographique française, 48 scientifiques sont partis en janvier dernier afin de mieux comprendre la séquestration du CO2 atmosphérique dans l'océan. L'expédition océanographique Swings s'est déroulée dans l'océan Austral, à la découverte de ses secrets.

Il est difficile d'explorer l'océan Austral, une région lointaine et agitée qui entoure le continent antarctique, au sud des océans Atlantique, Pacifique et Indien. Son rôle est important mais complexe pour le captage et le stockage du CO2 atmosphérique. En effet, de nombreux facteurs sont à prendre en compte : cela va de l'activité biologique (la photosynthèse en surface, « l'export » de matière carbonée vers les abysses, sa séquestration dans les sédiments) à la circulation océanique.

Pour appréhender ces processus, il est nécessaire de les quantifier, et ceci est possible grâce à la mesure d'éléments dits « géochimiques » (silice, nitrate, fer, zinc, mais également par exemple thorium, radium et terres rares). La grande majorité de ces « traceurs » est présente en concentrations infimes dans l'eau de mer.

L'expédition océanographique Swings (pour *South West Indian Geotraces Section*), est partie le 11 janvier dernier pour un voyage de deux mois. L'équipe du projet était coordonnée par deux chercheuses du CNRS et impliquait notamment des collègues de Sorbonne Université, de l'Université Toulouse III - Paul Sabatier, de l'Université de Bretagne Occidentale et d'Aix-Marseille Université. Les recherches s'inscrivent dans le programme mondial Geotraces qui construit depuis 2010 un atlas chimique des océans. Il s'agit notamment de compiler les données décrivant les cycles biogéochimiques de ces éléments « traceurs » et de leurs isotopes dans les différents océans du globe.

C'était la première fois qu'une campagne en mer aussi détaillée que Swings était menée dans l'océan Austral. Son objectif consistait à déterminer l'origine (atmosphérique, sédimentaire, hydrothermale...) de ces éléments, dont certains jouent un rôle crucial dans l'activité photosynthétique du phytoplancton (le fer et le zinc, par exemple). Les scientifiques devaient étudier leurs transformations physique, chimique et biologique, à toutes les profondeurs de l'océan Austral. Et également leur devenir *in fine* : descente dans les abysses et stockage dans les sédiments.

À cet effet des carottages ont été effectués le long de la côte sud-africaine, autour des îles Marion, Crozet et Kerguelen, et dans des zones plus profondes. La très faible teneur en éléments chimiques recherchés dans l'océan rend leur analyse délicate :

Les émissions de méthane tout autour du globe

© NASA/Scientific Visualization Studio

Alors que l'on parle de plus en plus du respect des accords de Paris, revoyons cette image 3D de la NASA publiée fin 2020. Les émissions mondiales de méthane, deuxième plus grand contributeur du réchauffement climatique derrière le CO2, y apparaissent, s'élevant d'une diversité d'endroits sur notre planète pour évoluer dans l'atmosphère. Les émissions de méthane proviennent des énergies fossiles, de l'agriculture, de la combustion de biomasse, des biocarburants. À cela sont ajoutées des simulations de zones humides (principalement tropicales) pour obtenir les données qui composent cette modélisation.

Ce nouvel outil est destiné à comprendre ce gaz complexe et son rôle dans le cycle du carbone sur la Terre, dans la composition de l'atmosphère et dans le climat. La hausse de ses émissions est assez alarmante puisque la concentration de méthane dans l'atmosphère est environ 2,5 fois plus importante qu'au cours de l'ère préindustrielle.

les échantillons prélevés doivent en effet être protégés de toutes contaminations venant de la rouille et des cheminées du bateau, voire des scientifiques eux-mêmes. Une autre équipe a embarqué sur le Marion Dufresne II avec les scientifiques du projet Swings : celle du service d'observation Oiso, qui évalue la part de CO2 issue des émissions anthropiques et l'acidification des eaux qui en résulte. Un autre programme de suivi temporel de données, Themisto, était également prévu pour étudier les écosystèmes de haute-mer. Enfin, un troisième projet, MAP-IO, s'est appuyé sur la plateforme du navire pour effectuer, entre autres, des mesures physiques de la distribution des aérosols et de gaz traces. Les résultats sont à venir...

Le plus grand instrument de radioastronomie jamais réalisé

Il permettra d'étudier la formation des toutes premières étoiles et galaxies, peu de temps après le Big Bang. L'instrument de radioastronomie le plus sensible jamais conçu, sur une gamme d'ondes radio inégalée, est construit par SKA *Observatory* en Afrique du Sud. Il produira un flot de données dépassant le trafic internet mondial d'aujourd'hui !

Doté de capacités d'observation sans équivalent, l'instrument SKA (pour *Square Kilometer Array*, soit un réseau d'un kilomètre carré) permettra des avancées importantes. Parmi celles-ci, l'étude de l'apparition des premières sources lumineuses dans l'Univers après le Big Bang, l'impact des champs magnétiques sur les processus d'évolution des objets célestes, les tests des théories de la gravitation et de la relativité générale, ou encore la détection d'ondes gravitationnelles. SKA est également attendu pour sa capacité d'exploration de l'inconnu...

La France est depuis peu membre de SKA Observatory (SKAO), une organisation intergouvernementale. *« Je me réjouis de la décision de la France de devenir membre de SKAO pour relever une multitude de défis : défis en astronomie, défis numériques et défis technologiques qui allient chercheurs académiques et industriels »*, a observé à cette occasion Antoine Petit, Président-directeur général du CNRS. L'organisme pilotait déjà la « Maison SKA-France », créée en 2018, qui rassemble des établissements publics (CNRS, Observatoire de Paris - PSL, Observatoire de la Côte d'Azur, Inria, CEA, Université de Bordeaux et Université d'Orléans) et des entreprises (Air Liquide, ATOSBull, Callisto, CNIM, FEDD, Kalray, Thalès).

Le défi technologique le plus spectaculaire de SKA est posé par le flot de données qu'il va produire : il dépassera chaque année le trafic internet mondial d'aujourd'hui et les besoins de stockage actuels de Facebook, par exemple. C'est pourquoi, pour la première fois, les supercalculateurs pour le traitement des données deviendront une partie intégrante des télescopes, au même titre que les antennes. SKA sera ainsi le premier observatoire « Big Data ».

La communauté scientifique française impliquée dans son exploitation devrait dépasser 400 chercheurs et chercheuses travaillant dans les domaines de l'astrophysique, de la cosmologie et de la physique fondamentale. Y seront associés des scientifiques d'autres domaines sur des enjeux de recherche numérique, technologiques, méthodologiques et sociétaux.

COVID-19 : des cellules immunitaires aggraveraient la maladie

Dans l'infection par le virus SARS-CoV-2, de nouveaux mécanismes pathogènes ont été découverts qui lient les fonctions inflammatoires et tueuses des cellules immunitaires MAIT *(Mucosal Associated Invariant T cells)* avec la sévérité et la mortalité de la maladie.

L'infection par le virus SARS-CoV-2, responsable de la pandémie de COVID-19, peut provoquer dans certains cas un syndrome de détresse respiratoire aiguë dû à une réponse inflammatoire incontrôlée. Présentes dans les poumons, les cellules MAIT jouent un rôle important dans la détection et la lutte contre les infections bactériennes et virales. Afin de déterminer le phénotype des cellules MAIT dans la COVID-19, une étude a été menée par des scientifiques français sur plus de 150 patients hospitalisés ou personnes non infectées.

Mais que font les cellules immunitaires MAIT tandis que le corps lutte contre le SARS-CoV-2 ? Leur fréquence diminue considérablement dans le sang des patients alors qu'elle augmente dans le poumon. Les cellules MAIT y sont très activées et produisent de grandes quantités de cytokines pro-inflammatoires, ainsi que des facteurs capables de tuer des cellules cibles. Plus les patients sont dans un état grave, plus ces altérations des cellules MAIT sont importantes. Donc si l'on détermine l'étendue du dysfonctionnement des cellules MAIT sanguines, cela permet de prédire la survie des patients.

Les chercheurs ont montré que dans le sang des patients COVID-19, plus la maladie est sévère, plus il y a de monocytes inflammatoires. Les monocytes des patients hospitalisés en maladies infectieuses produisent plus d'IFNα, une cytokine qui réduit la charge virale. Alors que les monocytes des patients en réanimation produisent plus d'IL-15 et d'IL-18, des cytokines qui favorisent la réaction inflammatoire incontrôlée et l'activation des cellules MAIT.

En effectuant des expériences de cultures de cellules immunitaires, les scientifiques ont démontré que l'infection par le SARS-CoV-2 de macrophages, les principales cellules immunitaires du poumon, entraîne l'activation et les fonctions tueuses des cellules MAIT. Ces dernières peuvent ainsi éliminer ces cellules infectées mais également provoquer des lésions tissulaires.

L'ensemble de l'étude a donc mis en évidence un rôle délétère des cellules MAIT dans les cas graves de COVID-19. Ces cellules peuvent par conséquent être utilisées comme marqueurs de sévérité de l'infection et de pronostic précoce pour les patients hospitalisés atteints de cette maladie. Bloquer l'action tueuse de ces cellules pourrait représenter une intéressante approche thérapeutique.

**L'équipe de l'unité fonctionnelle dysfonctionnements immunitaires dirigée par le Pr Renato Monteiro au sein de l'hôpital Bichat–Claude-Bernard (AP-HP/Université de Paris/Inserm/CNRS), et l'équipe immunologie du diabète dirigée par Dr Agnès Lehuen, au sein de l'Institut Cochin (Inserm/CNRS/Université de Paris), ont mené les travaux en collaboration avec des cliniciens et virologues des hôpitaux de l'AP-HP Bichat-Claude-Bernard, Cochin et Lariboisière, et du CHU de Tours.*

Participez à la surveillance des poissons porte-épées

Un projet baptisé Flopped *(Finding Large Oceanic Pelagic Predators Environnemental Distribution)* a pour ambition de protéger cinq espèces de poissons porte-épées présentes dans les eaux tropicales, subtropicales et tempérées de tous les océans du globe. Premier objectif : marquer 100 poissons et les suivre par satellite.

Ils s'appellent le marlin noir, le marlin bleu, le marlin rayé, le voilier ou encore l'espadon. Touchés par la surpêche et la surexploitation, la plupart d'entre eux sont dans un état préoccupant. Pour les protéger, il est essentiel de mieux connaître leurs zones de reproduction. Une meilleure compréhension de la biologie et de l'écologie de ces espèces représente une des priorités de recherche fixées par la Commission des thons de l'océan indien (CTOI). Ceci afin de les exploiter durablement.

Le projet de recherche inter-organismes Flopped, mené sur trois ans (2019-2021), a pour but de pouvoir identifier les zones de reproduction, la maturité sexuelle des espèces, leur migration, l'origine des larves, etc. L'Ifremer pilote ce projet en partenariat avec le laboratoire d'informatique, de robotique et de microélectronique de Montpellier (LIRMM, CNRS/Université de Montpellier) et le Comité régional des pêches maritimes et des élevages marins de La Réunion (CRPMEM). La station de l'Ifremer basée à La Réunion doit placer 100 balises sur les 5 espèces. Les marquages sont faits avant la période de reproduction, principalement durant l'été austral (de novembre à avril).

Ces balises électroniques accrochées aux poissons permettent aux scientifiques d'enregistrer des données indiquant leurs déplacements. Mais il faut attendre que les balises se détachent au bout d'un temps programmé (3 à 6 mois), ou suite à la mort du poisson ou à la capture de ce dernier, pour que les données puissent être transmises par satellite. Et cette transmission ne peut être effective que si les marques restent plusieurs jours en surface.

Mais les balises subissent également des aléas qui empêchent la communication des données aux équipes scientifiques. C'est pourquoi il est demandé aux usagers de la mer de participer à la récolte des balises. Une campagne de sensibilisation est prévue dans ce but : *« si vous pêchez un poisson marqué ou si vous trouvez une marque sur la plage ou en surface, nous vous remercions de contacter l'Ifremer. Une récompense de 100 € est offerte pour chaque marque déployée par l'Ifremer rapportée ou envoyée. »*

La première campagne de marquage a débuté fin août 2019 lors d'un premier essai en partenariat avec des pêcheurs professionnels réunionnais. Elle s'est poursuivie par des collaborations avec les pêcheurs sportifs et professionnels à l'occasion d'évènements (concours, championnat) ou de campagnes scientifiques dans différents sites d'études. Puis la crise sanitaire l'a malheureusement stoppée. La seconde campagne a débuté par une mission à Mayotte en novembre 2020 et a permis de marquer 6 voiliers. Aujourd'hui, 42 marques ont été posées et les résultats sont attendus courant 2021. Les chercheurs en sauront alors plus sur les comportements et les zones de reproduction des porte-épées.

Le magazine leader des affaires

Pionnier de la presse économique et d'entreprises, depuis 1984, le magazine de référence des entrepreneurs, fondé par Robert Lafont, est devenu la bible du business en France. Un magazine sans équivalent. Ne manquez aucun numéro et faites abonner votre entreprise. *(déductible des dépenses de formation).*

ABONNEZ-VOUS DIRECT SUR LAFONTPRESSE.FR

Actuellement en kiosques ou sur abo : www.lafontpresse.fr

AVEC VOTRE ABONNEMENT, recevez en cadeau *"LES 4 VÉRITÉS DE LA RÉUSSITE"*, le best-seller de Robert Lafont

DEVENIR ACTIONNAIRE D'ENTREPRENDRE ?
Entreprendre **(*Lafont presse*), groupe indépendant éditeur de 60 magazines publiés en kiosques, est côté sur *Euronext Paris* (code ALENR). Participez à son développement.**

BON D'ABONNEMENT Entreprendre

À compléter et à renvoyer accompagné de votre règlement à Lafont presse, 53 rue du Chemin Vert - CS 20056 - 92772 Boulogne-Billancourt Cedex

❑ **Oui, je m'abonne à *Entreprendre*** : 12 n° pour **58 €** (au lieu de 69 €, pour un abo d'un an), et 24 n° pour **116 €** (au lieu de 139 €)
et **je reçois en cadeau le livre de Robert Lafont : *Les 4 vérités de la réussite*** **+ une PA gracieuse.**
❑ **Je m'abonne à *Manager & réussir*** : 10 n° pour **71 €** ❑ **Je m'abonne à *Création d'entreprise magazine*** : 10 n° pour **78** €

Total commande : .....€
Déductible des dépenses de formation.

Ci-joint mon règlement à l'ordre de *Lafont presse* par :

Nom ..... Prénom ..... Âge .....
Adresse ..... Activité :.....
Code postal ..... Ville .....
Téléphone ..... Date de naissance .....
Courriel

❑ Chèque bancaire ou postal ❑ Carte bleue Visa N° Expire-le :
IMPORTANT, je note les 3 derniers chiffres du numéro inscrit au dos de ma carte bancaire :

Date et signature obligatoires :

Tarifs DOM-TOM étranger : + 2 € par numéro servi

Imprimé en France

Lafont presse
www.lafontpresse.fr

Conformément à la loi « informatique et libertés » du 6 janvier 1978 modifiée en 2004, vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification aux informations qui vous concernent. Vous pouvez accéder aux informations vous concernant, les rectifier et vous opposer à la transmission éventuelle de vos coordonnées en cochant la case ci-contre ❑ ou en adressant un courrier libre à Lafont presse – 53, rue du Chemin vert, 92 100 Boulogne Billancourt.

Des technologies pour

Les villes du futur

un monde meilleur

En attendant la naissance de la ville intelligente, construite en matériaux vivants, peuplée d'autant de robots que d'humains et parcourue par des véhicules autonomes, les scientifiques conçoivent comment améliorer celles du 21e siècle.

En 2050, environ 70% de la population mondiale sera citadine. Quelles seront alors les conditions de vie dans ces métropoles ? Et surtout quelles sont les recherches entreprises pour transformer notre futur ?

Tel était le sujet du colloque « La Chimie et les Grandes Villes » à la Fondation internationale de la Maison de la Chimie (www.maisondelachimie.com). Une occasion pour les chercheurs de présenter d'étonnantes innovations pour faire face à ce gigantesque défi.

Plume Labs : rendre l'air transparent !

Chaque année, 12 millions de décès évitables sont entraînés par les causes environnementales. D'après l'Organisation Mondiale de la Santé, l'impact de la pollution atmosphérique et de la qualité de l'air intérieur sur la santé humaine sont responsables de près des deux tiers de ces décès, soit 500 000 morts en Europe.

Soucieux du bien-être de ses concitoyens, Romain Lacombe a créé en 2014 Plume Labs. La start-up, qui regroupe une équipe de 15 scientifiques, ingénieurs et innovateurs basés à Paris, contribue à informer des centaines de milliers de particuliers sur les dangers de la pollution et leur santé environnementale au quotidien, dans 500 grandes métropoles et 50 pays à travers le monde.

Par exemple, les individus ne sont pas bien au fait du danger des aérosols et des différents polluants ayant un effet grave sur la santé, explique le jeune ingénieur. Il n'y a pas de solution miracle pour s'en prémunir. Pour les consommateurs urbains connectés, c'est avant tout un problème d'accès à l'information : quelle est véritablement leur exposition à la pollution, et comment éviter de la subir sans même le savoir ?
Répondre à cette question nécessite de démocratiser l'information sur la qualité de l'air et d'aider le public à l'appréhender. Cela en s'appuyant notamment sur des outils de communication plus modernes, comme le digital, et plus transparents que ne peut l'être la communication institutionnelle des instances publiques.

C'est le rôle que joue Plume Labs, qui développe à destination des consommateurs une série de produits connectés, permettant de suivre, comprendre, mesurer et anticiper son exposition aux principaux polluants de l'air, pour mieux s'en protéger. Les technologies prédictives avancées que la société développe aident les particuliers à agir contre la pollution et participent à accroître la transparence sur la qualité de l'air.

Après son site web délivrant des données, une application mobile – le Plume Air Report – donne l'évolution sur la qualité de l'air pour les 24 heures à venir.
Plume Labs s'est fait rapidement connaître en mars 2015 lorsque la société a lancé l'alarme sur la pollution de l'air à Paris. Pendant 24 heures, celle-ci fut plus élevée qu'à Pékin.

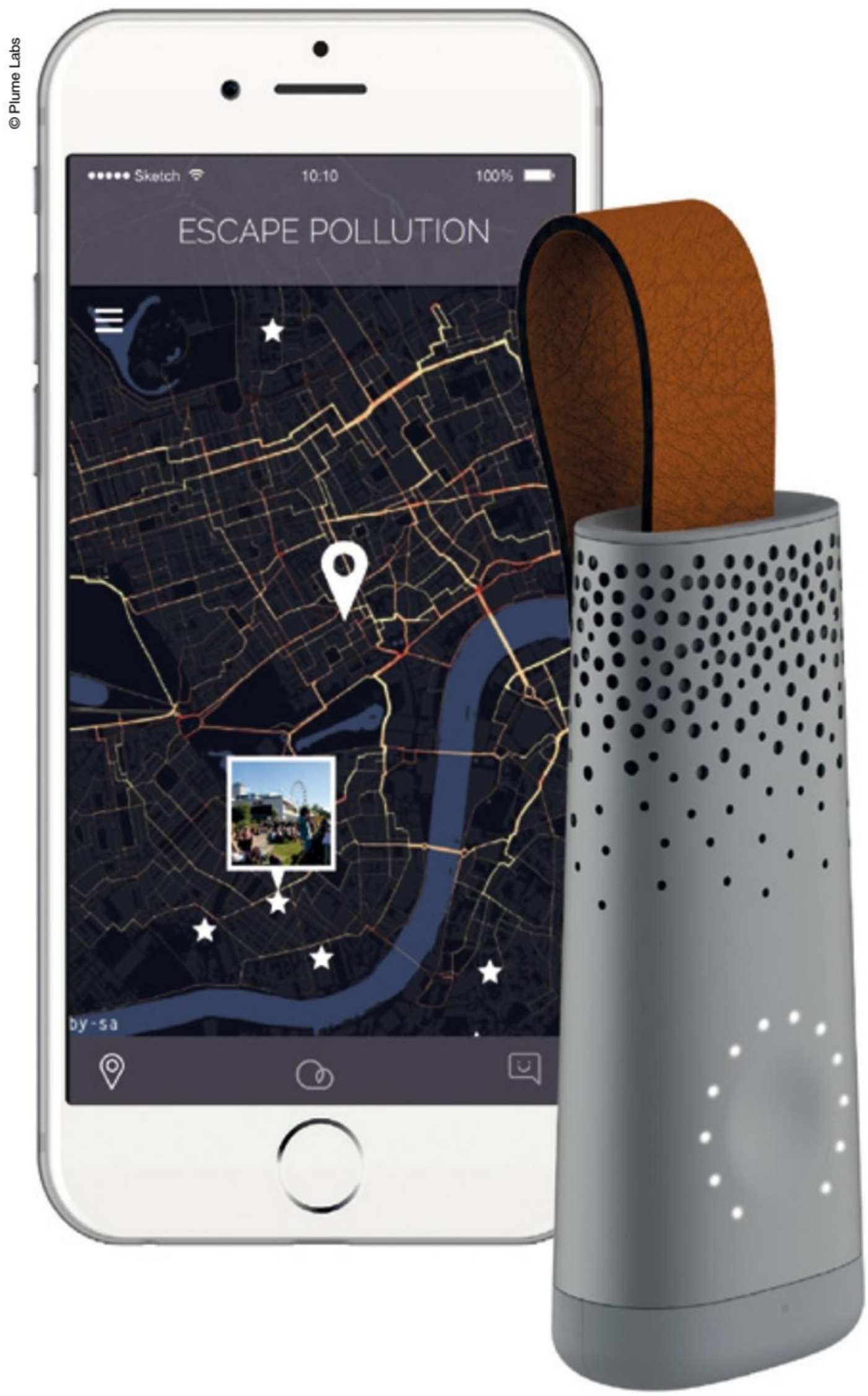
© Plume Labs

La société avait ainsi contribué à accélérer la mise en place de la circulation alternée.

Et Plume Labs a continué à innover. En collaboration avec le CNRS, la société a conçu de puissants capteurs de pollution. Restait à trouver des volontaires pour les porter. En mars 2016, ces capteurs miniatures et des GPS ont équipé 12 pigeons londoniens. Cette patrouille des airs, appelée la « Pigeon Air Patrol », communiquait ses données en temps réel via Twitter. Puis la start-up a recruté des Londoniens pour participer à l'expérience en portant ces moniteurs personnels : un moyen de repérer à quelle heure faire son jogging, quel quartier est le plus pollué, mais aussi de réfléchir à sa contribution personnelle à la pollution et aux comportements à éviter.

Après deux ans de travail, Plume Labs dévoilait en janvier dernier, au CES de Las Vegas (le salon mondial de l'électronique et de la technologie grand public), Flow, son premier capteur nomade intelligent de qualité de l'air. Facilement transportable dans un sac à main ou un sac à dos, sur un vélo ou une poussette, ce petit capteur au design élégant aide à construire une carte collaborative en temps réel de la qualité de l'air. Les utilisateurs peuvent suivre leur exposition aux principaux polluants qui menacent leur santé, et agir pour les éviter grâce aux conseils et recommandations en temps réel de son application compagnon pour smartphone.
« *Avec Flow, le capteur nomade de qualité de l'air le plus avancé et son intelligence artificielle environnementale compagnon, nous lançons un mouvement mondial pour promouvoir la santé environnementale et cartographier la pollution de l'air en ville pour mieux l'éviter* » souligne Romain Lacombe.

Flow a reçu un prestigieux Prix de l'innovation du CES dans la catégorie « Technologies pour un monde meilleur ».



© Plume Labs

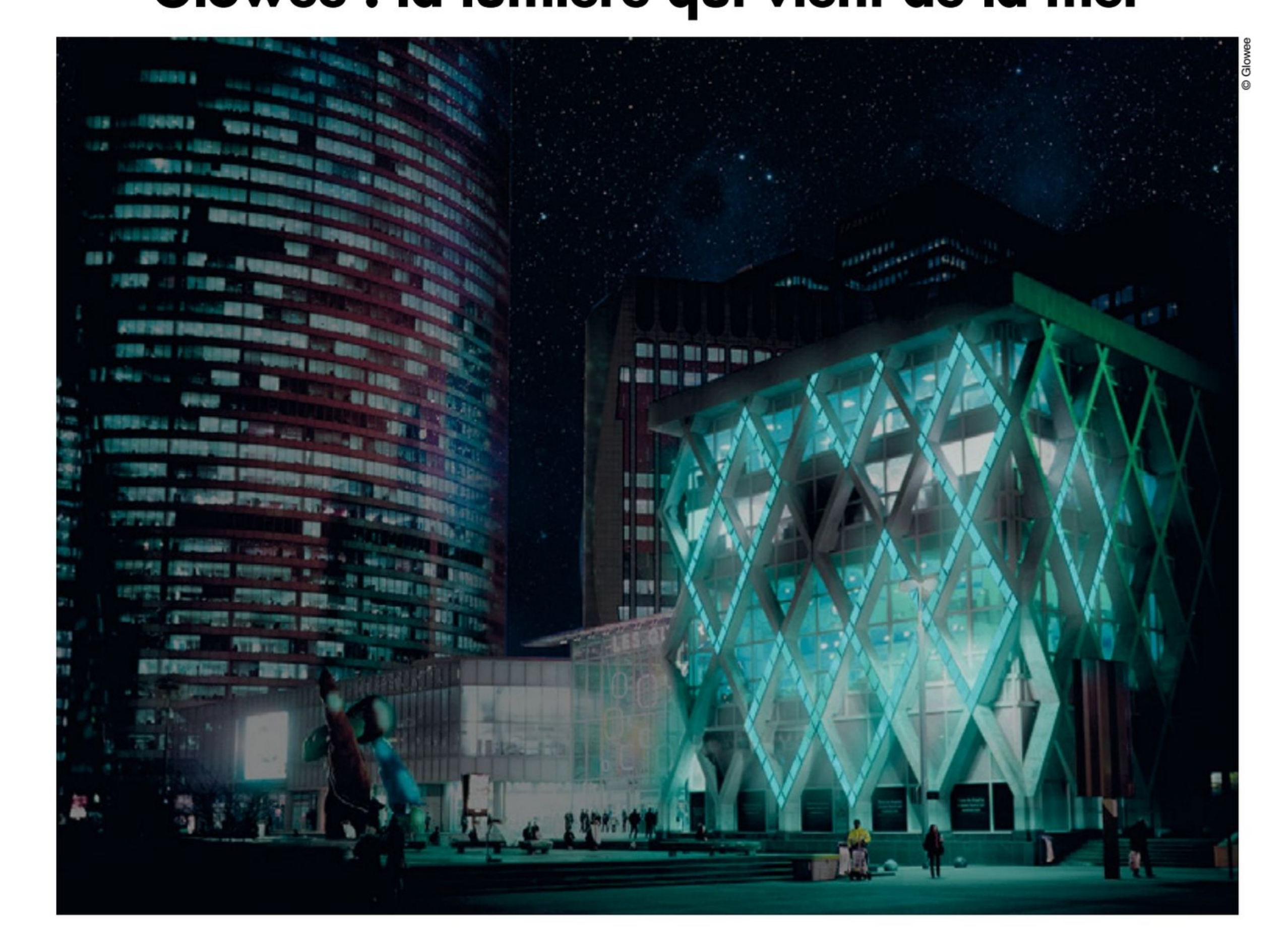
« Pour moi des villes intelligentes, ce sont des villes en meilleure santé. »

Romain Lacombe, Plume Labs

La ville intelligente...

...encore appelée ville numérique, ou durable (en anglais Smart city), respecte l'environnement, encourageant la gouvernance participative et la gestion éclairée des ressources naturelles en faveur du bien-être de ses habitants. Elle utilise les technologies de l'information et de la communication pour optimiser son fonctionnement et développer des services grâce au recueil d'un maximum de données.

Glowee : la lumière qui vient de la mer


© Glowee

La pollution lumineuse et visuelle générée par la lumière électrique représente une véritable menace pour les écosystèmes des villes. De plus l'électricité pour la lumière représente 19% des consommations mondiales et est responsable de 5% des émissions de gaz à effet de serre. Comme il n'est pas imaginable de tout éteindre, Sandra Rey, fondatrice de la société Glowee, a eu une idée... lumineuse !

Comme le souligne cette inventrice, nous vivons dans un monde de plus en plus éclairé, qui répond à une nouvelle forme de vie nocturne mais également à l'augmentation des normes de sécurité. La nécessité de trouver des solutions plus responsables et alternatives devient donc une évidence.

La nature, elle, de son côté, est capable de bioluminescence, un phénomène de production de lumière naturelle qui se produit chez des centaines d'organismes vivants et notamment d'organismes marins (plus de 80% d'entre eux). Cette réaction chimique est régie par un gène. Si ces solutions existent dans la nature, pourquoi ne pourraient-elles pas être les solutions à nos problématiques énergétiques ? C'est la question que se sont posés les chercheurs de la start-up Glowee.

Glowee, c'est la mer qui nous éclaire. Une source de lumière vivante, qui fonctionne sans consommer d'électricité, et en émettant peu de pollution lumineuse et de CO2.
Une lumière tout droit venue de la nature, à la croisée entre le biomimétisme et la biologie synthétique, prête à révolutionner notre manière de produire, de consommer et de s'illuminer !
Créer une matière première lumineuse, à la fois cultivable, autonome et plus douce pour changer le paysage urbain devient alors possible.

De la lumière électrique à la lumière biologique

Grâce à cette matière première formée de bactéries bioluminescentes, on va pouvoir traiter la lumière sous différents états. Tout d'abord se séparer de l'objet « ampoule » puisque la lumière pourra revêtir différentes formes : gélifiée, liquide... On peut produire de l'éclairage de surface et non de l'éclairage ponctuel, et grâce à cette lumière plus douce réduire la pollution lumineuse de la ville à

l'origine de nombreux troubles (sur les migrations des oiseaux, la chute des feuilles, la santé des arbres, la santé humaine et notamment les dérèglements hormonaux).

La technique ? On utilise des gènes qui codent pour la bioluminescence chez des micro-organismes qui vivent en symbiose chez des calamars des abysses, et on les intègre dans des bactéries de laboratoire dont on augmente les performances. On cultive la lumière de manière exponentielle de par leur reproduction, puisque les bactéries se divisent par deux toutes les 20 minutes à une certaine température. Puis on encapsule la lumière dans différents contenants transparents selon les usages que l'on a imaginés.

© Gbowee

Une culture de bactéries autonome

« *On ne va pas remplacer toutes les sources d'énergie électriques pour la lumière par la bioluminescence. Il faut juste avoir la meilleure source d'énergie au meilleur endroit* » explique Sandra Rey.
Par exemple, l'éclairage des vitrines et des bureaux la nuit est interdite, mais elle est peu respectée du fait de notre vie nocturne très développée. La lumière a une grande influence aussi sur l'aspect sécuritaire.
Plutôt de de tout éteindre, pour éviter des consommations énergétiques, quand on n'a pas besoin d'une source de lumière très forte, on peut remplacer par cette bioluminescence plus douce.
C'est le cas pour tout ce qui est dans le paysage urbain : signalétique, mobilier urbain, illuminations pour les fêtes... Comme cette source de lumière n'a pas besoin d'infrastructure de production puisqu'elle est vivante et autonome en énergie, elle peut également servir dans des endroits où l'électricité est trop compliquée ou trop coûteuse à apporter : parcs, chantiers, pays émergents...

La lumière vivante pourra avoir plusieurs mois d'autonomie. Dans leur contenant, les bactéries bioluminescentes disposent de tout le nécessaire pour vivre.

Les avantages écologiques sont évidents : plus besoin d'extraire des matières premières, plus d'infrastructures lourdes pour l'utilisation, et en fin de vie ces bactéries peuvent devenir de la biomasse, étant ainsi revalorisées en énergie renouvelables. En 2016, la start-up a été récompensée par le célèbre MIT Technology Review comme l'une des plus innovantes créées par des jeunes de moins de 35 ans.

« *Révolutionner le paysage urbain ne se fait pas en un an* » conclut Sandra Rey. « *Dans notre laboratoire, en une année, on a réussi à passer de quelques secondes de lumière à plus de 3 jours.* » On devrait donc voir les premières vitrines éclairées à la bioluminescence dès cette année.

Quand nous serons 66% de citadins...

Selon les Nations Unies, la population mondiale atteindra près de 10 milliards en 2050, 80% d'entre elle vivant en Asie et en Afrique. Et le pourcentage de population habitant les zones urbaines devrait augmenter de 54% en 2014 à 66% en 2050.

Le nombre de mégalopoles de plus de 10 millions d'habitants augmentera également. C'est surtout en Asie et en Afrique que les villes vont connaître une ampleur sans précédent : 90 % des 2,5 milliards d'habitants supplémentaires que compteront ces deux continents habiteront dans des grandes villes.

Tout se recycle !

Un des buts de la ville intelligente est de préserver l'équilibre écologique en ne gaspillant rien, tel un modèle d'éco-quartier en Turquie chauffé aux coques de pistaches. Quant à la ville de San Francisco, elle poursuit l'objectif zéro déchets à l'horizon 2020.

Nous passons 90% de notre temps dans des espaces intérieurs. Mais leur air est-il moins dangereux que celui de l'extérieur ?

Des fermes verticales

La révolution numérique contribuera grandement à changer l'aspect des villes. Moins de magasins à cause du e-commerce (les achats sur le net). Moins d'agences bancaires du fait de l'utilisation croissante d'Internet pour les transactions financières. Moins d'immeubles de bureaux car les salariés des entreprises travailleront de plus en plus en mode nomade, en home office, ou deviendront indépendants. Moins d'établissements médicaux grâce au suivi à distance par des procédés numériques.

Par contre on pourrait voir se développer des fermes verticales, ces tours au cœur des villes recréant un environnement propice à la culture de légumes dans un contexte de fortes économies énergétiques. La première, Sky Green, a ouvert en 2012 à Singapour.

L'air intérieur plus pollué que l'air extérieur ?

Les modes de vie actuels nous conduisent à passer 90% de notre temps dans des espaces intérieurs. On est donc peu exposé à l'air extérieur. Or l'air intérieur a des caractéristiques relativement inquiétantes : selon l'OMS, 4 millions de morts par an sont dus à une mauvaise qualité de cet air. Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Douai, Frédéric Thévenet présente ses recherches actuelles... débutant par la liste effrayante de ce que nous respirons !

Cet air vicié peut donner lieu à des pathologies très variées, explique-t-il. Tout d'abord du système respiratoire (rhinites, bronchites, asthme...), le syndrome du bâtiment malsain (maux de tête, fatigue, irritation des yeux, nausées...), et même des troubles du comportement (capacités de concentration et d'apprentissage).

Ces pathologies sont liées à une infinité de polluants. Cela va des empoisonnements au monoxyde de carbone à des expositions chroniques sur le long terme à des composés cancérogènes (formaldéhyde, benzène, radon...).

L'évolution de la réglementation, notamment en matière de consommation énergétique, induit un confinement accru des espaces intérieurs. Cette tendance provoque un effet de concentration des polluants en air intérieur et accentue l'exposition des personnes. Tout d'abord aux polluants physiques - particules (industrie, trafic, combustion), poussières, fibres (amiante) - mais aussi aux polluants chimiques - gaz (CO_2...), certains métaux - et enfin aux polluants micro-biologiques - moisissures, bactéries ou virus propagés par voie aérienne.

Du poison dans les murs

On pense généralement aux sources ponctuelles de pollution qui génèrent des doses importantes sur des délais courts (tabagisme, combustion, ménage, parfums d'ambiance...), et on ne prend pas assez en compte les sources continues de pollution. Celles-ci sont délivrées à des doses plus faibles sur un temps d'émission prolongé mais elles conduisent à une exposition chronique des personnes occupant les différents lieux. Cela concerne

l'habitat mais aussi les habitacles de véhicules, rames de trains, cabines d'avions. Elles proviennent des émissions des matériaux de construction ou de décoration. Ces sources étaient peu connues il y a encore une dizaine d'années mais il s'avère aujourd'hui qu'elles ont un impact sanitaire majeur sur les occupants.

De plus, l'espace intérieur est influencé par tout l'environnement extérieur. Des influences naturelles - rayonnement solaire (ozone), eau, pollens (allergisants) - mais aussi, si l'environnement est agricole, insecticides, fongicides, engrais et champignons se retrouvent confinés dans les espaces ruraux. En environnement urbain, on retrouve une concentration des polluants extérieurs également dans les habitats et les véhicules : polluants industriels et automobiles (oxyde d'azote, de soufre...), composés organiques volatils, particules libres.

Et malheureusement, les espaces intérieurs sont déjà source de pollution également : les occupants eux-mêmes, leurs activités (nettoyage, cuisine, gestion des ordures), les appareils électroniques, le tabagisme, les appareils de combustion, ainsi que les matériaux de construction et d'ameublement.

Faut-il ouvrir ou fermer les fenêtres ?

Les composés organiques volatiles constituent la classe de polluants les plus préoccupants, poursuit Frédéric Thévenet. Ils se caractérisent par une grande diversité chimique et la plus forte occurrence. Ils conduisent à une toxicité chronique. Leur taux d'émission résulte de l'activité des occupants (désodorisants...) ou des matériaux. En fait, les espaces intérieurs regorgent de matériaux synthétiques à base de colle, de résine, voire de matériaux naturels (bois) aussi émissifs, et quand on respecte la réglementation qui limite le taux de renouvellement d'air des espaces intérieurs, on concentre l'ensemble de ces polluants.
Certains matériaux ont la capacité naturelle de piéger les COV (plâtres, peintures...), atténuant les pics de pollution mais devenant potentiellement des sources de pollution secondaires par la suite dans certaines conditions climatiques. Des recherches sont actuellement en cours sur l'intérêt évident de leur utilisation.

Le taux de renouvellement d'air est déterminant également. S'il permet d'évacuer l'air intérieur, il laisse entrer l'air extérieur pollué. Faut-il alors ventiler ou respecter les réglementations énergétiques ?

Enfin, ces polluants ont une capacité à réagir ou se transformer, soit au contact des oxydants de l'air, soit au contact des surfaces, et ils peuvent devenir plus toxiques dans les espaces intérieurs. Ces problématiques font également l'objet de recherches intenses des chimistes.

Que faire pour réduire les COV ? Réduire les sources tout d'abord en choisissant mieux les matériaux introduits dans l'espace intérieur. Un énorme pas en avant a été fait en 2012 avec l'étiquetage obligatoire des matériaux pour

l'aménagement, la construction, la décoration en fonction de leur capacité d'émission en COV.

L'aération des bâtiments doit être suffisante aussi. Or la majeure partie des logements sont équipés de dispositifs de ventilation non conformes. Des systèmes plus innovants doivent être conçus pour récupérer la chaleur tout en renouvelant l'air pour concilier ventilation et réglementation thermique. Il est possible aussi de traiter ces polluants grâce à des systèmes de filtration ou photocatalytiques, actuellement insuffisants.

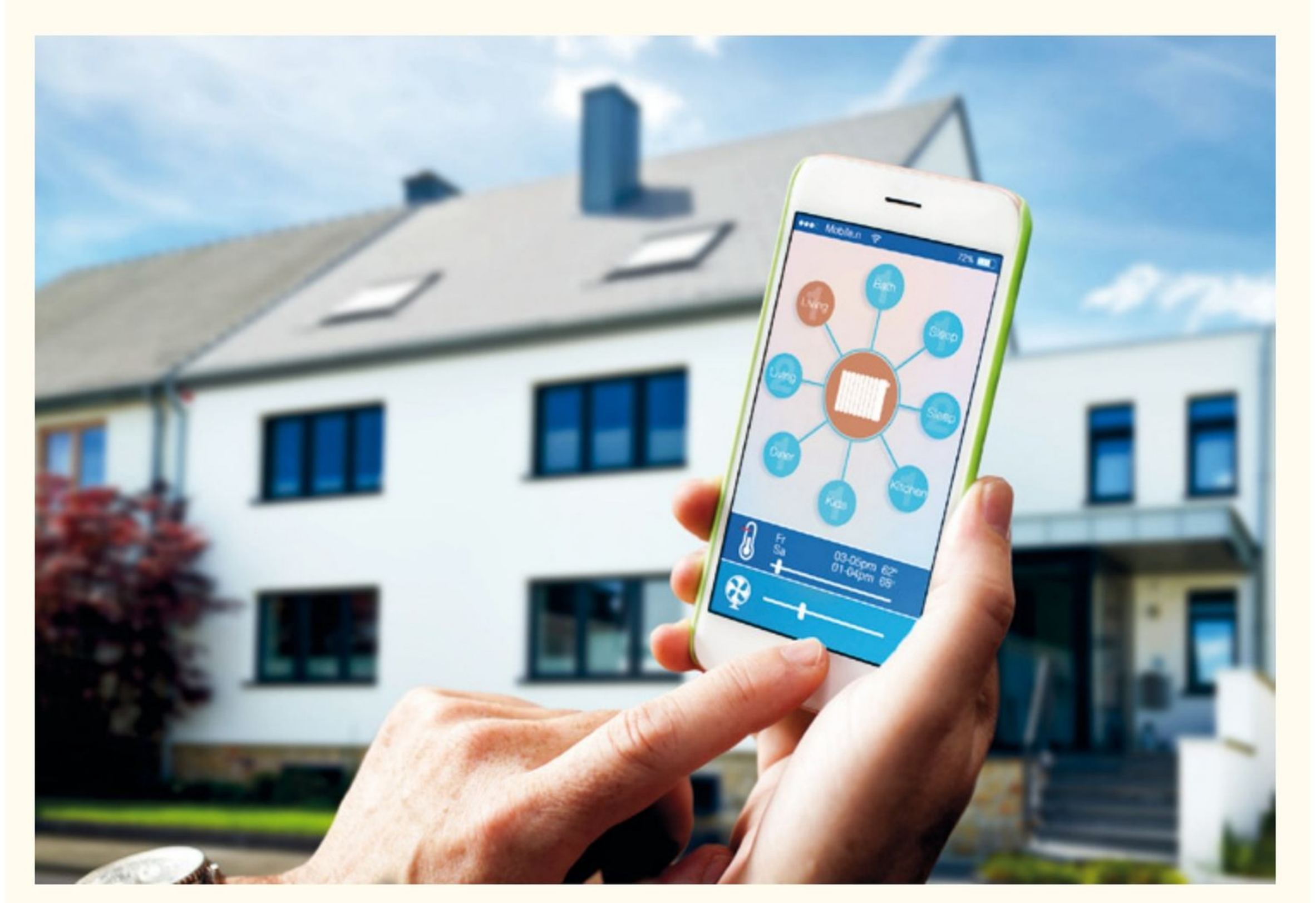
Si l'étiquetage obligatoire des matériaux de construction et de décoration est un premier pas, la surveillance obligatoire de la qualité de l'air intérieur dans les lieux recevant du public a été repoussée à 2018 étant donné les moyens à mettre en œuvre.

A l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Douai, explique Frédéric Thévenet, un projet en collaboration avec l'ADEME consiste à arriver à recréer en laboratoire, dans une pièce expérimentale, un système permettant de reproduire les conditions réelles de l'air intérieur tout en maîtrisant l'ensemble des phénomènes qui peuvent se produire à l'intérieur, dans toutes les configurations possibles. Les chimistes sont donc bien conscients de ce problème de santé publique contre lequel il reste beaucoup à faire.

Le « Sweet home » devient « Smart home »

Dans l'habitat, l'avenir est aux bâtiments à énergie positive, autonomes en la matière et qui en revendent au réseau. Dans les maisons intelligentes (« *smart home* » en anglais), on ne parle plus de domotique (centrée sur les automatismes) mais d'habitat communicant (« *home automation* »), c'est-à-dire axé sur la communication entre les usagers et les capteurs.

On pourra gérer à distance l'éclairage, le chauffage, le multimédia, les portes et volets, la sécurité, l'électroménager, les appareils médicaux connectés, et tout robot d'assistance domestique. Ce qui nécessitera des progrès au niveau de la cyber sécurité pour que les données ne sortent pas de la maison !



SoundCity : cartographier la pollution sonore

Parce que la ville connectée, intelligente, numérique, place le citoyen au cœur du dispositif, interagissant avec les gouvernants, des chercheurs européens et américains ont conçu une plateforme d'échanges d'informations sur l'exposition au bruit. L'objectif étant évidemment d'agir pour la réduire !
Valérie Issarny, Directrice de Recherche à l'INRIA, nous la présente en détail...

La pollution environnementale en général, et urbaine en particulier, conduit à une dégradation de la qualité de vie et est source de différentes pathologies pouvant avoir des conséquences graves. Une étude récente de la nouvelle agence de santé publique, Santé Publique France, fait ainsi ressortir que les dégâts causés par la pollution de l'air, souvent prise en exemple, sont aujourd'hui presque aussi importants que ceux provoqués par l'alcool. De même, des études de l'OMS montrent que l'exposition au bruit peut altérer la réflexion, l'apprentissage, l'élocution et le sommeil, voire provoquer l'augmentation de la pression artérielle.

Les nouvelles technologies et sciences du numérique, incluant l'essor des équipements numériques nomades et des objets connectés, ouvrent la voie à une meilleure communication autour de la pollution avec le citoyen. Le citoyen peut être informé de son exposition individuelle à la pollution environnementale, mais également contribuer par des observations de cette pollution au gré de ses déplacements. Ces observations viennent alimenter d'autres sources de données essentielles comme les données de capteurs fixes de meilleure qualité, les résultats de simulation numérique, voire les réseaux sociaux, pour cartographier la pollution environnementale. Grâce à cette communication, le citoyen peut non seulement mieux comprendre les conséquences de la pollution sur son bien-être, mais également faire évoluer ses habitudes pour limiter son exposition voire devenir acteur de la lutte contre la pollution.

Le projet Ambiciti, issu d'une collaboration entre l'INRIA avec des partenaires

californiens et européens, développe une plateforme pour échanger avec le citoyen sur la pollution environnementale. La plateforme Ambiciti intègre différents résultats de recherche allant des systèmes distribués mobiles à l'assimilation de données.

La première application offerte par la plateforme Ambiciti depuis l'été 2015 est l'application SoundCity qui vise à informer le citoyen de son exposition au bruit et à exploiter les niveaux sonores captés par les téléphones. L'utilisateur peut consulter son exposition au cours des dernières minutes, son exposition horaire sur les derniers jours et son exposition journalière sur les derniers mois. Ces niveaux de bruit peuvent être mis en regard des recommandations de santé.

L'application autorise aussi des mesures manuelles qui permettent à chacun de se familiariser avec les niveaux sonores de son environnement. Les données des utilisateurs volontaires sont collectées de manière anonyme dans une optique de mesure collaborative. La masse des données est ainsi exploitée pour améliorer la cartographie de la pollution sonore.

Rafraîchir les villes

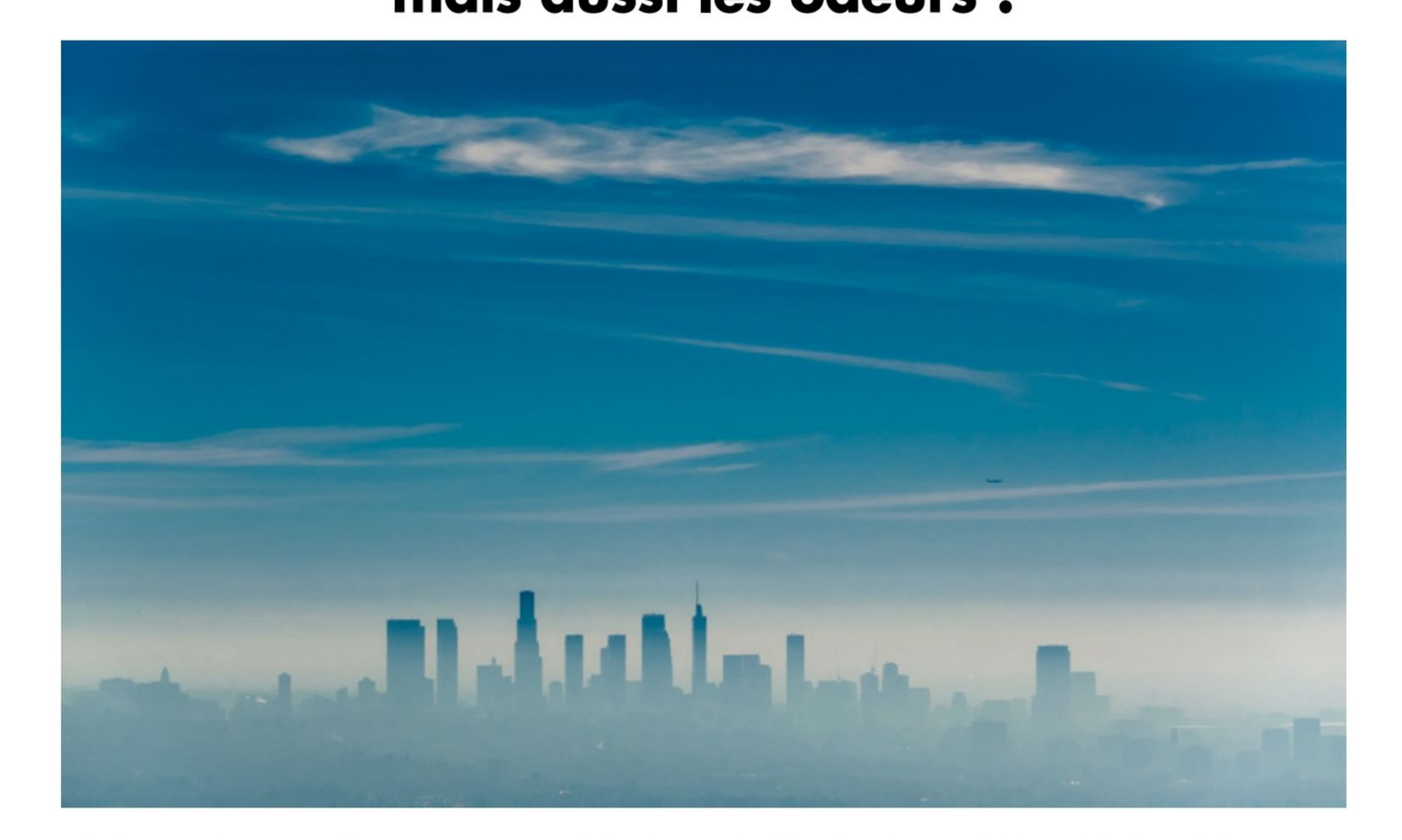
Mieux vivre dans les immenses agglomérations du futur implique également la végétalisation des villes et l'emploi d'énergies renouvelables. Des progrès sont attendus dans la performance énergétique des constructions, le rafraîchissement des bâtiments, l'emploi de matériaux bio sourcés et le recyclage des déchets.

Faire du vélo dans les airs

Alors que la science-fiction imaginait des villes déshumanisées avec un trafic intense, on aurait plutôt tendance à entrevoir la fin de la voiture individuelle. La voiture autonome, connectée, nécessitera des villes et des routes intelligentes pour communiquer numériquement des éléments d'information et de guidage. Les trottoirs piezoélectriques, eux, produiront de l'énergie avec le va-et-vient des passants. Et les transports en commun seront entièrement verts, tel le Biobus de Bristol (Capitale Verte Européenne 2015) qui fonctionne grâce aux excréments humains.

L'homme du 20e siècle souhaite plus de coopération et d'entraide. L'essor du covoiturage, de l'auto partage, des vélos en libre-service nous le montre bien. Sans compter les préoccupations au niveau de la santé qui poussent les individus à faire du sport. Ils sont de plus en plus nombreux à marcher, courir, faire de la bicyclette, de l'hoverboard, ou encore du gyropode ou de la monoroue... rendant la ville plus humaine. A Londres, le *Skycycle* (un projet de l'architecte Norman Foster) prévoit de construire 220 km de pistes cyclables au-dessus des voies ferroviaires.

AIRCITY : Mesurer la pollution mais aussi les odeurs !



Prévoir la pollution atmosphérique en tout point d'une très grande ville, avec une résolution de l'ordre de quelques mètres, tel est l'objectif du projet AIRCITY développé par les ingénieurs de la société ARIA Technologies. Comme le souligne son dirigeant et fondateur, Jacques Moussafir : ***« la ville durable est celle où l'on peut respirer sans s'empoisonner… »***

Pour cela, il est nécessaire d'analyser la pollution atmosphérique simultanément à toutes les échelles spatiales, depuis l'intérieur des locaux, jusqu'à l'échelle continentale, en passant par les échelles urbaines. Pour comprendre les concentrations en particules mesurées au centre d'une grande ville comme Paris, essentielles pour la santé des habitants, il faut savoir que près de la moitié de ces concentrations est imputable à des particules émises ou formées à plusieurs centaines de kilomètres de la ville, et l'autre moitié seulement à des émissions locales. Des réactions chimiques complexes se produisent entre les masses d'air arrivant sur la ville et les polluants émis localement, et ces réactions se poursuivent en aval de la ville. Les images satellite nous le disent : l'air que nous respirons à Paris aujourd'hui se trouvait peut-être sur l'Atlantique 48 heures plus tôt, ou bien sur les zones industrielles du nord de l'Allemagne. Sa composition chimique sera donc différente, et les réactions chimiques qui se produiront avec les émissions locales (du trafic par exemple) seront différentes.

C'est ce couplage permanent entre « la pollution de fond » et « la pollution de proximité » qui rend la modélisation et la prévision de la qualité de l'air en ville particulièrement ardues, explique Jacques Moussafir. Mais, grâce aux calculateurs parallèles de grande puissance, des progrès très importants ont été réalisés ces dernières années, permettant de modéliser jusqu'au niveau de la rue et à très haute résolution.

Par exemple, le système de prévision européen de la « pollution de fond » COPERNICUS est capable de produire des prévisions sur toute l'Europe avec une résolution de 10 km (www.copernicus.eu). Pour la modélisation détaillée de la « pollution de proximité », le système AIRCITY s'avère capable de simuler en 3D la pollution d'une ville avec une résolution de seulement quelques mètres (www.aria.fr/projets/aircity). Ces systèmes permettent aussi l'étude des odeurs émises par une installation industrielle, et la simulation détaillée des écoulements en milieu urbain sert à évaluer le confort thermique des habitants (vent, température) et à prévoir son évolution en fonction du changement climatique.

D'après une étude du MIT en 2013, chaque année les gaz d'échappement tuent plus d'Américains que les accidents de voiture.

Textiles interactifs, con

© FUTEX ville Marcq en Baroeul

Un T-shirt qui contrôle vos mouvements cardiaques et transmet l'information à votre médecin, une veste qui recharge les batteries, un maillot de bain qui vous indique quand remettre de la crème solaire... telles sont les innovations présentées à l'occasion de la 7e édition du FUTEX, le grand rendez-vous biennal de la filière textile européenne à Lille.

Chercheurs et industriels y ont présenté les opportunités offertes par les Textiles Techniques. Ce marché mondial en très forte croissance concerne les objets connectés appliqués au sport, à la santé et à la maison, les trois secteurs les plus consommateurs et les plus demandeurs d'innovation.

Le textile technique, c'est ainsi que les spécialistes appellent les fibres de haute technologie, offrant des fonctions nouvelles. Destiné à l'usage industriel, ce textile est constitué de fibres techniques ayant des caractéristiques choisies pour une ou des applications bien déterminées (non-feu, résistance mécanique, conductivité électrique, protection, isolation, etc.). Ainsi, les domaines d'applications sont très divers : tenues ignifuges des pompiers, joints d'étanchéité des centrales nucléaires, isolation des bâtiments, airbags, vêtements antibactériens, couettes anti-acariens...

Les textiles interactifs ou « intelligents » sont une sous-catégorie des textiles techniques. Ils interagissent avec la personne qui les porte ou avec leur environnement.
Plus précisément, ils contiennent des circuits électriques ou des fibres conductrices qui permettent de conduire des signaux électroniques et de l'électricité pour permettre de communiquer et de travailler grâce à l'utilisation de textiles intelligents. L'énergie nécessaire au fonctionnement de ces outils peut venir de l'énergie solaire, de piles, de batteries ou de l'être humain lui-même.

Par exemple, étant antibactériens, anti-odeurs, thermorégulateurs ou anti-UV, les nouveaux textiles deviennent bioactifs pour améliorer notre confort et révolutionner la pratique sportive. D'autres applications sont des téléphones connectés dans les vestes, un GPS intégré dans les chaussures de montagne ou les vestes de ski, du chauffant ou des signaux lumineux dans les gants de cycliste.

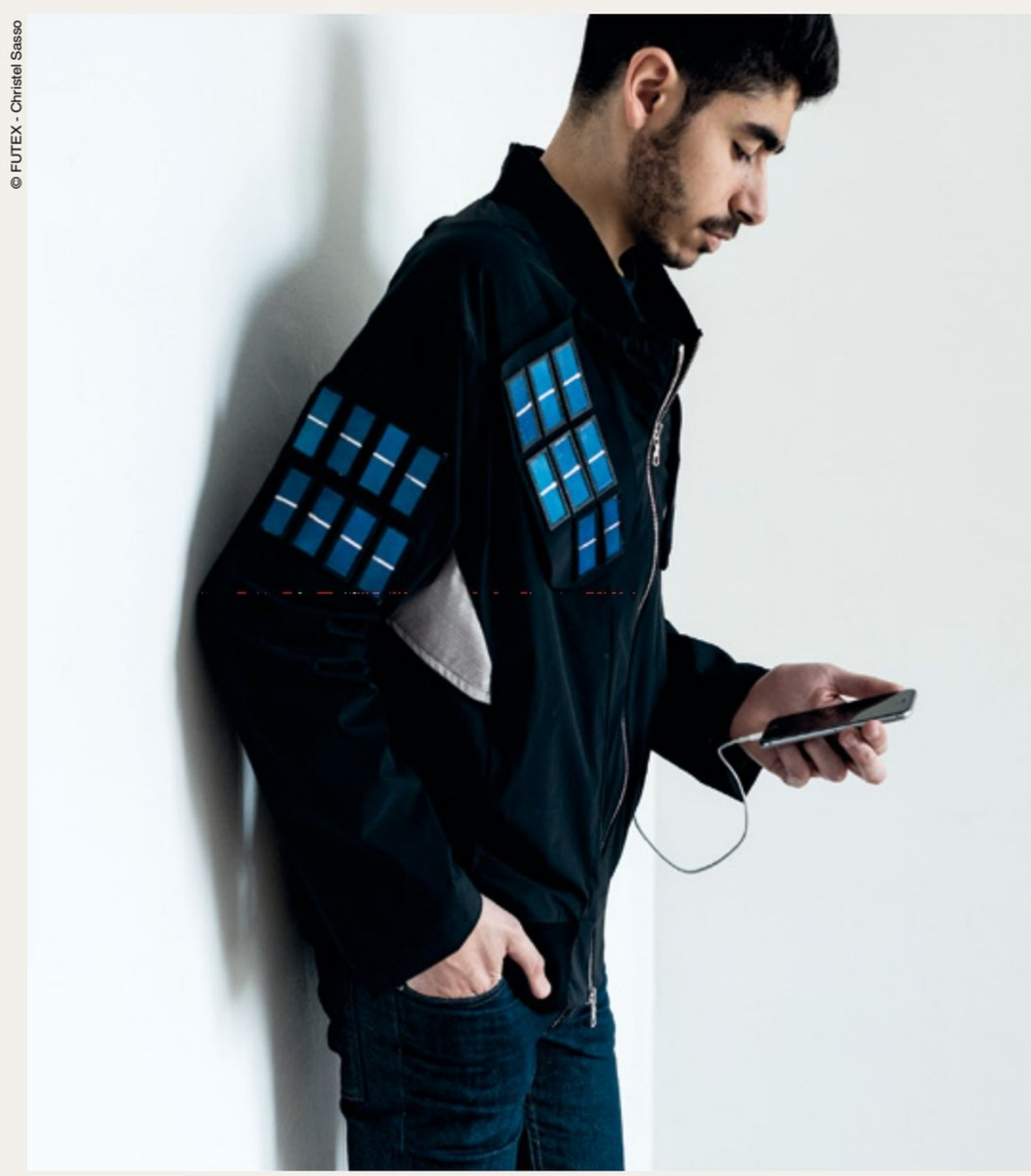
L'intégration de capteurs dans le textile et de petits panneaux d'affichage permettent de mesurer le rythme cardiaque, la tension pendant l'effort et donner des informations

nectés, intelligents

sur la performance. On peut ainsi enregistrer les battements cardiaques, réaliser un électrocardiogramme, mesurer la qualité de la respiration, corriger la posture du dos, surveiller les saignements à l'intérieur d'un pansement, prévenir les risques d'escarres dans un lit d'hôpital ou diagnostiquer l'épilepsie. Ce ne sont que quelques-unes des promesses articulées par les nouveaux textiles et fibres connectés.

D'ailleurs, jusqu'à présent, un médecin n'avait pas connaissance des événements qui s'étaient déroulés entre deux visites et ne pouvait se fier qu'aux déclarations du patient. Cela va changer complètement puisque les objets connectés vont permettre un monitoring en temps réel et continu de l'état de santé des patients (lentilles mesurant le taux de glycémie, patchs connectés, habits intelligents avec capteurs, etc.).

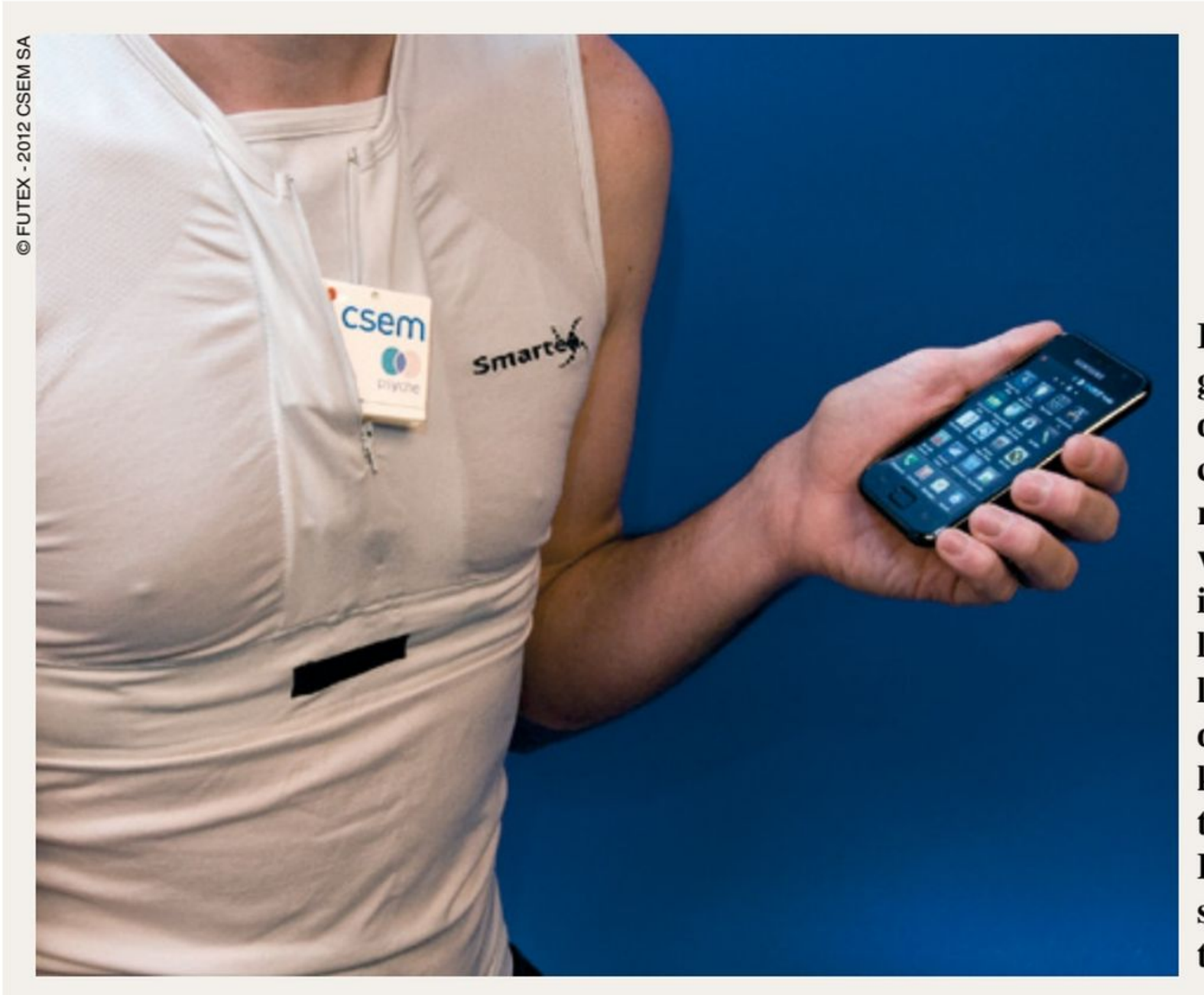
Il existe différents types de matériaux. Les passifs qui sont des capteurs de son, pression, lumière ou tension. Ils perçoivent les signaux de l'environnement ou des stimuli. Les actifs peuvent être des alliages à mémoire de forme, diodes émettant de la lumière, matériaux électroluminescents, cellules photovoltaïques, fibres optiques, encres thermochromatiques ou photochromatiques. Ils perçoivent les signaux et y réagissent. La dernière catégorie sont les matériaux très intelligents : ils perçoivent les signaux, y réagissent et s'y adaptent !



© FUTEX - Christel Sasso

SOL JACKET : une veste qui recharge les batteries

Cette veste masculine capte la lumière afin de la retransmettre pour recharger des batteries. Développée par Design Percept, Vitruvian Power, EDF, IFTH et Tresse Industrie, elle produit plus de 4 Watts en captant la lumière durant la journée. Elle intègre des cellules photovoltaïques et des lampes OLED. Les systèmes et connectiques sont amovibles. La doublure anti-odeurs et anti-bactérienne est en tissu S.Café®.



© FUTEX - 2012 CSEM SA

PSYCHE : un T-Shirt intelligent pour le monitoring psychologique

Intégrés dans le tissu de ce T-shirt intelligent (développé par le CSEM et Smartex/design Jean Luprano), des capteurs discrets enregistrent le rythme cardiaque, respiratoire, et les mouvements de l'individu qui le porte. L'objectif : avoir des indicateurs sur l'activité, le sommeil ou le stress de la personne, notamment dans le cadre d'un suivi à distance des troubles de l'humeur. Ces informations sont stockées sur une mémoire flash amovible et transmises en temps réel par technologie Bluetooth vers un téléphone portable qui sert de relais, permettant d'adapter le traitement ou les recommandations.

WAIR : un foulard antipollution connecté

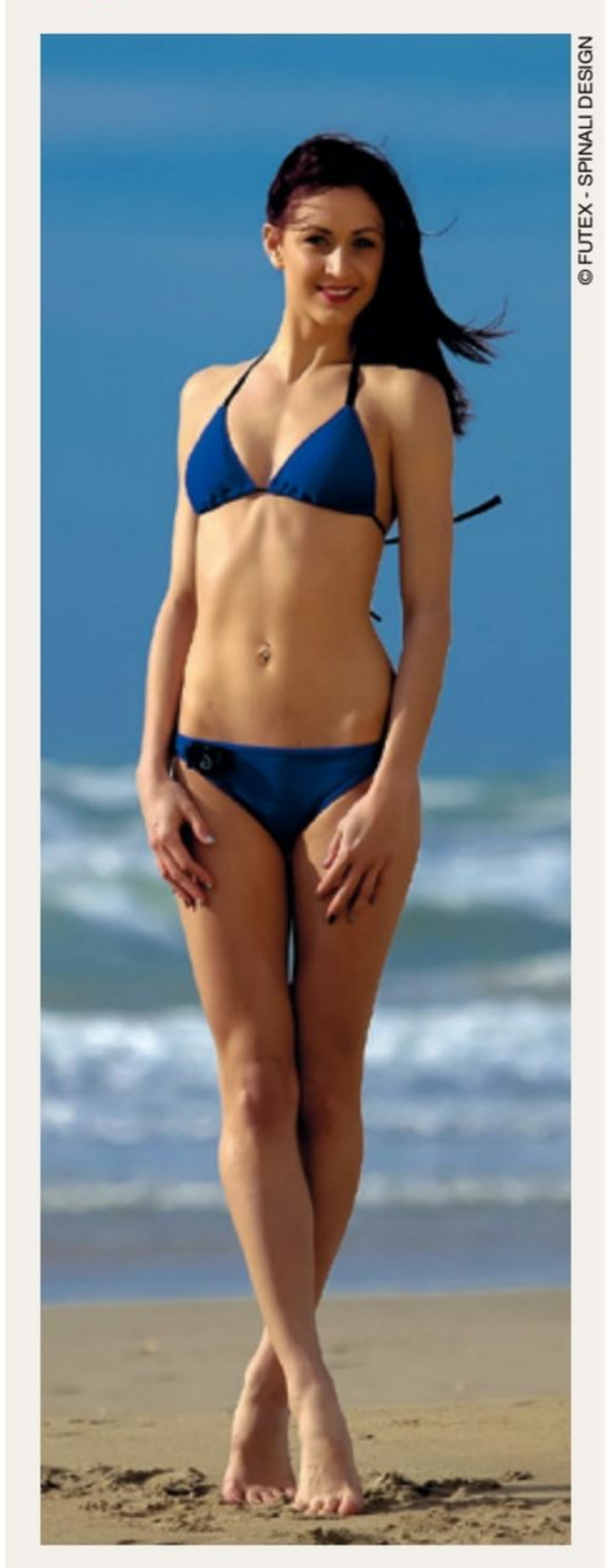
Encore au niveau de prototype et développée par WAIR FR, cette innovation est composée de trois parties : un foulard, un masque antipollution et un module de filtration active.

Utilisé seul, le masque antipollution et son filtre interchangeable permettront de filtrer les microparticules. Un élément de confort et d'étanchéité en silicone fait la liaison entre le visage et le masque antipollution. Activé, le module de filtration active soufflera l'air pur vers l'appareil respiratoire de l'utilisateur.

En plus de ce foulard, une application sera disponible sur IOS et Android : SUP'AIRMAN (en cours de développement). Cette application permet de connaître la qualité de l'air environnant afin d'optimiser son itinéraire pour éviter la pollution.

© FUTEX - WAIR

Neviano UV Protect : un maillot de bain intelligent et connecté



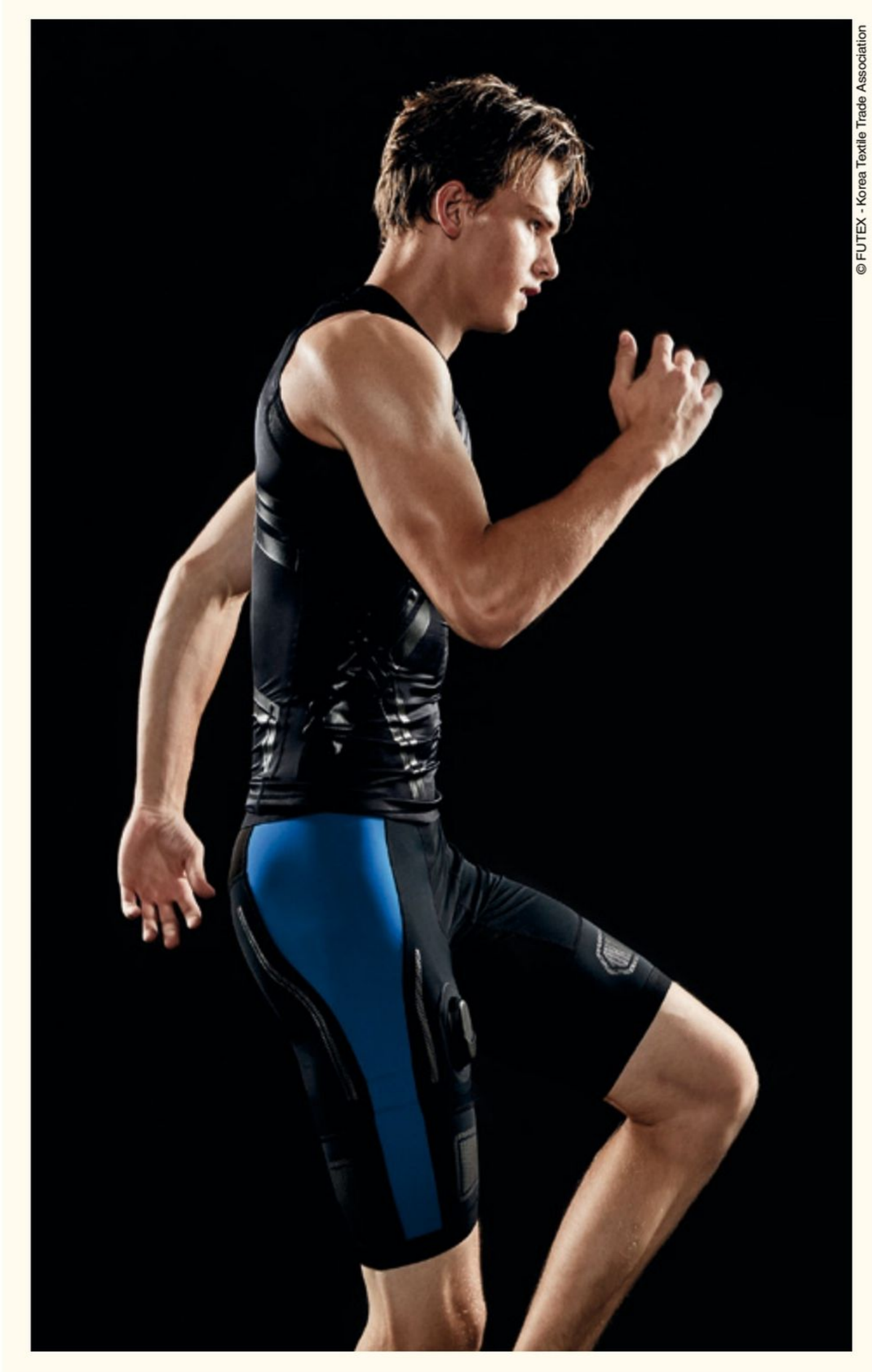
© FUTEX - SPINALI DESIGN

Ce maillot de bain est connecté au Smartphone via une application IOS/Android donnant accès aux services qui indiquent les UV et quand il faut remettre de la crème. Développé par Spinali Design FR, Neviano UV Protect est équipé d'une puce RFID, invisible à la vue et au toucher, capable de résister à l'eau.

Alphaclo mesure votre activité musculaire

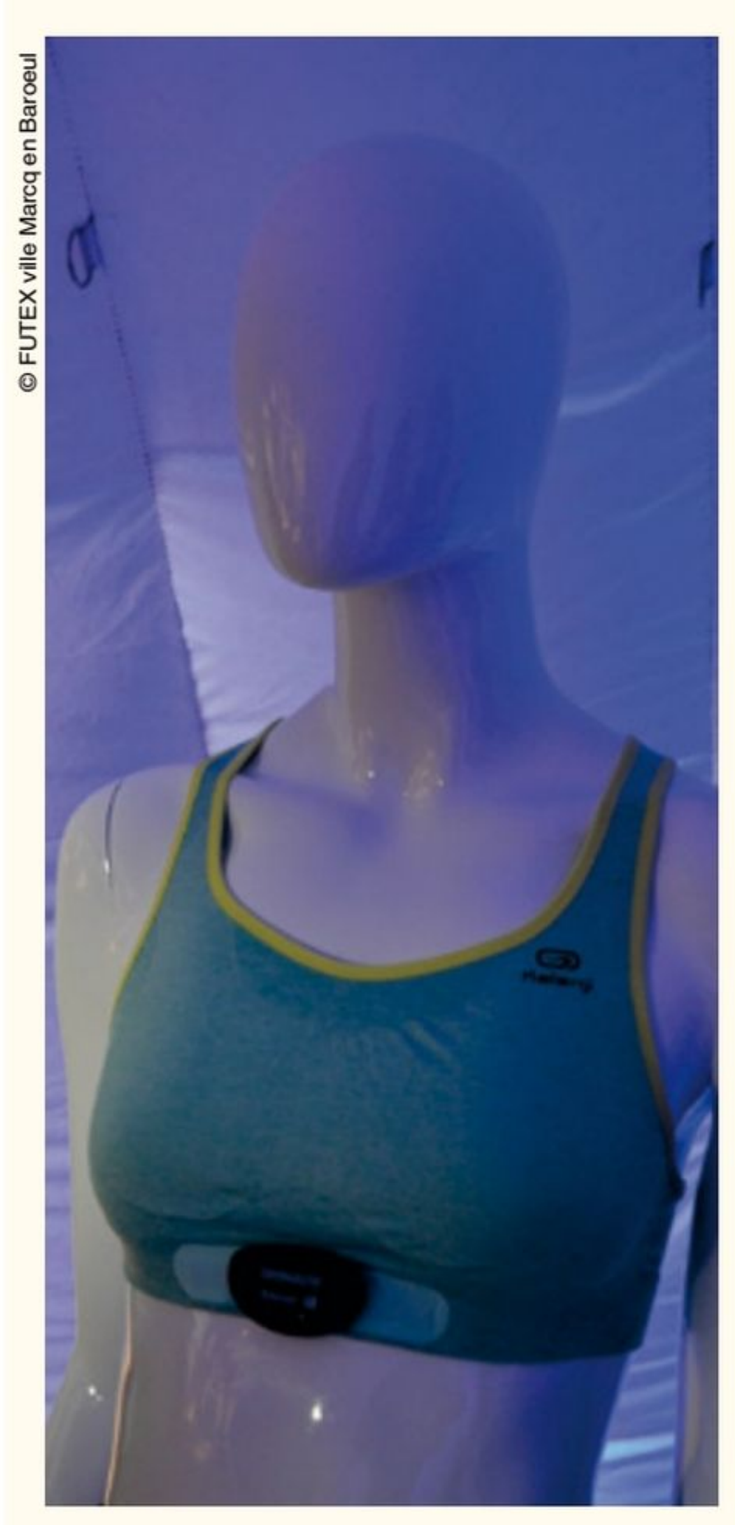
Alphaclo développe et produit le premier e-textile du monde qui peut mesurer et surveiller votre activité musculaire en temps réel. Ce produit utilise des capteurs textiles extrêmement souples pour mesurer les signaux mécaniques de vos muscles lorsque vous faites du sport.

Cette technologie développée par Korea Textile Trade Association KR est appelée mécanomyographie ou MMG. Grâce à ses capteurs textiles incorporés et des tissus conducteurs, toutes les données d'activité musculaire enregistrées peuvent être suivies via des dispositifs d'accompagnement.



© FUTEX - Korea Textile Trade Association

Kalendji et ses capteurs cardio



© FUTEX ville Marcq en Baroeul

Développée par Décathlon FR, cette brassière de course à pied permet à la sportive d'obtenir ses données lors de sa séance de sport sur son téléphone et/ou sa montre connectée.

Les capteurs cardio intégrés dans l'élastique sous poitrine sont compatibles avec les cardio fréquence mètre ayant une ceinture avec un émetteur amovible qui se clipse.

WarmX : des sous-vêtements chauffants

Cette collection de sous-vêtements chauffants destinés à l'outdoor sont conçus à partir d'une cartographie du corps humain et alimentés par un micro régulateur. Le textile est composé de fibres d'argent aux propriétés conductrices et antimicrobiennes.

© FUTEX ville Marcq en Baroeul

© FUTEX ville Marcq en Baroeul

Tecknisolar : pour avoir de l'énergie dans les zones isolées

Développé par Tecknisolar FR, ce générateur électrique solaire s'adapte sur une veste de combat ou un sac à dos pour fournir, sur des zones isolées, une alimentation 12V pour alimenter un projecteur à LED, un système radio, de brouillage… Grâce à une prise multiple incluse et une sortie USB 2.5A, l'appareil charge également smartphones et tablettes.

Sport, sécurité, vie quotidienne... trois avancées du numérique

© CEA/B. Truong

En janvier dernier, le CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives) était au Consumer Electronics Show (CES) de Las Vegas, le rendez-vous mondial des acteurs de l'innovation dans les technologies numériques.

L'organisme français y a présenté trois technologies radicalement innovantes conçues par CEA-Leti, l'institut de recherche technologique de CEA Tech reconnu leader mondial dans les technologies de miniaturisation.

Une pédale de vélo intelligente

Push est la première pédale de vélo innovante qui mesure la puissance en divisant le coût par un facteur 10 par rapport aux systèmes actuels : le prix visé est de moins de 100 $. Cette pédale est simple d'utilisation et adaptable sur tout type de vélo (roulant ou fixe). Elle mesure la force appliquée sur la pédale et la cadence de pédalage, puis les combine pour calculer et afficher la puissance du cycliste en temps réel. Une seule pédale Push fournit des mesures de puissance fiables et fonctionne quelle que soit la face d'appui de la pédale. Le sportif amateur ou le professionnel du vélo peut ainsi suivre ses performances et améliorer sa technique de pédalage. Cette innovation rend accessible la mesure de la puissance et ouvre des champs d'applications nombreux (coaching, bien-être, gaming).

En pratique, les capteurs de la pédale Push sont couplés à des algorithmes de fusion de données qui permettent une estimation de la puissance délivrée par le cycliste à 8% près. Le dispositif intègre une communication sans fil permettant de coupler la pédale à un smartphone. Sa faible consommation d'énergie permet une autonomie de plus 10 000 km sans recharge.

Un casque pour mesurer l'état de relaxation

© CEA/Design Office

Autre innovation, Relax est le casque qui présente le meilleur compromis entre simplicité d'utilisation et précision de la mesure de l'activité cérébrale. Il est très simple à installer, ce qui le rend utilisable par tout le monde. Grâce aux informations fournies par le casque et son application sur smartphone ou tablette, l'utilisateur de Relax peut vérifier son état de relaxation. Dans le futur, la technologie pourra être adaptée aussi pour commander des applications informatiques comme la réalité virtuelle, les jeux vidéo, ou les systèmes d'assistance aux personnes en situation de handicap.

Basé sur une technologie très innovante, Relax est le premier système de mesure de l'activité cérébrale par électroencéphalographie (EGG) fonctionnant avec des électrodes sèches (sans gel de contact). Il agit avec précision chez presque tous les individus (en fonction de la masse de cheveux et de l'épaisseur du cuir chevelu). Il mesure les ondes du cerveau mais n'interagit pas en retour sur l'organe. Sa mise en œuvre peut se faire à la maison comme au bureau, et ne nécessite pas un environnement médical. Mais il a vocation à constituer un nouveau standard pour développer et diffuser des applications médicales (il est compatible avec les certifications médicales), de confort ou de loisir.

La sécurité dans les véhicules autonomes

Comment améliorer la sécurité à bord d'un véhicule autonome ? Avec Sigma Fusion, un composant numérique embarqué capable d'interpréter les signaux d'une caméra stéréoscopique et de deux Lidars. En temps réel, il fournit au système de pilotage automatique de la voiture des données précises et fiables sur la position des obstacles et les espaces de sécurité autour de la voiture. Il peut également équiper des drones ou des dispositifs de surveillance, de secours ou de sécurité.

Sigma Fusion consomme moins de 1 watt : il est donc 100 fois plus efficace que les systèmes équivalents actuellement disponibles. Il est compatible avec une large gamme de capteurs standards. De faible encombrement et de faible coût, il peut être mis en œuvre sur les chaînes de production de tout type de véhicule.

© CEA / JB. David

L'hôpital connecté : le patient suivi à la trace

Demain, le bâtiment intelligent et la ville intelligente feront appel aux technologies de RFID* active. Productivité, sécurité, rentabilité, les systèmes de localisation en temps réel (Real Time Locating Systems - RTLS) répondent aux enjeux actuels des entreprises. Aujourd'hui déjà, les sociétés ELA Innovation et Kheops Technologies déploient des solutions RTLS pour l'hôpital connecté, notamment à l'Hôpital Saint Antoine de Paris.

© ELA Innovation

Comment connaître à tout moment le nombre et la localisation des personnes présentes en zone sensible ou de travaux ? Comment localiser en temps réel le gardien qui effectue seul sa ronde de sécurité ? Comment optimiser le parcours des personnes et des biens ou le taux d'occupation des espaces (bureaux partagés, blocs opératoires, etc.) ?

Les systèmes RTLS permettent toutes sortes d'applications pour les entreprises ayant besoin de localiser des biens ou des personnes. Ils répondent ainsi aux problèmes de sécurité et de rentabilité. Grâce à son expertise de la technologie de la RFID active, ELA Innovation, leader du secteur, a développé des systèmes de localisation en temps réel RTLS fiables, durables, souples d'installation, et aux applications personnalisables selon le besoin spécifique du client.

Avec son partenaire suisse Kheops Technologies, éditeur spécialisé en logiciels pour établissements de santé, ELA Innovation a développé une application adaptée à l'optimisation du parcours du patient hospitalisé. Fruit de sept années de collaboration, la solution K-LS (Kheops Localisation System) s'appuie sur un tag RFID installé au poignet ou à la cheville du patient. Le tag d'ELA Innovation permet de suivre le parcours du patient, de le sécuriser et de l'optimiser, tout en alimentant son dossier médical.

76% de précision et 95% de satisfaction

Le principal défi surmonté par les deux sociétés partenaires a été la capacité de réutilisation du matériel et, par conséquent, la résistance aux produits de traitement, notamment lors des désinfections répétées. Ces exigences ont guidé le choix du WATCH ID, étanche, résistant et réutilisable, associé à un bracelet à usage unique.

Des récepteurs, placés aux points-clés des hôpitaux et cliniques (salle d'imagerie, salle d'opération, salle de réveil, service de soins, salle d'attente, etc.) permettent d'enregistrer les passages, les présences et de rapporter chaque émetteur au patient. Cette infrastructure est également adaptée aux solutions de localisation de matériel basée sur les tags RFID ELA Innovation et proposée en parallèle dans la solution K-LS. Egalement adaptée au milieu hospitalier, la localisation de matériel et l'inventaire automatique permettent aux équipes soignantes de s'assurer à tout moment de disposer du matériel nécessaire aux soins, évitant de coûteux reports d'intervention.

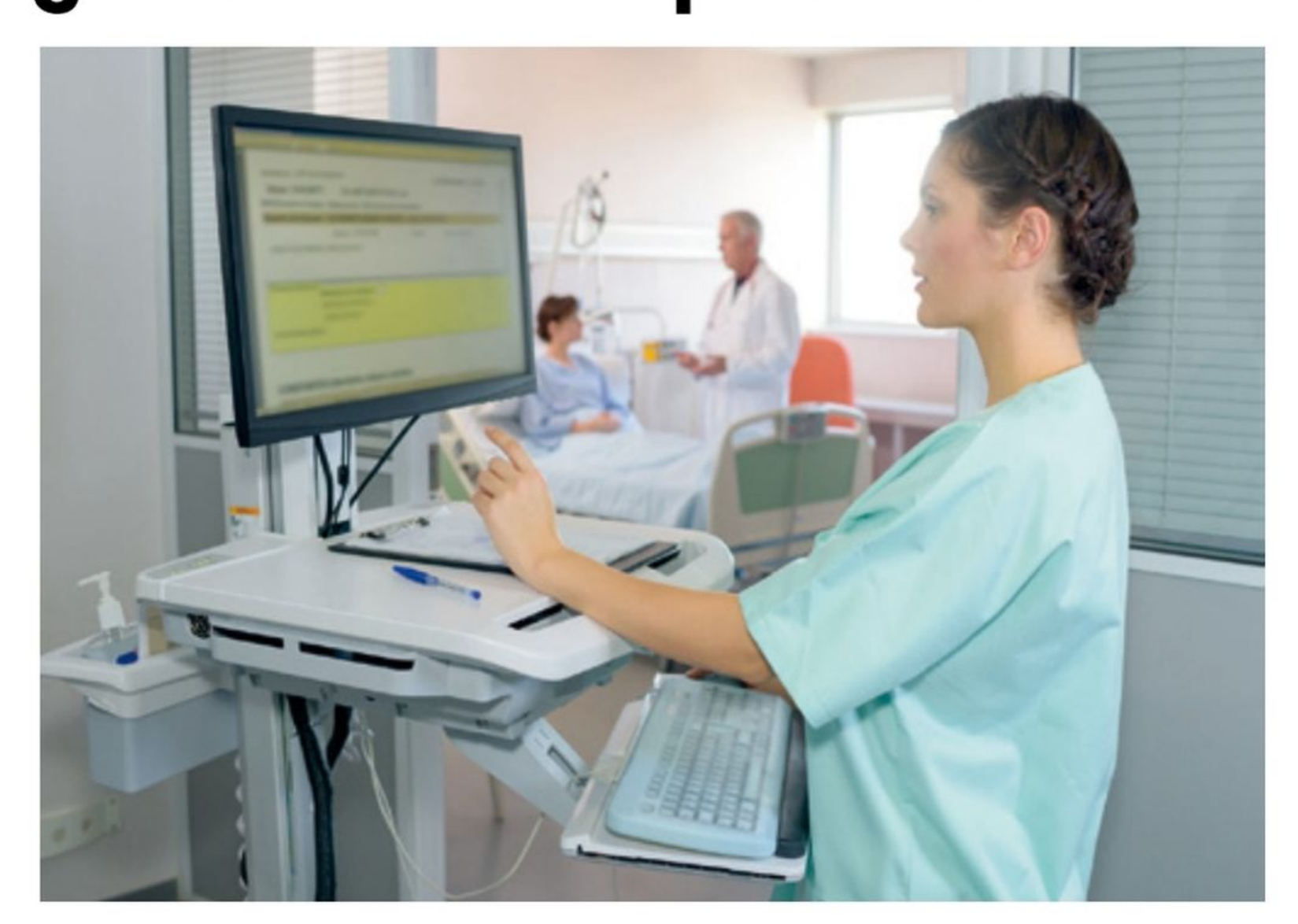
K-LS est actuellement en place dans 3 hôpitaux et cliniques en France et en Suisse. Initié et développé dès 2009 à l'Hôpital Saint Antoine, Hôpital Universitaire de l'AP-HP (Assistance Publique - Hôpitaux de Paris), le système facilite la gestion quotidienne de l'Unité de Chirurgie Ambulatoire (UCA) exploitant 4 salles de bloc à ce jour.

À l'arrivée du patient, l'aide-soignant d'accueil remet au patient son badge personnel et l'infirmière de l'UCA entre dans le système la « check-list patient ». L'ensemble des personnels soignants ayant accès aux informations sur le logiciel partagé, le parcours du patient est parfaitement modélisé et les risques d'erreurs dans la séquence préparatoire à l'intervention sont minimisés.

En matière de gestion opérationnelle, la géolocalisation autorise un véritable suivi de la trajectoire du patient et l'analyse des données permet le paramétrage optimisé du programme opératoire (durées d'intervention et de soins post-opératoires).

Le patient géolocalisé sort plus vite !

Selon le Docteur Didier Sciard, Responsable de l'Unité de Chirurgie Ambulatoire de l'Hôpital St Antoine : *« L'adoption du système K-LS permet au personnel soignant de mieux préparer les interventions dès l'accueil du patient et de l'informer plus précisément sur sa durée de séjour. Nous pouvons optimiser l'utilisation des blocs opératoires car, en analysant les données issues du logiciel, nous avons optimisé la durée de séjour du patient dans l'unité et diminué le temps d'attente des accompagnants. En tant qu'Hôpital Universitaire, les données recueillies nous permettent d'analyser notre activité par pathologie mais, surtout, de les projeter dans la perspective de l'hôpital connecté de demain. »*



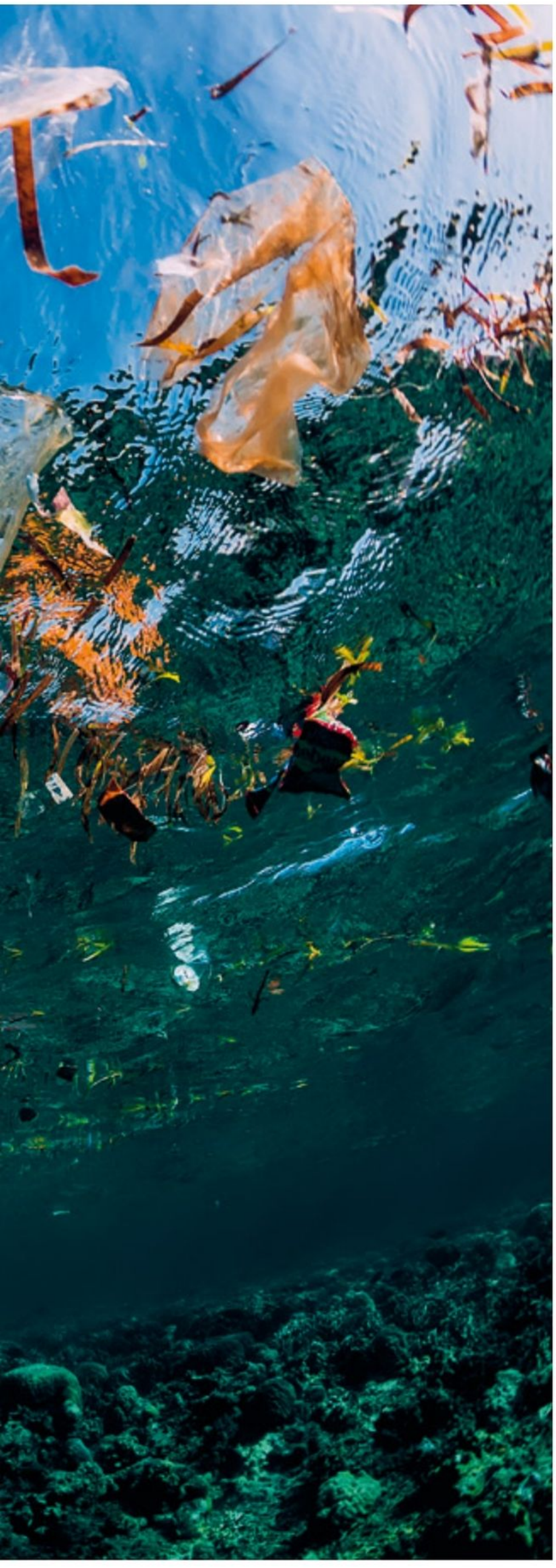
Selon une étude publiée récemment grâce aux données préliminaires à l'UCA de St Antoine, l'information du patient sur sa durée prévisible de séjour est précise à 76%, la rotation dans cette unité ambulatoire atteint en moyenne 2,8 patients par lit et par jour et le remplissage des blocs 79,1 %. Selon la même étude, la satisfaction des clients mesurée a posteriori atteint 95%.

Parallèlement, le Docteur Didier Sciard envisage le déploiement du système à St Antoine : *« Les résultats à ce jour dans mon unité nous encouragent à généraliser le système à court terme, en particulier dans l'ensemble des blocs du Service Orthopédie, qui représente 70 à 80% de notre activité. À moyen terme, avec la possibilité d'intégrer le dossier patient entièrement informatisé, nous pourrons encore améliorer l'expérience du patient à l'hôpital et optimiser l'efficience de nos unités. »*

** La RFID, ou radio-identification, permet l'identification à distance d'objets ou de personnes grâce à un tag (une étiquette) composé d'une puce électronique et d'une antenne.*

LACTIPS : le plastique le

plus vert de la planète !



Face à la catastrophe planétaire causée par la pollution par les déchets plastiques dans les océans, cette entreprise française a conçu une solution unique au monde : le premier plastique sans impact sur l'environnement.
Ce bioplastique est produit à partir d'une matière première naturelle, la caséine (une des protéines du lait). Il est donc propre, biodégradable, et respectueux du consommateur et de l'environnement.

Cette technologie fait l'objet de six brevets internationaux. Elle est lauréate de plusieurs prix et labellisée par l'Alliance mondiale des solutions efficientes pilotée par la Fondation Solar Impulse de Bertrand Piccard.
Elle fait ainsi partie des 1000 solutions innovantes, propres et rentables, pour relancer l'économie mondiale tout en préservant la planète.
« Enlever le plastique de nos océans et le garder dans nos industrie », telle est l'ambition de Lactips. Et les possibilités d'application sont nombreuses avec cette nouvelle génération de plastique hydrosoluble, industrialisable, imprimable et même comestible !

Frédéric Prochazka, Ph. D., enseignant-chercheur à l'Université Jean Monnet de Saint-Étienne (au laboratoire d'Ingénierie des Matériaux Polymères), a conçu ce matériau après 10 années de recherche. Et en 2014, il a fondé Lactips (anagramme de Plastic) avec Marie-Hélène Gramatikoff, ingénieure plasturgiste diplômée de l'Itech Lyon et spécialiste en stratégie d'entreprise, pour développer et commercialiser son invention qui conquiert aujourd'hui l'Europe et le Japon.

Plus de plastique que de poissons dans la mer !

Synthétiques ou semi-synthétiques, les plastiques sont en réalité une famille de matériaux différents. Elaborés avec des caractéristiques spécifiques selon leur application, ils sont présents dans tous les secteurs : emballages, vêtements, véhicules, construction, équipements ménagers, électronique... La plupart d'entre eux est issue du pétrole et de ses dérivés, même si la prise de conscience environnementale de ces dernières années a favorisé l'adoption de nouvelles matières premières renouvelables comme la canne à sucre, l'amidon ou les huiles végétales. Mais ces nouveaux polymères, que l'on retrouve notamment dans les sacs plastiques, contiennent toujours du pétrole puisque la part autorisée est de 60% ! Une limite de 40% est fixée pour 2025.

Et l'énorme production mondiale de plastiques est en constante augmentation, une majeure partie d'entre eux étant toujours conçue pour être jetée après une seule utilisation. Quant au recyclage, seulement 9% des 9 milliards de tonnes de plastique produites depuis 1950 ont été recyclés*. Selon les Nations Unies, plus de 13 millions de tonnes sont déversés chaque année dans les océans. Rappelons que le processus de dégradation du plastique prend en moyenne 400 ans (450 ans pour un sac, 100 à 1 000 ans pour une bouteille). On estime ainsi que 96% de la biodiversité ingèrent potentiellement du plastique*. On en retrouve même au point le plus profond des océans, à 11 km de fond dans le Pacifique !

« Aujourd'hui, la plupart des plastiques ne sont pas totalement biodégradables et le problème des micro-plastiques, bien que moins visibles, est le talon d'Achille des dernières générations de plastiques »
Marie-Hélène Gramatikoff

On connaît depuis 1997 l'existence de ce que l'on appelle le 7ème continent, cette soupe plastique, grande comme six fois la France, située dans le nord-est du Pacifique. Quatre autres gyres seraient présents dans les autres océans du globe. En 2050, il pourrait y avoir plus de plastique que de poissons dans la mer !

Aussi les Etats ont-ils commencé à entreprendre des actions pour faire face à ce fléau. L'Union Européenne a réduit les plastiques à usage unique (coton-tiges, couverts et assiettes, pailles...). Elle ambitionne pour 2030 une nouvelle économie des plastiques plus durable, dont 100% des emballages seront utilisables ou recyclables. La France souhaite atteindre le zéro plastique jetable d'ici 2040. En attendant, les plastiques sont là... avec leurs polluants organiques persistants (POP) à l'origine de problèmes de santé humaine et animale. Perturbateurs endocriniens (phtalates, bisphénols, ignifuges…), substances chimiques dangereuses... toute la chaîne alimentaire est contaminée.

© Lactips

Lactips se présente sous forme de granulé thermoplastique...

© Lactips

... qui est ensuite transformé en film.

* *Source : ONU- 2018*

Un produit zéro déchet comestible

Aussi Lactips a souhaité agir plus rapidement. Le plastique conçu par la société peut être qualifié comme le plus vert de la planète, le premier sans impact sur l'environnement. Soluble (en eau chaude comme en eau froide), 100% biosourcé et totalement biodégradable, il utilise la caséine, un co-produit laitier (déjà employé pour les peintures ou colles écologiques, la papeterie ou la cosmétique). Il s'inscrit donc dans une économie circulaire, adopte les principes de la chimie verte et a accès aux labels écologiques. Aucun problème pour les applications agroalimentaires puisqu'il est comestible : il permettrait donc la création de nouveaux produits dans ce secteur. Pas de souci non plus au niveau de l'impression. D'autre part, il est doté de hautes propriétés barrières contre l'oxygène (facilitant la conservation des aliments et la préservation de leurs saveurs), la graisse, ou encore les huiles minérales. Enfin, il peut permettre de porter ou transporter des éléments fragiles sur un support green.

Au niveau industrialisation, le produit est présenté sous forme de granulés thermoplastiques, comme les plastiques conventionnels.

Les sacs de blanchisserie à lien hydrosoluble évitent tout contact avec le linge contaminé.

Hydrosoluble, naturel et biodégradable, Lactips est mis en application sur le marché pour les emballages unidoses de détergence.

Ce qui permet de l'utiliser sur toute la chaîne de la transformation plastique pour toutes les applications : film, ensachage, injection et compoundage. D'où une production à prix compétitifs, ne nécessitant aucun changement de machines. De plus, le matériau Lactips a d'autres propriétés écoresponsables : les températures de transformation requises sont deux fois inférieures à celles exigées par les matières conventionnelles.

« Lactips fait partie de ces sociétés qui veulent démontrer que l'on peut adopter des alternatives industrielles propres et efficientes »
Marie-Hélène Gramatikoff

Le principal marché ciblé est le secteur des détergents avec emballage hydrosoluble, car les plastiques employés actuellement se dissolvent mal, laissent des résidus sur la vaisselle, bouchent les filtres. Mais le produit peut être utilisé à court terme dans le secteur de la construction, de l'emballage alimentaire, et dans un futur proche des développements sont possibles pour les emballages comestibles. On pense notamment aux quantités de déchets plastiques causés par les emballages uniques dans l'alimentation (biscuits, etc.). La société travaille également pour proposer des solutions face à la disparition des plastiques à usage unique tels que la vaisselle jetable, les coton-tiges... Également pour offrir une alternative au carton et papier d'emballage lorsqu'il n'assurent pas une préservation optimale des denrées alimentaires.

La start-up est bien accompagnée par les instances régionales, des organismes scientifiques, et a séduit des grands groupes financiers. Son plastique est déjà commercialisé auprès de grands fabricants d'emballages. En 2021, une nouvelle usine construite à côté de Saint-Étienne doit permettre une industrialisation à grande échelle avec 3000 tonnes par an. L'objectif étant plus de 10 000 tonnes par an l'année suivante.

Car les innovations de la société se multiplient. Ainsi, dans le cadre de la crise sanitaire, Lactips a été sollicitée par les hôpitaux et a développé en un temps record, en partenariat avec un industriel français, un lien hydrosoluble destiné à sceller les sacs de linge contaminé utilisés par les acteurs de santé. Ce lien permet de mettre le linge infecté directement dans la machine à laver, sans autre manipulation. Commercialisés en Europe, les sacs hermétiques Unidro+ intégrant la technologie Lactips permettent d'éviter l'utilisation de linge à usage unique et protègent efficacement les hommes et l'environnement.

Pour plus d'informations : www.lactips.com

Le monde du futur au CES

© CES Las Vegas

L'édition 2020 du CES était entièrement numérique.

de Las Vegas

Smartphone enroulable, ordinateur portable adapté à la visioconférence (avec trois webcams et des éclairages circulaires), robots ménagers toujours plus intelligents, bateau autonome, téléviseurs avec écrans transparents (intégrables dans une cloison vitrée) ou en réalité spatiale (visualisation 3D), technologies liées à la pandémie... les solutions futuristes présentées cette année au CES de Las Vegas ont été encore une fois époustouflantes !

A noter que l'édition 2021 de ce salon, qui récompense les meilleures innovations du moment dans l'industrie high-tech, s'est déroulée entièrement en ligne. Les produits qui entreront bientôt dans nos foyers ayant été détaillés dans les medias, nous avons choisi de vous en présenter certains moins connus mais tout aussi remarquables...

La première cuisine totalement robotisée

Dans cette cuisine du futur comprenant des éléments intelligents (réfrigérateur…), un robot fait la cuisine à votre place. Le Moley Kitchen (de la société britannique Moley Robotics) peut reproduire tous les gestes de chefs cuisiniers pour réaliser des plats à la hauteur de tables étoilées. Il suffit juste de placer les ingrédients à sa portée, mais il peut aussi aller les chercher dans le réfrigérateur avec ses mains totalement articulées. Il sait utiliser tous les accessoires de cuisine, l'évier, peut ajuster la température de cuisson et nettoie même à la fin le plan de travail !

Ses gestes sont copiés sur ceux du cuisinier britannique Tim Anderson, lauréat de l'émission MasterChef de la BBC. Ils ont été modélisés en 3D, et les algorithmes permettent aux bras du robot de les reproduire grâce à 20 moteurs, 24 articulations et 129 capteurs. Le robot épluche, découpe, émince, mélange et cuit. Une trentaine de plats est en mémoire puis, chaque mois, de nouvelles recettes seront ajoutées pour atteindre les 5 000. Il sera même possible d'y ajouter ses recettes familiales favorites. Chaque recette peut être lancée via l'écran tactile ou un smartphone.

Si son prix le rend encore inaccessible au grand public, on pense à l'intérêt qu'il pourra présenter un jour pour des personnes en situation de handicap, par exemple.

© Black Edge Productions

Le sans fil grâce à la résonance magnétique

© Reasonance

Pour une plus grande liberté à son domicile ou dans les espaces de travail, les technologies sans fil sont naturellement recherchées. La start-up russe Reasonance a présenté au CES un prototype de télévision sans fil d'une conception différente de celles existantes. En effet, chez ces dernières, la source d'énergie n'est souvent pas assez stable, car perturbée par les murs ou d'autres équipements.

La société a alimenté en 120 W un téléviseur de 40 pouces entièrement sans fil. Pour la démonstration, la bobine de réception a été placée juste derrière, mais elle peut être intégrée au produit. Le système de transmission, qui peut être dans le mur ou dans le meuble TV, est placé horizontalement avec un angle de 90 degrés, à une distance 50 cm. Le désalignement et le changement d'angle entre deux bobines ne présentent aucun problème : la télévision sans fil peut ainsi être transportée vers un lit ou un canapé.

Quel est le principe de fonctionnement ? Cette nouvelle technologie sans fil utilise la résonance magnétique classique, mais elle l'amène au niveau plus avancé. La configuration brevetée du système de transfert permet d'offrir des performances élevées en termes de puissance, d'efficacité, de distance de transfert et de liberté de conception. Reasonance est aussi 80 à 90% plus économique que les solutions sans fil existantes, ce qui met sa technologie à la disposition du grand public.

Hormis la télévision, la société travaille sur d'autres prototypes et invite les partenaires technologiques à collaborer avec elle pour alimenter leurs produits sans fil : véhicule électrique, drone, robot, appareil portable...

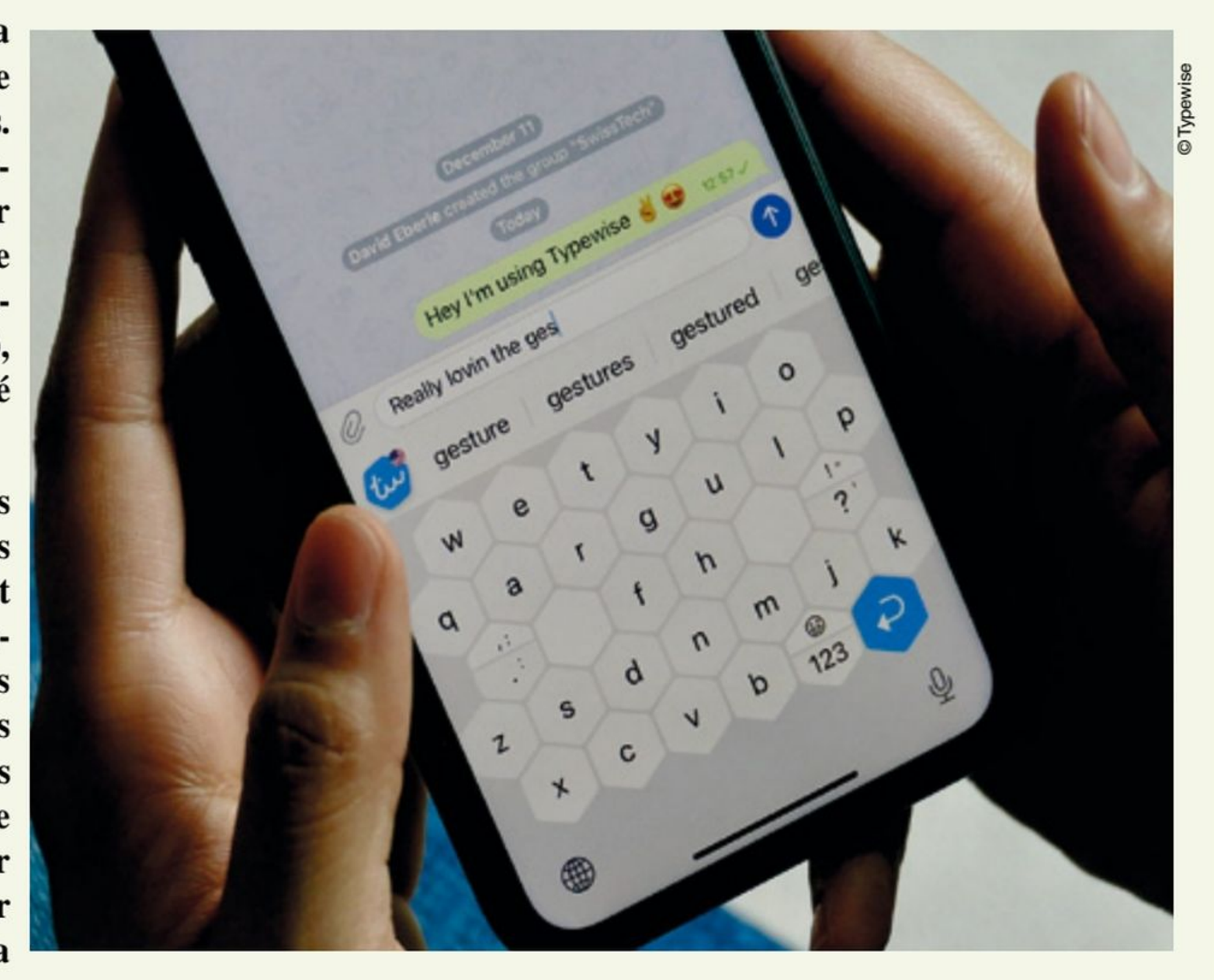
©Sony Innovation Studios

Production virtuelle dans le réel

Pour « Redéfinir notre avenir avec les technologies de demain », le japonais Sony met ses « technologies des 3R » (Reality, Real-time & Remote - Réalité, Temps réel et à distance) au service du *Kando* pour transmettre l'émotion grâce au pouvoir du divertissement nécessaire à ces expériences.

Avec la solution de « production virtuelle avec capture volumétrique dans le monde réel », les décors et les lieux de tournage de films ou téléfilms sont capturés sous forme de données dans le cloud volumétrique 3D. Ces données sont ensuite traitées à l'aide du logiciel Atom View des studios Sony Innovation. Puis les décors sont affichés comme image d'arrière-plan sur un écran à LED Crystal pour une production virtuelle en temps réel.

Un clavier de nouvelle génération pour éviter les fautes



© Typewise

Avec son grand clavier personnalisé, la société suisse Typewise vous permet de faire 80% de fautes de frappe en moins. Typewise est une application pour clavier Android qui, en dehors de limiter les fautes de frappe, améliore la vitesse de frappe de 33%, permet de personnaliser le clavier (fond, polices, emojis...), tout en bénéficiant d'une confidentialité à 100%.

Ce clavier n'est pas conçu comme les autres, basés sur la disposition des machines à écrire. Il est spécialement destiné aux smartphones, avec une disposition en nid d'abeille brevetée. Les touches en hexagone sont 70% plus grandes et plus faciles à frapper. Des fonctionnalités nouvelles (comme faire glisser le curseur vers la gauche pour supprimer une lettre, vers la droite pour la restaurer) simplifie son emploi. La correction automatique est intelligente puisque Typewise apprend ce que vous tapez et vous aide à rédiger la phrase parfaite. Il est possible d'écrire pour l'instant dans plus de 40 langues, la traduction se faisant automatiquement (l'application reconnaît la langue dans laquelle vous écrivez ordinairement). Enfin, au niveau confidentialité, les fautes de frappe ne sont pas transmises dans le cloud.

Tester sans risque les voitures autonomes

© Morai

Le simulateur de véhicules autonomes de la start-up sud-coréenne Morai permet d'entraîner l'intelligence artificielle des voitures autonomes dans le virtuel. Dans un environnement 3D, les utilisateurs peuvent tester aisément comment leurs algorithmes et leurs logiciels réagiront à des scénarios difficiles ou dangereux. Et cela sans faire courir de risques aux conducteurs ni aux autres véhicules. La simulation permet également un contrôle total de la scène. Elle autorise des tests dans diverses situations de conduite, diverses conditions climatiques, etc. Ce qui est plus difficile à faire sur le terrain. Les scénarios les plus extrêmes peuvent en effet être envisagés, dans lesquels le conducteur risque sa vie.

L'un des points à souligner dans ce produit présenté cette année : la création d'un scénario basé sur des données réelles. Non seulement le décor peut reproduire des données réelles (d'un segment d'autoroute à des quartiers entiers de ville), mais les données de trafic d'une région spécifique peuvent être également pré-enregistrées et utilisées pour recréer un scénario test identique. Ces données du monde réel confèrent au scénario réalisme et précision.

La première application pour mesurer la pression artérielle sans contact

Présentée par la société canadienne NuraLogix, Anura™ est une application basée sur l'IA affective. Elle est la première au monde à permettre le suivi de la santé sans contact, en utilisant juste un smartphone. Les résultats sont visibles en seulement 30 secondes.

En plus de la pression artérielle, Anura™ mesure aussi d'autres indices physiques, physiologiques et psychologiques, parmi lesquels la fréquence cardiaque, les niveaux de stress, l'IMC et les risques de maladies cardiovasculaires avec une précision de niveau médical.

Cette mesure sans contact est devenue possible grâce à la technologie brevetée d'imagerie optique transdermique (TOI™) de la société. A l'aide d'une caméra vidéo classique, TOI™ est capable d'utiliser la lumière et la translucidité de la peau humaine pour détecter les changements dans le flux sanguin. À l'aide d'algorithmes d'apprentissage automatique, TOI™ compare ensuite les informations sur le flux sanguin du visage de l'enregistrement au modèle, et détecte les indices psychologiques, physiques et physiologiques souhaités.

© NuraLogix

La prochaine génération de plateforme de ville intelligente

© Hancom Group

Les solutions de Hancom Group, la principale société sud-coréenne de TIC, ont figuré parmi les technologies les plus innovantes présentées au CES.

La firme est connue entre autres pour avoir conçu Toki, qui fait partie d'une gamme de robots spécialisés pour la maison et l'éducation. Il est capable de conversations personnalisées grâce à la reconnaissance faciale et vocale adaptée à chaque membre de la famille. Et il dispose également de capacités de surveillance à domicile et d'appels vidéo.

L'innovateur a développé la prochaine génération de plateforme de ville intelligente : celle-ci crée un écosystème urbain sûr en connectant tout et en utilisant les dernières technologies. Cette connectivité a pour objectif d'améliorer les services et les infrastructures de la ville, ainsi que la qualité de vie des citadins. Les drones font naturellement partie intégrante de ces *smart cities*.

Contrôlez votre jardin avec votre voix

© Rise Gardens

Parce qu'il n'est pas facile de faire du jardinage en intérieur, la start-up Rise Gardens, basée à Chicago, propose des systèmes de jardins hydroponiques intelligents à domicile. De conception modulaire, ces jardins potagers permettent 1,2 ou 3 niveaux de croissance et ils s'adaptent à toutes les plantations (légumes, herbes, graines germées, micropousses...). Le plus petit jardin contient 4 grandes plantes (tomates, poivrons...) ou 12 petites. Le kit le plus grand, un modèle familial à 3 niveaux, peut contenir jusqu'à 108 plantes !

Une application mobile surveille les niveaux d'eau, de lumière, et la croissance des plantes. Les utilisateurs sont prévenus lorsqu'il faut arroser (et en quelle quantité), fertiliser, entretenir leurs plantes.

La société a reçu un investissement du fonds Amazon Alexa fin 2020 et l'ajout de la compétence Alexa, par commande vocale, permettra de savoir comment vont les plantes et obtenir des conseils sur leur culture.

Le système de blockchain et la plateforme d'application nouvelle génération

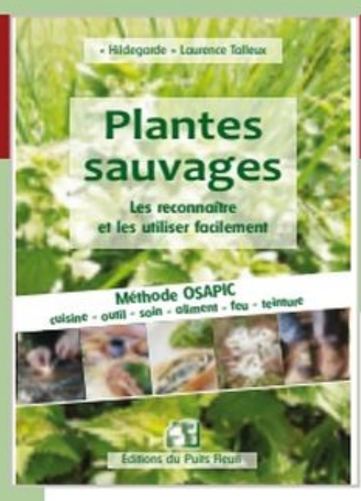
Voice Life, société américaine qui a développé une technologie de pointe utilisant les ondes terahertziennes pour la recharge sans fil à distance des appareils mobiles, a conclu une alliance stratégique avec Verge Currency (XVG), une monnaie numérique décentralisée mise en avant par une équipe de bénévoles grâce à l'utilisation de VergePay et devenue en 5 ans une monnaie mondiale. Le regroupement des deux technologies a permis de créer un nouveau système de paiement tout-en-un basé sur le système de recharge sans fil à distance de Voice Life.

© Voice Life

Ce système de paiement unique et pratique comble le fossé entre la cryptomonnaie et les monnaies locales. Avec VergePay, les possesseurs de cryptomonnaies Verge Currency (XVG) pourront utiliser cette monnaie virtuelle pour leurs achats quotidiens. La technologie de la blockchain permet d'identifier le type d'appareil, calculer la distance entre l'émetteur et le receveur, détecter les besoins de la batterie du mobile du receveur avant d'activer le rechargement sans fil. Cette application en temps réel devrait étendre son utilité au-delà de l'amélioration des transactions financières.

Des guides pratiques clairs et précis à la portée de tous !

Méthodes, conseils, outils...

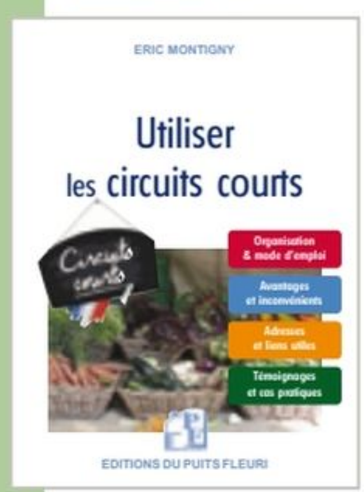


GUIDE PRATIQUE DES PLANTES SAUVAGES ☐ Réf. 621 *Prix : 23 €*

Alimentation, outil, soin, hygiène, teinture… Découvrez les utilisations, des plus courantes aux plus inhabituelles, des plantes communes de votre environnement ! De la simple soupe au cordage, de la réalisation d'un steack végétal, d'un shampoing ou d'une lessive... les « mauvaises herbes » n'auront plus de secret pour vous ! *(190 pages)*

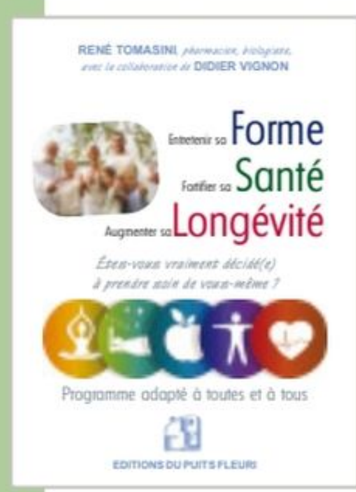
COMMENT DÉBUTER EN APICULTURE ☐ Réf. 629 *Prix : 33 €*

Tous les éléments pratiques pour des premiers pas réussis… Grâce à son langage simple, ses illustrations et cas pratiques, ce guide est à la portée de tout débutant : Comment acheter ses ruches ? Quel budget prévoir ? Y a-t-il une réglementation à respecter ? Quel équipement choisir ? Où trouver un essaim ? Comment installer ses ruches ? Quel est le travail essentiel à effectuer ? Comment gérer les aléas... *(450 pages)*



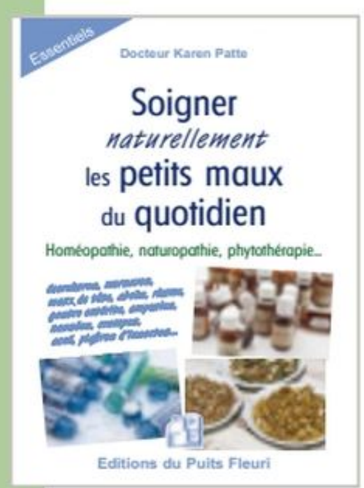
UTILISER LES CIRCUITS COURTS ☐ Réf. 526 *Prix : 26 €*

Les enjeux du développement durable ont récemment mis en lumière l'intérêt mais aussi l'urgence de la problématique des circuits courts **tant pour les producteurs qui désirent développer leurs solutions de distribution que pour les consommateurs en recherche de produits de meilleure qualité**. A la lumière de certaines expérimentations et surtout de belles réussites, **quelques modèles sont aujourd'hui bien rodés.** A découvrir dans ce guide pratique ! *(288 pages)*



FORME - SANTÉ - LONGÉVITÉ. ☐ Réf. 614 *Prix : 26,50 €*

Programme-Anti-Vieillissement adapté à toutes et à tous ! René Tomasini, pharmacien, biologiste et biochimiste, a conçu un Programme-Anti-Vieillissement (déposé à l'INPI) Basé sur le respect d'une hygiène de vie - exercice, sommeil, relaxation, alimentation... - et l'apport de la phytothérapie et de compléments alimentaires... **A consommer sans modération** *(160 pages)*



SOIGNER NATURELLEMENT LES PETITS MAUX DU QUOTIDIEN ☐ Réf. 603 *Prix : 12,90 €*

Ecorchures, morsures, maux de tête, abcès, rhume, gastro entérite, acné, nausées, crampe, ampoules, piqûres d'insectes... De nombreux maux, si invalidants soient-ils, ne présentent cependant aucun caractère de gravité et peuvent être traités « à la maison ». Le docteur Liber propose des remèdes simples et éprouvés, naturels tirés, des pratiques homéopathiques, naturopathiques ou phytothérapiques, utilisées séparément ou en complément les unes des autres. (*120 pages)*

COMMENT MIEUX GÉRER SON STRESS ? ☐ Réf. 518 *Prix : 12,90 €*

Les auteurs, tous deux sophrologues, vous proposent un plan de travail accessible à tous pour prendre conscience de votre niveau de stress ainsi que des conseils et exercices faciles à pratiquer dans la vie quotidienne pour mieux le gérer. Véritable « yoga occidental », la sophrologie permet en la pratiquant, d'améliorer son mieux-être et son équilibre. *(120 pages)*

Bon de commande à renvoyer à : LAFONT PRESSE
53 rue du Chemin Vert - 92100 Boulogne-Billancourt

Coordonnées complètes : .....

.....

Signature
Cachet

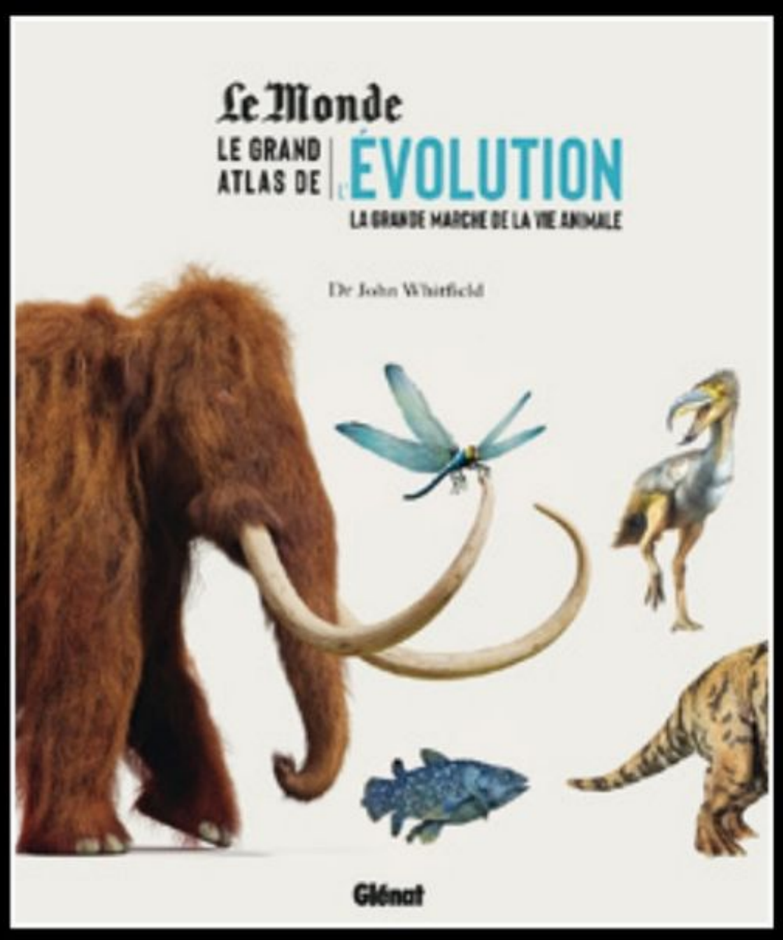
☐ vous commande les ouvrages dont les n° suivent : .....

☐ Ci-joint mon règlement par chèque de .....€ à l'ordre de **LAFONT PRESSE**

☐ Règlement par CB - N° ..... / ..... / ..... / ..... Validité ..... / ..... N° ....

LIVRES

LE GRAND ATLAS DE L'ÉVOLUTION ANIMALE



À travers 100 espèces emblématiques, cet atlas retrace l'histoire de la vie sur Terre. On s'émerveillera devant l'étrange aspect de petites créatures marines vivant à l'aube de la complexité animale, devant l'incroyable gabarit d'une libellule de la taille d'un oiseau au Carbonifère, ou devant l'ancêtre des baleines aux allures de crocodile à fourrure... L'occasion de découvrir les animaux disparus mais aussi nos propres ancêtres, ainsi que des espèces de l'époque actuelle que l'on croyait éteintes.

« Le grand atlas de l'évolution animale », par John Whitfield - Glénat 2021 - 224 pages - 39,95€

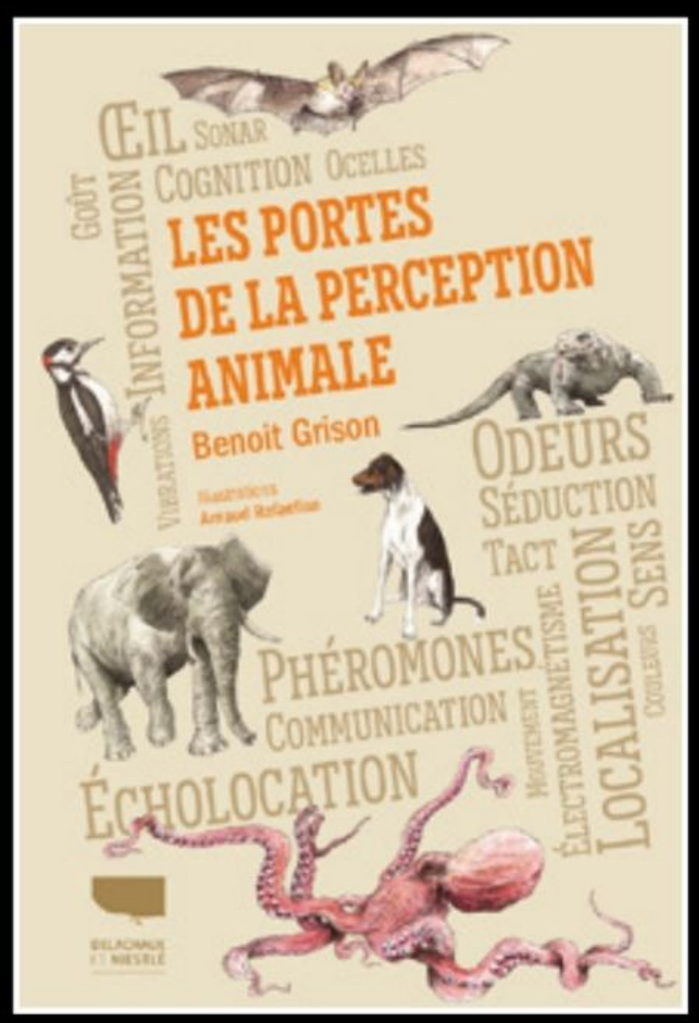
BIG BANG

Comprendre l'univers depuis ici et maintenant, telle est la promesse de cet ouvrage qui a reçu le Prix Ciel & Espace du livre d'astronomie 2019 pour sa première édition. Le physicien théoricien spécialiste de cosmologie et de gravitation Jean-Philippe Uzan, directeur de recherche au CNRS, y effectue une synthèse magistrale de la construction du

modèle du big-bang tout en démêlant finement mythe et savoir.

« Big bang », par Jean-Philippe Uzan Flammarion - 2021 - 296 pages - 10€

LES PORTES DE LA PERCEPTION ANIMALE



Cet ouvrage, illustré avec humour, présente les dernières découvertes en neurosciences pour comprendre comment les animaux perçoivent le monde, ce qui est pour eux un enjeu de survie. Perception des infrasons par les éléphants, du champ magnétique par les ornithorynques, vision des couleurs par certaines méduses , connaissance des molécules végétales aptes à soigner par les grands singes... une dizaine de sens distincts peut être mise à contribution !

« Les portes de la perception animale », par Benoît Grison / Illustrations de Arnaud Rafaelian - Delachaux et Niestlé 2021 - 192 pages - 22,90€

LES COULISSES DU CERVEAU

Acteur essentiel de notre quotidien, l'inconscient intervient dans le rêve, la mémoire, la sexualité, les addictions, tandis que les émotions le modèlent. Dans cet ouvrage, le neurobiologiste Jean-Pol Tassin, directeur de recherche émérite à l'Inserm et spécialiste de l'addiction et du sevrage, s'intéresse aux bases biologiques de l'inconscient. Après avoir donné de nombreux exemples de ses manifestations, il étudie ses relations avec la conscience et son fonctionnement... afin de prendre conscience de notre inconscient.

« Les coulisses du cerveau : l'inconscient aux commandes », par Jean-Pol Tassin Dunod - 2021 - 192 pages - 18,90€

DÉCOUVERTES

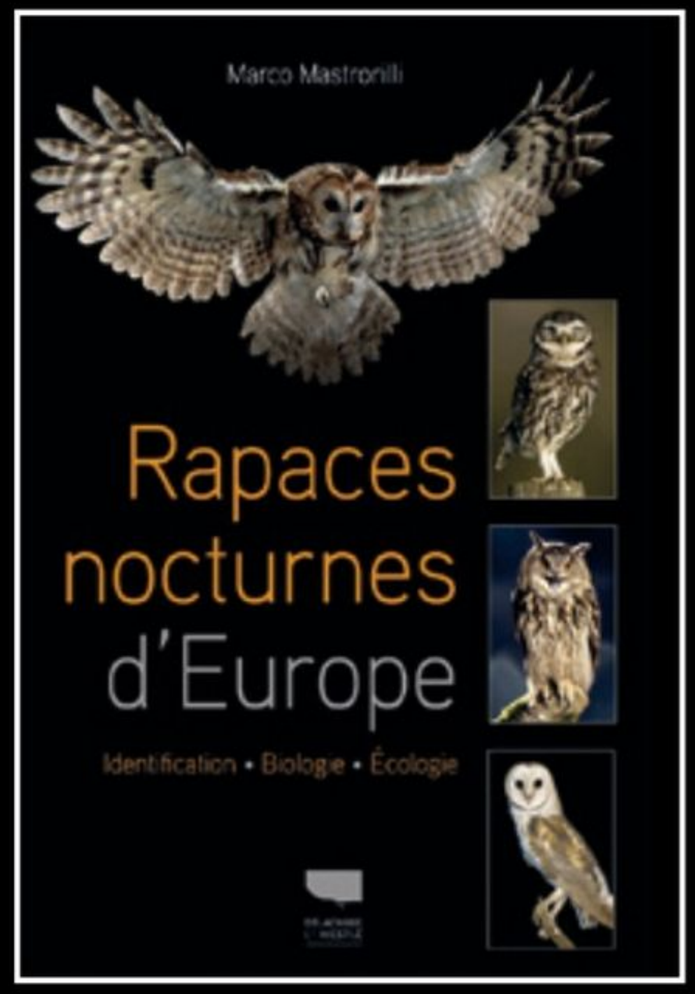
LES LOIS DE LA CONTAGION

Nos vies sont façonnées par des épidémies (maladies, désinformation, violence...) qui se répandent puis disparaissent à une vitesse déconcertante. Il est essentiel de comprendre les lois cachées qui les régissent. Professeur associé à la London School of Hygiene and Tropical Medecine, l'auteur étudie les effets du comportement social et de l'immunité sur la transmission et le contrôle des épidémies. Il nous livre un guide essentiel de la vie moderne pour mieux prévoir ce qui advient.

« Les lois de la contagion », par Adam Kucharski - Dunod 2021 - 336 pages - 24,90€

RAPACES NOCTURNES D'EUROPE

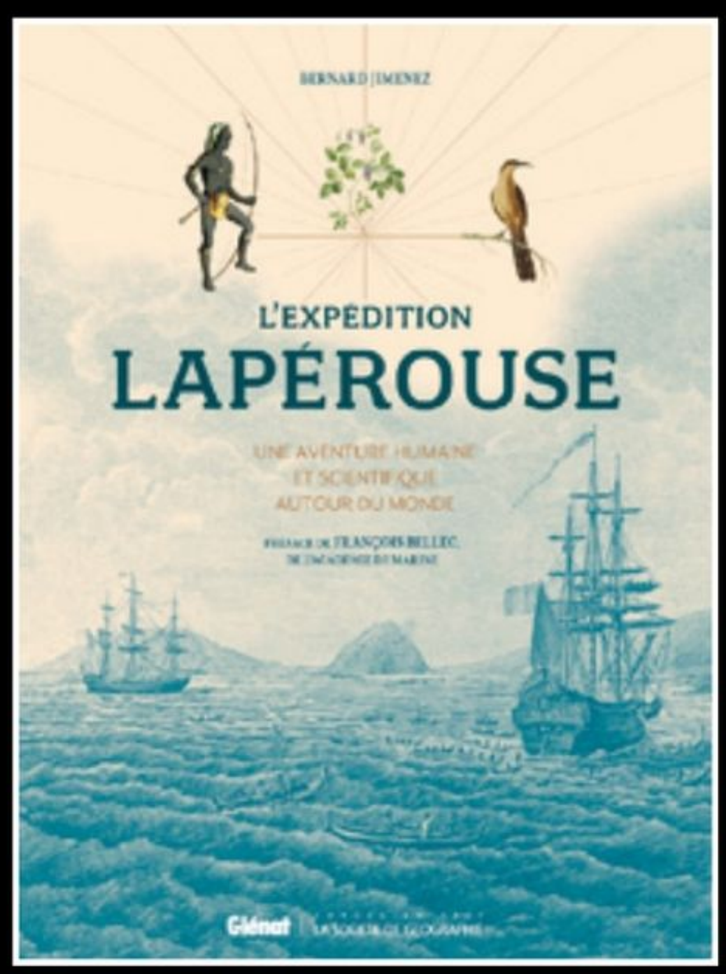
Illustré de 200 photographies, ce guide offre un panorama complet de tous les rapaces nocturnes d'Europe. Leurs principales caractéristiques sont présentées : leur plumage mimétique, les particularités de leurs pelotes de régurgitation, leur vue extraordinaire, leur ouïe particulièrement fine, leur camouflage qui joue entre ombre et lumière... Un



ouvrage idéal pour reconnaître les hiboux et les chouettes et tout savoir sur ces espèces.

« Rapaces nocturnes d'Europe », par Marco Mastrorilli - Delachaux et Niestlé - 2021 - 232 pages - 24,90€

L'EXPÉDITION LAPÉROUSE



En 1785, la plus formidable expédition scientifique de l'histoire de France, commandée par le comte de Lapérouse, est lancée sur les mers. Astronomes, physiciens, naturalistes et artistes en font partie pour cartographier et inventorier le monde, réaliser des expériences, faire les premiers pas de l'anthropologie et de l'ethnologie. L'auteur s'est rendu sur les lieux visités par l'expédition et cette nouvelle édition, fruit de 40 ans de recherches, propose des documents rares et inédits.

« L'expédition Lapérouse » (2e édition), par Bernard Jimenez Glénat - 2021 - 224 pages - 35€

SAUVONS LA BIODIVERSITÉ !

Face à la crise mondiale de la biodiversité, ce livre, illustré avec humour, nous aide à comprendre pour mieux agir. Créer un balcon pour accueillir une petite faune sauvage, soutenir un autre modèle agricole, participer à des sauvetages d'amphibiens sur les routes... Tous les leviers d'action (ONG, collectifs, institutions, outils réglementaires...) sont révélés pour nous permettre de devenir un acteur à part entière de la préservation.

« Sauvons la biodiversité ! », par Catherine Levesque / Illustrations de RED ! - Delachaux et Niestlé 2021 - 144 pages - 19,90€

Des magazines passion

Chez votre marchand de journaux ou sur www.lafontpresse.fr

ÉCONOMIE

❒ Entreprendre	12 n° 58 €
❒ Manager et réussir	10 n° 71 €
❒ Création d'entreprise mag.	10 n° 78 €
❒ C'est votre argent !	10 n° 47 €
❒ Spécial Argent	12 n° 54 €
❒ Nouvel agriculteur	6 n° 38 €

PASSION

❒ Spécial Chats	8 n° 54 €
❒ Spécial chiens	8 n° 54 €
❒ Pêche magazine	10 n° 55 €
❒ Chasse magazine	10 n° 55 €
❒ France Patrimoine	10 n°120 €

AUTO

❒ L'essentiel de l'auto	8 n° 38 €
❒ Automobile revue	8 n° 76 €
❒ Auto magazine	12 n° 23 €
❒ Automobile Verte	8 n° 55 €
❒ Auto Souvenir	10 n° 48 €
❒ Auto sport magazine	10 n° 71 €
❒ Le magazine de l'aviation	8 n° 55 €
❒ L'essentiel du Drone	8 n° 62 €

CUISINE

❒ Cuisine revue	8 n° 15 €
❒ Le Journal du Vin	6 n° 38 €

CULTURE/INFORMATION

❒ Science Magazine	8 n° 46 €
❒ L'Essentiel de la science	8 n° 54 €
❒ La revue de la science	8 n° 55 €
❒ France Patrimoine	8 n° 70 €
❒ L'Evènement magazine	8 n° 35 €
❒ Question de Philo	8 n° 62 €
❒ La presse littéraire	10 n° 76 €
❒ Magazine des Arts	10 n° 78 €

FÉMININ SANTÉ PSYCHO

❒ Santé Revue	8 n° 46 €
❒ Santé Info	12 n° 46 €
❒ Spécial Seniors	10 n° 55 €
❒ Féminin Senior	12 n° 58 €
❒ Le magazine des femmes	10 n° 23 €
❒ Féminin Psycho	8 n° 54 €
❒ L'Essentiel de la Psycho	8 n° 54 €
❒ Santé revue seniors	8 n° 54 €
❒ Féminin Santé	8 n° 46 €
❒ Spécial Femme	14 n° 23 €
❒ Spécial Senior	10 n° 47 €

PEOPLE

❒ Journal de France	16 n° 45 €
❒ Intimité	10 n° 32 €
❒ Paris Confidences	12 n° 35 €
❒ Célébrité magazine	8 n° 46 €
❒ Souvenirs souvenirs	10 n° 39 €
❒ Reines & Rois	8 n° 46 €
❒ Royauté	8 n° 46 €

SPORT

❒ France Basket	8 n° 48 €
❒ Tennis revue	10 n° 71 €
❒ Handball magazine	8 n° 56 €
❒ Cyclisme magazine	10 n° 56 €
❒ Le Sport (spécial)	10 n° 68 €
❒ Rugby magazine	10 n° 52 €
❒ Le Foot (mensuel)	12 n° 46 €
❒ Le Foot Lyon (magazine)	8 n° 46 €
❒ Le Foot Paris (magazine)	8 n° 54 €
❒ Le Foot magazine	10 n° 49 €
❒ Le magazine du fitness	10 n° 54 €

MAISON & DÉCO-JARDIN

❒ L'Essentiel de la Déco	8 n° 38 €
❒ Special Déco	8 n° 30 €
❒ Maison Décoration	8 n° 46 €
❒ Maison campagne & jardin	10 n° 68 €
❒ Jardiner	8 n° 38 €
❒ Potager pratique	8 n° 54 €
❒ Potager bio de saison	10 n° 47 €

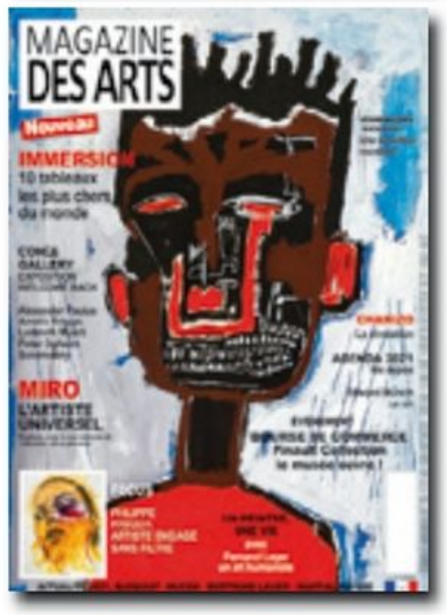
VIE PRATIQUE

❒ Stop Arnaques	12 n° 58 €
❒ Spécial Argent	10 n° 55 €

Chez votre marchand de journaux ou sur

nants à prix réduits

De 40% à 60% d'économie sur le prix d'abonnement



Lafont presse

Groupe de presse indépendant côté en bourse, et fondé par Robert Lafont en 1984 à partir du magazine *Entreprendre*, et qui développe une gamme de magazines à forte affinité.

DEVENEZ ACTIONNAIRE

***Entreprendre* (*Lafont presse*), groupe indépendant éditeur de 60 magazines publiés en kiosques, est côté sur *Euronext Paris* (code ALENR). Participez à son développement.**

www.lafontpresse.fr

Abonnez-vous

CADEAU un abonnement offert en prenant 3 abonnements

❒ **Oui,** je m'abonne au(x) magazine(s) suivant(s) :

Magazine 1 : ..... €
Magazine 2 : ..... €
Magazine 3 : ..... €
Magazine 4* : ..... €

* Le 4ème magazine est offert si vous souscrivez à 3 abonnements

Total de ma commande : ..... €
Nom .....
Prénom ..... Date de naissance .....
Adresse .....
.....
Code postal ..... Ville.....
Courriel |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|

Ci-joint mon règlement à l'ordre de Lafont presse par :
❒ chèque bancaire ou postal
❒ carte bleue Visa
n° [_][_][_][_] [_][_][_][_] [_][_][_][_] [_][_][_][_]
Expire le [_][_] [_][_]
Important, je note les 3 derniers chiffres du numéro inscrit au dos de ma carte bancaire : [_][_][_]

Signature obligatoire :

Lafont presse (Entreprendre est coté en bourse sur Euronext Growth - code ALENR)

120 magazines à découvrir sur www.lafontpresse.fr

Entreprendre (Lafont presse)

Bulletin d'abonnement ci-dessus à renvoyer accompagné de votre règlement à :

53, rue du Chemin Vert - CS 20056 - 92772 Boulogne Billancourt Cedex

Vous pouvez aussi nous renvoyer votre bulletin par courriel : abo@entreprendre.fr (paiement par carte bancaire)

Tarifs France Métropolitaine, étranger et Dom-Tom + 2€ par revue servie

*** Photo non contractuelle dans la limite des stocks disponibles. Conformément à la loi « informatique et libertés » du 6 janvier 1978 modifiée en 2004, vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification aux informations qui vous concernent. Vous pouvez accéder aux informations vous concernant, les rectifier et vous opposer à la transmission éventuelle de vos coordonnées en cochant la case ci-contre ▫ ou en adressant un courrier libre à Lafont presse – 53, rue du Chemin vert - Cs 20056 - 92772 Boulogne Billancourt Cedex.*

Les 10 innovations digitales de l'année

Entendre une seule conversation au milieu d'une foule, suivre des cours en immersion totale grâce à la réalité virtuelle, contrôler un exosquelette par la pensée... les progrès du digital et de l'intelligence artificielle révolutionnent notre façon de vivre.
Grâce à son réseau académique de 19 universités de niveau mondial, Netexplo Observatory, en partenariat avec l'UNESCO, a retenu, parmi plus de 2000 innovations, les 10 les plus prometteuses, dont l'usage émergent pourrait bousculer notre avenir.

« Faciliter la transformation digitale, c'est la vocation de Netexplo Observatory. Depuis 11 ans, l'Observatoire identifie et décrypte les tendances de l'innovation et de la transformation digitale, tout en mesurant l'impact sur la société, et les bouleversements dans les usages », explique son Président, Thierry Happe.

Ainsi, l'Observatoire a déjà identifié et distingué des usages naissants qui se sont avérés prometteurs tels que Twitter, Siri, Shazam, Spotify, Airbnb, Waze, BlablaCar ou encore Slack. Il y a 11 ans déjà, le Grand Prix Netexplo était décerné à Psiphon, le premier logiciel anti-censure qui a joué un rôle-clef dans l'émergence du printemps arabe.

« Par son ambition, Netexplo Observatory nous ramène aux fondements de la mission de l'UNESCO : mobiliser l'intelligence humaine, les outils de partage de l'information du dialogue des cultures pour resserrer les liens entre les peuples et construire la paix. Les nouvelles technologies sont essentielles à la construction de sociétés de savoir dynamiques, elles portent l'économie de la connaissance, les progrès scientifiques sans lesquels il ne peut y avoir de développement durable » souligne Indrajit Banerjee, Directeur des Sociétés des Savoirs, UNESCO.

Pour 2018, les tendances qui sous-tendent l'innovation mondiale sont résumées ainsi par l'Observatoire Netexplo : « Interface Zéro/ Décision Zéro ».
Interface Zéro parce que nous vivons dans un monde où le numérique est ambiant. Et nous nous immergeons, non pas dans les technologies, mais dans l'expérience qu'elles proposent. Les innovations les plus récentes nous poussent vers un monde où l'interface disparaît. Sommes-nous prêts pour cette désincarnation des technologies et des interactions ? Décision Zéro car nous nous sommes entourés de complicités numériques de plus en plus décisionnaires, qui nous informent, nous conseillent et nous coachent, pour finalement prendre la décision d'agir au risque de nous en déposséder. Finalement, qui est aux commandes, qui pilote nos sociétés, nos entreprises, nos vies ? Et si c'est bien la machine, selon quelles règles et quelles ambitions ?

Dans ce monde où l'interface et les décisions se font invisibles, quel est alors le statut, la place, l'utilité d'Homo Sapiens ? Plutôt qu'une compétition (perdue d'avance) entre l'Humain et l'Intelligence Artificielle sur le terrain de l'intelligence logique, ne doit-on pas miser sur notre intelligence intuitive, émotive, créative, une partie de nous-mêmes laissée en jachère ? L'avènement des intelligences numériques induit une nouvelle civilisation qui nous imposera de réviser notre modèle d'intelligences... au pluriel.

360ed (Myanmar) : l'école en réalité virtuelle

Apprendre par l'expérience ? Au Myanmar, des élèves peuvent apprendre en immersion totale grâce à la réalité virtuelle. En géographie, ils voyagent et s'immergent directement dans une ville, un pays ou un continent grâce à un équipement adéquat. De leur côté, les professeurs peuvent rendre visite à leurs collègues en Finlande ou au Japon et échanger avec eux.

© DR

Cataki (Brésil) : le Tinder pour la collecte des déchets

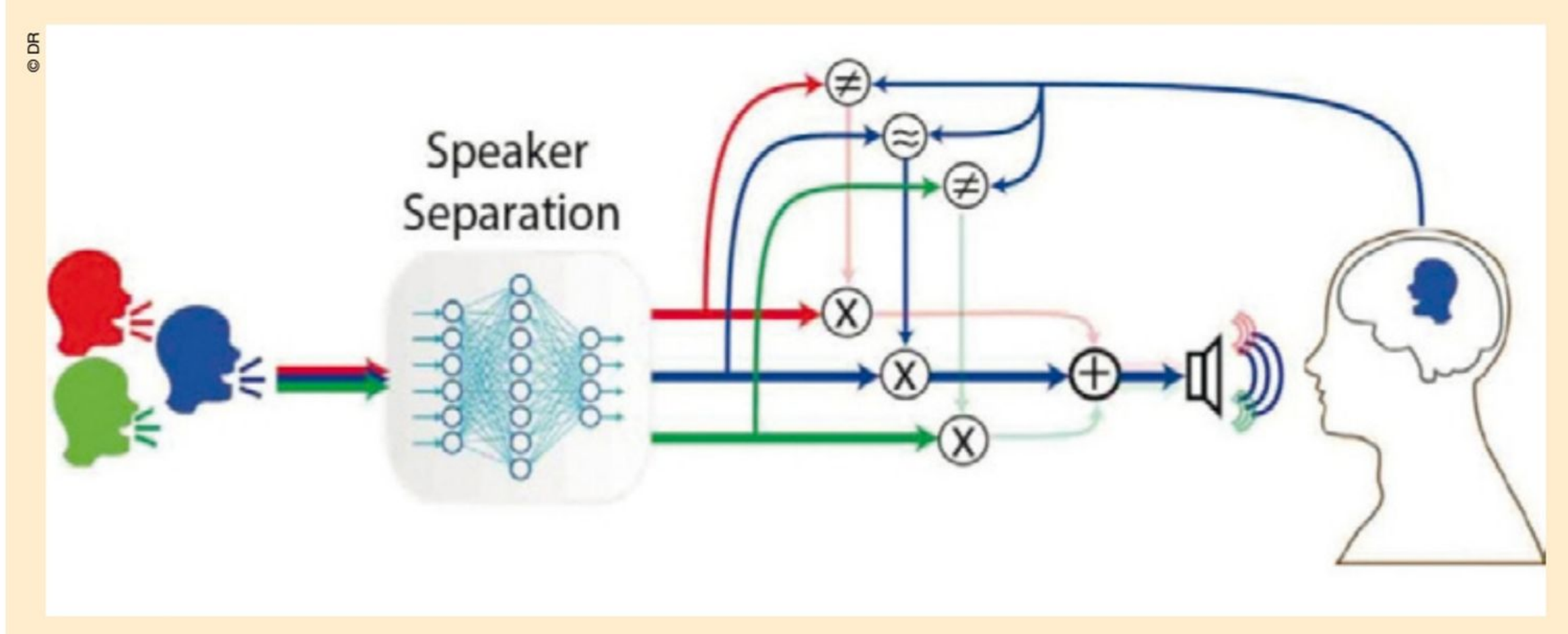
Comment valoriser une profession indispensable mais invisible et parfois rejetée ? Les « catadores » arpentent les rues brésiliennes pour collecter les ordures. Pour les recenser, les aider à organiser le recyclage des déchets, une ONG a créé pour eux une appli très efficace. Il leur suffit de swiper pour accepter ou refuser une collecte. Résultat ? Dans un quartier, moins de déchets, plus d'entraide.

Cataki a reçu le Grand Prix 2018 lors de la 11e édition du Forum Innovation, le rendez-vous annuel de l'innovation digitale mondiale.

© DR

Cognitive Hearing Aid (Etats-Unis) décide pour vous quelle conversation suivre

Qui n'a pas rêvé, dans un lieu où les conversations animées créent un brouhaha qui rend pénible la discussion, d'isoler le son ou la voix qui vous intéresse vraiment ? Sans que vous ayez à formuler votre intention, une intelligence artificielle glissée dans votre oreille analyse vos ondes cérébrales pour déterminer la conversation qui vous intéresse le plus… puis la sépare de toutes les autres et l'amplifie !



© DR

© DR

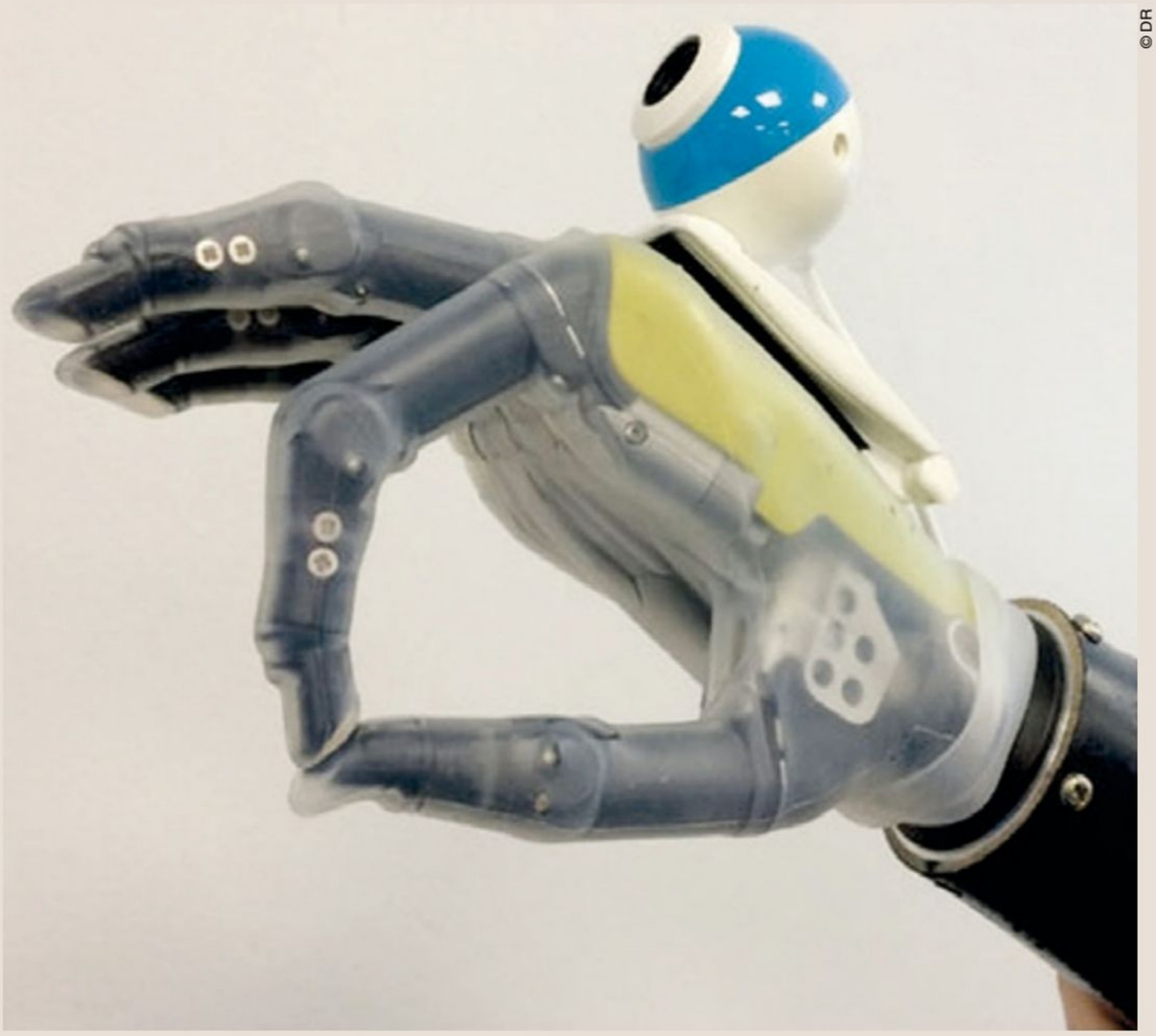
Giuseppe (Chili) : le chef cuisinier est une IA

Pas d'école de cuisine pour Giuseppe, mais des bases de données moléculaires décrivant aliments et ingrédients : il concocte des plats de synthèse à partir de plantes, en imitant le goût et la texture des aliments à récréer. Mayonnaise, yaourt, lait, fromage... l'intelligence artificielle vous souhaite bon appétit !

Hand That Sees (Royaume-Uni) : la main bionique agit d'elle-même

Conçue par des ingénieurs en biomédical, cette main bionique est une super prothèse pour les personnes privées de main. Equipée d'une caméra intelligente, elle choisit elle-même, sans passer par le cerveau, la meilleure façon de saisir les objets.

C'est un pas de plus vers la symbiose entre l'intelligence artificielle et l'humain, qui n'a même plus besoin de formuler son intention.



© DR

Neurala Air Shepherd Drones (Etats-Unis, Afrique du Sud, Malawi et Zimbabwe) lance des drones intelligents à la poursuite des braconniers

Ces drones embarquent une intelligence artificielle capable de repérer les animaux, les véhicules et les humains. Véritables anges-gardiens volants, ils détectent les braconniers et alertent les rangers en temps réel, y compris la nuit.

© DR

SingularityNet (Hong Kong) : une plateforme ouverte pour développer et monétiser l'IA

Pour que l'intelligence artificielle n'appartienne pas uniquement aux géants du numérique, les créateurs de Sophia, le robot humanoïde capable d'apprendre, ont créé une place de marché ouverte et gratuite fondée sur la blockchain. Les développeurs et les startupers pourront créer, développer et monétiser l'intelligence à partir d'une plateforme open source.

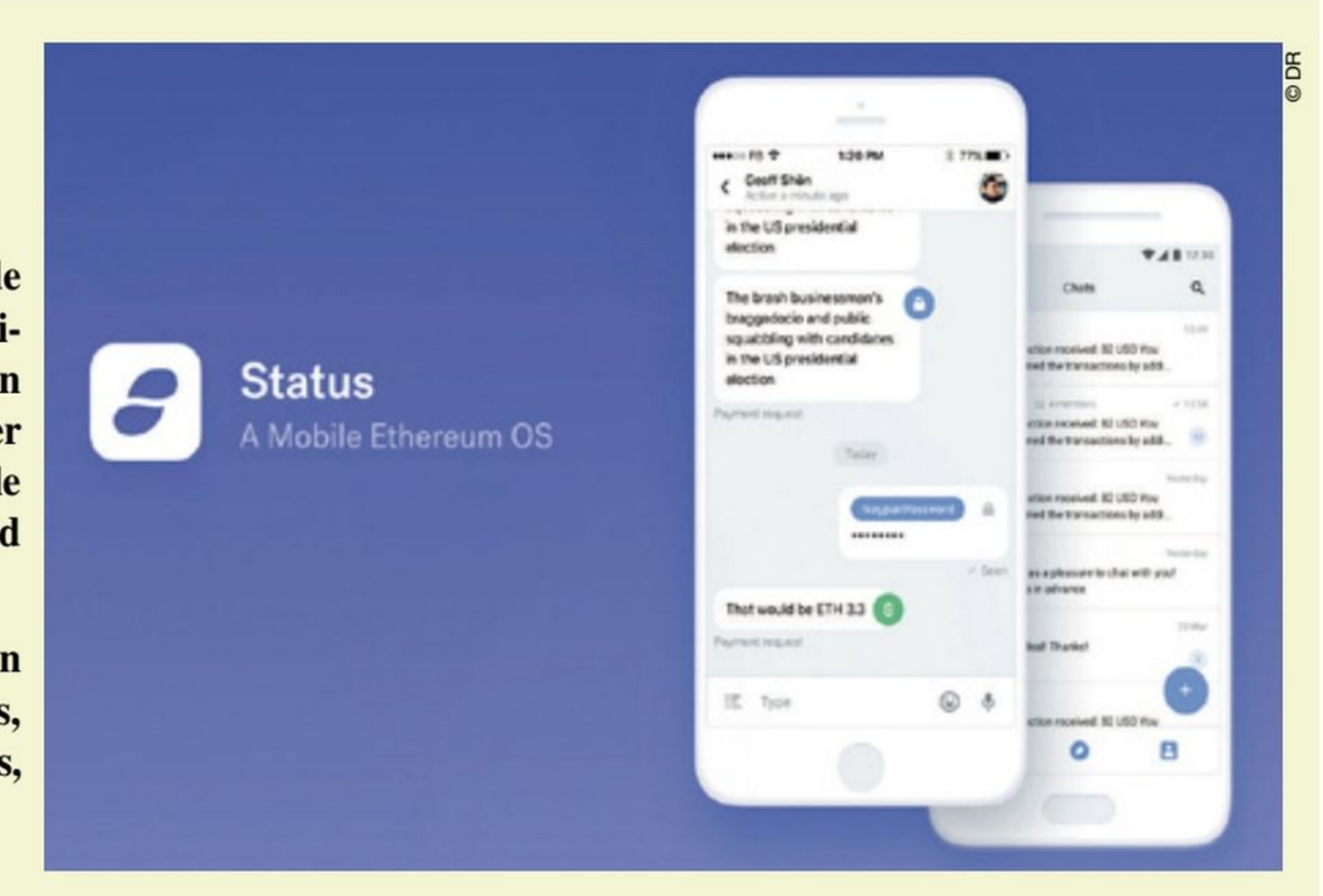
Rappelons que la blockchain (ou « chaîne de blocs ») est une technologie de stockage et de transmission d'informations, transparente, sécurisée, et fonctionnant sans organe central de contrôle.

© DR

Status (Suisse) simplifie la cryptomonnaie… et donc la blockchain

Ce projet open source est une interface de messagerie couplée à une plateforme d'applications décentralisée. En facilitant l'utilisation d'Ethereum, Status cherche à démocratiser la cryptomonnaie la plus populaire après le Bitcoin en la mettant à la portée du plus grand nombre.

La blockchain pourrait être la base d'un système financier plus ouvert où messages, photos, vidéos et transactions seraient cryptés, sécurisés et historiés.

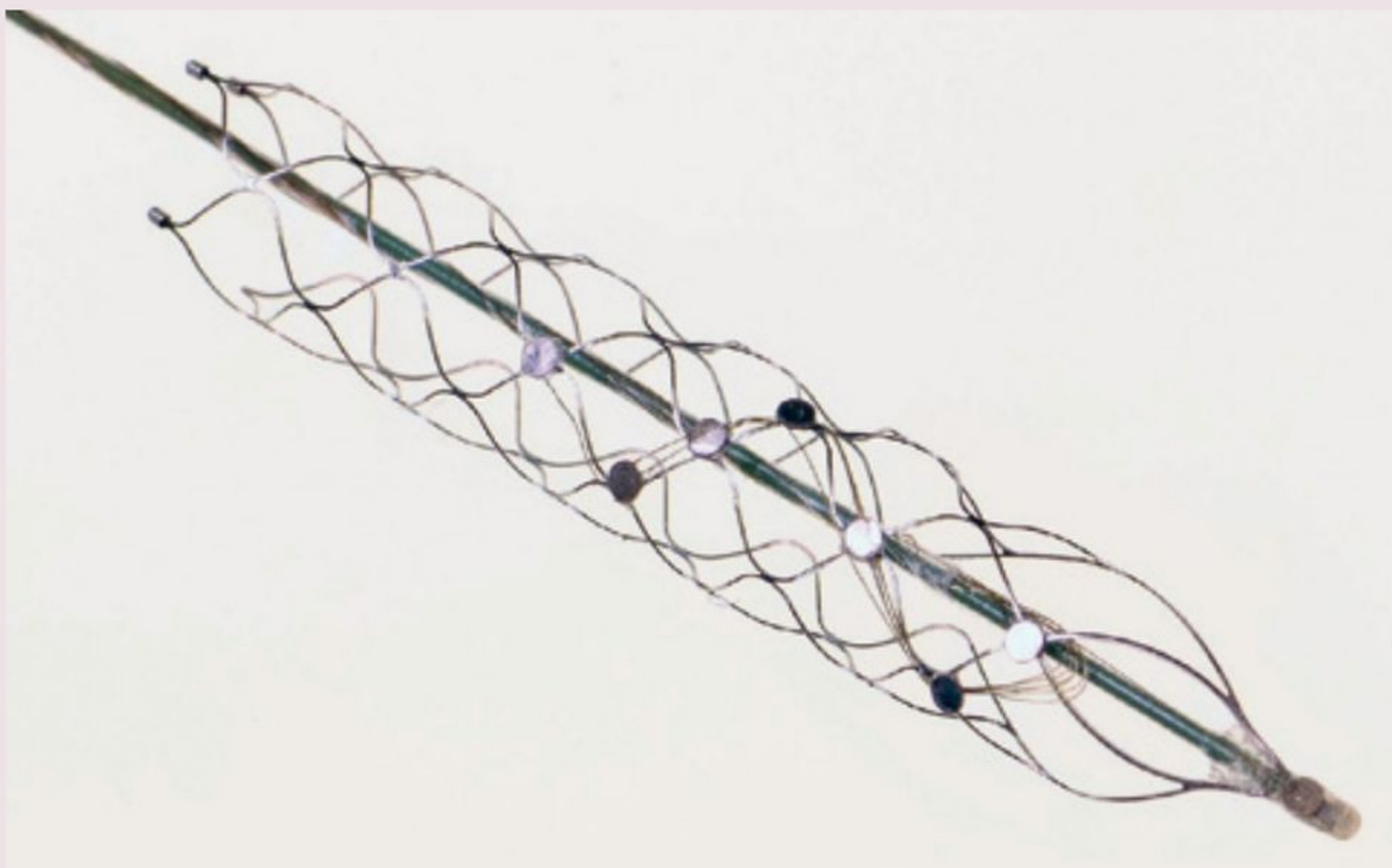


© DR

Stentrode (Australie) permet de contrôler un exosquelette par la pensée

Une endoprothèse se cache dans un vaisseau sanguin proche du cortex cérébral, détecte les signaux électriques envoyés par le cerveau pour initier un mouvement, puis transmet ces signaux à l'exosquelette. Une personne paralysée peut ainsi contrôler les mouvements de son exosquelette sans aucune commande manuelle, juste par la pensée.

Ce procédé pourrait être adapté pour traiter l'épilepsie, la maladie de Parkinson et la dépression.

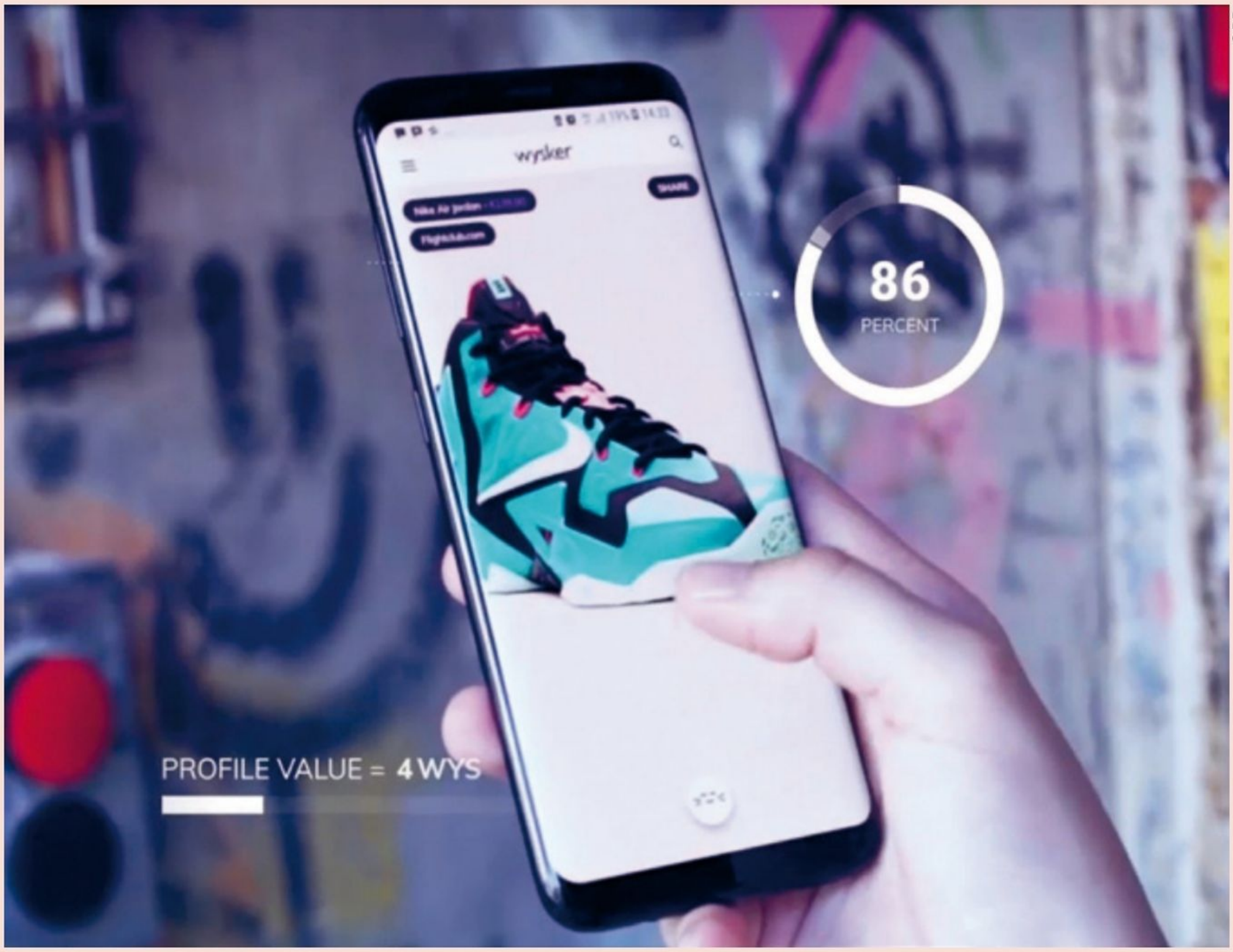


© DR

Wysker (Allemagne) donne le pouvoir de monnayer vos données personnelles

« Si c'est gratuit, c'est vous le produit ». **Et si nous reprenions le pouvoir ? Cette appli très simple d'usage rend aux consommateurs la maîtrise de leurs données : les divulguer, d'accord, mais contre des remises sur les sites des marques partenaires !**

L'e-commerce pourrait changer de visage, proposant des avantages plus conséquents en fonction de l'utilité des données personnelles pour les marques.



© DR

Un équipement unique a les secrets du cerveau

La grande infrastructure NeuroSpin, sur le plateau de Saclay.

au monde pour percer

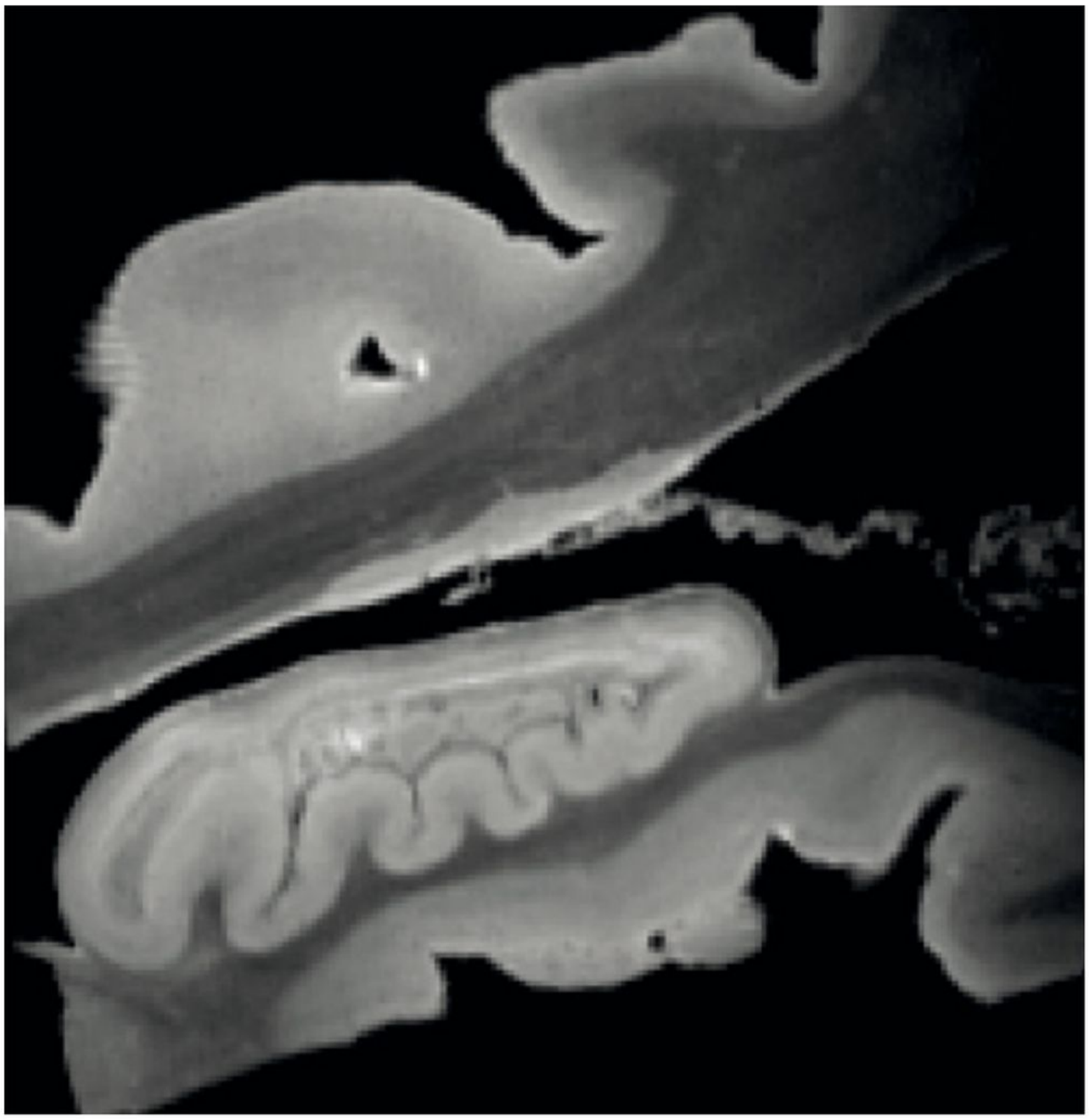
© P.Dumas/CEA

En 2017, NeuroSpin a reçu un aimant qui délivrera un champ magnétique de 11,7 T*, pour l'imagerie cérébrale chez l'homme. Un record ! La plateforme de recherche de pointe en neuroimagerie, basée au CEA Paris-Saclay, va ainsi héberger un scanner IRM destiné à explorer le cerveau humain à une échelle jusque là inaccessible, pour mieux comprendre et traiter ses maladies et peut-être débusquer le « code neural »…

À la recherche du mystérieux code neural

Repousser les limites actuelles de l'imagerie cérébrale, telle est l'ambition de la grande infrastructure de recherche NeuroSpin, centre de neuro-imagerie par résonance magnétique nucléaire (IRM) en champ magnétique intense. Les performances atteintes offriront la possibilité d'observer le cerveau et ses pathologies avec une précision très fine, à une échelle plus représentative des phénomènes, cellulaires et moléculaires, qui l'animent.

Les méthodes de neuro-imagerie non traumatiques comme l'IRM n'interfèrent pas avec la fonction cérébrale et permettent d'étudier le cerveau humain, chez des patients et des volontaires sains. Mais l'IRM est loin d'avoir atteint ses limites : en augmentant le champ magnétique des aimants, on peut espérer gagner un facteur 5 à 10 dans la précision spatiale ou temporelle des images. On pourrait ainsi étudier le fonctionnement du cerveau sur la base d'un assemblage de réseaux de quelques centaines ou milliers de neurones (et non plus de millions à l'échelle actuelle), une échelle intermédiaire où se cacherait un « code neural » comme il existe un code génétique. L'existence d'un code neural semble confortée par les recherches les plus récentes, il reste toutefois à en élucider les mécanismes.



© Justine Beaujoin/CEA

Modélisation des gains de résolution des images obtenues par un appareil IRM 11,7 T.

Pour relever les défis actuels de l'imagerie cérébrale, un dialogue permanent entre les méthodologistes qui les développent ou analysent les données, et les neurobiologistes et cliniciens qui utilisent ces instruments est indispensable. C'est précisément le fondement et l'originalité de NeuroSpin.

Alors que les scanners IRM médicaux atteignent généralement une puissance de 1,5 tesla (T) (30 000 fois le champ magnétique terrestre), NeuroSpin rassemble plusieurs scanners IRM à très haut champ pour l'investigation clinique, respectivement de 3 T, 7 T, et à l'horizon 2019 - 2020 de 11,7 T (le cœur de l'IRM, l'aimant a été livré et installé au 3e trimestre 2017). Ces équipements permettent donc d'obtenir une sensibilité bien supérieure à celle des scanners IRM « standards ». Il n'existe que 2 scanners IRM opérant à 7 T en France, dont celui de NeuroSpin. Des scanners IRM équipés d'aimants à 7 T, 11,7 T et 17,2 T (record mondial) fonctionnent également, pour des études chez l'animal.

Qu'est-ce que le code neural ?

Pourquoi, à l'arrière du cerveau, les cellules traitent de la vision et pas à un autre endroit du cerveau ? Quel est le code qui sous-tend que certaines régions de notre cerveau ont une fonction particulière ? De même qu'au cœur de nos cellules se cache un code génétique, les scientifiques espèrent trouver dans nos neurones un code neural.

Grâce aux méthodes d'imagerie actuelle, on peut distinguer près de 200 régions à la surface du cerveau. Elles sont toutes organisées de manière différente. Leur fonction est-elle génétiquement programmée, ou est-elle modulée par l'environnement ? On sait aujourd'hui qu'il y a les deux. Mais il nous faut comprendre comment l'organisation des cellules dans l'espace code pour une fonction. Une manière de mieux déterminer comment elles se dérèglent, ou même comment les reprogrammer !

**Le Tesla est l'unité de champ magnétique. Le champ magnétique terrestre à Paris est de 0,000 05 T.*

Un record mondial !

L'histoire a débuté en 2000, avec la proposition de Denis Le Bihan, directeur de recherche au CEA, de créer NeuroSpin, destiné à héberger un scanner IRM à 11,7 T. Ce scanner IRM sera progressivement mis en champ au cours du second semestre 2018 pour atteindre sa valeur nominale à l'orée de 2019. Il sera alors le premier aimant au monde à atteindre cette intensité pour une utilisation chez l'homme.

Celui-ci a été conçu par les ingénieurs / chercheurs du CEA (IRFU**) d'après le cahier des charges établi par NeuroSpin et réalisé par Alstom (intégré à General Electric fin 2015). 11,7 Tesla, c'est 223 000 fois le champ magnétique terrestre ! Le scanner IRM à 11,7 T est l'un des livrables d'un projet franco-allemand plus vaste, appelé Iseult, de développement de l'imagerie moléculaire par IRM à très haut champ magnétique pour l'homme.

L'aimant conçu par les physiciens de l'IRFU possède des dimensions hors normes : 5 mètres de long, 5 mètres de diamètre, 90 cm d'ouverture centrale (pour l'homme), et il pèse 132 tonnes ! A la différence des scanners IRM médicaux 'standards' constitués d'une bobine de fil supraconducteur, l'aimant à 11,7T du CEA est constitué de 170 doubles galettes (comme pour la machine fusion Tore Supra du CEA) de fil supraconducteur (182 km de fil supraconducteur en alliage de Niobium-Titane, assemblé en 10 brins composites de 0.8 mm², dans une goulotte en cuivre de dans lequel circulera un courant de 1500 ampères). Enfin, il est refroidi à l'hélium liquide superfluide à -271,35°C (1,8°C au-dessus du 0 absolu, au lieu de 4,2°C pour les aimants IRM classiques).

***L'IRFU est l'Institut de Recherche sur les lois Fondamentales de l'Univers. Son expertise dans la construction des aimants cryogéniques de l'accélérateur du LHC, au CERN à Genève, ainsi que de ses grands aimants des expériences ATLAS et CMS, lui a permis de développer l'aimant à 11,7T pour le scanner IRM.*

L'aimant pèse 132 tonnes !

NeuroSpin

Le projet "Neurosciences"concrétise l'ambition de réunir sur le plateau de Saclay les acteurs des neurosciences. NeuroSpin en constitue un élément majeur, pour la neuroimagerie.

À l'horizon 2019, l'Institut des Neurosciences Paris-Saclay associera en un même lieu les équipes de recherche en neurosciences du CNRS. Près de 350 chercheurs occuperont l'Institut.

Depuis janvier 2013, NeuroSpin participe au Human Brain Project. Ce projet européen illustre l'ambition commune de tous les organismes partenaires de NeuroSpin de développer les neurosciences, notamment l'Université Paris-Saclay, le CNRS, l'Inserm, l'Inria.

Enfin, les programmes de recherche du centre bénéficient d'un fort soutien du Conseil Européen de la Recherche. Quatre chercheurs ont reçu les prestigieuses bourses de ce Conseil.

Dépister très tôt Alzheimer

© PF.Grosjean/CEA

Vérification des images acquises sur l'IRM 3T (Siemens).

Mieux comprendre le cerveau humain, son développement, son fonctionnement, constitue l'un des grands défis de notre siècle. Les enjeux sociétaux sont en effet de taille : outre les bénéfices que l'on peut en attendre dans le domaine de la santé et des neurosciences (en neurochirurgie, neurologie et psychiatrie...), la compréhension du cerveau permet de mieux connaître la façon dont les individus

interagissent entre eux ou avec leur environnement, avec à la clé des progrès dans les domaines de la communication, de l'éducation, de l'ergonomie...

En premier lieu, l'exploration plus fine du cerveau permettrait de dépister des maladies de façon précoce. Les affections neurologiques et psychiatriques touchent une fraction croissante de la population. Améliorer le diagnostic, le traitement et la prise en charge de ces patients passe par une meilleure compréhension des dysfonctionnements cérébraux à l'origine de ces maladies. Avec l'augmentation de l'espérance de vie, les bénéfices potentiels des recherches sur le fonctionnement cérébral dans une population vieillissante sont évidents.

Les technologies d'imagerie offrent un champ d'investigation conséquent pour mieux comprendre les pathologies cérébrales psychiatriques (schizophrénie, autisme, addictions), les maladies neurologiques (sclérose en plaques, épilepsie) et neurodégénératives (Alzheimer, Parkinson), les anomalies du développement (dyslexie, dyscalculie) et in fine, les prévenir, proposer un diagnostic précoce et les traiter. Certaines maladies comme les maladies de Parkinson ou d'Alzheimer débutent bien avant l'apparition des troubles perceptibles.

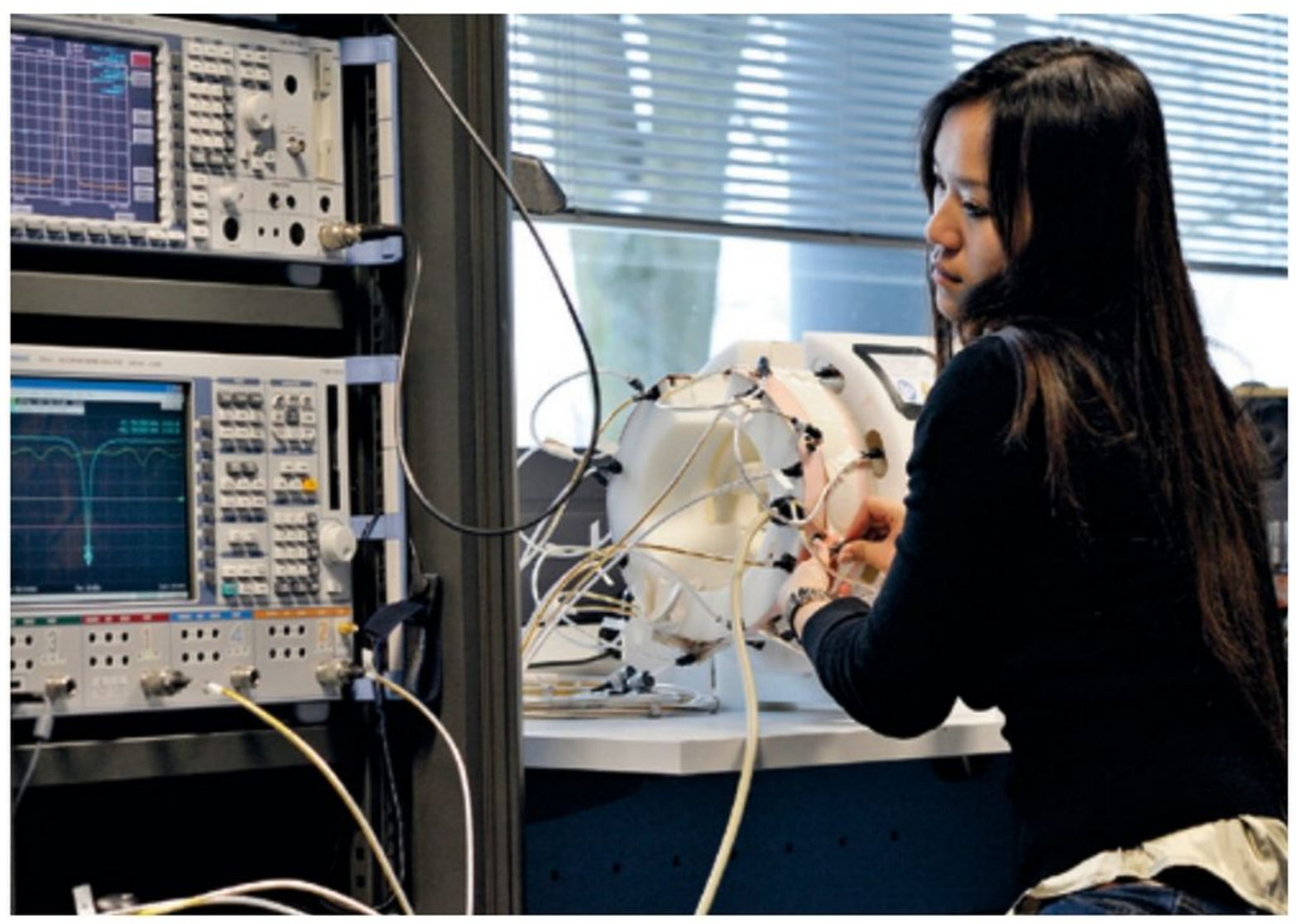
Grâce au gain de sensibilité obtenu à 11,7T, il devient possible d'explorer l'anatomie cérébrale à très haute résolution spatiale. En particulier celle de structures profondes du cerveau, comme l'hippocampe et les noyaux du tronc cérébral qui sont impliqués dans les maladies neurodégénératives, dont les dimensions atteignent tout au plus quelques millimètres. L'IRM 11,7T permettra aussi d'étudier la connectivité cérébrale (via des images 3D des faisceaux de matière blanche) à l'aide de l'IRM de diffusion, et d'obtenir des images de l'organisation spatiale des éléments cellulaires dans le cortex cérébral (ce que l'on appelle la cytoarchitecture).

Identifier les circuits cérébraux liés au langage, au calcul...

Il s'agit aussi de mettre en évidence de plus en plus précisément les structures et les circuits cérébraux impliqués lors de l'exécution de tâches cognitives simples ou complexes comme le langage, le calcul, la mémorisation, l'apprentissage de la lecture.

Ces travaux très avancés, menés à NeuroSpin sur un scanner IRM à 3T, bénéficieront de l'apport des hauts champs magnétiques. Cela permettra, chez le sujet normal, de mieux comprendre les modes de fonctionnement du cerveau. Et aussi, chez des patients, de mieux comprendre voire diagnostiquer certaines pathologies.

Par exemple, l'IRM fonctionnelle (IRMf) a permis de déterminer quelles aires cérébrales sont impliquées dans la réflexion mathématique de haut niveau. Ainsi, le cerveau possède un réseau d'aires cérébrales impliqué dans ces mathématiques comme dans les opérations arithmétiques les plus simples. Ce réseau s'active à la seule vue de nombres chez une population universitaire d'excellence, experte ou non en mathématiques. Il existe un réseau mathématique dans le cerveau, qui n'est pas celui du langage. Ce résultat concorde avec d'autres observations, par exemple le fait que certains enfants ou adultes, qui disposent d'un vocabulaire numérique très pauvre, soient capables de réaliser des opérations arithmétiques avancées, ou encore que certains patients aphasiques puissent encore faire du calcul et de l'algèbre.



© PF.Grosjean/CEA

Mise au point d'antennes radiofréquence de nouvelle génération pour l'imagerie par résonnance magnétique IRM. Test du prototype de nouvelle génération pour la transmission parallèle des signaux.

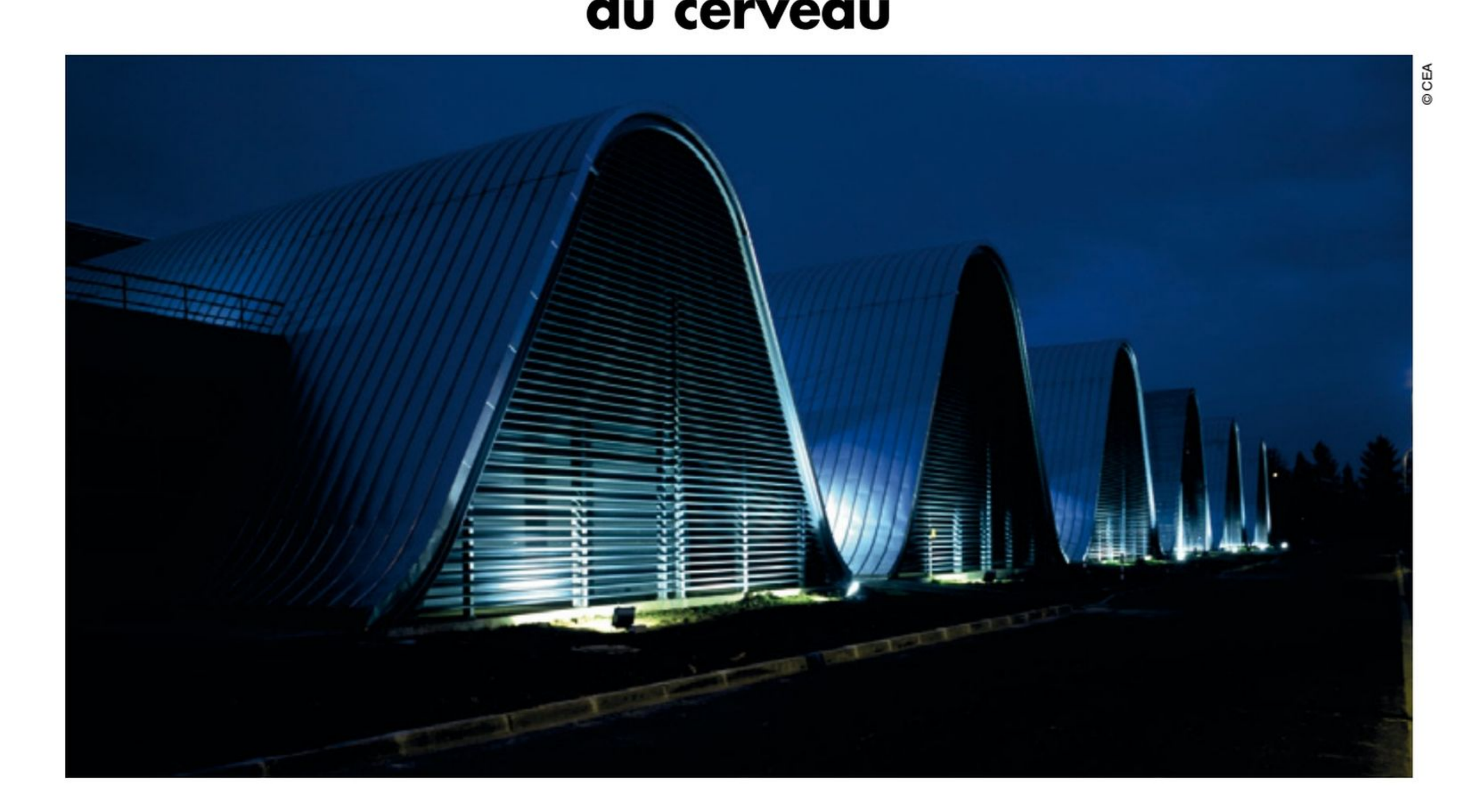
Le premier atlas des connexions du cerveau humain

Dans le cadre du projet CONNECT, douze instituts de recherche européens et israéliens ont établi, à partir de sujets vivants, un atlas décrivant les connexions intracérébrales du cerveau humain. Ces fibres, qui constituent la « matière blanche » du cerveau, ont pour rôle de transmettre les informations entre neurones. Il n'y a pas d'atlas des fibres de matière blanche, d'où l'intérêt de l'IRM de diffusion. Les atlas existants portent sur la matière grise (cortex avec les aires de Brodmann et noyaux gris centraux).

L'atlas du projet CONNECT a été construit à partir de la combinaison d'images IRM de diffusion de haute résolution en 3D de cerveaux de plus de 100 sujets vivants et sains âgés de 25 à 35 ans. L'innovation provient à la fois de l'acquisition in vivo des données, et de la combinaison d'images de nombreux cerveaux pour en extraire des caractères communs.

Cet atlas permet d'analyser les données de neuroimagerie de ces connexions et d'étudier avec précision leur rôle dans la physiologie et les pathologies du cerveau.

Comprendre les troubles de développement du cerveau



© CEA

Pour comprendre les affections cérébrales et les anomalies de développement des fonctions cérébrales, il est essentiel de comprendre l'évolution « normale » du cerveau au cours de la vie. Une meilleure compréhension passe par la constitution de cohortes regroupant de grandes bases de données, images et données biologiques ou génétiques de sujets. L'organisation de ces bases de données et le développement de logiciels permettant de les exploiter constituent également un enjeu. Ainsi le CATI (Centre d'acquisition et de traitement automatisé de l'image) est un projet national né en 2010 sous la double impulsion du CEA (Institut d'imagerie biomédicale) et de l'Institut du Cerveau et de la Mœlle épinière (ICM, Pitié Salpêtrière), grâce au soutien de la fondation «plan Alzheimer», pour offrir des services à la communauté de la recherche clinique en traitement des images de neuroimagerie. La qualité des équipements et des images ayant beaucoup progressé ces dernières années, le CATI a aussi pour mission d'assurer le transfert des technologies qu'il met au point vers le milieu hospitalier.

Ce centre a notamment pour mission d'assurer le recueil des images des patients de la cohorte MEMENTO : il s'agit d'une cohorte de 2 300 personnes qui se plaignent d'un trouble cognitif et qui seront suivies sur plusieurs années afin de comprendre les mécanismes d'entrée dans la maladie d'Alzheimer.

Le Human Brain Project : vers la modélisation du cerveau humain

Le Human Brain Project (ou « Projet du cerveau humain ») a pour but de réunir toutes les connaissances actuelles sur le cerveau humain afin de le reconstituer, pièce par pièce, dans des modèles et des simulations informatiques. Programmé sur 10 ans (2013-2023), et d'un coût estimé à 1,19 milliard d'euros, le projet fédère plus de 80 institutions de recherche européennes et internationales (dont deux laboratoires intégrés à NeuroSpin) regroupant spécialistes des neurosciences, médecins, physiciens, mathématiciens, informaticiens et éthiciens.

En matière médicale, la modélisation est un atout pour un suivi personnalisé des patients. A partir de données personnelles, la modélisation permettra à terme de mieux détecter des anomalies pour un diagnostic à un stade précoce voire préventif, ou bien de suivre en temps réel l'effet d'un traitement.

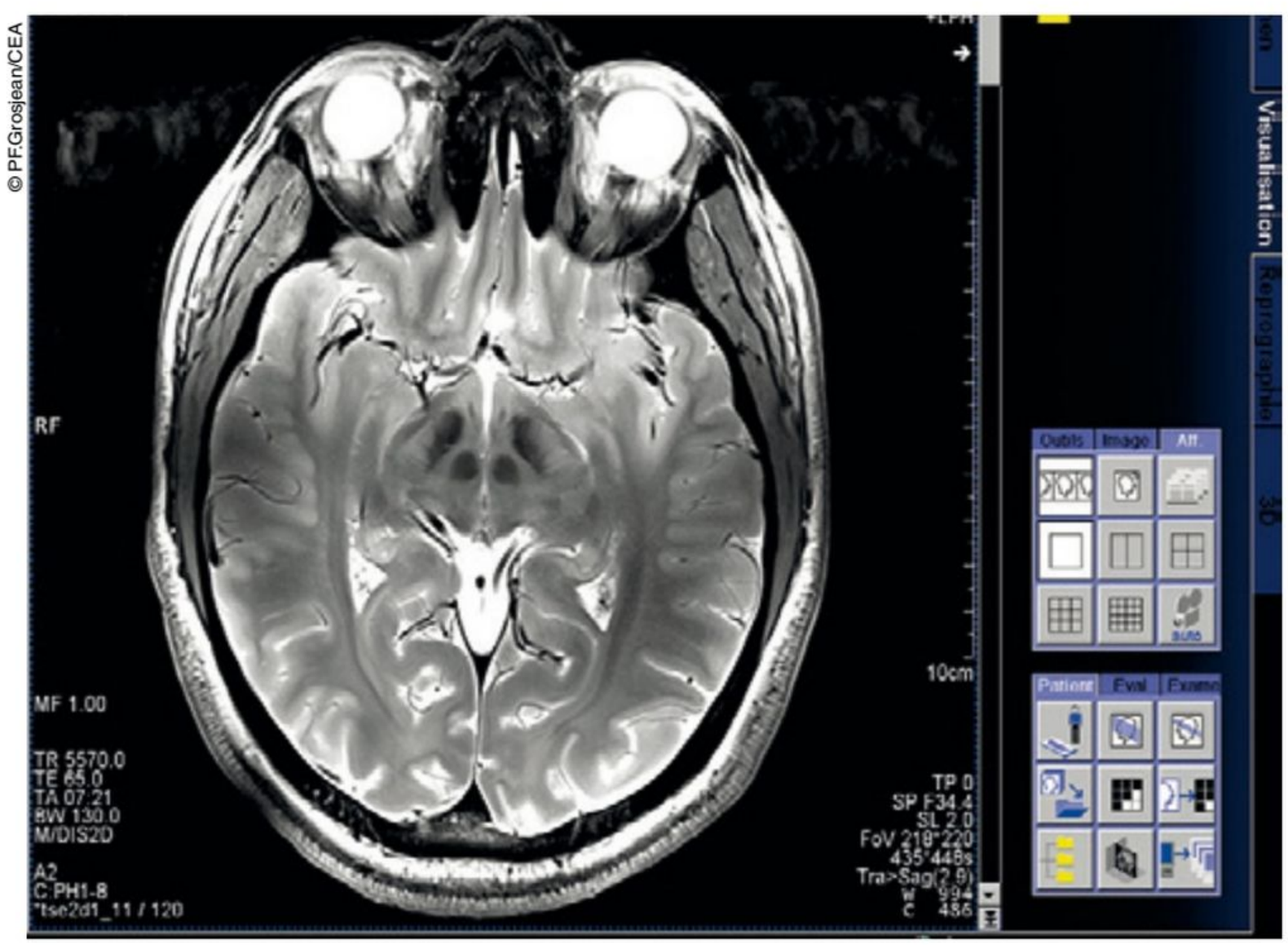
Ainsi, la modélisation est une clé pour adapter les traitements au plus près de chaque patient. Modéliser le fonctionnement cérébral requiert la coopération de multiples compétences ainsi que des moyens de calculs considérables pour manipuler, traiter, modéliser et archiver de très grands volumes de données issus de milliers de patients. Des logiciels spécifiques doivent être élaborés pour extraire de ces données les informations pertinentes et utiles au corps médical. Ce projet constitue une étape décisive dans la compréhension du cerveau humain.

Le fonctionnement du cerveau exploré à l'échelle des neurones : une première

Sur l'aplysie, un mollusque gastéropode marin appelé couramment "lièvre de mer" dont le système nerveux est composé d'un petit nombre de neurones (20 000), les chercheurs ont mis en œuvre une méthode d'acquisition sur un scanner IRM à très haut champ magnétique (17,2T).

Ils ont pu observer ainsi les réseaux neuronaux engagés par différents stimuli alimentaires. La présence d'un aliment dans l'environnement et sa consommation produisent des réponses différentes dans les mêmes neurones. Cette méthode d'IRMf microscopique permet d'étudier le comportement fonctionnel des neurones individuellement et d'explorer l'organisation fonctionnelle et la plasticité du réseau qu'ils constituent, lorsque l'animal adopte un comportement bien précis.

L'information est-elle codée dans nos neurones ?



Coupe axiale d'un cerveau réalisée par un IRM de 7 T.

Elucider le « code neural », autrement dit connaître comment l'information est codée et traitée dans le cerveau, telle est l'étape suivante à laquelle aspirent les chercheurs. De la même façon que le code génétique repose sur les assemblées d'atomes constituant l'ADN, un code neural existerait dans la structuration des assemblées de neurones. Cette organisation est en même temps très modulable pour permettre l'adaptation à l'environnement et l'apprentissage, au cours du développement et tout au long de la vie.

Nos connaissances sont limitées aujourd'hui par l'échelle, macroscopique (groupes de plusieurs millions de neurones), à laquelle nous regardons et étudions le cerveau… Des travaux remarquables ont beaucoup apporté sur la biochimie et la biophysique du neurone. C'est sans doute dans des réseaux spatiaux et temporels formés par des amas de quelques milliers de neurones qu'il faut chercher cette spécificité fonctionnelle loco-régionale, ou l'existence d'un « code neural »...

La connaissance de ce code permettra de progresser énormément dans la compréhension des mécanismes sous-tendant les processus cognitifs, normaux ou pathologiques. Une véritable révolution est ainsi attendue.

Comment le cerveau apprend à lire

Des chercheurs du CEA, du CNRS et du Collège de France de NeuroSpin, viennent de mettre en évidence comment la région spécifique à la reconnaissance des mots se développe lors de l'apprentissage de la lecture. L'étude, au cours de laquelle 10 enfants de cours préparatoire ont été suivis, a permis de localiser cette « boîte aux lettres » dans l'hémisphère gauche, dans une région encore libre de toute spécialisation.

Apprendre à lire est une acquisition culturelle majeure, qui conditionne l'ensemble de la scolarité et de la vie personnelle et professionnelle de tout un chacun. Mais comment le cerveau humain peut-il apprendre à lire et comment est-il transformé par cette nouvelle façon d'accéder au langage, non plus par les oreilles mais par les yeux ?

Pendant un an, 10 enfants en cours préparatoire sont venus à NeuroSpin tous les deux mois pour aider les chercheurs à percer ce mystère. Les enfants ont regardé des images d'objets, maisons, visages, corps, mais aussi des mots et des lettres dans une IRM. Leur tâche : appuyer le plus vite possible sur un bouton quand « Charlie », le personnage de bandes dessinées, apparaissait.

Chacune de ces catégories d'image activait une région visuelle spécialisée, comme chez l'adulte. Et pour les mots ? Dès fin novembre pour certains enfants, une région, qui répondait plus aux mots qu'aux autres images, devenait visible : la « boîte aux lettres ». Pour d'autres, cela prenait plus de temps et la réponse de cette région était proportionnelle à leurs performances en lecture. Un an plus tard, une fois la lecture de mots familiers automatisée, seules persistaient dans l'hémisphère gauche la « boîte aux lettres » et la région de conversion des lettres en sons dans les régions temporales du langage oral.

Une fois la lecture automatisée, les chercheurs ont cherché à remonter le temps et étudier chez chaque enfant ce que faisaient ces régions, notamment la « boîte aux lettres », avant de se spécialiser pour la lecture. Est-ce qu'apprendre à lire déplace les spécialisations déjà acquises pour d'autres catégories visuelles ou la « boîte aux lettres » émerge-t-elle dans une région encore « libre » de toute spécialisation ? C'est la deuxième hypothèse qui a été vérifiée. L'équipe de recherche a également constaté que le développement de la lecture dans l'hémisphère gauche (l'hémisphère du langage oral) bloque le développement de la région qui répond aux visages dans cet hémisphère contrairement à ce qui se passe dans l'hémisphère droit. Cette compétition entre mots et visages à gauche, et pas à droite, aboutit à l'augmentation de l'asymétrie hémisphérique chez les lecteurs par rapport aux illettrés et aux dyslexiques observés dans de précédentes études.

Nous apprenons donc à lire aux enfants à un moment de plasticité de cette région, qui augmenterait sa réponse aux visages dans le milieu naturel. L'éducation a donc spontanément découvert les fenêtres de plasticité offertes par le calendrier de maturation du cerveau humain pour permettre un apprentissage efficace. Et nos explorateurs ? Peut-être de futurs chercheurs gagnés par le virus de l'exploration et de la connaissance. En attendant, ils sont retournés à l'école avec leur cerveau en images et en 3D pour expliquer en classe comment les enfants apprennent.

Le magazine qui fait aimer la science !

ABONNEZ-VOUS

Et renvoyez ce bon dument rempli à *Lafont Presse*
53 rue du Chemin Vert - CS 20056 - 92772 Boulogne-Billancourt Cedex

SCIENCE magazine

OUI, je m'abonne à *Science magazine* (papier + numérique)
et je reçois chez moi 10 numéros dont 2 n° gratuits au prix de 47€ au lieu de 59€

Nom : ..... Prénom : .....
Adresse : .....
Code Postal : ..... Ville : .....
Télephone : ..... Date de naissance : .....
Courriel : _

❑ Je règle par Chèque bancaire ou postal à l'ordre de Lafont presse
53 rue du Chemin Vert - CS 20056 - 92772 Boulogne-Billancourt Cedex

par carte Bancaire visa
N° : _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
expire fin _ _ _ _ _ _ _ _
cryptogramme (les trois derniers chiffres au dos de votre carte) _ _ _

signature :

Abonnez-vous sur www.lafontpresse.fr

Conformément à la loi « informatique et libertés » du 6 janvier 1978 modifiée en 2004, vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification aux informations qui vous concernent. Vous pouvez accéder aux informations vous concernant, les rectifier et vous opposer à la transmission éventuelle de vos coordonnées en cochant la case ci-contre ❑ ou en adressant un courrier libre à Lafont presse , 53, rue du Chemin vert, 92100 Boulogne Billancourt.

Lafont presse

En kiosques et tablettes www.lafontpresse.fr

La transition énergétiq comment le monde va

que : changer

Dans l'habitat, pompes à chaleur, panneaux photovoltaïques, chauffage au bois sont de plus en plus employés. Dans les transports se développent la voiture électrique ou le bus au biogaz. Chaque jour on parle d'énergies nouvelles, renouvelables, qui peuvent remplacer avantageusement les énergies fossiles et nucléaires, avec pour ambition de sauver notre planète.

Le rayonnement du soleil, la force du vent, celle des courants marins ou fluviaux, la chaleur de la terre... toutes ces énergies sont inépuisables et peu ou pas polluantes. Pourquoi ne pas les avoir utilisées plus tôt ? Le temps presse désormais pour lutter contre le réchauffement climatique et les maux liés à la pollution.

Quelle est la situation aujourd'hui ? Atteindra-t-on les nouveaux objectifs du Plan Climat de la France ? Comment notre environnement va-t-il changer ?

Objectif zéro carbone

En décembre 2015, lors de la COP 21, 195 pays se sont engagés à agir pour contenir l'augmentation moyenne de la température du globe nettement en dessous de 2 degrés par rapport aux niveaux préindustriels, et à poursuivre l'action menée pour limiter l'élévation des températures à 1,5°. 151 pays ont déjà signé cet Accord de Paris. En France était adoptée la même année la Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte (LTECV), dont le but était de diviser par 4 nos émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050.

Afin de ne pas accumuler de retard sur le respect de cette loi, Nicolas Hulot, Ministre de la Transition écologique et solidaire, a lancé en juillet dernier le Plan Climat pour accélérer la transition énergétique et climatique. Ce Plan Climat intègre désormais de nouveaux défis : viser la neutralité des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050, c'est-à-dire trouver un équilibre entre les émissions de l'Homme et la capacité des écosystèmes à absorber du carbone.

A cette occasion, il a rappelé les objectifs EnR de la Loi de Transition Energétique qui fixe à 32% la part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie en 2030 ; soit 38% dans le mix chauffage et refroidissement, 15% de la consommation finale dans les transports, 40% de l'électricité et 10% de la consommation de gaz.

« Aujourd'hui, nous avons les moyens de ces ambitions : les énergies renouvelables se développent rapidement, on sait construire ou rénover des logements pour qu'ils ne consomment plus ou presque pas d'énergie, on sait que la voiture électrique est en plein boom » a souligné Nicolas Hulot. *« L'ambition, c'est aussi affirmer que les énergies fossiles appartiennent aux 19e et 20e siècles. C'est pour cela que le Plan climat prévoit l'interdiction de tout nouveau permis d'exploitation d'hydrocarbures sur le territoire français, afin qu'autour de 2040 nous ne produisions plus d'hydrocarbures. C'est aussi dans ce sens que nous voulons aller, en visant la fin de la vente des voitures essence ou diesel en 2040. Il en va de même pour la production d'électricité, pour laquelle nous allons progressivement arrêter d'utiliser le charbon. »*

Les professionnels des différentes filières du secteur sont mobilisés pour atteindre cette neutralité carbone à l'horizon 2050 : *« Les déclarations du ministre répondent aux attentes des acteurs des énergies renouvelables »*, a déclaré Jean-Louis BAL, Président du Syndicat des énergies renouvelables. *« Dans la continuité des objectifs de la Loi de Transition Energétique, elles apportent visibilité et stabilité, deux éléments essentiels au déploiement rapide d'un mix énergétique vertueux et à la croissance des filières industrielles. »*

La fin du charbon

Produire une électricité sans carbone, tel est le premier objectif. Le charbon est aujourd'hui la principale source d'émissions de CO2 sur la planète (42%). Le gouvernement envisage des solutions d'accompagnement aux territoires concernés par la fin de la production d'électricité issue des centrales à charbon. La France deviendra ainsi l'un des premier pays industrialisés sans charbon.
Tout nouveau projet d'exploration d'hydrocarbures sera interdit. Cette décision concerne aussi les énergies fossiles dites non conventionnelles, comme les gaz et pétrole de schiste. Les scientifiques expliquent en effet que l'immense majorité de ces ressources ne doivent pas être utilisées si l'on veut avoir une chance de maintenir le réchauffement de la planète en dessous de 2°C.

Quelles sont les énergies renouvelables (EnR) ?

Elles servent tant pour la production thermique qu'électrique : biomasse, bois, biocarburants, biogaz, éolien, énergies marines, géothermie, hydroélectricité, pompes à chaleur, solaire photovoltaïque, solaire thermique et thermodynamique.

De leur côté seront encouragées les énergies renouvelables : l'éolien terrestre et marin, mais aussi l'énergie solaire et l'utilisation de la biomasse pour produire de la chaleur. Des mesures seront prises pour simplifier encore le développement des énergies en mer, de la géothermie, de la méthanisation, et des expérimentations seront réalisées afin de permettre de réduire le temps moyen de développement de ces projets.

Renforcer le prix du carbone pour donner un juste coût à la pollution

La France est l'un des pays pionniers dans le monde sur la tarification du carbone. Elle soutient la coalition pour un prix du carbone, lancée dans l'Accord de Paris, qui vise à ce que 25% des émissions mondiales soient couvertes par un prix du carbone en 2020, et 50% en 2030.

Le gouvernement a choisi de faire converger la fiscalité entre le diesel et l'essence avant 2022, et d'accélérer la montée en puissance du prix du carbone. Pour encourager le développement d'alternatives, le Plan Climat élargit la fiscalité aux gaz HydroFluoroCarbures (HFC), qui sont parmi les plus polluants. Ils sont notamment utilisés comme réfrigérants dans les climatiseurs et les réfrigérateurs.

Fini les voitures polluantes !

Le secteur des transports est le premier secteur émetteur de gaz à effet de serre en France (29% en 2014). Une révolution de la mobilité du quotidien s'est engagée, avec des véhicules plus autonomes, plus partagés, et avec de nouvelles énergies comme l'électricité. C'est pourquoi d'ici 2040, le gouvernement envisage de mettre fin à la vente de voiture à essence ou au diesel, pour encourager les constructeurs automobiles à innover. D'autres pays comme l'Inde, les Pays Bas ou la Norvège se sont dotés d'objectifs très proches.

A horizon 2040, la France ne devrait plus produire de pétrole, de gaz et de charbon.

Afin que chaque Français puisse bénéficier de l'Accord de Paris, le gouvernement mettra en place une prime à la transition pour remplacer les véhicules qui ne sont pas éligibles à la vignette Crit'Air par des véhicules neufs ou d'occasion, moins polluants et plus économes en carburant.

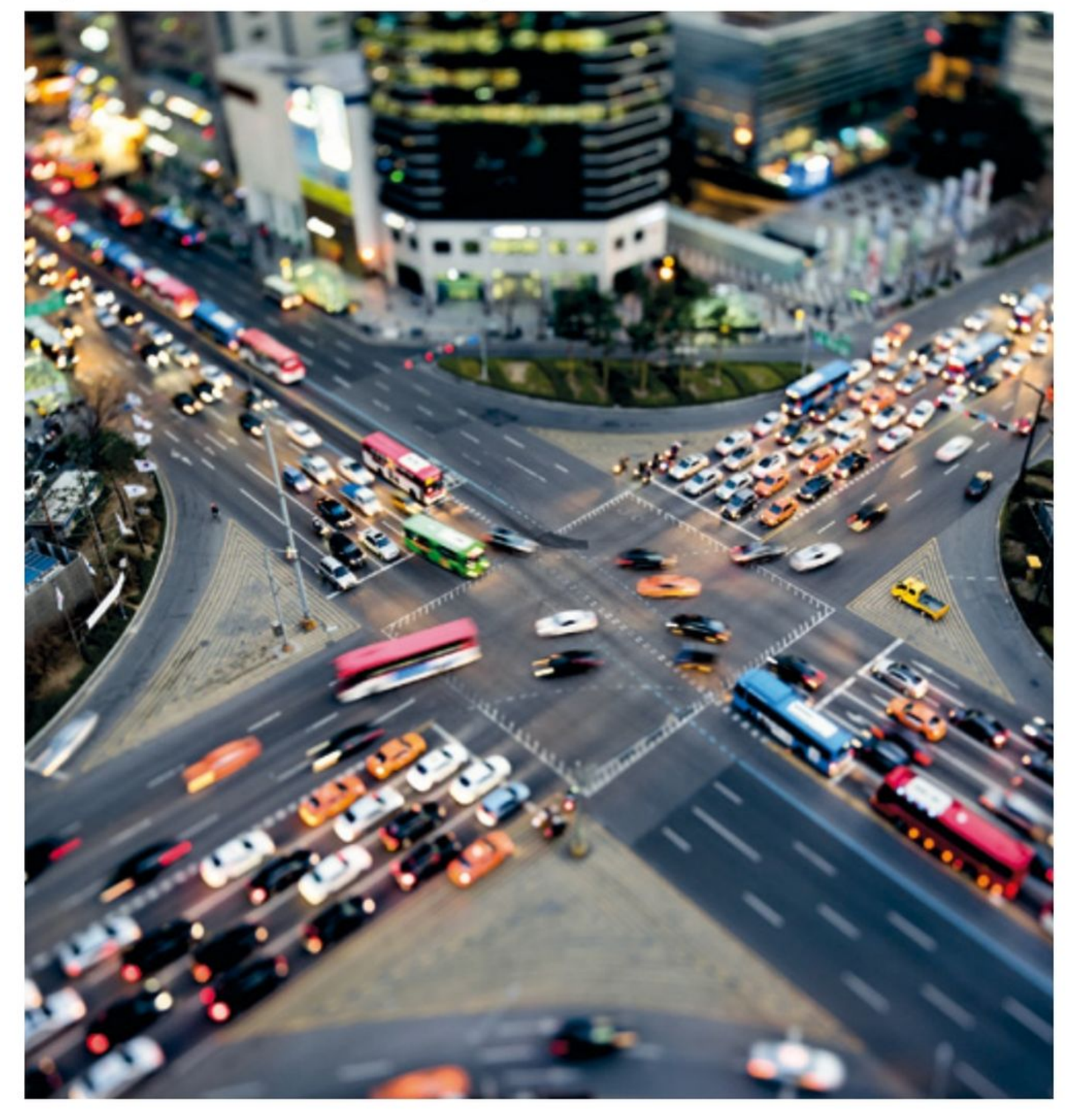
L'énergie positive

Dans le domaine du logement, le gouvernement se fixe comme objectif de faire disparaître en 10 ans les passoires thermiques (7 millions en France), c'est-à-dire les logements qui, mal isolés, conduisent à la précarité énergétique.
Par contre, les bâtiments à énergie positive consomment l'électricité produite par leurs installations et redistribuent le surplus au réseau électrique. Plus de 14 000 foyers français sont dans ce cas (source Enedis - avril 2017). Une installation de 25 m² de modules photovoltaïques peut produire en un an l'équivalent de la consommation électrique (hors chauffage, cuisine et eau chaude) d'une famille de 4 personnes.

16%…

C'est la part des voitures neuves électriques qui sont vendues en Norvège. En France, déjà plus de 100 000 véhicules électriques sont immatriculés.

Exemple récent, l'amphithéâtre de l'université de la Réunion est capable de se rafraîchir sans climatisation. Comment ? En se protégeant du soleil et en favorisant la circulation naturelle de l'air. Le résultat : une réduction de la température ressentie de 4°C et une consommation énergétique 5 fois moins importante qu'un bâtiment classique. Par ailleurs, il produit 7 fois sa consommation grâce à sa toiture photovoltaïque. C'est le premier amphithéâtre à énergie positive au monde.



L'électricité renouvelable : 22,1% de la consommation électrique en France

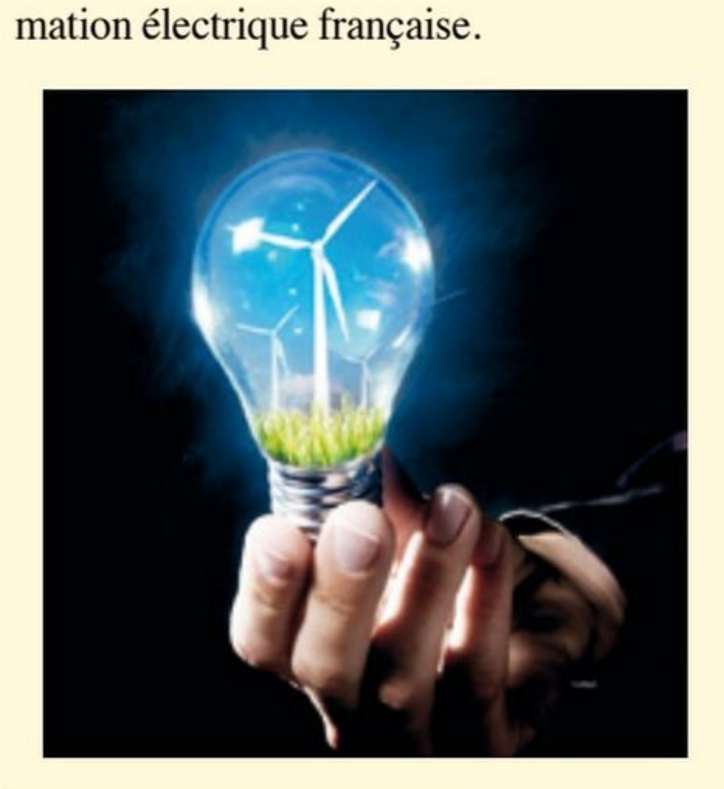
On est encore loin des 40% mais cela progresse. On a pu observer en effet une augmentation de 11% (sur le 2e trimestre 2017 par rapport au 2e trimestre 2016) de la production électrique des filières éolienne, solaire et des bioénergies. La puissance du parc de production d'électricité renouvelable - hydroélectricité, solaire photovoltaïque, éolien et bioénergies - s'élevait, fin juin 2017, à 46,8 GW.

- Composée d'un parc de 25 GW, l'hydroélectricité couvre 13,1% de l'électricité consommée.

- Le parc éolien français s'élève à 12,3 GW. L'énergie éolienne couvre 4,2% de la consommation électrique française.

- La puissance des installations solaires photovoltaïques raccordées s'élève à 7 GW. L'énergie solaire photovoltaïque représente 1,9% de la consommation.

- Le parc de la filière bioénergies électriques s'élève à 1,9 GW. La production de bioénergies couvre 1,4% de la consommation électrique française.



(Source : Panorama de l'électricité renouvelable, élaboré par RTE, le Syndicat des énergies renouvelables (SER), Enedis et l'Association des distributeurs d'électricité en France (ADEeF) - Chiffres à fin juin 2017.)

Mobilité à émission zéro

Hybrides, électriques, à hydrogène, au gaz naturel, au bioéthanol... les transports de demain seront plus propres. Tour d'horizon des carburants alternatifs...

Un jour viendra où l'on pourra circuler dans les rues sans s'intoxiquer avec les fumées des pots d'échappement des voitures ! Les transports publics, ou les poids-lourds, donnent l'exemple en utilisant des carburants gazeux. On compte aujourd'hui 18 millions de véhicules GNV (gaz naturel pour véhicules, composé de méthane) dans le monde, un carburant non renouvelable mais beaucoup moins polluant. Un chiffre qui devrait s'élever à 65 millions en 2030. Tandis que le biométhane, par exemple, permet une réduction des émissions de CO_2 par rapport aux moteurs à essence pouvant atteindre 95% !

Biométhane (la forme renouvelable du gaz naturel, ou bioGNV) issu de la méthanisation de déchets agricoles ou ménagers, bioéthanol produit grâce à certains résidus agricoles... Chez Transdev, un des principaux opérateurs de tranports en commun, la flotte comprend un millier de véhicules urbains fontionnant au gaz naturel. Sa filiale en Aquitaine, CITRAM, vient d'expérimenter un bus fonctionnant quant à lui au bioéthanol raisin, en partenariat avec le département de la Gironde : une première en France. Atout supplémentaire : contrairement aux carburants issus du maïs, sur le bioéthanol raisin, on n'est pas sur des plantations dédiées mais sur la valorisation d'un déchet vinique.

Après avoir quelque peu piétiné, les véhicules électriques ou hybrides entament leur essor. Ils avaient été freinés jusqu'ici par leur prix élevé, le manque de stations de recharge et l'autonomie limitée des batteries. En Europe, les ventes annuelles devraient croître de façon exponentielle et atteindre 2 millions de véhicules en 2020. Côté émissions, l'impact est notable puisqu'un véhicule entièrement électrique affiche 0 g CO_2 au kilomètre.
Enfin certains véhicules utilisent la technologie de la pile à combustible (PAC) fonctionnant à l'hydrogène. Comme l'explique l'APHYPAC (Association française pour l'hydrogène et les piles à combustible), ces piles transforment l'hydrogène en électricité par réaction avec l'oxygène de l'air sans autre émission que de la chaleur et de la vapeur d'eau. Les PAC facilitent la mobilité

électrique en apportant une recharge rapide (5 minutes pour une voiture) et une autonomie comparable à celles des véhicules thermiques (50 € un plein pour 500 km d'autonomie). Elles peuvent équiper en source d'énergie principale, ou en prolongement de la batterie,

A Dunkerque, les bus choisissent l'Hythane®

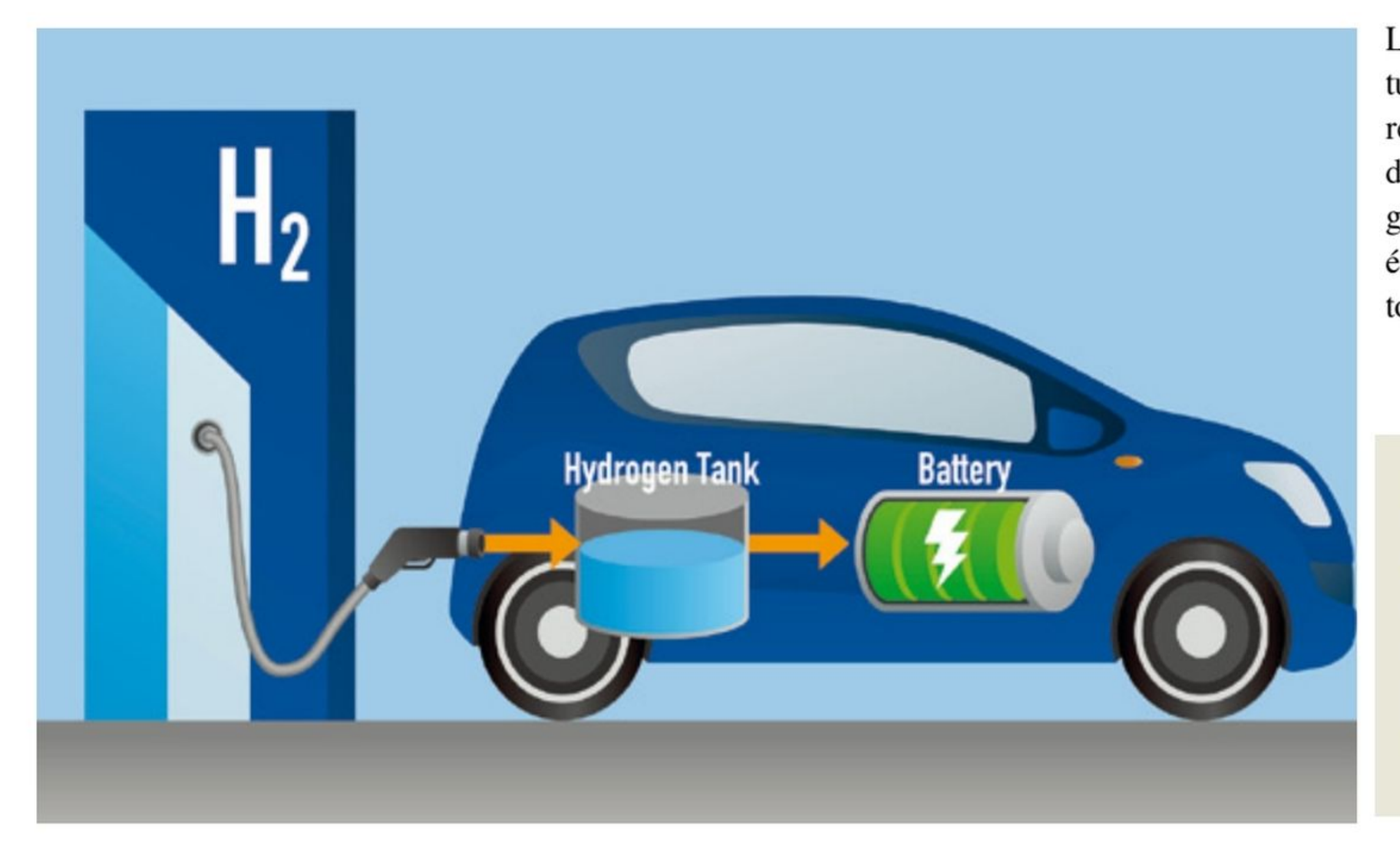
Zéro émission de particules : c'est l'objectif de la ville de Dunkerque pour son réseau de transports urbains avec le Projet GRHYD coordonné par ENGIE. En récupérant le surplus d'électricité produit en dehors des périodes de consommation par des éoliennes, en le transformant en hydrogène (grâce à des procédés d'électrolyse) et en le mélangeant au gaz naturel, la ville va pouvoir alimenter ses bus avec un nouveau carburant propre : l'Hythane®. Non seulement l'impact sur l'environnement est limité mais le concept permet d'éviter les pertes et de recycler des énergies déjà existantes.

(Source : ENGIE)

tous les véhicules utilisant l'électricité dans tous les domaines du transport : terrestre, maritime, fluvial, ferroviaire et aéronautique. L'hydrogène c'est zéro C02, zéro émission de polluants, et zéro bruit.

L'hydrogène est devenu une réalité et il a fait son entrée au Mondial de l'Auto 2016. En France, de nombreux véhicules circulent déjà en utilisant cette source d'énergie.

Tout d'abord les Kangoo ZE de La Poste, destinées à faciliter la vie des postiers, mais aussi les tricycles, quads et vélos à assistance électrique mis en circulation dans de nombreuses communes. On compte 50 de ces voitures entre Lyon et Grenoble, ce qui en fait la plus grande flotte de véhicules électriques à hydrogène en Europe. La ville de Pau vient d'opter pour l'hydrogène pour les transports en commun, pour son Bus à Haut Niveau de Service. Tandis que Nantes a vu la naissance de la première navette fluviale à hydrogène. Même des vélos fonctionnent à l'hydrogène, ce qui leur confère une autonomie de plus de 100 km en une seule charge. Le réservoir d'hydrogène sous pression permet de connaître à tout instant l'autonomie restante au kilomètre près, et le rechargement s'effectue en moins d'une minute.



L'objectif pour 2030 ? 800 000 voitures à hydrogène et 600 stations de recharge. Selon l'APHYPAC, le déploiement de la mobilité hydrogène permettrait alors de réduire les émissions de CO2 de 1,2 million de tonne par an en France.

À Paris, une flotte de taxis à hydrogène « Hype » devrait compter cette année 70 véhicules qui se rechargent à la station du pont de l'Alma, première station installée au sein de la capitale.

L'hydroélectricité : la France possède le second potentiel au monde

Éoliennes posées et flottantes, hydroliennes océaniques et fluviales, houlomoteurs, énergies thermiques des mers... les objectifs de développement de l'hydroélectricité sont immenses étant donné l'étendue de la surface maritime française.

Garante de l'indépendance énergétique française, l'hydroélectricité est la plus mature de nos énergies renouvelables électriques grâce à 150 années de savoir-faire industriel. Avec 25 GW de capacité installée, elle est la deuxième source d'électricité du pays après le nucléaire. Mais les opportunités demeurent considérables.

La France dispose en effet de la 2ème surface maritime au monde lui permettant de développer un potentiel de 3 à 5 GW d'énergies marines, sans compter le potentiel encore plus élevé concernant l'éolien en mer posé et flottant. Aux 4e Assises Nationales des Energies Marines Renouvelables organisées par le Syndicat des énergies renouvelables (SER) qui se sont déroulées au Havre l'an dernier, Bruno Lechevin, Président de l'ADEME, soulignait : *« Dix-huit projets ont ainsi été retenus représentant un investissement de près de 500 millions d'euros mobilisés dans le cadre des Investissements d'Avenir. L'enveloppe consacrée est l'une des plus conséquentes du programme dans le domaine des énergies renouvelables. »*

Encore expérimentale il y a quelques années, la filière prend son envol et l'exploitation des énergies marines renouvelables devient une réalité économique et industrielle. 57 % des technologies des énergies marines sont représentées par l'éolien posé qui atteint aujourd'hui le stade commercial. Les premiers parcs « éolien posé » devraient fonctionner aux alentours de 2020. Les fermes pilotes d'éolien flottant devraient aborder la phase commerciale idéalement en 2018 pour 2 000 MW. Les autorisations des deux parcs pilotes hydroliens sélectionnés fin 2014 (suite aux 1ères Assises Nationales des Energies Marines Renouvelables) ont été obtenues pour une mise en service prévue pour 2018. Le développement de l'hydrolien et du houlomoteur passe le cap délicat de la ferme pilote ou du pré-commercial. Le risque étant mal maîtrisé, l'énergie thermique est encore débutante.

En Outre-mer et à l'international, plusieurs entreprises françaises sont investies dans des projets bien avancés : la centrale Nemo en Martinique (énergie thermique des mers) a reçu l'autorisation d'exploiter ; aux Philippines, la première ferme hydrolienne sera opérationnelle en 2019. En métropole, même si aucune installation n'est encore entrée en production, les signes d'une accélération sont déjà présents : une première éolienne flottante (Floatgen) était prévue pour fonctionner fin 2017 sur le site d'essai du Croizic ; une hydrolienne fluviale vient d'être raccordée au réseau à Bordeaux ; 39 autres ont été immergées dans le Rhône pour produire de l'énergie en 2018 ; une usine de fabrication de nacelles à Saint-Nazaire et les 6 parcs éoliens poursuivent leur développement.

En Europe, la capacité installée d'éolien offshore s'élève à 12,6 GW, répartis dans dix

Avec 11 millions de km², la surface maritime de la France est la seconde au monde ; elle vient juste après celle des États-Unis. À noter que 97 % se situent outre-mer.

Le littoral français regorge d'idées !

Parmi les régions françaises, la Nouvelle Aquitaine a déployé une stratégie ambitieuse autour de la croissance bleue, et en particulier des énergies marines renouvelables, en travaillant sur l'éolien offshore avec le projet d'Oléron de 500 MW, sur l'hydrolien avec un site d'essai au cœur de Bordeaux dans l'estuaire de la Gironde, et sur le houlomoteur avec l'identification de zones de développement autour du port de Bayonne.

États membres (notamment en Allemagne, aux Pays-Bas et au Royaume-Uni). 80% de la ressource se situe à plus de 60 mètres de fond, d'où l'importance de cette technologie et une longue phase de recherche et d'innovation.

Parmi les régions littorales qui s'engagent, on peut compter la Bretagne qui bénéficie de 2 750 km de côtes, mais aussi des compétences de 180 entreprises positionnées sur l'ensemble de la chaîne de valeur de la filière. La région construit un terminal portuaire dédié à Brest, a développé une offre de formation complète et accueille le premier pôle de R&D sur les technologies de la mer. Berceau des énergies marines renouvelables, avec son usine marémotrice sur la Rance en 1967, elle accueille les deux premières hydroliennes, soutient un projet de parc éolien posé, et s'oriente à présent vers l'éolien flottant (avec la ferme pilote de Groix retenue en 2016). Sans compter les derniers projets présentés en 2017.

Un nouveau souffle pour l'éolien

Secteur en développement malgré les oppositions qu'il subit parfois, l'éolien est promis un bel avenir. Avec une puissance installée de plus de 12 GW, la filière éolienne française se situe au 4e rang européen.

A l'occasion de la Conférence *« Energies renouvelables : une place grandissante dans l'économie française »*, organisée conjointement par le Syndicat des énergies renouvelables (SER) et l'ADEME le 19 septembre dernier, deux études de référence ont été rendues publiques par l'ADEME, confirmant le rôle essentiel que doit jouer l'éolien dans la transition énergétique compte-tenu de ses avantages économiques et environnementaux.

L'étude montre aussi l'apport de l'éolien à la lutte contre le changement climatique avec, sur la période 2002-2015, l'évitement de 63 millions de tonnes d'émissions de CO2 et d'environ 250 000 tonnes d'émissions de SO2, NOx et particules fines.

Et les ambitions sont élevées : la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) officialisée fin 2016 prévoit, en estimation basse, un doublement de la capacité installée d'ici à 2023, confortant le rôle majeur tenu par l'éolien dans la stratégie hexagonale de transition énergétique.

Comme le montre l'étude de l'ADEME sur l'innovation, l'éolien n'est pas une technologie figée et évolue en permanence (nouvelles pales, nouveaux type de mâts…), que ce soit sur terre ou sur mer.

Le photovoltaïque redevient compétitif

Première énergie électrique installée dans le monde en 2016 (en termes de nouvelles capacités installées), le photovoltaïque reprend son essor. Cette année a effectivement constitué un « grand millésime » au niveau international, en croissance de 50 % par rapport à la précédente. En France, le seuil des 7 GWc a été franchi à fin 2016, avec 378 899 installations photovoltaïques, mais une relance était nécessaire.

L'électricité photovoltaïque est compétitive dans de nombreux pays, note l'Observatoire de l'énergie solaire photovoltaïque (www.observatoire-energie-photovoltaique.com). Son prix de revient est devenu inférieur aux autres sources de production d'électricité traditionnelles ou renouvelables. Mais si l'on assiste à une progression générale, *« le niveau de raccordement en France métropolitaine s'est établi à 551 MW en 2016 (hors ELD : Entreprises Locales de Distribution), en baisse de 35 % par rapport à la puissance raccordée en 2015. Cela est la conséquence d'une politique de soutien incertaine et chaotique entre 2013 et 2014. Ce niveau de raccordement est le plus bas jamais observé depuis 2010 (2010 correspondant au démarrage du photovoltaïque en France).* » On observait notamment une chute du segment des grandes installations. Aussi le gouvernement cherche-t-il à développer ces installations photovoltaïques au sol de grande puissance. Un appel d'offres a été lancé en 2016 pour un volume total de 3 000 MW. Les projets lauréats valoriseront l'électricité produite à un prix historiquement bas, symbole de la compétitivité de la filière solaire : le prix moyen proposé par les lauréats est de 55,5 €MWh pour les installations de plus grande puissance (entre 5 et 17 Mwc), et de 63,9 €/MWh pour l'ensemble des projets. Résultat : la reprise en 2017 se confirme, avec notamment une hausse significative du segment des grandes installations enregistrée à fin juin. A noter que près de la moitié des projets seront implantés sur des terrains dégradés (friches industrielles, décharges, anciennes carrières) et permettront ainsi de valoriser un foncier délaissé.

Solaire thermodynamique : la France pionnière

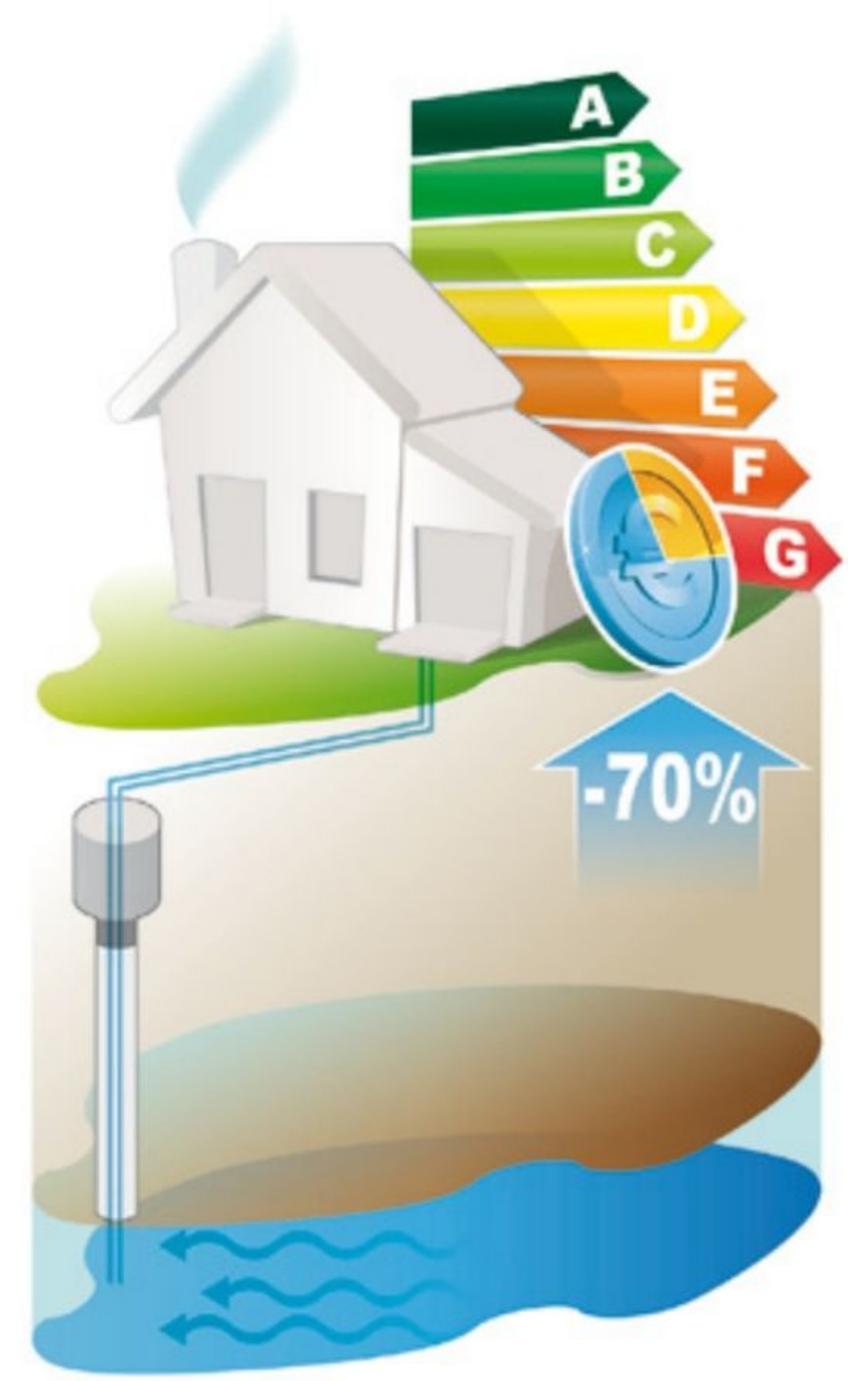
A la différence de l'énergie photovoltaïque qui utilise l'effet photoélectrique pour transformer les photons en électricité, l'énergie solaire thermodynamique provient du rayonnement solaire direct. Elle est donc particulièrement bien adaptée aux pays où l'ensoleillement est intense.

Comme l'explique le Syndicat des énergies renouvelables, la technologie consiste à concentrer le rayonnement solaire pour chauffer un fluide à haute température (entre 200 et 500°C) et produire de la vapeur qui sera valorisée sous forme d'électricité, de froid, de chaleur industrielle, ou dans des applications plus spécifiques comme le dessalage d'eau de mer.
Un des principaux avantages du solaire thermodynamique est qu'il offre la possibilité de produire de l'électricité en continu grâce aux systèmes de stockage thermique auxquels il peut être associé. Cela permet de couvrir des pics de consommation situés après le coucher du soleil.
L'autre avantage est l'hybridation. Cette technique consiste à associer une centrale solaire à une autre source de chaleur issue d'une énergie fossile ou de la biomasse, garantissant ainsi une production continue. Cela peut déboucher sur des systèmes de cogénération (production simultanée d'électricité et de chaleur).

D'une superficie pouvant atteindre plusieurs centaines de milliers de mètres carrés, les centrales solaires thermodynamiques recouvrent l'ensemble des techniques qui visent à transformer l'énergie rayonnée par le soleil en chaleur à température élevée, puis à convertir cette chaleur en énergie électrique. La France fut pionnière en ce domaine mais cette technologie est encore chère et se limite chez nous à des sites pilotes.

Alors pourquoi ne pas faire fusionner le photovoltaïque et le solaire thermodynamique ? On aurait alors des centrales utilisant la totalité du spectre solaire avec une très bonne efficacité, avec une moitié de l'électricité produite au fil du soleil, et une moitié produite à la demande après stockage de la chaleur recueillie. Les États-Unis ont mis 30 millions de dollars dans un programme sur ce thème et pourraient détenir les clés de l'avenir. Le photovoltaïque est très efficace sur certaines longueurs d'onde du rayonnement solaire, mais présente des limites sur d'autres. Les rayonnements non utilisés et d'autres pertes pourraient être récupérés sous forme de chaleur. L'énergie qui n'est pas transformée directement en électricité pourrait l'être en passant par une phase thermique - laquelle permet, via stockage de chaleur, de différer la production électrique au moment le plus opportun.

Géothermie : jusqu'à quelle profondeur irons-nous ?



Elle puise la chaleur de la Terre, allant chercher celle-ci de plus en plus profond, pour fournir du chauffage et/ou de l'électricité à des immeubles, des villes entières, des industries. 1 million de tonnes de CO2 est économisé chaque année en France grâce à cette énergie locale et propre... qui est pourtant encore peu utilisée.

Pour répondre aux trois besoins de l'habitat et du tertiaire - chauffage, eau chaude sanitaire, rafraîchissement -, la géothermie assistée par pompe à chaleur possède cependant le potentiel le plus intéressant. En effet, la géothermie très basse énergie est mobilisable partout sur le territoire français, et donc fait l'objet de nombreux projets de développement.

L'utilisation des ressources géothermales se décompose en deux grandes familles : la production d'électricité et la production de chaleur. En fonction de la ressource, de la technique utilisée et des besoins, les applications sont multiples. Le critère qui sert de guide pour bien cerner la filière est la température. Ainsi, la géothermie est qualifiée de « haute énergie » (plus de 150°C), « moyenne énergie » (90 à 150°C), « basse énergie » (30 à 90°C), et « très basse énergie » (moins de 30°C). À noter que les forages vont de 10 m à 5000 m de profondeur.

Comme le souligne l'Observ'ER, l'Observatoire des ENR (www.energies-renouvelables.org/observ-er), *«en France, la puissance installée est de 17 MW. Réparti sur très peu de sites, ce chiffre a très peu évolué au cours des dernières années. Cependant, le pays a des ambitions pour la filière qui se sont exprimées dans la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) publiée fin octobre 2016. Le texte prévoit une hausse de la puissance installée de 8 MW d'ici fin 2018 et de 53 MW d'ici 2023. L'objectif à 2018 devrait pouvoir être réalisé grâce au développement*

L'Alsace pionnière

En 2016, les 2 premières centrales de géothermie profonde en France ont été mises en service en Alsace : la première est productrice d'électricité à Soultz-sous-Forêts, et la seconde est productrice de chaleur à Rittershoffen.

de l'unique centrale française de Bouillante en Guadeloupe et à l'optimisation du démonstrateur de Soultz-sous-Forêts en Alsace. »

La production d'électricité géothermique est une technologie mature qui se base sur l'exploitation de milieux fracturés à forte perméabilité, situés à plus de 1 000 m de profondeur, et dont la température varie entre 200 et 300°C. Ce type de sites capables de fournir des débits de production de vapeur élevés est généralement localisé dans des zones volcaniques ou tectoniquement actives. Tandis qu'en Alsace, un programme de recherche pionnier à l'échelle mondiale a démontré que la valorisation de la chaleur piégée dans des roches granitiques fissurées était aussi possible.

« Quant aux 53 MW supplémentaires prévus pour 2023 », poursuit l'Oserv'ER, *« ils seront produits par des centrales situées principalement en Alsace, mais également par les premières centrales situées dans le Massif central, dans le couloir rhodanien et sur les contreforts du massif pyrénéen. L'objectif français est de se hisser aux premiers rangs mondiaux. »*

Le bois : première source d'énergie renouvelable du pays

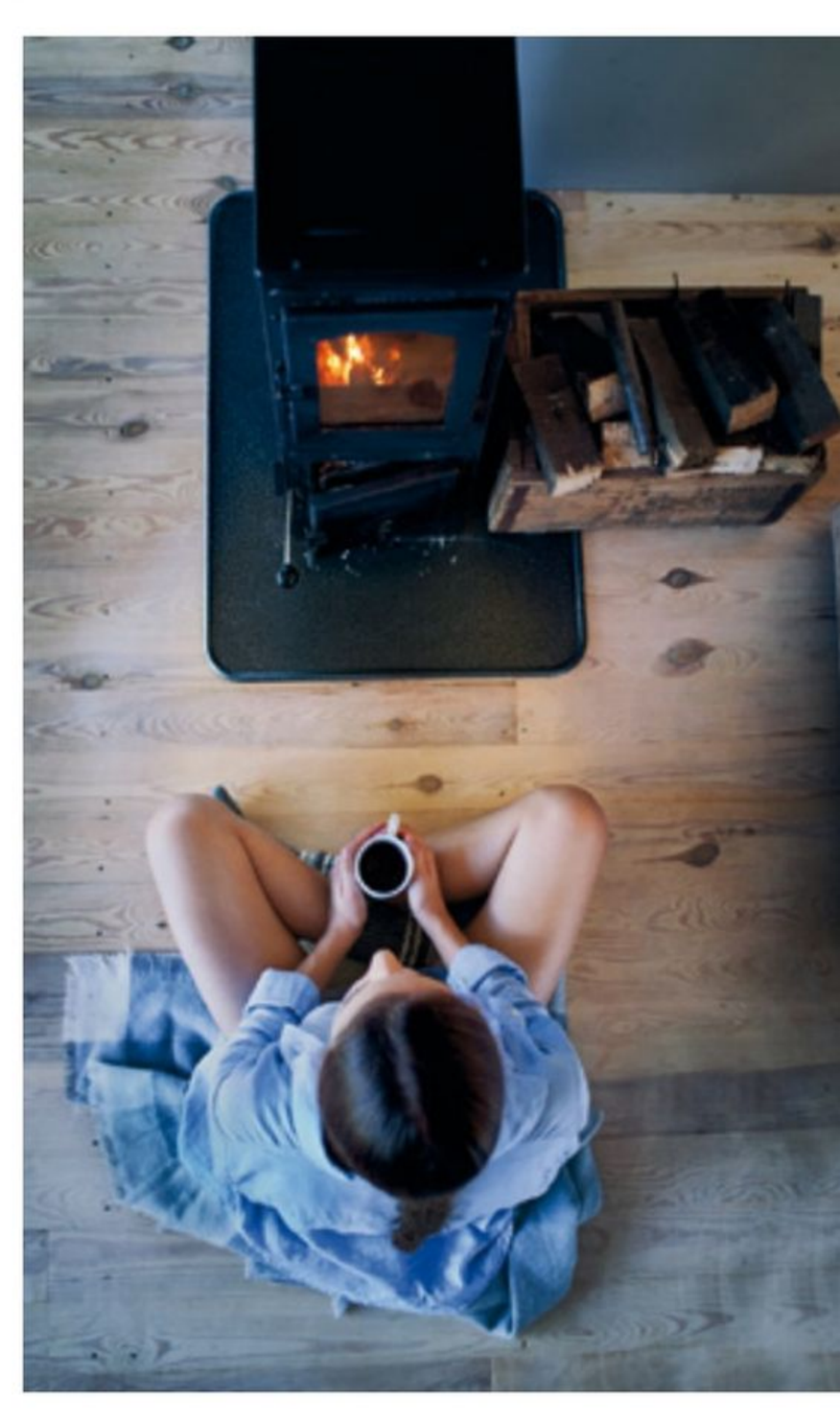
Loin d'avoir été abandonné car très économique, le chauffage au bois est utilisé dans près de 8 millions de foyers. L'objectif de la France est de parvenir à 9 millions en 2020, avec la même quantité de bois consommée et en réduisant drastiquement les émissions de particules fines.

L'atteinte de cet objectif est conditionnée par l'accélération du renouvellement du parc avec des appareils performants, mais aussi par la qualité du bois de chauffage utilisé, explique le Syndicat des énergies renouvelables.

Si le chauffage au bois, utilisé dans des cheminées ouvertes, a concouru historiquement à la pollution de l'air des villes et des vallées, les progrès réalisés durant la décennie et les efforts d'accompagnement des pouvoirs publics au renouvellement du parc ont porté leurs fruits : ainsi en 10 ans, *« les émissions de particules les plus fines (PM2.5) ont été réduites de 40%, en grande partie grâce aux évolutions techniques réalisées sur les appareils et au renouvellement du parc vieillissant »*, constate le CERIC, laboratoire référent en Europe dans le domaine de la cheminée et des énergies durables. Si cette énergie rejette tout de même des gaz à effet de serre, les rejets sont moindres par rapport à la quantité de CO2 qu'un arbre aura absorbé au cours de sa vie.

Aujourd'hui, la majorité des équipements vendus sur le marché français affiche un rendement 7 fois supérieur à celui d'une cheminée ouverte et des émissions de particules 30 fois inférieures. Leur qualité est attestée par le label Flamme Verte. Ces performances vont continuer à s'améliorer, soutenues par la mise en place de la réglementation européenne sur l'écoconception des produits.

Comme le montre l'étude du CERIC, en associant la qualité du combustible - taux d'humidité du bois inférieur à 20%, bûches fendues - et l'évolution des performances des appareils de chauffage au bois, il est possible de diviser encore par 10 les émissions de particules d'ici 2030.



Au niveau de l'électricité biomasse (d'origine bois), l'Observ-ER, le Baromètre des énergies renouvelables en France, souligne qu'il existe des sites peu nombreux mais de grande taille. Dans l'hexagone, comme dans de nombreux autres pays européens, le bois énergie est la première des énergies renouvelables. Si l'essentiel de son utilisation correspond à des usages thermiques (chauffage des particuliers, chaufferies des collectivités et industriels), il existe des installations ayant une vocation de production d'électricité, même si leur effectif progresse peu d'année en année.
Fin 2016, le parc français des centrales de cogénération biomasse était de 38 sites pour une puissance de 408 Mwe (soit une hausse de 12% par rapport à 2015).

Biomasse : bois énergie, biogaz, biocarburants

Qu'est-ce que la biomasse ? Ce sont des matériaux d'origine biologique employés comme combustibles pour la production de chaleur, d'électricité ou de carburants.

Biogaz : on peut mieux faire

La loi sur la transition énergétique met l'accent sur la valorisation des déchets agricoles, et donc sur le biogaz.

Le biogaz provient de la fermentation, en l'absence d'oxygène, de la matière organique (effluents d'élevage, déchets agroalimentaires, boues d'épuration, déchets ménagers, etc.). C'est une énergie aux valorisations multiples (chaleur, électricité, gaz renouvelable, carburant) dont la production est prévisible et stockable. Pour cette filière, plusieurs types d'installations existent, en fonction du type de déchets traités : les décharges (ou installations de stockage de déchets non dangereux, ISDND), les installations de traitement des ordures ménagères, les sites industriels (traitement des effluents issus des secteurs de l'agroalimentaire, de la chimie, etc., pour produire la chaleur nécessaire à l'entreprise), les stations d'épuration urbaines, et les installations de méthanisation agricole.

Les déchets urbains renouvelables

La loi sur la transition énergétique ambitionne de diviser par deux le stockage en décharge à l'horizon 2025. De nouvelles pistes de valorisation énergétique émergent, comme la filière des combustibles solides de récupération. Des chaufferies spécifiques devraient voir le jour pour brûler ces refus de tri à haut pouvoir calorifique.

L'énergie produite vient en grande partie des incinérateurs, appelés également "usines d'incinération d'ordures ménagères" (Uiom), équipés d'un système de valorisation de l'énergie des déchets sous forme électrique, thermique ou les deux.

Selon le ministère de l'Environnement, le "plan déchets" devrait permettre de créer 4 200 GWh d'énergie annuellement en 2025 et de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 3,4 Mt de CO2.

Au 30 septembre 2016, le parc français de production d'électricité d'origine biogaz s'élevait à 478 sites pour une puissance totale installée de 385 MWe. Ces chiffres, publiés par le Service de l'observation et des statistiques (SOeS), montrent une faible progression du secteur surtout en Ile-de-France (unités de stockage de déchets) et Grand-Est (sites de méthanisation).

Comme on peut le voir, si des progrès restent à faire dans certaines filières des énergies renouvelables, dans d'autres les projets et innovations se multiplient, laissant présager des résultats à plus ou moins long terme. La voie est ouverte, quoi qu'il en soit, et les Français se sentent de plus en plus concernés par la question. Mais c'est une transition conséquente que vous vivons, à laquelle il faut naturellement du temps pour s'adapter : elle ne peut que nous mener vers un monde meilleur...

Le nouveau défi de Bertrand Piccard, pionnier de l'aviation solaire

« Avec des technologies propres, on peut réaliser l'impossible ! »

© Solar Impulse I Stefatou I Rezo.ch

Une Alliance Mondiale pour les Solutions Efficientes, destinée à sauver la Terre tout en stimulant la croissance économique, tel est le nouveau projet très fédérateur de Bertrand Piccard qui va l'emmener à la rencontre de tous les dirigeants de la planète.
Couronné Grand Prix de la Société de Géographie 2017 pour « *sa contribution à la cause des énergies renouvelables grâce à son tour du monde en avion solaire* », le « savanturier » vient d'inscrire son nom aux côtés d'Amundsen, Charcot ou Livingstone.

© Solar Impulse I Bertrand Piccard

Un parcours unique

© Solar Impulse I Stéphane Gros

Descendant d'une célèbre famille de scientifiques et d'explorateurs qui ont atteint tant des records d'altitude que de profondeur sous-marine, Bertrand Piccard a conquis lui aussi son surnom de « savanturier ». Médecin-psychiatre et aéronaute, président de la fondation humanitaire Winds of Hope et ambassadeur itinérant des Nations Unies, il a réalisé le premier tour du monde en ballon sans escale en 1999. Initiateur et pilote de Solar Impulse, il a effectué en 2015-2016, avec le pilote de chasse suisse André Borschberg, le premier tour du monde en avion solaire.

En quoi cette distinction vous touche-t-elle plus particulièrement ?

B. Piccard : Pour moi cela est symbolique que Solar Impulse soit reconnu par la Société de Géographie, laquelle récompense ceux qui font découvrir la Terre et aident ainsi à en préserver l'harmonie. Car notre but consistait à attirer l'attention sur l'intérêt des énergies renouvelables et des technologies propres pour le futur de la planète. Ma principale préoccupation n'était pas d'établir un record. Je pense qu'aujourd'hui l'exploration, c'est la capacité de pouvoir parler au retour d'une expédition pour transmettre un message.

Solar Impulse a pour ambition de nous faire passer de l'ancien monde à un nouveau monde...

Lorsque je volais sans aucun bruit, aucune pollution, sans limite de temps, je me croyais dans le futur. Puis j'ai compris combien le reste du monde était dans le passé, avec des systèmes polluants datant d'il y a 150 ans. Les processus industriels, la distribution d'énergie, les systèmes de chauffage, etc, sont archaïques, mais nous les utilisons encore par manque de respect pour l'environnement.

Vous dites que l'inertie et le manque d'esprit pionnier représentent les principaux problèmes...

En effet, de nombreux brevets sont déposés pour des technologies propres qui donnent un espoir extraordinaire, mais peu arrivent sur le marché. Pourtant on pourrait diviser par deux les émissions de CO_2 rapidement si la planète entière agissait. Changer les mentalités, les industries établies, engager des investissements s'avèrent difficile. Il faudrait que la législation rende nécessaire ces développements, que les gouvernements aient des buts énergétiques plus ambitieux.

Bertrand Piccard et André Borschberg, co-pilotes de Solar Impulse, avec S.A.S. le prince Albert II de Monaco, parrain de l'avion. L'Alliance Mondiale pour les Solutions Efficientes présentera 1000 technologies propres à un maximum de pays.

Il faut comprendre que la croissance propre ne consiste pas à avoir plus, mais à avoir mieux. Au-delà du remplacement des énergies fossiles par des énergies renouvelables, il s'agit de consommer moins d'énergie, que sa production soit plus rentable, plus efficiente. A cause de nos technologies dépassées, nous gaspillons la moitié de notre production d'énergie. Par exemple, en Suisse, le remplacement de toutes les ampoules existantes par des LED permettrait la fermeture d'une centrale nucléaire. Nous pouvons être logiques et pas seulement éco-logiques, investir dans le renouvellement mais aussi dans l'efficience énergétique.

Vous souhaitez aujourd'hui en convaincre le monde entier...

D'où le projet de la Fondation Solar Impulse : la création de « World Alliance for Efficient Solutions ». Cette Alliance Mondiale pour les Solutions Efficientes réunit des entreprises et des start-ups porteuses de solutions économiquement rentables pour le développement durable, qui sont mises en lien avec des experts et des investisseurs. 470 membres ont déjà amené 500 projets, des start-ups du monde entier nous ont rejoint, se félicitant de cette initiative et nous disant combien elles se sentaient seules auparavant dans leur démarche.

A la COP 24, qui aura lieu fin 2018 en Pologne, nous dévoilerons un portfolio de 1000 solutions rentables pour protéger l'environnement. Puis nous ferons un tour du monde

en 2019 à bord d'un avion solaire biplace pour proposer ce portfolio à un maximum de gouvernements. Les chefs d'Etat que j'ai rencontrés sont réellement avides d'avoir ces solutions.

Pouvez-vous nous donner des exemples de ces technologies propres ?

Il en existe d'ores et déjà une foison, telle la solution photovoltaïque de dessalement d'eau de mer avec une pression variable développée par la start-up française Mascara Renewable Water, la récupération de la chaleur industrielle perdue et son stockage dans des blocs de céramiques par la start-up Eco-Tech Ceram, les panneaux solaires installés sur des serres de culture biologique pour optimiser la production agricole, les taxis à hydrogène Hype qui circulent dans Paris...
De grands acteurs sont engagés dans cette voie : Air Liquide développe à fond la filière hydrogène, Solvay a conçu des pneus à économies d'énergie renforcés par de la silice, Engie vend les actifs de l'ancien monde des énergies fossiles au service du nouveau monde et aide les start-ups à se développer...

Et l'avion solaire, quel est son avenir ?

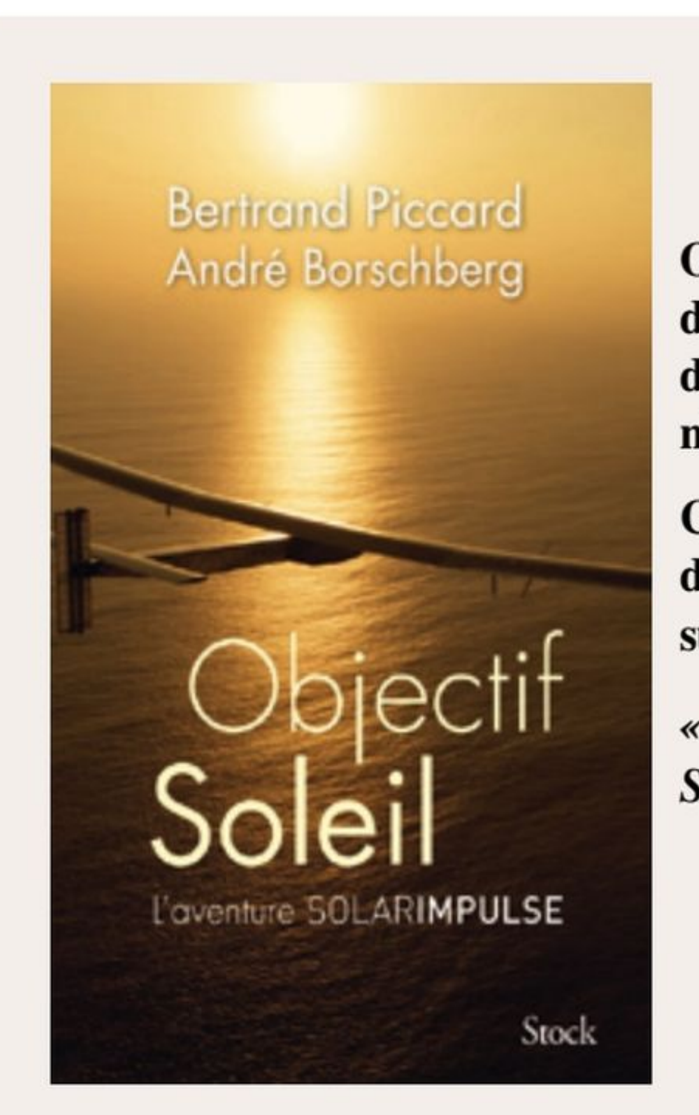
L'aviation du futur sera plus électrique que solaire. Dans moins de 10 ans, des avions de 50 places 100 % électriques feront du court courrier. Airbus est très impliqué dans ce domaine. La start-up américaine Wright Electric prévoit même des avions de 100 passagers.

Estimez-vous que la France soit suffisamment engagée dans la révolution énergétique ?

Depuis la COP 21 où le sujet a été confié au Ministère des affaires étrangères, il est devenu une préoccupation de politique nationale et non plus seulement d'écologie : ce qui a tout changé. Aujourd'hui je suis très heureux que Nicolas Hulot appartienne à un gouvernement où il n'existe pas de clivage droite-gauche qui pourrait freiner l'investissement.

Quelle est votre vision de l'avancée possible de ces technologies ?

Cela ira beaucoup plus vite que ce que l'on croit, deux fois plus vite que ce qu'annoncent les industriels. En effet, on assiste à une baisse exponentielle du prix des énergies renouvelables et à une hausse exponentielle des technologies propres. Ces technologies à haut rendement énergétique réduisent les émissions de CO2 et protégent les ressources naturelles, mais également permettent de créer des emplois et de stimuler la croissance économique. Aussi convient-il de se dépêcher avant que les véhicules électriques chinois envahissent notre marché, ce qui entraînerait chez nous un krach industriel.



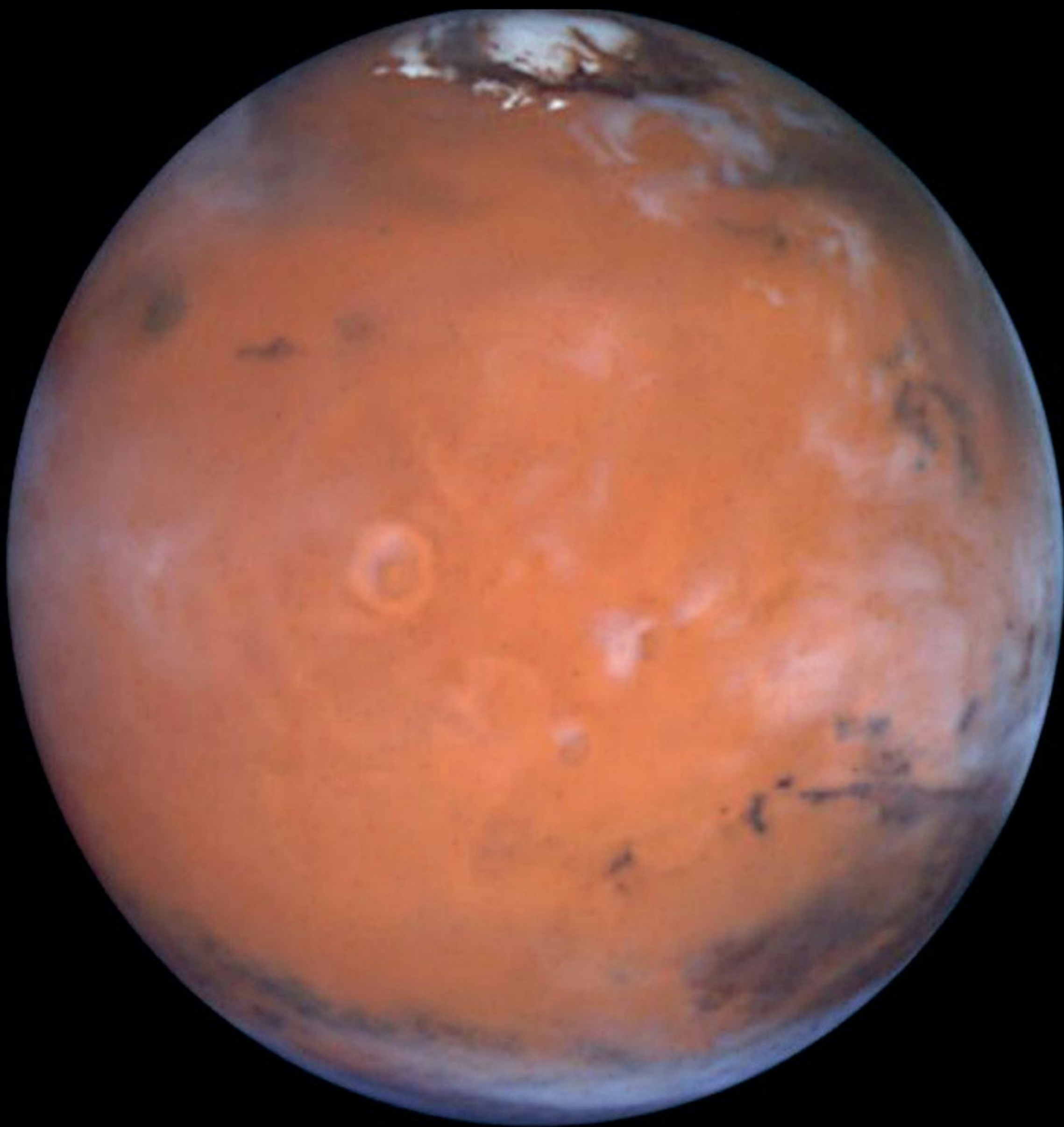
Objectif Soleil, l'aventure Solar Impulse

On les avait crus fous et pourtant ils ont réussi l'impossible : accomplir le premier tour du monde en avion solaire, soit 43 000 km sans une goutte de carburant ! En 13 ans d'espoirs et de doutes, de succès et de revers, Bertrand Piccard et André Borschberg n'ont jamais cessé de croire à la force de leur rêve.

Ce livre est leur histoire, une magnifique aventure humaine qui emportera le lecteur dans des émotions d'un rêve à la Jules Verne au service d'une meilleure qualité de vie sur cette planète.

« Objectif Soleil, l'aventure Solar Impulse », par Bertrand Piccard et André Borschberg Stock - 2017 - 356 pages - 22€

Bientôt des hommes sur Mars !



© Steve Lee (University of Colorado), Jim Bell (Cornell University), Mike Wolff (Space Science Institute) and NASA

Dans moins de 20 ans, une mission habitée partira à destination de la planète rouge. Le texte de loi a été adopté à l'unanimité l'an dernier par le Congrès des États-Unis. La NASA, qui a déjà franchi bien des étapes dans la préparation de ce voyage, souligne : « *Mars représente la prochaine frontière pour l'exploration humaine, et c'est un but réalisable. Bien sûr les défis sont nombreux avant de s'installer sur la planète rouge, mais nous savons qu'ils sont résolubles. Nous sommes sur la bonne voie pour aller là-bas, y atterrir, et y vivre.* »

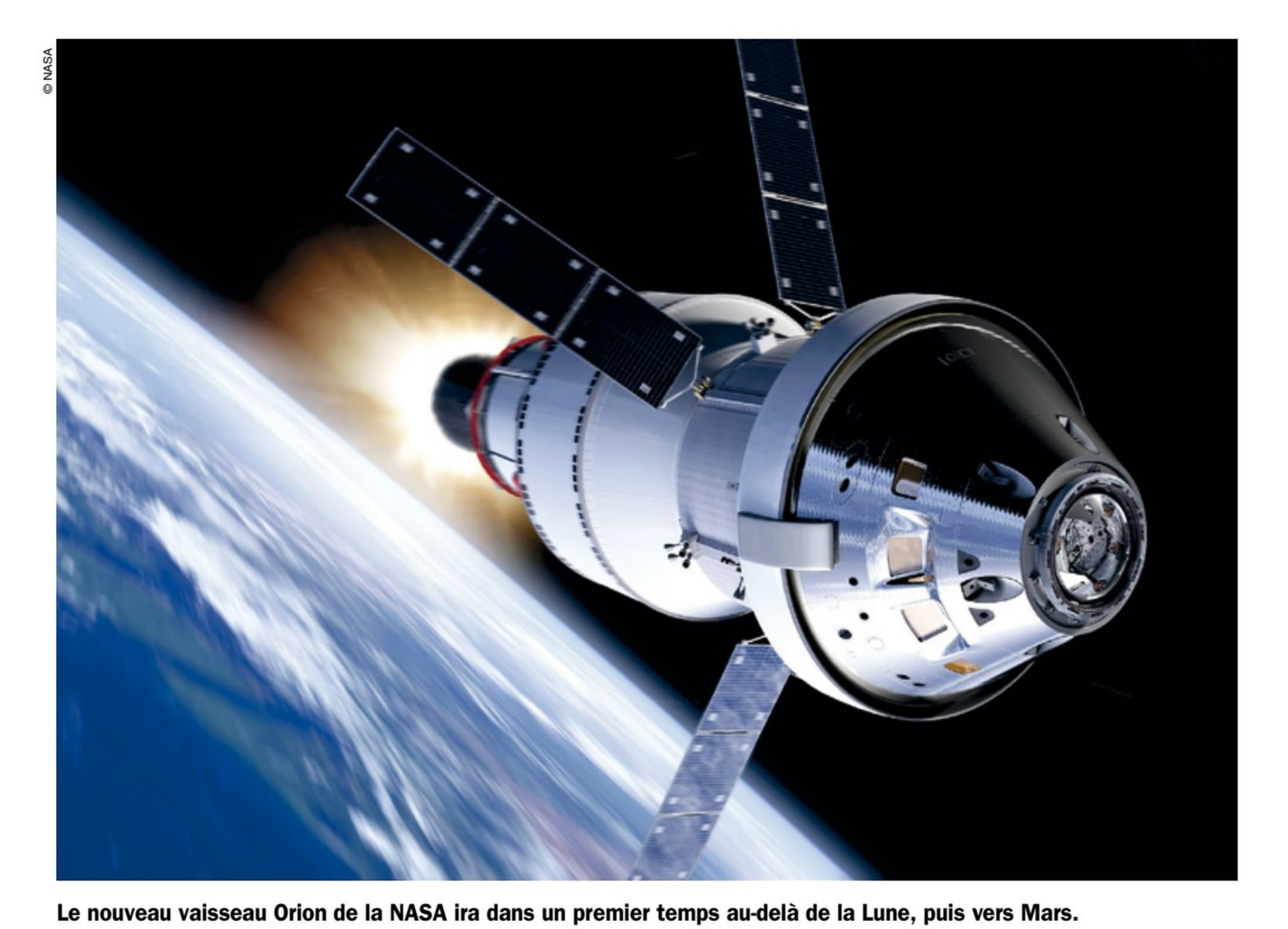
Comment être autonome dans l'espace profond

Le nouveau lanceur lourd de la NASA, SLS, pourra emmener des hommes sur Mars.

C'est en orbite lunaire que le vaisseau habité à destination de Mars devrait être assemblé...

Depuis le début des années 60, plus de 40 sondes, orbiteurs, atterrisseurs et rovers ont été envoyés sur Mars et ont permis d'augmenter considérablement notre connaissance de cette planète. Le dernier en date, Curiosity, qui a fêté en août dernier ses six années d'exploration, nous a renseigné notamment sur les dangereuses radiations cosmiques. Le futur rover Mars 2020 étudiera la disponibilité des ressources martiennes, y compris l'oxygène.

Développer la présence humaine dans le système solaire permettra d'acquérir des informations supplémentaires : Mars a-t-elle abrité



© NASA

Le nouveau vaisseau Orion de la NASA ira dans un premier temps au-delà de la Lune, puis vers Mars.

un jour une vie microbienne et en abrite-t-elle toujours aujourd'hui ? Peut-elle être habitée sans danger par les humains ? Que peut-elle nous apprendre sur le passé de notre propre planète, sur son présent et son futur ?

Comme l'indique la NASA, la préparation de ce voyage se fera en trois étapes, avec des challenges de plus en plus grands au fur et à mesure que l'homme s'éloignera de la Terre.

D'aujourd'hui au milieu des années 2000, ce sera la première étape dénommée Earth Reliant. Ce programme est axé sur la recherche à bord de la Station spatiale internationale. Le laboratoire orbital en microgravité sert à tester les technologies et les systèmes de communication nécessaires aux missions humaines au-delà de l'orbite terrestre. Comme par exemple les imprimantes 3D qui, en fabriquant des objets à la demande, permettront aux missions de longue durée d'être plus autonomes. Les astronautes apprennent également à vivre et à travailler dans l'espace pendant de longues périodes, augmentant leur compréhension des changements physiologiques dans ces conditions particulières et des moyens de protéger leur santé.

La NASA travaille également avec des partenaires commerciaux pour donner accès à l'orbite basse terrestre et éventuellement stimuler une nouvelle activité économique permettant à l'agence spatiale de continuer à utiliser la station tout en préparant des missions plus lointaines. Dans le cadre du projet Deep Space Gateway, elle envisage aussi de créer une plateforme internationale habitée en orbite lunaire, cette station pouvant servir de base pour un départ vers Mars et de terrain d'entraînement pour des missions de longue durée dans l'espace lointain.

Une expédition de 2 ans et demi

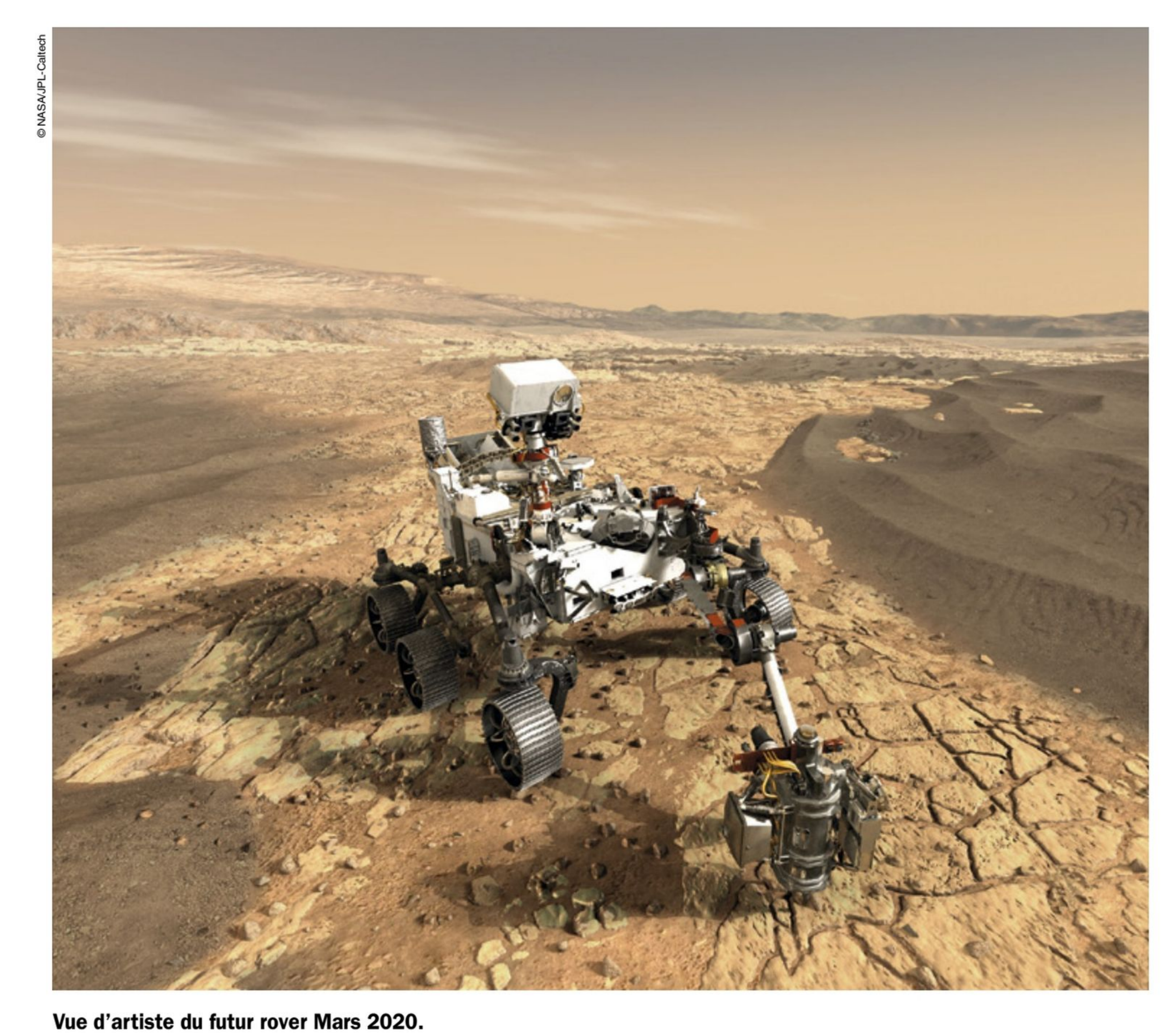
Le voyage à destination de la planète rouge durera six mois au minimum et, pour bénéficier de l'effet de rapprochement des planètes afin de réduire la durée du vol de retour, il faudrait y séjourner plusieurs mois avant d'en revenir. En effet, la distance entre la Terre et Mars varie de 55 à 400 millions de km !

L'intérieur d'un habitat pour une mission dans l'espace lointain, vu par la NASA.

De 2018 et 2030, la seconde étape s'appelle Proving Ground. Ce programme est composé d'une série de missions proches de la Lune, dans l'espace cislunaire. Il testera les capacités requises pour vivre et travailler sur Mars. Les astronautes de la Station spatiale ne sont qu'à quelques heures de la Terre, alors que ce programme les emmènera à plusieurs jours de notre planète. Ils feront ainsi un pas de plus vers une mission martienne qui, elle, les transportera à des mois de la Terre.
La première de ces missions consistera à lancer la nouvelle fusée très puissante de la NASA, Space Launch System. Celle-ci emportera le vaisseau Orion pour une mission non habitée à des milliers de kilomètres au-delà de la Lune pendant environ trois semaines. Par la suite, des astronautes seront présents à bord d'Orion pour une mission similaire, voyageant plus loin qu'aucun être humain n'est jamais allé. Également des astronautes seront envoyés pour une mission de longue durée dans l'espace pour vérifier si l'agence spatiale est prête pour ce type de mission.
Il s'agira alors de concevoir de nouveaux habitats et un système de support vie en boucle fermée afin que les astronautes soient totalement indépendants des ressources de la Terre.

A partir de la décennie 2030, la NASA passera à l'étape Earth Independant, grâce aux enseignements de la Station spatiale internationale et aux données acquises sur l'espace lointain. Elle envisagera enfin d'envoyer des humains en orbite basse martienne vers 2033. Pendant cette phase, l'agence spatiale testera les techniques d'entrée, de descente et d'atterrissage requises pour atteindre la surface de la planète rouge. La NASA étudie d'ores et déjà les zones d'exploration potentielles sur Mars qui pourraient offrir des sujets de recherche scientifiques intéressants et fournir des ressources aux astronautes. Les systèmes ISRU (utilisation des ressources in situ) devront être opérationnels pour fournir de l'eau, de l'oxygène, et le carburant de retour. De même pour les moyens de communication avancés qui devraient éviter de dépasser 20 minutes pour l'envoi d'un message.

Les missions scientifiques sont déjà dans cette phase Independant avec le prochain rover prévu en 2020. Une mission de démonstration robotique aller-retour, avec retour d'échantillons, sera aussi effectuée au début des années 2020.



© NASA/JPL-Caltech

Vue d'artiste du futur rover Mars 2020.

Mission Mars 2020

Les missions robotiques sur Mars se poursuivent pour l'exploration de la planète et la recherche d'une vie éventuelle. La mission Mars 2020 devrait débuter en juillet-août de cette même année, alors que sera également lancée la mission russo-européenne ExoMars.

Mars 2020 ne se limitera pas à chercher si les conditions ont été réunies pour que la planète ait été habitable dans le passé, elle tentera de découvrir des signes d'une vie microbienne antérieure. Elle forera pour récolter des échantillons dans les roches et les sols les plus prometteurs, échantillons qui pourront éventuellement être ramenés sur Terre lors d'une mission ultérieure. Ce serait l'occasion pour les scientifiques d'étudier ces échantillons dans un laboratoire terrestre qui exige des équipements beaucoup trop grands pour être emmenés sur Mars.

La mission Mars 2020 permettra de tester des technologies pour les futures missions humaines, comme par exemple pour produire de l'oxygène à partir de l'atmosphère martienne, identifier d'autres ressources (comme de l'eau sous la surface de la planète), améliorer les techniques d'atterrissage, étudier le temps, la poussière et d'autres conditions environnementales qui pourraient perturber les astronautes au cours de leur séjour sur Mars.

© NASA/Michoud/Steve Seipel

Le réservoir à hydrogène du lanceur SLS. L'intérieur doit être sérieusement nettoyé afin qu'aucun contaminant ne s'insère dans les systèmes complexes de propulsion.

Un village sur la Lune

L'infrastructure spatiale nécessaire (le lanceur lourd, le vaisseau spatial...) pour envoyer des humains sur Mars est déjà en cours de développement, de même que le module d'habitation qui sera en orbite autour de la Lune. La Station spatiale internationale est, elle, prévue pour fonctionner jusqu'en 2024.

Space Launch System (SLS), le nouveau lanceur lourd de la NASA, est une fusée de nouvelle génération destinée à entamer une ère d'exploration au-delà de l'orbite terrestre. Doté d'une puissance et de capacités sans précédent (70 tonnes en orbite basse pour la version la moins puissante), SLS lancera le vaisseau Orion avec un équipage allant jusqu'à quatre astronautes. Il pourra également envoyer des missions robotiques vers Mars, Saturne et Jupiter.

D'un volume habitable doublé par rapport à la capsule Apollo (3,3 mètres de long), le vaisseau spatial Orion permettra également un retour en toute sécurité sur Terre (ou plutôt en mer, dans l'océan Pacifique). Son énergie provient de ses quatre panneaux solaires. Après un premier vol inaugural inhabité prévu en 2019, Orion devrait embarquer un équipage à destination de la Lune fin 2021.

© NASA/MSFC Michoud image : Judy Guidry

Pour assurer la sécurité de l'équipage et le succès de la mission, exécuter des milliers de commandes et contrôler les centaines de systèmes et composants du vaisseau, les ordinateurs de bord sont capables de traiter 480 000 000 instructions par seconde ! À noter que le module de service est fourni par l'Agence spatiale européenne (ESA).

© NASA

Les parachutes d'Orion ont été testés avec succès en 2017.

© NASA/Josh Valcarcel

Après un supposé amerrissage dans le Pacifique, les astronautes s'entraînent à sortir du vaisseau Orion.

Parmi les défis de l'exploration martienne figure assurément l'atterrissage. La NASA a prouvé son aptitude à faire atterrir sur Mars, à l'aide de parachutes, de rétrofusées, etc, différentes sortes d'engins (sondes, rovers...) qui ne font que quelques centaines de kilos. Mais un vaisseau spatial comprenant un équipage pèserait, lui, plusieurs dizaines de tonnes : ce qui n'est pas du tout la même chose ! Freiner une telle masse exigera des rétrofusées extrêmement puissantes, impliquant l'utilisation de quantités énormes de carburant (propergol).

Le véhicule spatial qui sera lancé à destination de Mars ne décollera sûrement pas à partir de la Terre, pour être moins soumis à l'attraction terrestre. Il sera vraisemblablement assemblé en orbite basse, ou à partir de la nouvelle station mise en orbite autour de la Lune dans le cadre du projet *Deep Space Gateway*. Lors du 68e Congrès international d'astronautique qui a eu lieu en septembre dernier à Adélaïde (Australie), l'agence spatiale russe Roskosmos s'est jointe à ce projet auquel participent les Américains, les Européens, les Canadiens et les Japonais.

De leur côté, les agences spatiales européennes et chinoises envisagent la création d'un « village » sur le sol même de la Lune pour y instaurer une présence permanente et durable, même s'il s'agit d'un simple robot. En partenariat avec la Russie, l'Europe prépare l'atterrissage d'un robot sur la Lune pour début 2002. L'objectif est de chercher de la glace d'eau qui pourrait être présente dans les régions polaires.

Qui arrivera en premier ?

Elon Musk, PDG de SpaceX, la première société à avoir été capable de récupérer le lanceur de sa fusée il y a deux ans, est plus que jamais engagé dans la course à l'espace. Il veut débuter ses premiers vols habités vers Mars dès 2024, six ans avant la NASA. Reste tout d'abord à faire ses preuves avec l'envoi de touristes dans l'espace prévu prochainement...

© ESA–Philippe Sebirot, 2017

L'ESA fournit le module de service du vaisseau Orion qui emmènera des hommes au-delà de la Lune en 2021.

520 jours d'isolement

L'exploration spatiale étant une entreprise internationale, l'Europe, au travers de l'Agence spatiale européenne (ESA) et des agences spatiales nationales (le CNES en France) y occupe toujours une place prépondérante. En partenariat avec les Américains, Russes, Chinois, Japonais et Indiens, une stratégie globale d'exploration de l'espace a été établie.

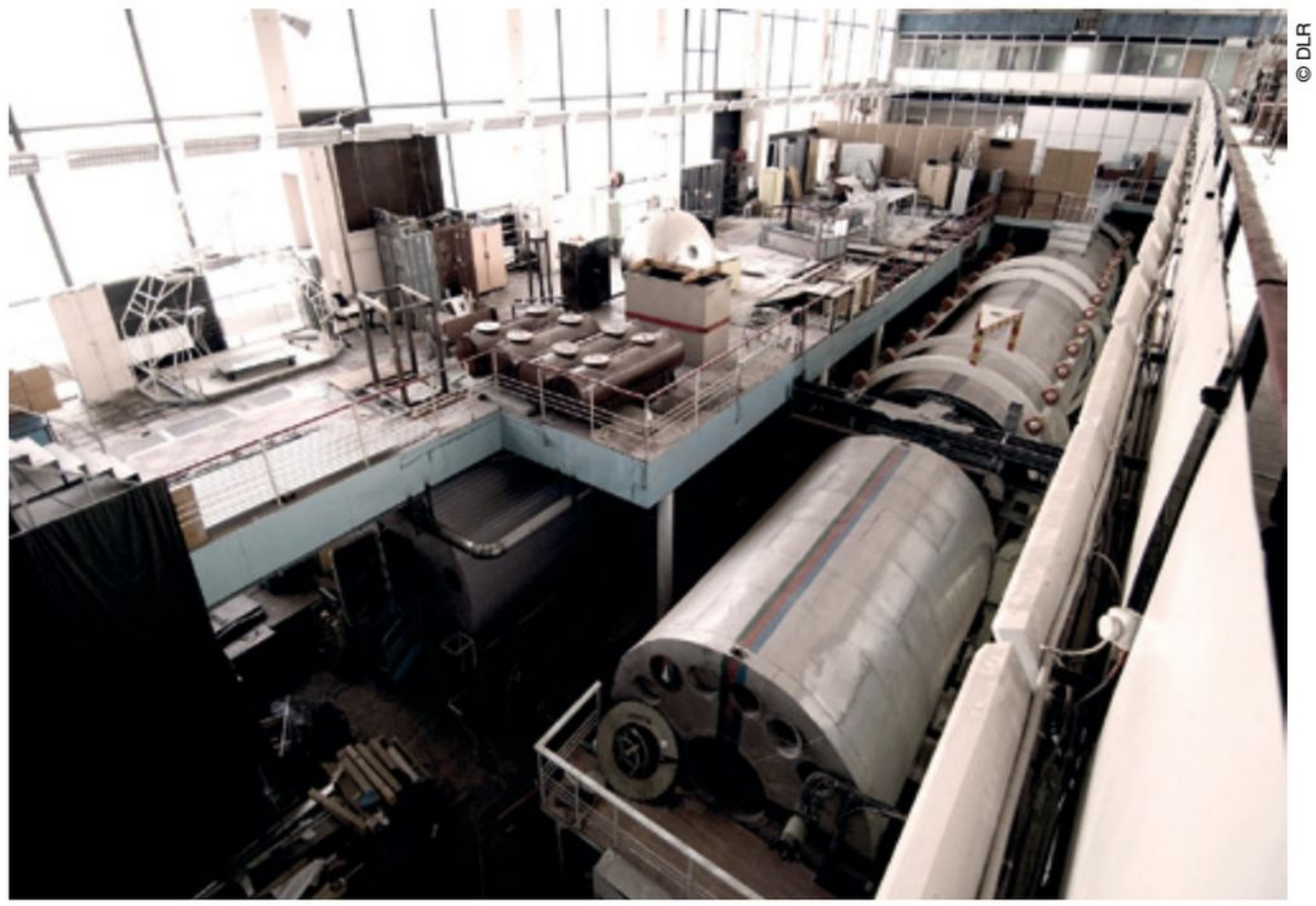
L'ESA travaille par exemple sur la conception de nouveaux types d'habitats pour vivre au-delà de l'orbite terrestre. Il s'agit de protéger les astronautes des radiations cosmiques et des débris spatiaux, et de leur procurer plus de volume et d'équipements puisque l'équipage ne pourra pas bénéficier d'approvisionnements à partir de la Terre. De nouveaux concepts à base de modules gonflables sont en cours de développement.

De nombreux autres équipements tels que l'assistance robotique, l'utilisation des ressources in situ, ou des systèmes de contrôle de nouvelle génération sont également développés. Au sein de son laboratoire Colombus sur la Station spatiale internationale, l'ESA effectue diverses expériences. Par exemple, le système ARES de régénération de l'air, le premier en son genre, a pour but de réduire les besoins de réapprovisionnement en air dans l'ISS. Tandis que l'analyseur des constituants de l'air ANITA a fait l'objet d'une démonstration concluante. D'autres développements sont à venir dans le domaine du recyclage de l'air et de l'eau, la gestion des déchets, la production de nourriture, le contrôle et la mesure des contaminants. À cet effet, la station Concordia, en Antarctique, sert également de base pour la démonstration des technologies de recyclage des eaux usées (douche, lavabo...).

On se souvient de l'étude d'isolement Mars 500 qui a été faite en collaboration avec les Russes de 2009 à 2011. Au cours de cette expérience, six volontaires ont été enfermés dans un ensemble de modules simulant un vaisseau spatial à l'Institut pour les problèmes biomédicaux près de Moscou pendant 520 jours pour étudier les aspects psychologiques d'une mission vers Mars. Tandis que les études d'alitement, qui simulent la micro pesanteur, permettent de tester les solutions

pour contrer les effets physiologiques d'une mission de longue durée, tels que la réduction de la masse musculaire et osseuse et les conséquences cardio-vasculaires.

Les scientifiques s'intéressent particulièrement à la capacité des équipages à obtenir un sommeil réparateur. À bord de la Station spatiale internationale, les astronautes européens mesurent les hormones ayant un lien avec le sommeil au cours de leur séjour de six mois. La base Concordia, en Antarctique, permet également de mesurer le sommeil alors que les occupants vivent pendant quatre mois sans soleil durant l'hiver polaire. Pendant la simulation Mars 500, les volontaires s'étonnèrent de cette capacité du corps humain à pouvoir s'adapter à une totale absence de soleil, et de savoir quand aller dormir simplement en regardant sa montre.
Les résultats de ces études montrent que le régime alimentaire et le repos seront des ingrédients essentiels au succès d'une mission.


© DLR

Au cours de l'étude Mars 500, six volontaires sont restés 520 jours dans ce « vaisseau spatial » à l'Institut pour les problèmes biomédicaux près de Moscou.

De plus, l'ESA dispose de nouveaux équipements sur lesquels s'entraînent les astronautes au DLR (Centre Aérospatial allemand) et au MEDES (Institut de Médecine et de Physiologie Spatiales) à Toulouse, qui détient notamment une centrifugeuse à bras courts pour évaluer les effets de la gravité artificielle. Expériences et équipements ont permis de faire des avancées énormes dans le domaine médical et le risque des vols spatiaux de longue durée.

Les dangers de l'espace profond

On sait que l'exposition aux radiations spatiales représente un immense danger pour les astronautes : ce serait même le plus gros problème lors d'un voyage habité à destination de Mars. *« On ne peut pas les voir, on ne peut pas les sentir, on n'a pas conscience que l'on est véritablement bombardé par elles ! »* explique Lisa Simonsen, scientifique de la NASA spécialisée dans ce domaine.

Sur Terre, les radiations provenant du soleil et de l'espace sont majoritairement absorbées et déviées par l'atmosphère et le champ magnétique de notre planète. Rien à voir avec ce qui se passe dans l'espace où les radiations ont une énergie si forte qu'elle entre en collision avec les noyaux de nos cellules, brûlant nos tissus. Dans un second temps, pour enrayer ces brûlures, les cellules peuvent muter et être à l'origine de cancers (ce que l'on appelle la radiation secondaire).
« Dans l'espace, il y a un rayonnement de particules énergétiques, provenant de nombreux éléments allant de l'hydrogène au nickel ou à l'uranium, qui circule presque à la vitesse de lumière » explique Tony Slaba, physicien chercheur à l'agence spatiale américaine. *« La NASA ne veut pas utiliser des matériaux lourds pour servir de bouclier au vaisseau parce que ces radiations entreraient en collision avec celui-ci, provoquant une radiation secondaire. La combinaison des deux radiations serait encore plus dangereuse pour les astronautes. »*

Il y a diverses sources de radiations spatiales, mais celle la plus étudiée par les chercheurs dans l'objectif d'un voyage vers Mars est le rayonnement galactique (ou cosmique), c'est-à-dire venant de l'extérieur de notre système solaire. De très haute énergie, il est émis en continu et provient d'événements violents comme l'explosion de supernovae. D'autres sources de radiations viennent des ceintures de Van Allen, ces deux ceintures de radiations qui protègent la Terre, notamment lors des périodes d'intense activité solaire. Situées entre 700 et 65 000 km d'altitude, elles n'ont été franchies que par les astronautes se rendant sur la Lune lors du programme Apollo.

Au cours de vols spatiaux de longue durée, hormis les conséquences à long terme pour la santé, ces radiations pourraient sévèrement perturber le système nerveux central des astronautes, entraînant des déficiences cognitives permanentes. Aussi la NASA, après avoir dosé les quantités de ces radiations (à

© NASA

En septembre dernier, l'expédition 44 de l'ISS prit cette photo d'une aurore pourpre. Peut-être chargée de radiations ?

partir de la Station spatiale internationale ou du futur vaisseau Orion), doit-elle développer différentes technologies pour protéger les équipages. Il est cependant difficile de quantifier l'impact exact des radiations au cours d'un voyage de longue durée en termes de maladies éventuelles. On peut supposer que cet impact sera exacerbé du fait des conditions de l'environnement spatial (microgravité, manque de sommeil, etc.), sources de stress.

Parmi les solutions à l'étude, la NASA travaille sur des matériaux de protection pour les véhicules de transport, les habitats et les combinaisons spatiales, des solutions pharmaceutiques, des super nourritures pour booster le système immunitaire, et même des fusées plus rapides pour réduire le temps passé dans l'espace.

Parmi les récentes avancées, la NASA a amélioré sa compréhension des effets des radiations sur le corps humain grâce au simulateur GCR. *« De nombreuses recherches ont été faites sur les effets de l'exposition aux radiations, mais bien peu sur leurs effets latents »*, souligne Lisa Carnell, chercheure dans ce département spécialisé. *« Imaginez que les trajectoires des particules de haute énergie soient similaires à la pluie : parfois on aura une pluie torrentielle (comme les particules énergétiques solaires), d'autres fois une petite bruine (comme les radiations galactiques). Nous sommes capables de simuler ces différents types de « pluies » composées de différents types de particules au lieu d'un seul. »* Il est également possible d'en varier l'intensité.

Le problème, c'est que ces rayonnements ne sont pas toujours bien prévisibles : on ne dispose parfois que de 20 minutes pour les anticiper. Et lorsqu'un astronaute sera à la surface de Mars dans un véhicule par exemple, il n'aura pas forcément le temps de se mettre à l'abri. Exposé à ces radiations, il peut ressentir immédiatement de sévères symptômes, tels que ceux ressentis par les habitants autour d'Hiroshima après l'explosion de la bombe nucléaire, notamment de très fortes nausées. Or s'il vomit dans sa combinaison spatiale, il n'a aucune chance de survie, car les particules bouchent l'arrivée d'air.

Un astronaute sur « Mars »

Au cours de l'étude d'isolement Mars 500, une véritable simulation de la mission a eu lieu incluant un long vol vers Mars, l'insertion en orbite, l'atterrissage, l'exploration de la surface, et le retour. Au cours du « vol », l'équipage composé de trois Russes, un Chinois et deux Européens, réalisa plus de 100 expériences en rapport avec les problèmes des missions de longue durée dans l'espace lointain. Pour ajouter à leur isolement, les communications avec la Terre étaient artificiellement retardées.

Pendant 520 jours, les « marsonautes » vécurent sans nourriture fraîche, sans lumière du jour ni air frais.

La motivation ne faiblit pas et la cohésion du groupe fut une réussite, même dans les difficultés.

© ESA

© NASA

Au retour d'une mission spatiale, la condition physique des astronautes est étudiée.

© DLR

La centrifugeuse à bras courts de l'ESA sert à évaluer les effets de la gravité artificielle.

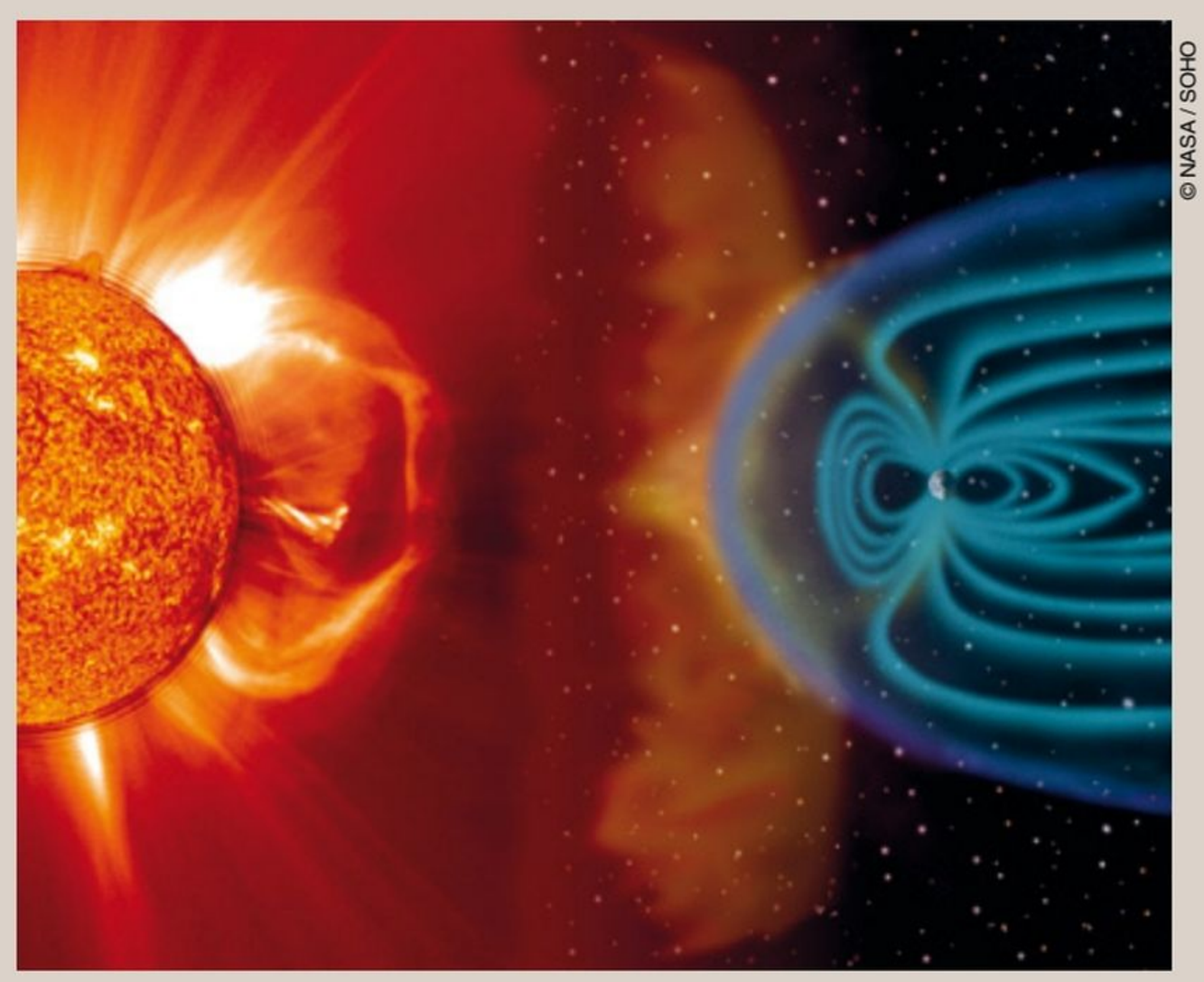
Des radiations mortelles

En pratique, chaque cellule du corps est susceptible d'être atteinte et l'exposition aux radiations peut entraîner le cancer aussi bien que des effets nocifs sur le système nerveux, le système cardio-vasculaire et le système circulatoire. En fait, le rayonnement cosmique endommage l'ADN. Parfois la cellule parvient à le restaurer, parfois non, ou elle le répare de façon incorrecte, entraînant une mutation des gènes source éventuelle de cancers.

Au niveau du système cardio-vasculaire, le cœur peut être abîmé, les artères durcies et atrophiées, ou encore des cellules peuvent être éliminées et boucher les vaisseaux sanguins, provoquant des maladies cardio-vasculaires. Le risque de cataracte est également important.

L'exposition aux radiations peut entraver la neurogenèse, le processus de renouvellement des cellules dans le cerveau. Si des neurones sont détruits, le potentiel de développement de nouvelles cellules est diminué, ce qui peut entraîner des déficits de la mémoire et de la cognition.

De toutes façons, les astronautes fortement irradiés verraient une diminution de leur espérance de vie.



© NASA / SOHO

Au-delà du champ magnétique terrestre, les radiations cosmiques de haute énergie provenant de l'explosion de supernovae ainsi que des tempêtes solaires représentent un danger pour le vaisseau spatial et pour les astronautes.

1000 solutions pour le m

Elles sont rentables et relanceront l'économie tout en préservant la planète ! Sélectionnées par la Fondation Solar Impulse, ces solutions pourraient bien changer le monde...

©Mission Innovation

Bertrand Piccard.

Après son tour du monde à bord de l'avion solaire Solar Impulse, réalisé avec André Borschberg il y a quatre ans, Bertrand Piccard, l'aéronaute « savanturier », a lancé une « Alliance mondiale pour les solutions efficientes ». Ce projet avait pour objectif de fédérer les acteurs du secteur des technologies propres et de présenter aux décideurs politiques du monde entier, afin d'accélérer leur mise en œuvre, 1000 solutions rentables pour protéger l'environnement.

À cet effet, l'initiative a mis en place le label « Solar Impulse Efficient Solution », qui atteste de l'efficacité de ces solutions en matière de durabilité et de rentabilité. Elles ont donc le potentiel de créer des emplois et de stimuler la croissance économique tout en réduisant les émissions de CO2 et en préservant les ressources naturelles.

Plus de 1200 solutions ont été identifiées par la Fondation Solar Impulse, et déjà plus de 500 ont été labellisées par des experts indépendants.

Aujourd'hui nous avons le choix. *« Qu'avions-nous avant le Covid-19 ? »* interroge Bertrand Piccard. *« Une économie léthargique, linéaire et génératrice de carbone, luttant pour augmenter le taux d'emploi et la qualité de vie, tout en épuisant les ressources naturelles, en produisant des déchets dangereux et des polluants toxiques, mettant en danger la population et l'industrie, sans parler de la crise du changement climatique. Est-ce vraiment cela que nous voulons récupérer ? »*

Remplacer les infrastructures anciennes et polluantes par des infrastructures modernes, propres et efficientes, dans tous les secteurs (eau, énergie, construction, mobilité, agriculture, processus industriels...), permettrait de créer beaucoup plus d'emplois et de faire croître notre PIB bien plus que par l'ancienne méthode qui est, à terme, sans issue. À quoi bon maintenir en activité des centrales

onde de demain !

©DR

électriques au charbon alors que les prix des énergies renouvelables ne cessent de baisser ? Pourquoi retarder le renforcement des normes d'émissions des voitures alors que les villes interdiront un jour les moteurs thermiques ? *« Le « Green Deal » n'est pas un luxe mais une stratégie de croissance, qui s'avère être également favorable pour l'environnement. »*

Investir dans les technologies propres n'est pas un coût, c'est un investissement : elles sont rentables grâces aux économies d'énergie et de ressources qu'elles permettent. Elles augmentent les profits de l'industrie et réduisent les dépenses des particuliers. Électrifier les ports pour réduire les émissions du transport maritime, construire des points de recharge pour les véhicules électriques et des stations d'hydrogène, réduire la consommation d'énergie des bâtiments grâce à un chauffage et une climatisation modernes, ou encore utiliser des technologies d'isolation innovantes ou des solutions intelligentes de gestion de l'ombrage de façade, aider les agriculteurs à se moderniser pour utiliser moins de pesticides et produire des produits plus sains... les idées sont nombreuses et les technologies existent !

Quelques-unes sont présentées dans ce dossier. Les sociétés qui en sont à l'initiative sont fières d'avoir été sélectionnées par la Fondation Solar Impulse et de participer au plus grand défi actuel. Un défi « éco-logique ».

Un nouveau record

Agir sur la mobilité est un point essentiel pour favoriser la qualité de l'air. Bertrand Piccard a d'ailleurs réalisé un nouveau record du monde en novembre dernier : il a parcouru 778 km en deux jours avec un seul plein, dans un véhicule à l'hydrogène.

©Solar Impulse/J. Boyllard/L. Rozo

L'avion solaire Solar Impulse.

The InterceptorTM : le bateau qui stoppe la pollution plastique des rivières

Lancé par l'ONG néerlandaise The Ocean Cleanup, The Interceptor™ a pour objectif d'empêcher les plastiques d'arriver dans les océans. En effet, 1000 fleuves sont responsables d'environ 80% de cette pollution océanique. La péniche, mûe à l'énergie solaire, est entièrement autonome, avale les débris grâce à un tapis roulant pour les charger dans de vastes bennes. Elle peut donc fonctionner 24 heures sur 24 et recueillir au minimum 50 tonnes de plastique chaque jour. Une barrière flottante courbée conduit les plastiques vers la « gueule » du bateau. Un remorqueur vient régulièrement récupérer les déchets pour les déposer dans un centre de triage sur le rivage. Cette solution, testée sur le terrain en Malaisie et en Indonésie, peut être déployée partout dans le monde sur les fleuves les plus pollués.

©TheOceanCleanup

Urban Canopee : une solution légère et connectée pour rafraîchir les villes

Pour lutter contre les effets du changement climatique dans les zones urbaines, et notamment le phénomène des îlots de chaleur, cette start-up de Seine-et-Marne propose de déployer des canopées de verdure dans les villes. L'impact de l'augmentation de température est en effet particulièrement important dans les grandes villes qui devront gérer d'ici la fin du siècle les nombreux effets du changement climatique, la pollution de l'air et l'urbanisation rapide. Pour faire face à ces challenges, Urban Canopee a créé des structures auto-portantes, couvertes de végétation et équipées d'un système d'irrigation autonome et connecté alimenté par énergie solaire. Conçue pour être facilement déplacée, la base de la structure mesure seulement un mètre carré mais elle permet à la végétation de s'étendre jusqu'à 50 m². Chaque structure représente l'équivalent de deux arbres en termes de séquestration de CO2.

En déployant cette oasis de fraîcheur, cette solution ambitionne de rafraîchir les villes, de réduire la pollution de l'air et de restaurer la biodiversité urbaine tout en améliorant la qualité de vie des habitants.

Sa commercialisation est déjà effectuée à grande échelle. On peut admirer ces canopées notamment à Toulouse.

InnovaFeed : une solution durable pour nourrir le monde de demain

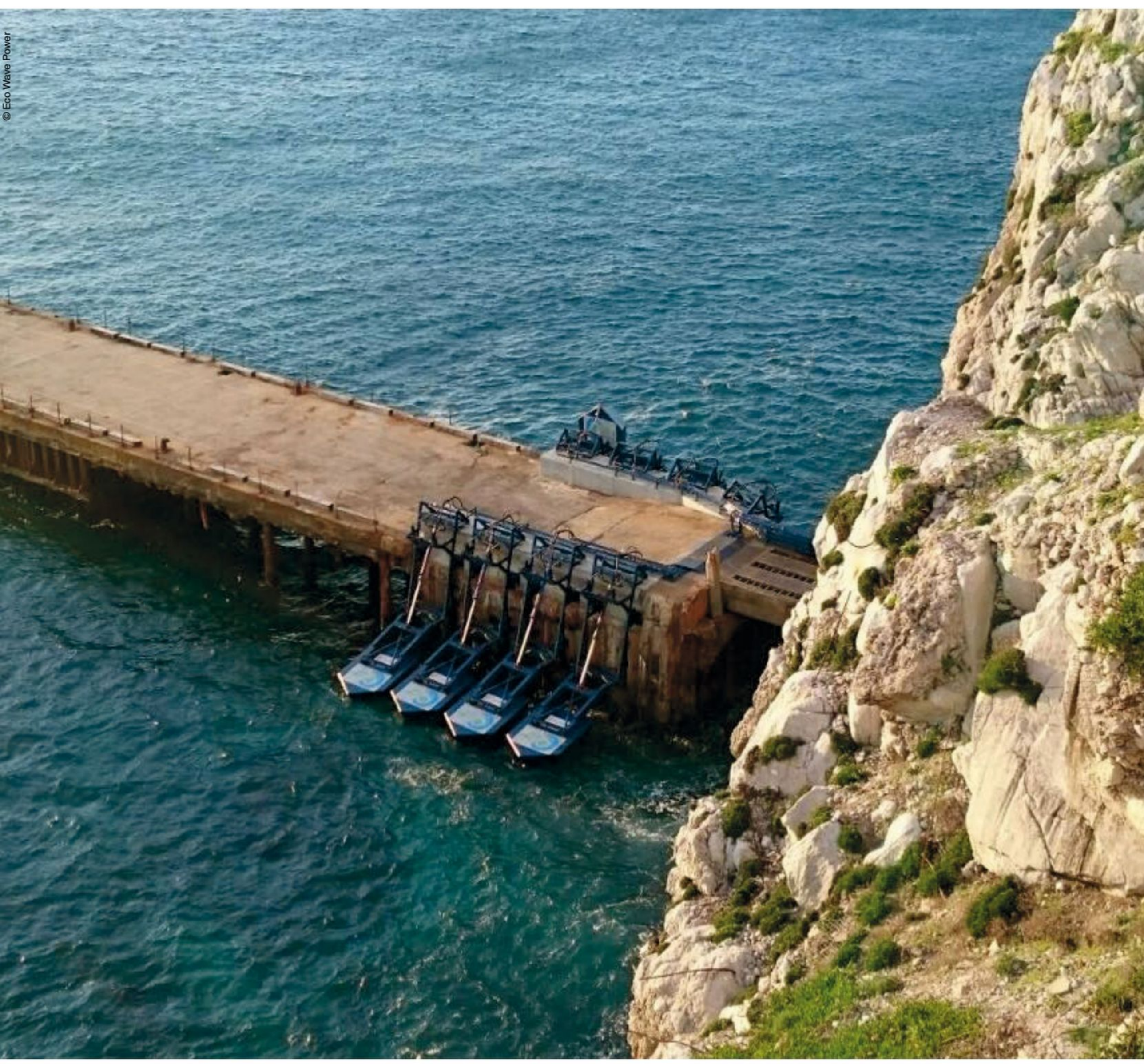
Nourrir le monde en réintroduisant les insectes dans la chaîne alimentaire (et non dans l'alimentation de l'homme !), telle est l'ambition de cette société française. Face à l'augmentation exponentielle de la population de la planète, le déficit global en protéines de haute qualité augmente considérablement et représentera l'un des défis de la décennie à venir. Les insectes, grâce à leur capacité à convertir de la biomasse de faible valeur en protéines animales de haute qualité, représente une excellente solution pour produire des protéines pour la nourriture animale, et plus spécifiquement pour l'aquaculture.

InnovaFeed a développé un modèle industriel unique pour produire de la protéine d'insectes tout en minimisant son impact environnemental en suivant une logique circulaire et zéro déchet. En plaçant l'insecte au cœur du système agroalimentaire et en le remettant à sa place naturelle dans l'écosystème, cette solution répond concrètement et de façon compétitive à la hausse de la demande en protéines tout en contribuant au développement d'un système alimentaire plus durable.

Cette nourriture à base d'insectes a un impact en CO2 30% moins élevé que la nourriture à base de poisson et n'a aucune incidence sur la biodiversité marine.

Eco Wave Power : capturer l'énergie des vagues sur le littoral

Produire de l'électricité propre et abordable à partir des vagues de la mer et de l'océan, telle est la solution de la start-up israélienne Eco Wave Power. Et ce avec un concept innovant permettant de s'accoupler avec des structures déjà existantes pour simplifier l'installation et la maintenance. Son développeur d'énergie marine à terre est composé de flotteurs attachés à des structures (digues, jetées...). Ils utilisent la force de flottabilité, les variations de niveaux et de flux d'eau, l'effet de sas et le mouvement vertical des vagues pour créer un processus de conversion d'énergie efficace. Ce système est utile pour des collectivités ayant des besoins en énergie peu importants, et qui ne recherchent pas un système lourd d'énergie houlomotrice installé en pleine mer. Les dépenses sont ainsi considérablement réduites : environ 1 million de dollars par mégawatt installé. Cette solution zéro émission génère une production régulière et ne requiert pas de bateaux polluants pour l'installation et la maintenance.

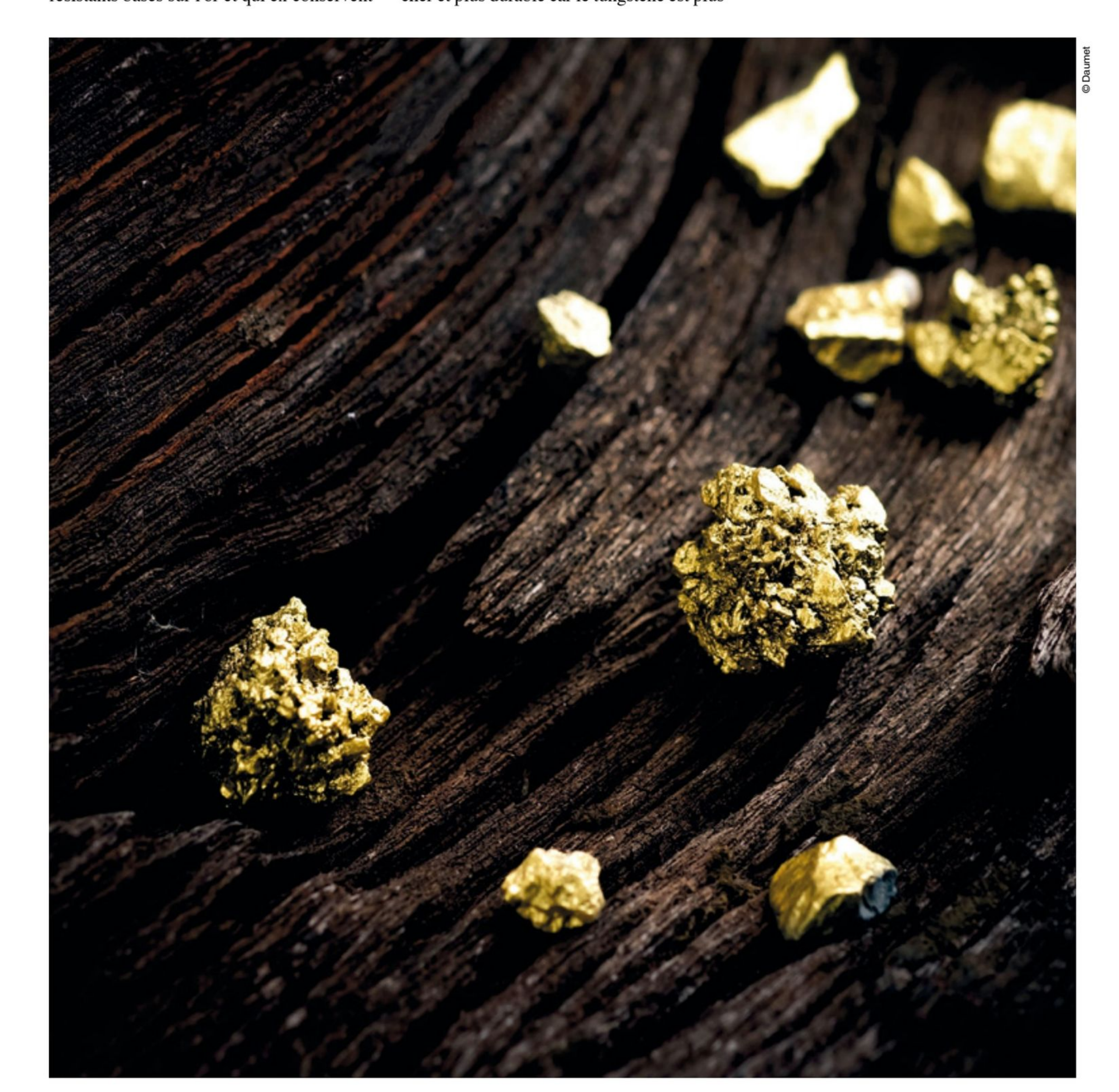


© Eco Wave Power

Daumet : une nouvelle génération d'alliages d'ors

Pour préserver les ressources rares pour les générations futures et diminuer l'empreinte carbone de l'utilisation de l'or, cette start-up parisienne révolutionne le monde de la bijouterie et du luxe.

Elle substitue à l'or pur des matériaux plus résistants basés sur l'or et qui en conservent les propriétés tout en diminuant l'empreinte carbone de son utilisation. L'or est mélangé avec du tungstène, qui est le matériau le plus dur et le seul ayant la même densité que l'or. Cet alliage possède des propriétés communes avec l'or pur, mais il est plus résistant, moins cher et plus durable car le tungstène est plus abondant sur la planète. Cette solution permet une réduction de CO2 émis dans l'atmosphère de 20%, et une diminution de 30% de la pollution de l'eau. L'or pur vaut 45 000 € le kilo contre 5 € le kilo pour le tungstène.



© Daumet

Novobium : une solution pour nettoyer les sols hautement pollués

Pour traiter de manière écologique les pollutions organiques du sol les plus complexes, cette start-up belge a prouvé l'efficacité de sa solution sur les composés chimiques provenant notamment de l'industrie pétrolière. Résultat des activités industrielles passées et en cours, les sols en Europe ont été contaminés par des éléments toxiques pour la santé humaine et les écosystèmes naturels. Les dépenses annuelles pour la décontamination des sites sont estimées à près de 6 milliards d'euros, ce qui représente 0,04% du PIB de l'Union Européenne. La solution de Novobium est en rupture avec les pratiques industrielles actuelles puisqu'elle repose sur des champignons (biopiles). Ceux-ci sont en effet connus pour leur capacité remarquable à dégrader les composés récalcitrants et les molécules hautement toxiques. Il s'agit donc de traiter in situ les sites d'excavation en enrichissant le sol avec ces champignons, ce qui garantit une réduction effective de la contamination ainsi qu'une relance de la biodiversité du sol. On appelle cela de la biorémédiation. Une diminution de 90% des composants toxiques est atteinte en seulement 2 à 6 mois, soit 70% de plus par rapport aux procédés actuels. Et cela avec des coûts inférieurs de 38 à 75%.

© Novobium

PureCycle Technologies : recycler et purifier 100% des polypropylènes

Le processus de recyclage PureCycle Technologies, inventé par la firme américaine Procter & Gamble, enlève les couleurs, les odeurs et les contaminants des déchets plastiques pour transformer ces derniers en propylène recyclé ultra pur.

Aujourd'hui, les plastiques recyclés sont contaminés avec des impuretés toxiques, des couleurs sombres, et ils ont une odeur forte et désagréable. Cette solution permet de leur donner plus d'applications pour le consommateur. Par exemple, le plastique recyclé ne pouvait pas être utilisé pour l'alimentation ou pour d'autres emballages sensibles. Pour permettre l'économie circulaire, la qualité du plastique recyclé doit être aussi proche que possible de celle d'un plastique vierge.

Le polypropylène est le second plastique le plus utilisé au monde. Le processus de purification proposé utilise un solvant non toxique et pourra produire du plastique ultra pur avec 60 à 85% moins d'énergie que pour produire du polypropylène vierge. Et surtout il permettra de recycler 100% du polypropylène.

RECYCLED POLYPROPYLENE

THE PAST PRESENT ONLY WITH

PURECYCLE TECHNOLOGIES

© PureCycle Technologies/Procter & Gamble

Smart Container : un conteneur d'expédition maritime intelligent

Avec cette solution connectée conçue par la start-up helvétique Aeler Technologies, les acteurs logistiques pourront réduire leurs risques (perte de marchandises, retard, détérioration des denrées...) et agir de manière proactive tout au long de la chaîne d'approvisionnement. Construit en matériaux composites, et donc plus solide et plus léger, le Smart Container réduit les coûts de transport (d'une moyenne de 14% pour l'expéditeur), et surveille en temps réel la cargaison et le cargo. Il embarque une multitude de capteurs pour mesurer la température, l'humidité, la pression, donne la position GPS, l'altitude, le système de fermeture, les composés organiques légers et volatils. Il peut diminuer jusqu'à 20% les émissions de CO_2 dues aux transports, soit 5 tonnes par conteneur et par an.

© Aeler Technologies

RootWave : se débarrasser des mauvaises herbes avec l'électricité

Pour éviter l'emploi d'herbicides chimiques, la société britannique RootWave propose une solution évolutive et durable. Une électrode touche la mauvaise herbe. Cela crée un circuit. Les hautes tensions génèrent instantanément un courant. La résistance naturelle de la mauvaise herbe convertit cette énergie électrique en chaleur qui cuit l'herbe jusqu'à la racine. La société crée de nouveaux produits pour renforcer cette nouvelle technologie. L'utilisation de hautes fréquences permet de miniaturiser l'équipement et d'assurer sa sécurité tout en minimisant le risque de choc électrique. Cette solution durable n'utilise pas d'eau et peut fonctionner à l'énergie verte (solaire ou éolienne). Ne nécessitant pas de labourage, elle ne perturbe ainsi pas les sols et réduit les émissions de carbone et l'érosion. Son coût est équivalent à celui des herbicides.

© RootWave

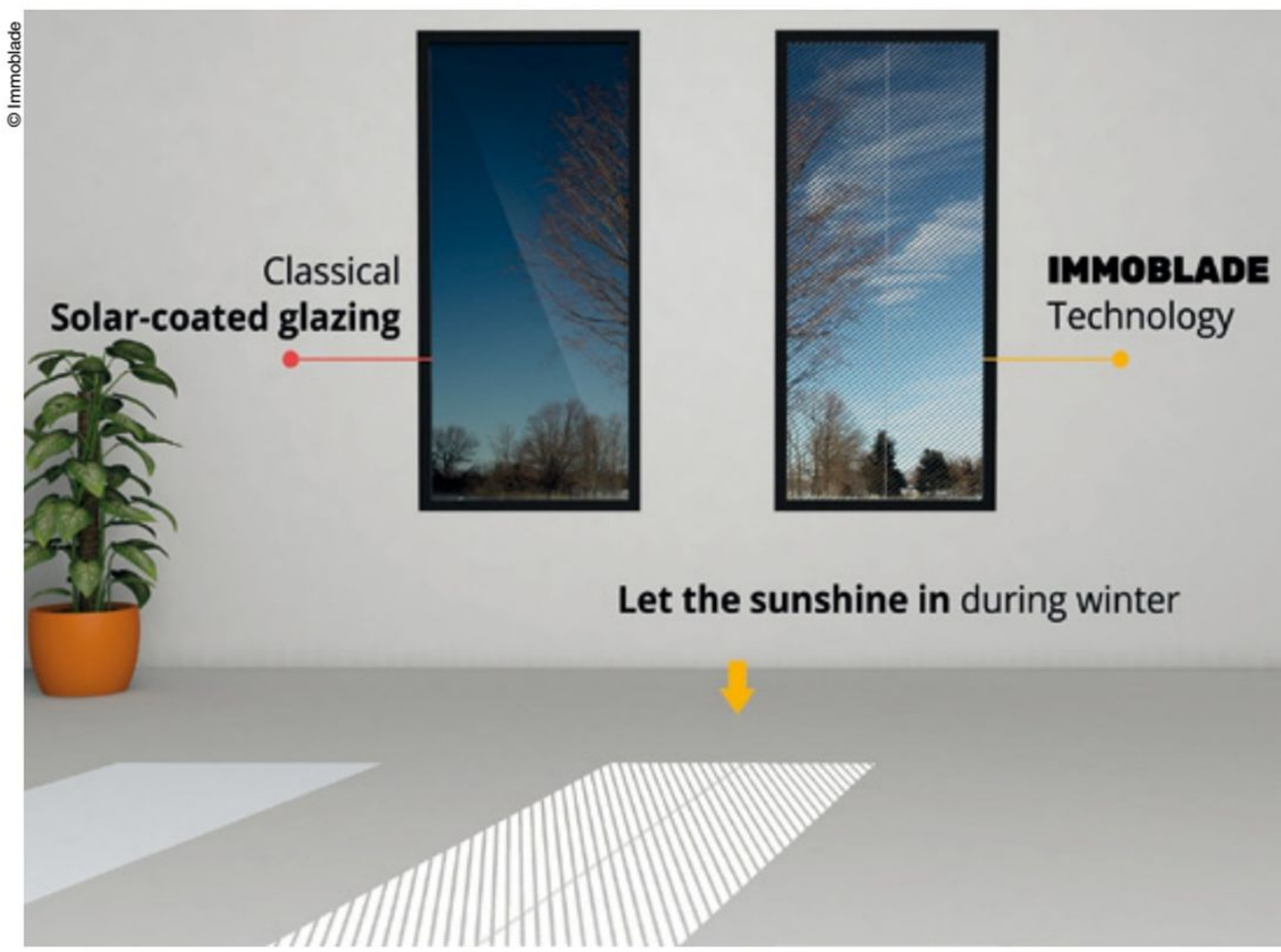
Twido : une solution durable d'eau chaude

Utilisant l'énergie solaire ou le réseau électrique, équipé de capteurs, le chauffe-eau de la société française Twido permet au consommateur d'améliorer son utilisation et sa consommation d'eau chaude sanitaire.
Le système recueille l'information envoyée par le réseau de distribution électrique. Connectée directement à des panneaux photovoltaïques, la solution est hybride. Le système de chauffage n'est pas immergé, il entoure la cuve en acier inoxydable par l'extérieur : ce qui triple sa durée de vie.
Grâce aux capteurs, l'application MyTwido contrôle la consommation (d'électricité et d'eau), la température de l'eau, etc. Et surtout elle adapte le volume d'eau chaude en fonction des besoins du foyer, ce qui évite un immense gâchis.
De 50 à 80% d'énergie est économisé quotidiennement, et de 20 à 50% d'eau.

© Twido

Immoblade : une protection solaire simple et intelligente pour l'habitat

Pour optimiser la consommation d'énergie et le confort, cette protection solaire conçue par la start-up toulousaine Immoblade gère les niveaux d'ensoleillement dans les bâtiments selon les saisons, grâce à une protection insérée dans les double-vitrages des fenêtres.
Le chauffage et la climatisation des bâtiments sont responsables de 30% des émissions de CO2 dans les pays occidentaux. Pour contrer ce problème, cette protection solaire est passive, ce qui évite d'avoir recours à des solutions de haute technologie avec des coûts de maintenance élevés et des émissions de CO2. Elle consiste en une géométrie particulière de lames brise-soleil qui bloquent le soleil l'été, et le laissent rentrer l'hiver. Elle offre une protection adaptée et optimale selon l'orientation de chaque façade et la localisation du bâtiment. Son insertion dans les doubles vitrages évite toute maintenance. Cette solution permet d'économiser jusqu'à 15% d'énergie par mètre carré et par an.



Boxx : le thermostat intelligent

Engie propose une solution pour changer le rapport qu'ont les consommateurs avec l'énergie dans leur foyer, en leur fournissant un outil efficace et facile d'utilisation pour prendre conscience de leur consommation d'énergie et d'eau et en prendre le contrôle. Un écran connecté leur donne en temps réel ces renseignements, avec des conseils (avec des graphiques historiques de consommation) et des alertes (en cas de fuite d'eau, etc.).
Boxx est le résultat de la combinaison de deux systèmes. D'une part, il peut remplacer n'importe quel thermostat existant. Sa programmation s'effectue via l'écran tactile ou à distance depuis l'application installée sur Smartphone ou tablette. Il donne un aperçu en direct de la consommation en électricité, gaz et eau. D'autre part, il est capable de faire lui-même des choix intelligents pour réaliser des économies d'énergie.
Résultat : Boxx réduit de 10% en moyenne la consommation d'électricité et économise jusqu'à 84 kg de CO2 par installation et par an.

Le magazine qui fait aimer la science !

ABONNEZ-VOUS L'essentiel de la Science

Et renvoyez ce bon dument rempli à Lafont Presse
53 rue du Chemin Vert - 92100 Boulogne-Billancourt

OUI, je m'abonne à *L'essentiel de la Science* (papier + numérique) et je recevrai chez moi 10 N° dont 2 N° gratuits au prix de 71€ au lieu de 89€

Nom : ..... Prénom : .....
Adresse : .....
Code Postal : .....
Ville : .....
Télephone : .....
Date de naissance : .....
Courriel : _

❑ **Je règle par Chèque bancaire ou postal à l'ordre de *Lafont presse***
53 rue du Chemin Vert - CS 20056 - 92772 Boulogne-Billancourt Cedex

❑ ou par carte bancaire : visa
N° : _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
expire fin _ _ _ _
cryptogramme (les trois derniers chiffres au dos de votre carte) _ _ _

Signature :

Tarif DOM TOM et étranger : + 2€ par revue servie

Conformément à la loi "informatique et libertés" du 6 janvier 1978 modifiée en 2004, vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification aux informations qui vous concernent. Vous pouvez accéder aux informations vous concernant, les rectifier et vous opposer à la transmission éventuelle de vos coordonnées en cochant la case ci-contre ❑ ou en adressant un courrier libre à Lafont presse – 53, rue du

Lafont presse

En kiosques et tablettes www.lafontpresse.fr

Microalgues : l'énerg

© L.Godart/CEA

Culture en photobioréacteur, en batch thermostaté.

Après les biocarburants de première et deuxième génération, arrive la troisième génération de carburants issue des microalgues. Outil de la transition énergétique et écologique, ces dernières font l'objet de multiples recherches. La France est la première actrice dans ce domaine avec des acteurs comme le CNRS (1er organisme de recherche avec 200 publications et/ou brevets) et le CEA (avec ses plateformes technologiques).

ie du futur

En effet, le CEA a fait des microalgues un de ses projets stratégiques et scientifiques. Ses équipes de l'Institut de biosciences et de biotechnologies d'Aix-Marseille (Biam) et celles de la Direction de la recherche technologique (DRT) oeuvrent en matière de recherche et pour l'accompagnement des entreprises dans leurs projets industriels. Il s'agit en fait d'exploiter la diversité des microalgues et leur physiologie pour optimiser la production de biomolécules (lipides, pigments, carbohydrates, hydrocarbures), précurseurs de biocarburants. Et également d'étudier les processus de production (systèmes de culture, procédés d'extraction...).

Les biocarburants de première génération (cf encadré) utilisent des plantes de grandes cultures. Par rapport à ces dernières, les microalgues présentent de nombreux avantages, parmi lesquels une productivité surfacique élevée et la capacité à être produites sur des terres non utilisables pour l'agriculture. D'où une absence de compétition avec l'agro-alimentaire.

Grâce à la photosynthèse, les microalgues fabriquent de manière naturelle des molécules à forte teneur énergétique, tout en se nourrissant du CO_2 atmosphérique comme source de carbone. Elles répondent donc à deux besoins sociétaux majeurs : la fermeture du cycle du carbone et la production d'énergie renouvelable respectueuse de l'environnement.

Mais pour exploiter au mieux ces microalgues, il faut opérer au départ une sélection et une optimisation des souches, et développer des procédés de culture, de récolte et d'extraction. Cela afin d'atteindre une rentabilité économique de production d'énergie. Les progrès récents de la génomique, de la génétique, de la lipidomique, des procédés et technologies de culture, développés notamment par les équipes du CEA et du CNRS, permettent de progresser vers ce but.

Qu'est-ce qu'un biocarburant ?

Le carburant obtenu à partir de végétaux (céréales, bois, canne à sucre...) est appelé biocarburant, bien qu'il soit souvent mélangé à des carburants d'origine fossile (pétrole ou gaz).

Il existe trois générations de biocarburants. Ceux de la première génération sont conçus à partir des huiles végétales (comme le diester, mélangé au diesel), et par fermentation de sucres (comme le bioéthanol, mélangé au super).

La deuxième génération est issue de la transformation de ressources lignocellulosiques (bois, paille) en carburants liquides, lesquels sont obtenus par recombinaison de gaz de synthèse ou par fermentation via des procédés enzymatiques ou microbiens.

Enfin la troisième génération de biocarburants est élaborée à partir de déchets ou de micro-organismes photosynthétiques, comme les microalgues ou les cyanobactéries.

© L.Godart/CEA

Analyse de souches de microalgues.

© L.Godart/CEA

Culture en incubateur, en conditions contrôlées.

Elles produisent de l'hydrogène

Le Biam a pour objectif principal d'étudier les mécanismes moléculaires impliqués dans la conversion de l'énergie solaire et du CO2 atmosphérique en composés riches en énergie tels que les lipides, l'hydrogène et les hydrocarbures. Sa plate-forme de recherche fondamentale Héliobiotec, créée en 2008, se concentre particulièrement sur l'étude des biocarburants de troisième génération. Dotée d'équipements de pointe, elle s'est fixée comme but la production de biodiesel et d'hydrogène, mais également de molécules à haute valeur ajoutée telle que les compléments alimentaires (oméga 3, caroténoïdes, etc.).

Parmi ses objectifs, il s'agit d'identifier les gènes impliqués dans l'accumulation des molécules d'intérêt des microalgues pour reprogrammer leur métabolisme pour une production optimale de ces composés, le tout grâce à une banque de microalgues créée au laboratoire. Également d'explorer la biodiversité des collections de microalgues sauvages du monde entier pour en sélectionner des souches d'intérêt. Les travaux portent notamment sur une micro algue modèle, *Chlamydomonas reinhardtii*.

Parmi les avancées récentes, une découverte a été faite en 2018 au Biam sur le mécanisme de photobioproduction d'hydrogène par les microalgues.

Tandis qu'en présence de lumière, la photosynthèse produit de l'oxygène ainsi que l'énergie nécessaire aux plantes pour vivre, chez les algues cette énergie peut servir à photo-produire de l'hydrogène. Et cela via une enzyme nommée hydrogénase.

Mais cette enzyme est irréversiblement inhibée par l'oxygène produit par la photosynthèse : ce qui limite donc grandement les applications biotechnologiques. À l'aube, la lumière solaire active la photosynthèse, et l'hydrogène et l'oxygène sont produits simultanément pendant plusieurs minutes jusqu'à ce que l'oxygène inhibe l'hydrogénase. Comment alors protéger l'hydrogénase pour poursuivre la production d'hydrogène ?

Les chercheurs du Biam, en collaboration avec des chercheurs de l'Université de la Ruhr (Allemagne), ont découvert que certaines protéines (les flavodiirons) pouvaient consommer l'oxygène lors de la photo-production d'hydrogène. Ils ont alors bloqué ce système par mutation génétique. Résultat : la production d'hydrogène par la microalgue s'est accrue de près de 30%. Cela prouve donc que le mécanisme de consommation d'oxygène entre en compétition avec la production d'hydrogène et ne protège pas l'hydrogénase. Il s'avère que les mécanismes de consommation d'oxygène, considérés jusqu'ici comme des alliés de la production d'hydrogène, monopolisent en fait une partie des ressources de la photosynthèse.

Certaines microalgues participent à l'effet de serre

Autre avancée : la découverte par les chercheurs du Biam d'une nécessité de bien choisir les microalgues dans le cadre du réchauffement climatique. En effet, puissant gaz à effet de serre (300 fois supérieur au CO2), l'oxyde nitreux (N2O) est produit par certaines espèces de microalgues lors de la photosynthèse. Et ce notamment lors de la réduction des nitrates, mais les mécanismes moléculaires demeurent inconnus.

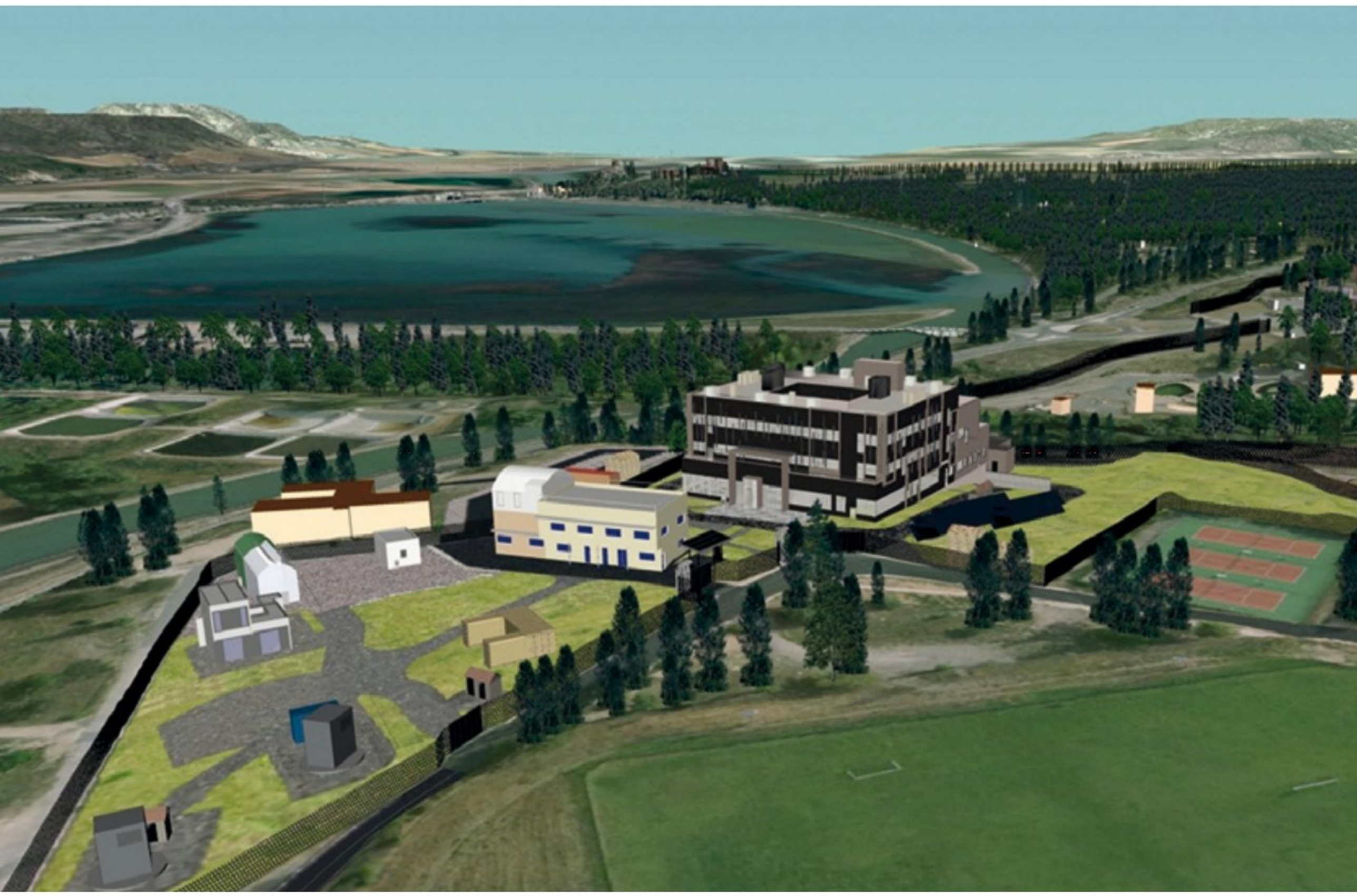
Une équipe du Biam a découvert un acteur majeur de la production de N2O chez les microalgues. En fait, la photosynthèse est responsable d'une production de N2O six fois plus rapide à la lumière que dans l'obscurité. L'étude d'une algue mutante dépourvue d'une protéine flavodiiron a permis d'établir le rôle de cette protéine dans la production de N2O à la lumière, ainsi que le rôle d'une autre protéine (cytochrome p450) responsable de cette production dans l'obscurité.

Les chercheurs ont montré que les deux mécanismes étaient présents chez des microalgues vertes, mais absents chez d'autres espèces comme les diatomées. L'abondance des algues vertes dans les lacs et zones côtières, suite aux rejets massifs de nitrates produits par les activités humaines, suggère que la production de N2O par les microalgues pourrait avoir été grandement sous-estimée jusqu'à aujourd'hui.

Cette étude permet de s'orienter vers un choix d'espèces de microalgues les moins impactantes pour le climat pour la production de biocarburants de troisième génération.

Enfin, toujours au Biam, on notera la découverte récente d'une enzyme algale impliquée dans la synthèse d'hydrocarbures : la Fatty Acid Photodecarboxylase (FAP).

Photobioréacteur à panneaux de taille pilote pour la culture de microalgues.



Le projet Cité des énergies, au CEA de Carradache.

Biocarburants mais aussi alimentation, cosmétique...

Le CEA s'est vu confier par le gouvernement la mission de transférer les technologies vers les industriels. Trois instituts technologiques basés à Grenoble et Saclay œuvrent dans ce sens, de même que des plates-formes telles que celle sur les bioprocédés et microalgues à Cadarache. Depuis son démarrage mi-2014, cette plate-forme a déposé des brevets sur des techniques d'extraction et des séchoirs solaires pour microalgues.

Équipée entre autres de 14 photobioréacteurs et d'une serre pilote dont la surface doit doubler prochainement, cette plate-forme mobilise son savoir-faire pour des applications existantes ou à venir des microalgues : biocarburants, cosmétiques, compléments alimentaires, alimentation animale, chimie du végétal et biomatériaux, traitement de l'eau ou de fumées polluées.

Au niveau mondial, le premier marché des microalgues est celui de l'alimentation humaine (74%), principalement en tant que complément alimentaire à visée nutrition-santé et bien-être. Le second marché (25%) est représenté par l'alimentation animale où les algues y sont fournies séchées ou vivantes. Enfin, le dernier (1%) est représenté par des molécules à haute valeur ajoutée utilisées pour la chimie ou la cosmétique. Il n'existe pas encore de production commerciale de biocarburants à partir des microalgues.

L'un des objectifs de la plateforme est de réaliser du transfert d'innovation vers les entreprises productrices de microalgues, dont la grande majorité est située dans les régions du Sud de l'Europe (PACA, Occitanie, mais aussi Espagne, Portugal, Italie, Maghreb). Cette situation géographique, liée à l'ensoleillement et aux conditions climatiques, est propice à la production en conditions naturelles.

En 1981, le premier photobioréacteur tubulaire européen fut conçu au CEA de Cadarache. Aujourd'hui l'organisme est présent sur toute la chaîne de valeur, d'une production de laboratoire (Biam) à une production semi-industrielle de l'ordre de 1 000 litres, contenant de 3 à 30 kilos de micro-algues (plateforme DRT - Direction de la recherche technologique).

A partir de 2020, le Centre CEA de Cadarache accueille désormais, dans sa « Cité des Energies », le nouveau bâtiment de R&D du Biam, à proximité de la plate-forme de bioprocédés et microalgues.

Fashion
L'HOMME MODERNE

2 jeans à 29 €

seulement !
au lieu de ~~79~~ €

FRAIS DE PORT OFFERTS

Coupe 5 poches, surpiqûres traditionnelles. Fermeture zip et boutons, 2 poches cavalières, poche ticket, 2 poches arrière. 100% coton, lavable en machine.

Coloris assortis : bleu et noir ; tailles du 42 au 56.

42 > 56

RCS Paris B 410 714 885

VOS GARANTIES
- Satisfait ou Remboursé
- 30 jours pour changer d'avis
- Offre valable 1 mois

VOS FRAIS DE PORT OFFERTS AVEC LE CODE PRIVILÈGE **V2260**

0 892 680 165 Service 0,40 € / min + prix appel
7 j/7 de 8 h à 20 h

lhommemoderne.fr/jeans221
Indiquez le code **V2260** dans votre panier

À retourner sous enveloppe affranchie à : Fashion - L'Homme Moderne - BP 10884 - 27008 Evreux Cedex V2260-P3345

☐ **OUI, je profite de votre offre de bienvenue et je reçois mon lot de 2 jeans denim** (1 lot par foyer) pour 29 € au lieu de ~~79~~ €. **Les frais de port de ~~7,95~~ € me sont offerts.**

Je choisis ma taille : ☐ **42** (0237767) ☐ **44** (0237768) ☐ **46** (0237769) ☐ **48** (0237770) ☐ **50** (0237771) ☐ **52** (0237772) ☐ **54** (0237773) ☐ **56** (0237774)

Ci-joint mon règlement total de 29 € seulement par :

☐ Chèque à l'ordre de **FASHION - L'HOMME MODERNE**
☐ Carte bancaire (Carte Bleue, Visa, Eurocard-Mastercard).

N°: _____

Date de validité : ___ ___ Cryptogramme au dos de ma carte : _____ (indispensable)

Cette offre ne m'engage à rien d'autre. Valable 1 mois pour la France métropolitaine et Monaco, dans la limite des stocks disponibles. Expédition sous 6 jours maximum.

Mme/M. : _____
Prénom : _____
Adresse : _____
Code postal : _____ Ville : _____

Pour mieux vous servir :
Téléphone : _____ Date de naissance : _____
Email : _____

Date : _____

FASHION L'HOMME MODERNE

Signature obligatoire :

Conformément à la loi «informatique et libertés» et au Règlement européen du 27 avril 2016, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'autres entreprises. Si vous ne le souhaitez pas, il vous suffit de nous écrire à Fashion L'Homme Moderne – Service clientèle – 94971 Créteil Cedex 9, en nous indiquant vos nom, prénom, adresse et numéro de client. Vos données peuvent être communiquées à un tiers concerné dans le cadre d'un changement de contrôle, de fusion, de cession de fonds de commerce ou d'apport partiel actif de Reder SAS. Les 2 jeans sont de même taille et ne peuvent être vendus séparement, prix unitaire de chaque jean 39,50 €.

Le premier tour du mon

© E.Stichelbaut / polaRYSE / GITANA S.A OU Y.Riou / polaRYSE / GITANA S.A

de en bateau volant !

Le Maxi Trimaran Edmond de Rothschild - Gitana 17, premier maxi-multicoque de course au large conçu pour voler en haute mer, s'apprête à effectuer un tour du monde. Après avoir remporté la Rolex Fastnet Race et la Brest Atlantiques en 2019, puis la Drheam Cup en juillet dernier, il s'élancera cet automne sur une tentative de record du Trophée Jules Verne, mené par ses skippers Franck Cammas et Charles Caudrelier.

Ce trimaran a été conçu par l'architecte Guillaume Verdier, en collaboration avec le bureau d'études Gitana, composé d'experts en perpétuelle recherche d'innovation et d'excellence. Sébastien Sainson, responsable de ce bureau d'études, nous explique les avantages technologiques et les études menées sur ce bateau unique de la catégorie des Ultimes.

Depuis quand des bateaux volent-ils sur l'eau ?

Depuis 2013, lors de la Coupe de l'America. Mais cela se limitait à l'inshore, avec par conséquent des limites de vents et de mers assez faibles. Il fallait appliquer cela à un bateau de course au large, ce qui s'avérait beaucoup plus complexe. Nous avons été les premiers à nous y engager avec le Gitana 15, un trimaran de 70 pieds sur lequel nous avons mis des foils en L et des plans porteurs de safrans. Ce fut un moyen de tester à l'échelle ½ le Maxi Edmond de Rothschild, dont la conception a démarré en 2014 pour une mise à l'eau en juillet 2017. Ce maxi-trimaran de 32 mètres, armé par la famille d'Ariane et de Benjamin de Rothschild, est donc le premier conçu pour voler en haute mer.

Comment cette prouesse est-elle devenue possible ?

Tout d'abord l'apparition des matériaux composites, notamment le carbone, a permis de construire des structures très légères par rapport à leur résistance. Nous utilisons une fibre de carbone très haut de gamme, qui vient de l'aéronautique, et nous testons du carbone à résine nano (dont la résistance est renforcée par des nanoparticules).

D'autre part, nous travaillons beaucoup sur les appendices qui autorisent le vol. Le bateau vole sur 4 points : 1 foil, 2 safrans (un sur un flotteur, un sur la coque centrale), avec des plans porteurs à l'arrière, et 1 dérive sur la coque centrale dotée aussi d'un plan porteur avec un petit volet. Comme une aile d'avion, tous ces appendices ont des plans horizontaux, ce qui permet de faire décoller le bateau. A l'arrière, des petits flaps permettent de pousser vers le haut ou tirer vers le bas. Grâce à cela, nous gérons la stabilité et l'altitude du bateau, lequel peut s'élever jusqu'à 2 mètres au-dessus des flots.

A noter que, sur ces bateaux, hors tentatives de record, une énergie autre qu'humaine n'est pas autorisée, excepté pour le pilote automatique ; tout est donc géré par des pompes hydrauliques manuelles.

Vous améliorez en permanence les performances de ce maxi-trimaran...

Effectivement. Le grand avantage du vol, c'est de gagner énormément en traînée hydrodynamique : le bateau vole sur 4 m² contre une cinquantaine de m² en mode archimédien.

Foil, safrans et dérive permettent au bateau de voler sur 4 mètres carrés !

Comme plus rien ne traîne dans l'eau, nous travaillons à présent sur l'aérodynamisme de la plateforme et du gréement, par exemple en concevant des carénages en toile comme sur les avions. Ce travail d'ensemble sur l'aérodynamisme est assez novateur.

Au niveau de la coque, celle-ci a un fond plat pour aider le bateau à décoller et pour faire fonctionner les foils le plus vite possible. Il faut 25 nœuds de vitesse bateau pour décoller, sans besoin de beaucoup de vent (environ 13-15 nœuds).

Comment s'effectue une boucle de conception d'un safran ou d'un foil ?

La grande difficulté réside dans les charges très élevées que doivent supporter ces appendices, en dépit des matériaux carbone utilisés : le bateau pèse aux alentours de 16 tonnes. Pour obtenir un maximum de vitesse, l'appendice doit être le plus fin possible, sans toutefois casser. Il s'agit donc de trouver les matériaux les plus résistants, et à la fois les plus raides, tout en ayant des sections très fines. Nous consacrons énormément de temps de recherche sur l'optimisation de section, avec des logiciels de calcul de structure et de calcul de fluide (CFD - Computer Fluid Dynamic) qui reproduisent numériquement ce qui va se passer dans l'eau.

Pour l'optimisation, la donnée est un enjeu majeur : sur le bateau, il y a près de 700 capteurs de charge et de fibre optique pour mesurer les déformations et les efforts qui passent dans tous les appendices et la plateforme. Avec 30 points de mesures par seconde par capteur ! Ces données permettent d'optimiser le chargement des appendices, et la répartition de la portance est ensuite tout un jeu d'équilibre.

Et au niveau de l'automatisation ?

Les règles de course à la voile l'interdisent, excepté pour des records comme le Trophée Jules Verne. Gitana 17 sera le premier bateau à faire le tour du monde avec un pilotage de vol. Au lieu de basculer tous les vérins à la main, le pilote automatique peut gérer, à l'image des avions, non seulement la direction mais aussi l'altitude de vol. Sauf qu'un avion n'a pas à prendre en compte l'état de la mer ! Le grand enjeu est d'arriver à faire voler le bateau de façon automatique et qu'il puisse être auto-stable. Cela implique un jeu entre de nombreux capteurs, une centrale inertielle qui calcule tous les accélérations et décélérations sous tous les angles, ainsi que l'altitude. Nous développons pour cela des algorithmes en collaboration la société d'informatique Pixel sur Mer.

L'intérêt est évident : l'homme n'aura jamais la réactivité d'un ordinateur. De plus, si la stabilité des appendices peut être gérée par électronique, cela autorisera à l'avenir à en concevoir d'encore moins grands.

Pouvez-vous nous en dire plus sur vos travaux actuels sur l'aérodynamisme ?

Ces travaux ont pour objectif de réduire la traînée de la plateforme, dans certains cas de créer de la portance. Ainsi, tout ce qui est sur le bateau est caréné au maximum pour générer le moins de traînée possible, à l'image des bras de liaison qui ont une forme d'aile. Certaines de ces ailes créent aussi de la portance, c'est-à-dire qu'elles soulagent littéralement le bateau.

La complexité au niveau aérodynamisme, et c'est tout le travail que nous entreprenons en ce moment, ce sont les mouvements considérables de notre plateforme dans la mer (avec des incidences allant de 2° vers le bas à 4 ou 5° vers le haut). Les ailes doivent pouvoir fonctionner dans tous les cas mais elles ne sont pas réglables, elles sont fixes. Il faut par conséquent trouver le meilleur compromis, créer une portance sans rajouter trop de surface, et que le bateau réponde bien aux différentes assiettes.

Vous opérez à nouveau tout un travail en amont...

Oui, nous utilisons énormément l'informatique, comme pour les appendices (la CFD...). Les plateformes passent dans une soufflerie numérique, et nous sommes capables de prédire les gains et les pertes de chaque petit élément du bateau et de les dissocier, d'aller chercher les meilleurs points de fonctionnement au cas par cas. Le fait d'avoir un bateau très instrumenté, avec des quantités de capteurs, nous fait gagner des connaissances considérables dans le temps. Nous pouvons observer des cas réels de fonctionnement et les retranscrire en informatique. Encore une fois, cela demande énormément de temps et de puissance de calcul pour gérer ces centaines de cas. Mais nos outils numériques permettent de dégrossir le travail et, par la suite, d'optimiser le temps de navigation.

Nous internalisons au maximum ces études avec nos propres logiciels (de conception, CFD...), un simulateur de vol (qui reproduit parfaitement l'assiette, le chargement du bateau, qu'il soit aérodynamique ou hydrodynamique, et où toutes nos innovations peuvent être testées : nouveau safran, foil, carénage). Les marins peuvent naturellement utiliser ce simulateur pour essayer les réglages du bateau, lequel requiert une formation dense.

La Gitana Team est véritablement à l'image de la Formule 1...

Absolument, notre équipe aime avoir une maîtrise et une connaissance de son bateau, et cela nous distingue d'une équipe classique. Nous avons vraiment dessiné le Gitana 17 avec l'architecte Guillaume Verdier et son équipe.

Au bureau d'études, que je dirige en tant qu'ingénieur architecte naval, je suis entouré d'une ingénieure mécanique, d'un ingénieur aéro-hydrodynamique, d'un autre architecte naval qui travaille beaucoup sur le simulateur de vol, d'un ingénieur électronique/informatique embarquée qui développe nos propres outils en interne. Et dans l'équipe technique du Gitana Team, presque tous les corps de métier sont représentés : gréements, hydraulique, mécanique, composite... Nous devons en effet être capables d'entretenir et d'améliorer entièrement notre bateau en interne.

Quel prochain record de vitesse est attendu ?

Les bateaux les plus rapides qui ne volaient pas à proprement dit atteignaient auparavant des vitesses moyennes autour de 32 nœuds, avec des pointes à 40 nœuds. Nous atteindrons les 50 nœuds dans un futur proche puisque les records de vitesse de Gitana 17 dépassent les 46 nœuds. Cependant, ce qui nous intéresse pour accomplir des performances, c'est d'obtenir des vitesses moyennes très élevées, de 40 à 42 nœuds. Lors de la Brest Atlantiques, le Maxi Edmond de Rothschild est ainsi arrivé premier avec 2 jours d'avance.

La Drheam Cup a représenté un galop d'essai réussi pour nos dernières innovations. Nous avons maintenant hâte d'observer le Maxi Edmond de Rothschild lors du Trophée Jules Verne dont le début de stand-by météo est prévu le 1er novembre prochain !

Propos recueillis par Sacha Lorens

© Thierry Martinez-Drheam Cup

La victoire du Maxi Trimaran Edmond de Rothschild - Gitana 17 à la Drheam Cup 2020 !

Les espèces rares bien plus utiles qu'on ne le croit

On pensait que les espèces rares contribuaient faiblement au fonctionnement des écosystèmes. Une hypothèse remise en question récemment. Et ces espèces sont malheureusement plus impactées par les changements climatiques que les espèces communes. C'est donc pour elle une double peine !

En effet, la notion de rareté ne recouvre pas seulement l'abondance ou l'étendue géographique des espèces, mais aussi l'originalité de leurs rôles écologiques. Certaines espèces aux fonctions uniques sont irremplaçables. Il est donc essentiel de les étudier pour étudier leur vulnérabilité aujourd'hui et dans le futur.

Des scientifiques du Centre de synthèse et d'analyse de la biodiversité (Cesab) de la Fondation pour la recherche sur la biodiversité, de laboratoires du CNRS, des universités Grenoble Alpes et de Montpellier et de leurs partenaires ont utilisé deux bases de données regroupant les espèces de mammifères terrestres (4 654 espèces) et d'oiseaux (9 287 espèces) à l'échelle mondiale. Ils ont ainsi cartographié le nombre d'espèces écologiquement rares dans des zones géographiques de 50 km par 50 km à travers le monde.

Ils ont pu démontrer que la rareté écologique des mammifères se concentre principalement dans les tropiques et dans l'hémisphère sud, avec des pics dans les îles indonésiennes, à Madagascar et au Costa Rica. Ce sont surtout des espèces nocturnes et frugivores (chauves-souris ou lémuriens) ou insectivores (comme certains petits rongeurs). Du côté des oiseaux, les espèces écologiquement rares se rencontrent surtout dans les régions montagneuses tropicales et subtropicales (en Nouvelle-Guinée, en Indonésie, dans les Andes et en Amérique centrale). Ces espèces sont frugivores ou nectarivores (comme les oiseaux mouches). La rareté écologique des mammifères comme des oiseaux est largement sur-représentée dans les îles.

Les chercheurs ont aussi classé ces espèces en fonction de leur statut sur la liste rouge de l'UICN. Ils ont constaté que les espèces écologiquement rares étaient sur-représentées dans les catégories menacées de cette liste, tant pour les mammifères (71%) que pour les oiseaux (44,2%), par rapport aux espèces écologiquement communes (2% et 0,5%, respectivement).

Pour chaque espèce, l'exposition à l'impact anthropique, au développement humain (IDH) et aux conflits armés ont été étudiés. Il s'avère que les mammifères et les oiseaux écologiquement rares sont les plus touchés par l'influence humaine que les espèces plus communes et qu'ils sont présents dans tous les types de pays, indépendamment de leur IDH ou du nombre de conflits. Ainsi les Philippines possèdent un IDH et un nombre élevé de conflits et sont considérées comme un point chaud de rareté écologique (19 espèces de mammifères et 15 d'oiseaux écologiquement rares). Tout comme l'Australie qui, à l'inverse, possède un IDH élevé et un faible nombre de conflits, et qui accueille respectivement 10 espèces de mammifères et d'oiseaux écologiquement rares.

En ce qui concerne l'influence du changement climatique, les scientifiques ont montré, grâce à des modélisations, que les oiseaux écologiquement rares seront les plus touchés et que nombre d'entre eux risquent l'extinction d'ici 40 ans.

Ces travaux mettent en évidence que la préservation des espèces écologiquement rares, même dans les zones actuellement protégées, n'est pas suffisante. La prise en compte de l'originalité de leurs rôles écologiques est essentielle. Cela entraîne un vrai changement de paradigme des politiques de conservation nécessaires pour préserver ces espèces indispensables au bon fonctionnement des écosystèmes.

Une solution pour lutter contre le frelon asiatique

C'est une découverte des chercheurs de l'Institut de recherche sur la biologie de l'insecte (IRBI, Université de Tours/ CNRS). Il serait possible de neutraliser les frelons asiatiques sans utiliser de produits chimiques préjudiciables à l'environnement, à la biodiversité et à la santé humaine.

Très invasif, le frelon asiatique *Vespa velutina nigrithorax* est arrivé de Chine et pose de sérieux problèmes en Europe, en Corée du Sud et au Japon. Il représente un grand danger pour nos abeilles domestiques, mais aussi pour certaines activités agricoles (la culture de certains fruits) ou les marchés en plein air. Sans compter le risque pour les humains puisque des cas d'attaques de frelons sont rapportés chaque année, entraînant des décès.

Il n'existait jusqu'à aujourd'hui aucun moyen naturel pour s'en débarrasser et on était obligé d'employer des produits pesticides pour détruire les colonies, avec un certain risque pour la santé des opérateurs et de l'environnement autour du nid (insectes et oiseaux). Les chercheurs de l'IRBI se sont alors inspirés d'un comportement de défense des abeilles asiatiques contre les frelons : ces abeilles se regroupent par dizaines pour se jeter sur un frelon, l'entourent et le tuent par hyperthermie.

Diverses techniques de chauffage (températures différentes, air chaud ou humide, gradients de chaleur ou effets flash, etc.) ont été testées en laboratoire pour tuer les frelons. Puis des tentatives ont été effectuées sur différents frelons selon leur sexe, leur caste, leur stade de développement, pour savoir si ces techniques d'élimination s'appliquaient à l'ensemble des frelons d'une colonie.

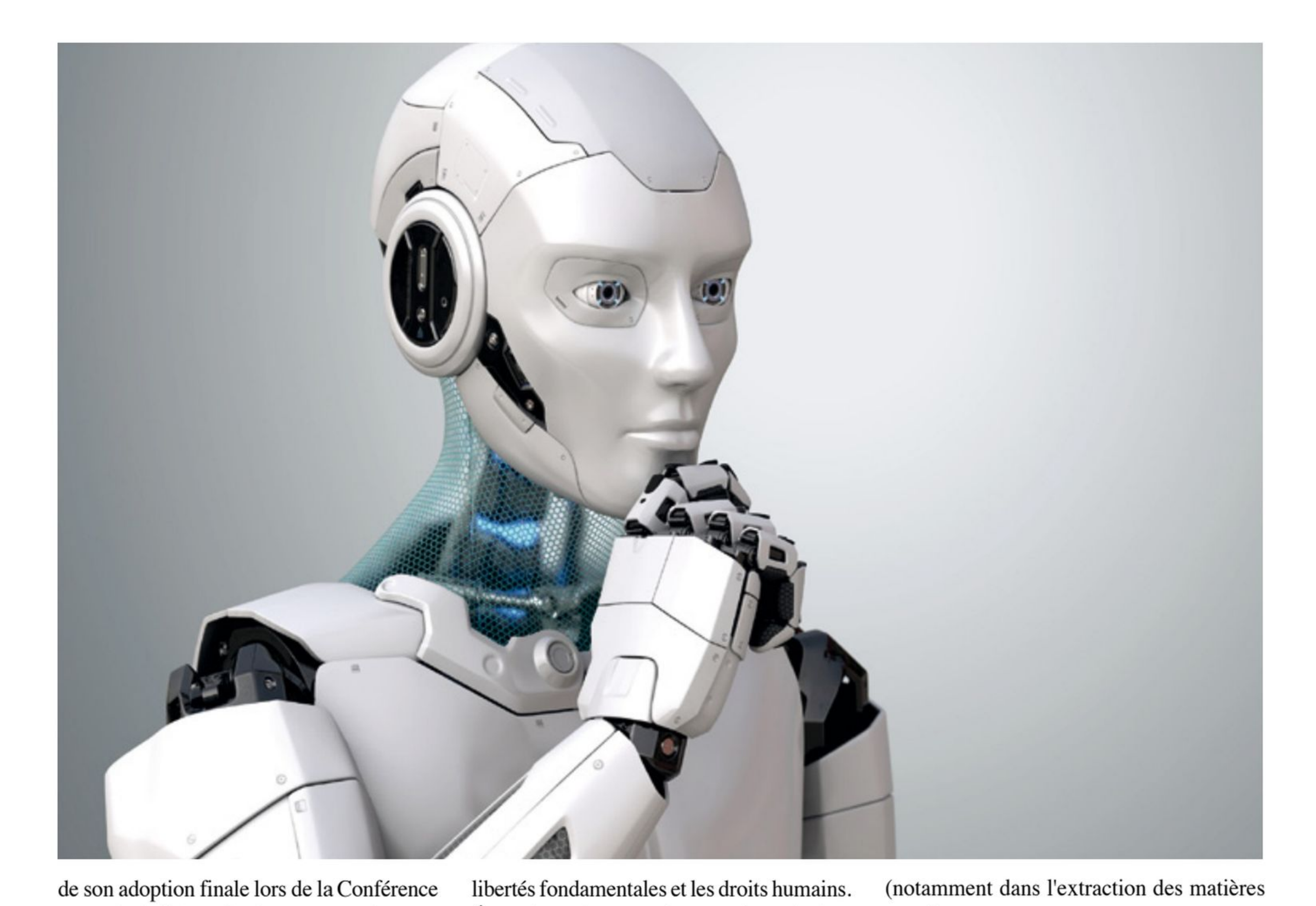
Et finalement, l'utilisation de la vapeur d'eau s'est révélée être la solution la plus efficace. Des prototypes vont être testés pour que de nombreux professionnels puissent utiliser sur le terrain un dispositif basé sur cette technique, remplaçant ainsi l'utilisation de pesticides.

Il est temps de réguler l'éthique de l'intelligence artificielle

Protéger la vie privée, éviter la manipulation... Il y a un an, les États membres de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture ont décidé de lancer le processus de rédaction d'une recommandation mondiale sur l'éthique de l'intelligence artificielle (IA). Suite à quoi le Secrétaire général des Nations Unies, Antonio Guterres, avait félicité l'UNESCO de relever ce défi, soulignant que *« l'IA dessine une toute nouvelle frontière décisive pour l'ensemble des Nations Unies et pour le monde. »*

La mission a été confiée à 24 spécialistes de renom qui ont été en charge d'élaborer un projet de recommandation sur l'éthique de l'IA. Puis un large processus de consultation a permis d'obtenir le point de vue d'une multiplicité d'acteurs : des experts issus de 155 pays, des citoyens via une enquête mondiale en ligne, les agences de Nations unies, des acteurs majeurs du secteur (Google, Facebook, Microsoft), et le secteur académique (Université de Stanford, Académie chinoise des sciences...).

Le projet est aujourd'hui prêt et a été transmis aux 193 états membres de l'UNESCO. Il fera l'objet d'une série de négociations en vue



de son adoption finale lors de la Conférence générale de l'Organisation en novembre prochain. *« Nous devons garder les yeux ouverts, pour que l'intelligence artificielle se développe 'à notre service, et non à nos dépens' »*, a prévenu la Directrice générale de l'UNESCO, Audrey Azoulay.

Des solutions reposant sur l'intelligence artificielle ont vu le jour ces dernières années et les domaines d'application de cette science sont multipliés. Et ce d'autant plus depuis la pandémie de Covid-19 afin d'accélérer la recherche d'un vaccin et identifier les cas contacts de personnes testées positives. L'IA a aidé à l'essor de la télémédecine et de l'apprentissage à distance, elle a également servi à mobiliser des drones pour livrer du matériel médical. Un instrument de régulation à l'échelle mondiale devient donc nécessaire.

Quels sont les risques de l'IA ? Que les machines décident à la place de l'homme. Qu'elle porte atteinte au droit à la vie privée des individus. Qu'elle expose les utilisateurs à la manipulation, compromettant alors les libertés fondamentales et les droits humains. Étant donné les quantités massives de données récoltées et analysées chaque jour, des enjeux majeurs sont apparus : la confidentialité, le respect de la vie privée, le risque de reproduction de pratiques discriminatoires, la propagation de stéréotypes.

Certains concepts essentiels font partie du projet :

- la proportionnalité : les technologies d'IA ne doivent pas dépasser les limites préétablies pour atteindre des buts ou des objectifs légitimes, et elles doivent être adaptées aux contextes de leur utilisation ;

- la surveillance et la détermination humaine : les humains sont éthiquement et légalement responsables de toutes les étapes du cycle de vie des systèmes d'intelligence artificielle ;

- la gestion de l'environnement : les systèmes d'IA doivent contribuer à l'interconnexion pacifique de toutes les créatures vivantes entre elles et respecter l'environnement naturel (notamment dans l'extraction des matières premières) ;

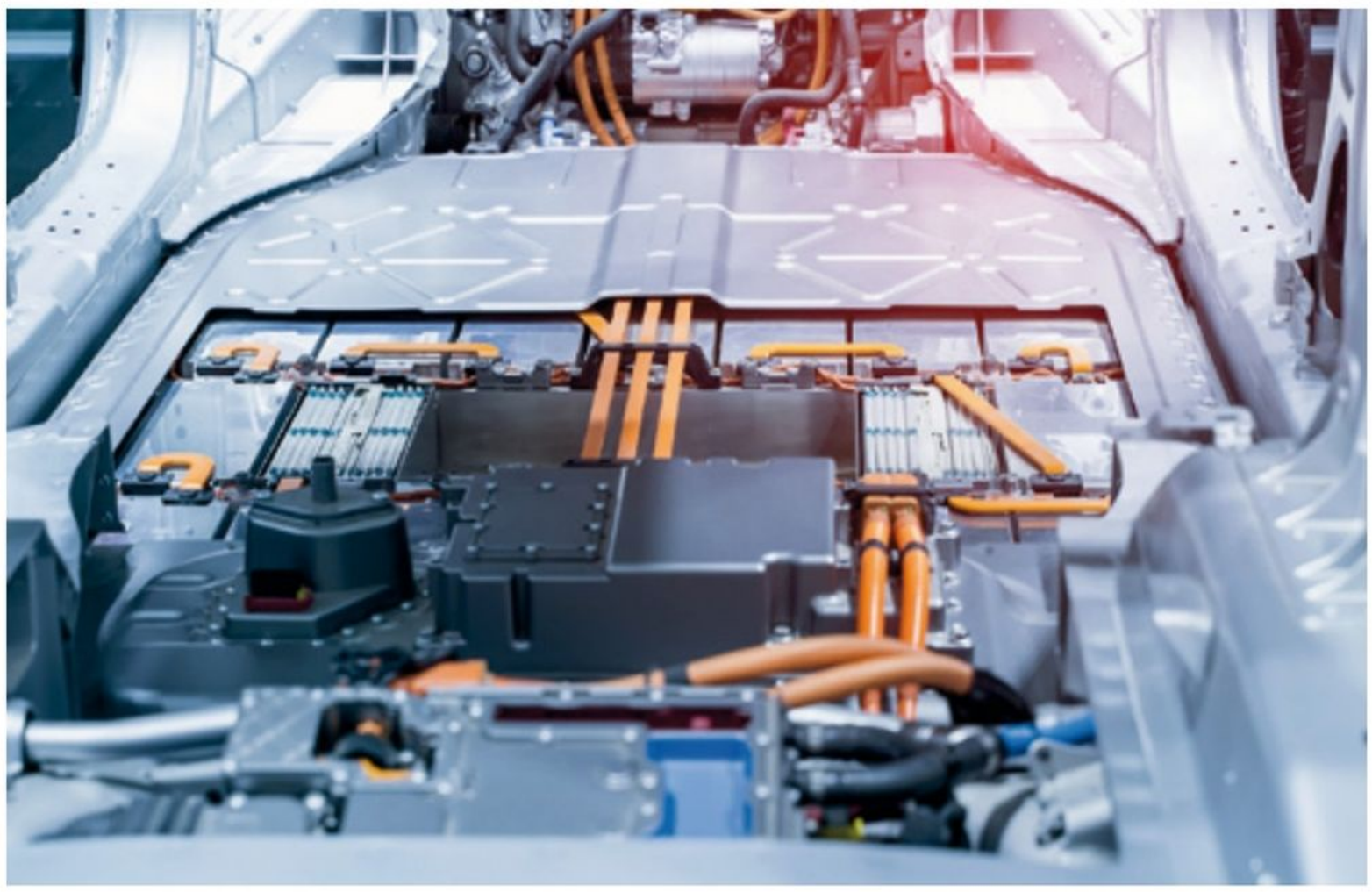
- l'égalité des genres : les technologies d'intelligence artificielle ne doivent pas reproduire les écarts entre les genres existants dans le monde réel (notamment en ce qui concerne les salaires, la représentation, l'accès et la diffusion de stéréotypes). Des actions politiques, y compris en matière de discrimination positive, seront nécessaires pour éviter ces écueils majeurs.

L'UNESCO aidera les gouvernements et les acteurs de la société civile à mettre en place des actions concrètes de sensibilisation et des outils d'évaluation des impacts éthiques de l'intelligence artificielle dans tous les domaines.

Tout en souhaitant établir un consensus international sur la question, les experts invitent les Etats membres et les acteurs de l'IA à sensibiliser davantage le grand public en soulignant l'importance de l'éducation au numérique pour tous.

Des batteries sans lithium

Elles sont plus sûres, plus puissantes, et elles utilisent des ressources géopolitiquement stables : on peut donc les qualifier de batteries idéales ! Des scientifiques genevois ont découvert un moyen de fabriquer des piles en se passant du lithium...



Nos appareils électroniques et nos véhicules électriques fonctionnent avec des batteries au lithium. Entre l'électrolyte, un liquide inflammable, et le lithium, une ressource limitée au cœur d'enjeux politiques majeurs, cette utilisation n'est donc pas exempte de défauts.

Pour les démarches de durabilité, les enjeux de stockage d'énergie sont colossaux. De fait, le développement de véhicules électriques n'émettant pas de gaz à effet de serre repose sur l'existence de batteries puissantes et sûres, tout comme le développement des énergies renouvelables, solaire ou éolienne dépend des capacités de stockage de l'énergie. Les batteries au lithium représentaient la réponse à ces défis. Mais le lithium nécessite des électrolytes liquides hautement explosifs en cas de fuite. De plus le lithium est rare sur le globe terrestre, et il crée des problématiques géopolitiques analogues à celles causées par le pétrole.

Le sodium est un bon candidat pour remplacer le lithium du fait de ses propriétés chimiques et physiques proches. Et surtout il est présent partout. Mais il est plus lourd, et a donc des difficultés à se balader dans l'électrolyte des piles. Des scientifiques japonais et américains avaient identifié dans les années 2013-2014 les hydroborates comme étant de bons conducteurs de sodium à plus 120°C. Une température trop élevée cependant pour un usage courant des batteries.

Les spécialistes en cristallographie de l'Université de Genève (UNIGE) ont su tirer parti de cette découverte. Experts depuis des décennies sur les hydroborates pour des applications comme le stockage de l'hydrogène, ils ont travaillé sur l'abaissement de la température de conduction. *« Nous avons obtenu de très bons résultats avec d'excellentes propriétés compatibles avec les piles. Nous avons réussi à utiliser les hydroborates comme électrolyte de la temperature ambiante à 250 degrés Celsius, sans problème de sécurité. De plus, ils résistent à de plus hautes différences de potentiel et les piles peuvent donc stocker plus d'énergie »*, note Radovan Cerny, Professeur au laboratoire de cristallographie de l'UNIGE et responsable du projet.

La structure des hydroborates laisse apparaître des sphères de bores et d'hydrogène chargées négativement et ces espaces sphériques laissent suffisamment de place pour le passage des ions de sodium de charges positives. *« Néanmoins, comme les charges négatives et positives s'attirent, il a fallu amener du désordre dans la structure pour perturber les hydroborates et permettre le mouvement du sodium »*, explique Matteo Brighi, postdoctorant à l'UNIGE et premier auteur de l'étude.

Cette publication est une véritable boite à outils destinée aux développeurs de piles. De nouvelles générations de piles, plus stables et plus puissantes, devraient en découler. En Suisse, une expertise existe grâce à une étroite collaboration entre l'UNIGE et l'EMPA à Dübendorf, qui travaillent actuellement à la création d'une batterie solide au sodium à 4V, donc plus puissante que celle de 3V publiée déjà en 2019.

Émulsifiants et microbiote ne font pas bon ménage

Pour avoir un microbiote en bon état, rien de mieux qu'une alimentation saine et naturelle. Les additifs contenus dans de nombreux plats transformés, par exemple les émulsifiants, pourraient avoir un impact délétère sur certaines bactéries du microbiote intestinal, ce qui conduirait à une inflammation chronique source de bien des maladies.

À travers le monde, la prévalence des maladies inflammatoires chroniques de l'intestin ne cesse d'augmenter : cela concernerait près de 20 millions de personnes. Parmi ces pathologies, la maladie de Crohn et les rectocolites hémorragiques. Des facteurs à la fois génétiques et environnementaux ont été mis en cause pour expliquer cette inflammation de l'intestin. Depuis plusieurs années, le chercheur Inserm Benoît Chassaing et son équipe à l'Institut Cochin (Inserm/CNRS/Université de Paris) s'intéressent au rôle de l'alimentation dans ces pathologies, et notamment à l'impact de certains additifs alimentaires comme les émulsifiants.

Car ceux-ci sont largement utilisés par l'industrie agroalimentaire pour améliorer la texture des produits transformés et en prolonger la durée de conservation. Par exemple la lécithine et les polysorbates permettent de garantir la texture onctueuse des crèmes glacées industrielles, et d'éviter aussi qu'elles fondent trop rapidement une fois servies.

Les scientifiques ont supposé que les émulsifiants auraient un impact seulement sur certaines bactéries spécifiques, lesquelles seraient inoffensives dans des conditions ordinaires, mais auraient un potentiel pathogène. En présence d'agents émulsifiants, elles seraient capables de favoriser le développement d'une inflammation intestinale chronique et de maladies associées.

Pour leur étude, publiée dans la revue *Cell Reports*, les chercheurs se sont intéressés aux effets de deux émulsifiants sur un intestin sans microbiote, et sur un microbiote simple (composé seulement de 8 espèces de bactéries). Ils les ont colonisés avec une souche de la bactérie Escherichia coli (les « bactéries AIEC ») associée à la maladie de Crohn. Ils ont pu constater qu'en l'absence de bactéries, la consommation de ces émulsifiants était inoffensive. Alors que lorsque le microbiote était là, il y avait un développement d'une inflammation intestinale chronique et de dérégulations métaboliques. Lorsque les bactéries étaient en contact avec les émulsifiants, elles sur-exprimaient des groupes de gènes qui augmentaient leur virulence et leur propension à générer l'inflammation.

La prochaine étape des travaux consiste à lister l'ensemble des bactéries ayant les mêmes effets que les bactéries AIEC au contact de ces additifs alimentaires. Comme l'explique Benoît Chassaing, *« s'il est illusoire de penser que l'on pourra bannir les émulsifiants de notre alimentation, les modèles et les méthodologies que nous avons développés ici vont aussi nous permettre de tester l'action de plusieurs types d'agents émulsifiants sur le microbiote afin identifier ceux qui n'auraient pas d'effets délétères, et ainsi encourager leur usage »*.

MAGAZINES, JOURNAUX, CARNETS, ENVELOPPES...

TOUT SAVOIR POUR NE PAS SE TROMPER DANS LE TRI DES PAPIERS

Vous êtes le premier acteur du recyclage grâce à votre geste de tri des papiers.
Tout savoir pour ne pas se tromper.

1. TOUS LES PAPIERS DU QUOTIDIEN SE RECYCLENT

Feuilles de papier, enveloppes, cahiers, journaux, magazines... sont parfaitement recyclables. Même avec des agrafes, spirales ou avec des éléments en plastique… Lors du recyclage, le papier est traité en plusieurs étapes de nettoyage et filtrage qui les éliminent.

2. ATTENTION, IL EXISTE DES FAUX-AMIS

Certains papiers portent le nom de papier mais ne se recyclent pas. Par exemple tous les papiers d'hygiène ou certains papiers cadeaux qui sont en plastique. D'autres « papiers » comme le papier photo ou le papier peint ont des traitements (plastification, résistance à la lumière, colle...) qui altèrent leur capacité de recyclage. Ils sont donc destinés au bac des ordures ménagères.

3. LES CONSIGNES DE TRI PEUVENT VARIER SELON LES COMMUNES

Vous l'aurez peut-être remarqué, on ne trie pas de la même façon partout en France, parfois tous les emballages et les papiers vont dans le même bac, parfois il faut les séparer. Peu importe le dispositif de collecte de nos papiers, ils sont traités pour être recyclés.

CITEO

Le grand site Tour Eiffel dévoilé en 3D

La maquette 3D intelligente qui sera utilisée lors du réaménagement du grand site Tour Eiffel a été dévoilée : un site de 2,4 km² ! Le modèle sera utilisé par la Ville de Paris et les candidats sélectionnés notamment pour collaborer tout au long du processus, permettant de découvrir la Tour Eiffel et le site environnantcomme jamais auparavant - en 3D virtuelle !

Autodesk, partenaire technologique collaborant avec la Ville de Paris sur ce projet prestigieux et unique, a utilisé le BIM (Building Information Modeling) pour créer le plus grand modèle urbain au monde de ce type, comprenant les bâtiments, les routes et les infrastructures, les zones piétonnes, les ponts, le mobilier urbain et les espaces verts environnants.

Pour l'équipe d'Autodesk chargée de capturer et créer les données pour le modèle 3D intelligent, l'ampleur du projet a été un défi passionnant à relever. Le mappage précis des 2,4 km² du site a nécessité des relevés par LiDAR (télédétection par laser) permettant de générer 194 blocs de nuages de points, une photographie aérienne précise à 2-5 cm selon les zones, et enfin la création de 342 Go de données de nuage de points. Soit 10,3 milliards de points !

Au cours des prochains mois, Autodesk accompagnera la Ville de Paris et les candidats sélectionnés dans la conception, la visualisation, la simulation et la collaboration autour du projet en leur donnant accès à une version simplifiée du modèle 3D intelligent à utiliser pendant les différentes étapes du processus du dialogue. Le modèle aidera à visualiser les idées de conception des différents candidats du futur espace urbain à partir de divers points de vue. De plus, le jury utilisera le modèle pour mieux visualiser en caméra subjective l'ensemble des aménagements proposés et en particulier les parcours visiteurs envisagés.

Le choix de la proposition et de l'équipe lauréate de conception sera dévoilé au printemps 2019 et la réalisation du projet gagnant débutera en 2021. La rénovation du site de la Tour Eiffel, englobant notamment le Trocadéro et le Champ de Mars, sera finalisée pour les jeux d'été 2024 et en amont d'autres événements majeurs comme l'Exposition Universelle de 2025 ou la Coupe du Monde de Rugby de 2026.

Même si le réaménagement vise à rendre la zone plus agréable pour les visiteuses et les visiteurs, ce projet n'a pas uniquement une vocation cosmétique. Avec ce projet, la Ville de Paris a pour ambition de rendre la visite du site plus agréable et accessible à tous, de proposer davantage de services tout au long du parcours, mais aussi une offre culturelle permettant de redécouvrir la richesse historique et patrimoniale du site. Pour cela, il s'agira d'améliorer la qualité des cheminements piétons depuis les transports en commun, mais aussi l'orientation et l'information en temps.

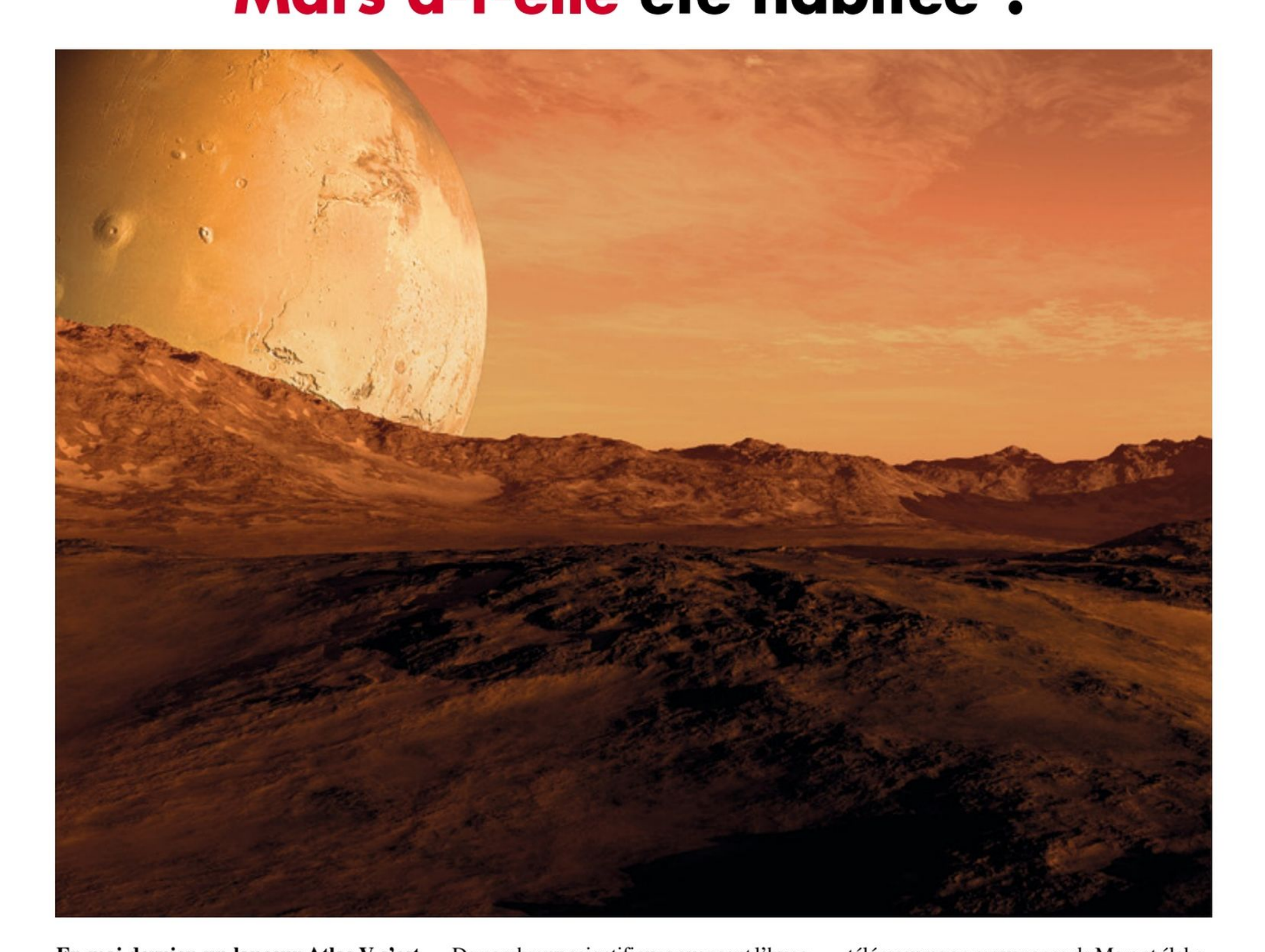
Au-delà de la renommée du site et de son importance au niveau local, ce projet de réaménagement aura une résonnance internationale. Il représente l'une des plus prestigieuses utilisations du BIM au monde pour ce type de projet urbain.

Promouvoir le BIM dans le monde entier

Les professionnels du BTP font face à une pression constante pour délivrer les projets à temps, qui soient plus rentables, tout en limitant le gaspillage et en ayant une empreinte carbone réduite. Le processus BIM, ainsi que d'autres technologies basées sur le cloud, sont une réponse. Ils peuvent aider les architectes, les ingénieurs et les maîtres d'œuvre à visualiser les idées de conception avant leur construction, permettant de réaliser des projets plus précis. Ils offrent aussi une collaboration plus étroite entre les équipes puisque les idées de conception peuvent être accessibles de n'importe où, à tout moment.

** Pour en savoir plus sur le projet : https://www.paris.fr/actualites/un-appel-a-projets-pour-reamenager-la-tour-eiffel-5397 https://youtube/yq6ANyU5mYM*

Mars a-t-elle été habitée ?



En mai dernier, un lanceur Atlas V s'est élancé dans le ciel californien et a injecté vers Mars, InSight (INterior exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport), la 12ème mission du programme Discovery de la NASA, à laquelle participent le CNES et le DLR. InSight voyage six mois et arrivera sur Mars le 26 novembre.

Son objectif scientifique est de mieux comprendre la structure interne de Mars, comment la planète s'est formée et comment elle a évolué jusqu'à devenir le désert glacé actuel. Grâce à des instruments sophistiqués de géophysique, encore jamais utilisés sur Mars, InSight mesurera l'activité sismique de la planète rouge, son flux de chaleur interne et les subtiles variations de sa vitesse de rotation. De nombreux scientifiques avancent l'hypothèse qu'un environnement similaire à celui de la Terre a existé sur Mars au début de son histoire, avant qu'elle devienne une planète désertique et glacée. Dans ce contexte se pose une question essentielle : Mars a été habitable mais a-t-elle été habitée ?

Le sismomètre SEIS est l'instrument central de la mission. Le CNES en est le maître d'oeuvre et l'IPGP (Institut de Physique du Globe de Paris, CNRS, Université de Paris-Diderot) en assure la responsabilité scientifique. L'objectif de SEIS est d'analyser les « tremblements de Mars » et les impacts météoritiques pour visualiser son intérieur. Le CNES a développé un segment sol dédié au Centre Spatial de Toulouse, le SISMOC (SeIS on Mars Operation Center), pour analyser les télémesures en provenance de Mars et élaborer les télécommandes de SEIS pendant toute la durée de la mission. Les données sismiques recueillies par le SISMOC puis transférées au Mars SEIS Data Center de l'IPGP bénéficieront aux scientifiques du monde entier et au réseau SISMO à l'École (GeoAzur).

Jean-Yves Le Gall, Président du CNES, a déclaré : « *En apprendre plus sur la structure interne de Mars est le graal de la communauté scientifique internationale à qui je donne rendez-vous le 26 novembre pour l'atterrissage dans la partie Ouest de la plaine Elysium Planitia. La coopération spatiale franco-américaine est une nouvelle fois mise à l'honneur grâce à cette mission tant attendue* ».

Laisser la trace de notre humanité sur la Lune

Cinquante ans après le premier pas de l'homme sur notre satellite, un projet dont le CEA est partenaire décollera en 2019 pour marcher dans les pas du programme Apollo. Cette mission nommée Sanctuary, la première exploration spatiale financée par des entreprises privées, emportera 17 disques de saphir portant témoignage de notre époque.

Le 20 juillet 2019, le monde entier célèbrera le 50e anniversaire du premier pas de l'humanité sur la Lune. Pour marquer cet évènement, une mission d'exploration spatiale privée - une première - sera lancée depuis Cap Canaveral d'où les astronautes d'Apollo 11 s'envolèrent pour la Mer de la Tranquillité.

Cette mission, essentiellement financée par Audi et Vodafone, a été réalisée par une équipe d'ingénieurs allemands, les PTScientists. Ils ont conçu une sonde (ALINA) qui alunira dans la région de Taurus Littrow, non loin du site d'Apollo 17, ultime mission du programme lunaire américain. Ce sera aussi la première mission spatiale dédiée à l'archéologie. Pendant 12 jours - presque un jour lunaire - deux robots exploreront les vestiges laissés par les astronautes américains 47 ans auparavant.

© Sanctuary Project

Un disque de démonstration du projet Sanctuary. Les disques finaux, d'un diamètre de 9 cm, seront composés de 2 milliards de pixels de 1,4 micron.

Sur les flancs de la sonde sera fixé un cube d'une dizaine de centimètres d'arête contenant 17 disques de saphir pesant 700 grammes. Gravés à leur surface, des pixels noirs et blancs, 50 fois plus fins qu'un cheveu, représentent sous forme de textes, d'images, de diagrammes ou de données codées l'intégralité de deux génomes humains (un homme, une femme), une sélection d'informations scientifiques, d'œuvres artistiques et de travaux collaboratifs : c'est le projet Sanctuary.

Pour concevoir les contenus de ces disques, un groupe de scientifiques, d'ingénieurs et de graphistes français, canadiens et allemands s'est constitué en janvier 2017. Enthousiastes de l'exploration spatiale, ils avaient tous en tête les messages apposés sur les sondes Pioneer et Voyager, lancées dans les années 70 vers les confins du système solaire. À leur bord, une plaque d'aluminium doré ou un vidéodisque portaient des informations sur l'humanité et notre planète. Des artefacts supposés intelligibles par une hypothétique intelligence extra-terrestre. Le but de Sanctuary est tout autre. Posé sur la Lune, en périphérie de la Terre, ses éventuels découvreurs seront vraisemblablement nos descendants, dans un lointain futur. Il s'agit de leur parler de nous, d'ici et de maintenant.

Une fois la mission d'exploration achevée, Sanctuary fera partie des vestiges inertes laissés sur la Lune par les missions passées, américaines, soviétiques et chinoises. Au même titre qu'eux, Sanctuary portera la mémoire - forcément imparfaite - d'une époque, d'un monde. Pour des millions d'années...

Une photo de vous sur la Lune ?

Le projet Sanctuary vous permet d'envoyer dès maintenant une photo de vous (un 'selfie'), accompagnée d'un court texte, sur le site du projet. 3 000 selfies seront sélectionnés au hasard. Si votre "message pour la Lune" en fait partie, il sera traité par l'équipe du projet pour en réaliser une microgravure en noir et blanc de 0,07 millimètre sur 0,03 millimètre, mais d'une résolution de 500 pixels. Les selfies de groupe sont également acceptés.

http://www.sanctuaryproject.eu/selfies/#uploadselfie

Le Paléolithique complètement bouleversé

Des outils du Paléolithique moyen étaient présents en Inde péninsulaire dès 385 000 ans, soit près de 250 000 ans avant ce qui était affirmé sur la base des découvertes réalisées jusqu'ici en Asie du Sud. Cela change la perspective concernant la chronologie de la diffusion hors d'Afrique de technologies lithiques. On pensait celles-ci élaborées en Afrique à partir de 300 000 ans au plus tôt par l'homme anatomiquement moderne, *Homo sapiens*.

En Inde, il y a 385 000 ans, on taillait la pierre comme *Homo sapiens* !

Lors d'une première sortie d'Afrique qui s'est effectuée il y a au moins 1,7 million d'années, des groupes d'homininés avaient déjà exporté avec eux l'instrument qui faisait à cette époque l'image de marque de cette culture : le biface acheuléen. Ces bifaces se sont propagés à travers l'ancien monde plus ou moins rapidement.

Dans la mesure où les vestiges préhistoriques fossiles (dents, crânes, squelettes) sont de manière générale extrêmement rares dans les archives terrestres, l'évolution des humains ou de leurs ancêtres en Asie est la plupart du temps reconstituée à partir de transformations que l'on détecte dans les assemblages d'outils, dont les caractéristiques contribuent collectivement à définir une culture préhistorique.

Une équipe de chercheurs franco-indienne* a analysé les couches stratigraphiques d'un site archéologique situé à Attirampakkam, à environ 70 km de l'actuelle métropole de Chennai, en Inde. Elle a inventorié et classé plus de 7 000 objets en quartzite dégagés des strates supérieures nouvellement datées du site de fouille, donc situées au-dessus des strates acheuléennes précédemment datées. Les nouvelles données prouvent dès 385 000 ans un abandon graduel mais définitif des technologies acheuléennes, qui se miniaturisent puis disparaissent en faveur de stratégies de taille typiques du Paléolithique moyen, et notamment la très caractéristique méthode de débitage Levallois.

Les techniques de débitage se sont transformées à Attirampakkam jusque vers 172 000 ans en deux phases bien distinctes, évoquant une culture locale en évolution dont les ressemblances et différences avec une multitude d'autres sites à travers le monde ont été répertoriées avec minutie par les chercheurs. Une raréfaction de la présence d'artefacts préhistoriques de toutes natures s'observe après 74 000 ans, peut-être en lien avec un abandon du site causé par l'éruption massive et bien documentée du volcan Toba à Sumatra (Indonésie) à la même époque.

De prime abord, le commencement de la période couverte par l'étude paraît trop précoce pour admettre qu'une migration hors d'Afrique d'*Homo sapiens* ait pu assurer la propagation de telles technologies du Paléolithique moyen jusqu'en Inde du Sud dès 385 000 ans. On doit néanmoins en inférer soit que ces dispersions humaines ont eu lieu beaucoup plus tôt qu'on ne le pensait auparavant, soit que des processus cognitifs autochtones, et donc parmi des espèces plus archaïques qu'*Homo sapiens*, ont contribué au développement des technologies du Paléolithique moyen en Asie du Sud.

Ces deux options ne sont a priori pas exclusives, mais en l'absence de vestiges fossiles, il demeure pour l'instant rigoureusement impossible de trancher entre les différents scénarios envisageables.

En tout cas, il devient nécessaire d'admettre que les sorties d'Afrique par des homininés dotés de cultures distinctes ne se sont pas réduites aux deux grands événements devenus classiques dans la littérature : *Homo erectus* avec ses bifaces durant le Quaternaire ancien, puis *Homo sapiens* avec ses Levallois au cours du dernier interglaciaire du Quaternaire moyen, soit à partir de 125 000 ans.

De multiples dispersions d'espèces, jusqu'ici plus discrètes car mal documentées, ont pu s'être produites durant les périodes plus reculées du Quaternaire moyen. Par exemple, la période de 385 000 ans inclut un très long intervalle interglaciaire, connu pour son climat plus chaud et plus humide que les interglaciaires ultérieurs, et durant lequel les déserts d'Afrique et du Moyen-Orient auraient été beaucoup plus verdoyants qu'aujourd'hui. Les chasseurs-cueilleurs auraient ainsi rencontré entre l'Afrique et l'Asie du Sud un continuum d'écosystèmes de steppe et de savane sans interruption majeure par une barrière désertique, favorable à la dispersion des faunes cynégétiques avec lesquelles ils ont co-évolué.

**Yanni Gunnell, professeur à l'Université Lumière Lyon 2 et rattaché au laboratoire Environnement, Ville, Société (EVS), et une équipe indienne menée par Shanti Pappu et Kumar Akhilesh, chercheurs au Sharma Centre for Heritage Education à Chennai.*

Un corps extrasolaire dans notre Système solaire

L'astéroïde 2015 BZ509 est le tout premier corps du Système solaire dont l'origine extrasolaire est démontrée : une découverte étonnante réalisée par le chercheur du CNRS Fathi Namouni et sa consœur brésilienne Helena Morais.

Certains corps de notre système solaire pourraient-il provenir des environs d'autres étoiles ? Les astronomes sont divisés sur le cas des comètes, dont certains imaginent qu'elles puissent s'être formées autour d'autres étoiles avant d'être capturées par notre Soleil... sans l'avoir jamais prouvé. Quant au cas célèbre d'Oumuamua, un astéroïde frôlant la Terre en 2017, il provenait certes d'un autre système solaire mais ne faisait que passer, tel un touriste, et poursuivre son chemin vers d'autres mondes.

L'astéroïde 2015 BZ509, lui, est bien un membre permanent du Système solaire... mais il n'y serait pas né, comme le démontrent les calculs des chercheurs. Découvert par les télescopes Pan-Starrs à Hawaii en 2014, l'objet fait environ 3 km de diamètre. Il occupe l'orbite de Jupiter et tourne autour du Soleil à la même vitesse que la planète géante. Sauf qu'il le fait… en sens inverse. Or les astéroïdes qui ont de telles orbites rétrogrades se trouvent habituellement dans les confins du Système solaire. Seuls certains d'entre eux, les Centaures, s'aventurent occasionnellement vers les planètes géantes pour n'y séjourner que quelques millions d'années.

Intrigués par ce particularisme, Fathi Namouni et Helena Morais ont retracé l'orbite de 2015 BZ509 par simulation numérique en utilisant le Mésocentre Sigamm installé à l'Observatoire de la Côte d'Azur. Ils ont pu ainsi remonter durant 4,5 milliards d'années jusqu'à la naissance du Système solaire. Surprise : 2015 BZ509 a toujours eu une orbite rétrograde, même aux premiers temps du Système solaire, alors qu'à cette époque, absolument tous les astéroïdes et planètes tournaient autour du Soleil dans le même sens. Cela implique que 2015 BZ509 n'est pas originaire de notre système solaire et qu'il a dû naitre dans un système stellaire voisin avant d'être capturé par Jupiter.

Une immigration tout à fait possible car l'amas d'étoiles original dans lequel le Soleil s'est formé contient des étoiles possédant leurs propres planètes et astéroïdes. La grande proximité de ces étoiles, combinée aux forces gravitationnelles des planètes, a pu permettre à ces systèmes stellaires d'attirer, d'enlever et de se capturer des astéroïdes les uns des autres.

2015 BZ509 est donc le premier astre du Système solaire dont l'origine extrasolaire a été identifiée. Mais la liste pourrait bientôt s'allonger. En effet, pour mener cette simulation, les deux chercheurs ont créé numériquement un essaim d'un million de clones de 2015 BZ509 évoluant dans les mêmes conditions. Au fil du temps, la majorité d'entre eux sont restés stables sur leur orbite, beaucoup d'autres sont « tombés » vers le Soleil. Mais quelques-uns de ces astéroïdes virtuels ont été expulsés sur une orbite polaire, à la perpendiculaire du plan où se trouvent les orbites des planètes. Or, des astéroïdes en orbite polaire existent bel et bien aujourd'hui : ils ne sont qu'une dizaine, au-delà de Neptune, la plus éloignée des planètes. Des candidats désormais sérieux pour rallonger la liste des corps extrasolaires du Système solaire.

Comprendre exactement quand et comment 2015 BZ509 a migré dans le Système solaire permettrait de mieux connaitre l'environnement originel du Soleil et de fournir des indices supplémentaires sur l'enrichissement potentiel de notre environnement primaire avec des composants nécessaires à l'apparition de la vie sur Terre.

Naples la nuit

À bord de la Station spatiale internationale, un astronaute a pris cette photo des lumières de Naples et de la région de la Campanie, au sud de l'Italie. La région de Naples est l'une des plus brillantes de la péninsule. Environ 3 millions de personnes vivent dans et autour de cette agglomération.

Une solution révolutionnaire pour dessaler l'eau de mer

La surface de la Terre est recouverte à plus de 70% d'eau. Difficile d'imaginer qu'il puisse exister des endroits où boire de l'eau potable est impossible. Pourtant plus d'un milliard de personnes à travers le globe ne peut y accéder. La raison ? Près de 97% de l'eau terrienne est contenue dans des océans d'eau salée. Le processus pour dessaler l'eau de mer est à la fois gourmand en énergie et coûteux, les interactions unissant l'eau et le sel étant extrêmement compliquées à briser.

C'est ce que veulent améliorer les enseignants-chercheurs Adrien Nicolaï et Patrick Senet, du laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne (ICB - CNRS/Université de Bourgogne/Université de Technologie Belfort-Montbéliard). Leur étude, conjointement menée avec des chercheurs des universités de Pennsylvanie, a utilisé des matériaux à deux dimensions, une catégorie de nanomatériaux d'épaisseur d'un à trois atomes. Ces fines couches sont exposées à un faisceau ionique capable de percer des trous de la taille d'un atome, faisant de ces matériaux poreux, des tamis nanoscopiques.

Les expériences ont été menées aux Etats-Unis. Elles s'appuient sur les simulations numériques de ces nouvelles membranes filtrantes et sur une modélisation du phénomène réalisées au laboratoire ICB, en utilisant la puissance du Centre de Calcul de l'université de Bourgogne (CCuB). *« Cette expertise de modélisation est unique et, chose rare en Europe, nous avons reçu un financement direct de l'US Air Force pour mener à bien nos travaux »*, commente Patrick Senet.

Grâce à des pores aussi petits, lorsqu'une solution salée est déposée sur ce nanomatériau, seules les molécules d'eau sont capables de passer au travers, les ions formant le sel restant prisonniers de la membrane, séparant ainsi le sel de l'eau.

« En observant attentivement les images de microscopie électronique, nous avons pu modéliser en détail les différents trous dans les membranes filtrantes et simuler le passage des molécules d'eau et des ions. Ce sont des calculs gigantesques avec plus 200 000 atomes à simuler, qui prendraient plusieurs années s'ils devaient être exécutés sur un seul coeur de calcul », commente Adrien Nicolaï.

Si cette méthode de désalinisation fonctionne à petite échelle, un défi d'envergure attend désormais les chercheurs : appliquer cette méthode sur un nanomatériau à deux dimensions plus grand, et donc plus difficile à fabriquer. L'équipe travaille actuellement sur ce problème, ainsi que sur différentes configurations atomiques des nanopores et de leurs effets filtrants sur l'eau salée qui les traverse. Ils creusent également une autre piste en essayant différentes combinaisons de solutions salées et différentes tailles d'ions.

Et demain, peut-être serons-nous capable de dessaler l'eau de mer aussi simplement qu'en la filtrant dans une carafe...

L'ÉVÉNEMENT MAGAZINE

MARINE LE PEN ET SI ELLE RENONÇAIT ?

UNION DES DROITES

STRATÉGIE GAGNANTE POUR 2022 ?

Trimestriel N°38 - Juillet - Août - Septembre 2021 - BEL : 5,10 €

IDRISS ABERKANE : *« LIBÉRONS NOS CERVEAUX ! »*

ABONNEZ-VOUS

Et renvoyez ce bon à *Lafont presse* 53 - rue du Chemin Vert - CS 20056 - 92772 Boulogne-Billancourt Cedex

L'ÉVÉNEMENT MAGAZINE

OUI, je m'abonne à *L'Événement magazine* (papier + numérique) et je le reçois chez moi (10 numéros dont 2 n° gratuits) au prix de 39€ au lieu de 49€

Nom : ..... Prénom : .....

Adresse : .....

Code Postal : ..... Ville : .....

Télephone : ..... Date de naissance : .....

Courriel : |_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|_|

❏ **Je règle par Chèque bancaire ou postal à l'ordre de *Lafont presse* 53 rue du Chemin Vert - CS 20056 - 92772 Boulogne-Billancourt Cedex**

par carte Bancaire visa

N° : |_|_|_|_| |_|_|_|_| |_|_|_|_| |_|_|_|_|

expire fin |_|_|_|_|_|_|_|_|

cryptogramme (les trois derniers chiffres au dos de votre carte) |_|_|_|

signature :

Conformément à la loi "informatique et libertés" du 6 janvier 1978 modifiée en 2004, vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification aux informations qui vous concernent. Vous pouvez accéder aux informations vous concernant, les rectifier et vous opposer à la transmission éventuelle de vos coordonnées en cochant la case ci-contre ❏ ou en adressant un courrier libre à *Lafont presse* - 53, rue du Chemin vert - CS 20056 - 92772 Boulogne Billancourt.

Abonnez-vous sur www.lafontpresse.fr

Tarif DOM TOM et étranger : + 26 par revue service

Lafont presse

c'est positif !

Le best seller de Robert Lafont

Les Dossiers pratiques n°23 est en kiosques ou sur www.lafontpresse.fr

Lafont presse