

[Athena]

Mai
2013

Le mag' *scientifique*

www.athena.wallonie.be • Mensuel ne paraissant pas en juillet et août • Bureau de dépôt Bruxelles X • N° d'agrément: P002218

Le Dossier

Les venins d'animaux,
nouvelle panacée ?

Biologie

Les insectes aux avant-postes
du réchauffement



Wallonie

Édito



Les 1^{ers} prix !



2

Crochmad

le portemanteau aimanté qui peut supporter jusqu'à 32 kg !



i-Pack e-Move

le bagage dynamo pour recharger son smartphone tout en se déplaçant...



Plate Box

le take-away gastronomique !

500 élèves, 500 potentiels !

Texte: **Géraldine TRAN** - Rédac'teuf • Photos: **G. TRAN** (titre)

Tout au long de ce magazine, nous vous parlons de médecine, de biologie, de physique, de recherche et de développement... avec pour seul dénominateur commun: le progrès. Tout notre avenir en dépend. Nous façonnons aujourd'hui notre vie de demain. Il me semble important, voire capital, à partir de ce constat, d'expliquer aux jeunes générations la nécessité d'évoluer, de créer, d'innover, d'entreprendre. Et c'est ici toute l'essence du concours organisé par notre Département du Développement technologique, et plus particulièrement, notre Direction de la Sensibilisation. *L'Odyssée de l'Objet*, c'est plus de 500 jeunes qui s'investissent dans un projet de A à Z, de l'idée à l'objet. Épaulés par leur professeur et par un designer industriel professionnel, ils ont participé à toutes les étapes du processus, conceptuelles et techniques, suivant une méthodologie bien précise. Ils auront rencontré de nombreux métiers, surmonté les difficultés, fait preuve d'ingéniosité; ils ont dû être solidaires et rigoureux. Au bout de la route, 64 objets «nomades» ont été créés, dont certains pourraient tout à fait être industrialisés.

Au travers de ce concours, nous souhaitons insuffler à ces bâtisseurs du futur les valeurs qui feront que notre monde évoluera dans le bon sens, leur montrer que la science et les techniques sont partout dans notre quotidien, qu'elle sont le fondement de beaucoup de choses. Avec pour secrète ambition que certains en prennent le chemin. Dommage que nous ne puissions pas connaître le parcours des étudiants des 5 éditions précédentes... Si certains nous lisent, qu'ils n'hésitent pas à se manifester ! En tous les cas, j'aurais aimé, à l'époque, qu'une telle initiative existe. J'imagine la fierté que l'on doit ressentir lorsque l'on voit son objet exposé comme dans un musée ou imprimé dans un catalogue ou remporter un prix... Merci Michel Van Cromphaut pour cette géniale idée, qui vient certes un peu tard pour moi, mais qui fera le bonheur de nombreux apprentis créateurs encore ! ■

Géraldine

ATHENA 291 • Mai 2013

SPW | Éditions

Tirée à 17 000 exemplaires, Athena est une revue de vulgarisation scientifique du Service Public de Wallonie éditée par le Département du Développement technologique de la Direction générale opérationnelle Économie, Emploi et Recherche (DGO6).

Place de la Wallonie 1, Bât. III - 5100 JAMBES

N° Vert du SPW: 0800 11 901 • www.wallonie.be

Elle est consultable en ligne sur <http://athena.wallonie.be>

Abonnement (gratuit)

Vous souhaitez vous inscrire ou obtenir gratuitement plusieurs exemplaires, contactez-nous !

• par courrier

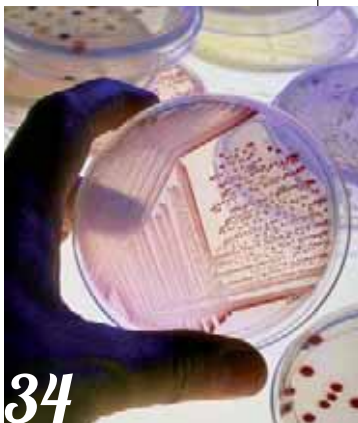
Place de la Wallonie 1, Bât.III - 5100 JAMBES

• par téléphone

au 081/33.44.76

• par courriel à l'adresse

geraldine.tran@spw.wallonie.be



Sommaire

Actualités	04
Focus sur Euro-Diesel	10
Concours L'Odyssée de l'Objet - 6^e édition Le palmarès	12
Le Dossier Les venins d'animaux , nouvelle panacée ?	13
L'ADN de ... Élodie RENARD • Vétérinaire	16
Technologie Le gaz de schiste , USA vs Europe	18
Internet Google et ses concurrents (2 ^e partie)	22
Santé La rage meurtrière des homo anabolicus	26
Biologie	30
Médecine Le bal des transformistes	34
Biologie Les insectes aux avant-postes du réchauffement	38
Physique	42
Astronomie	44
Espace	46
Agenda	50

Éditeur responsable
Michel CHARLIER,
Inspecteur général
Ligne directe: 081/33.45.01
michel.charlier@spw.wallonie.be

Rédactrice en chef
Géraldine TRAN
Ligne directe: 081/33.44.76
geraldine.tran@spw.wallonie.be

Graphiste
Nathalie BODART
Ligne directe: 081/33.44.91
nathalie.bodart@spw.wallonie.be

Impression
Imprimerie IPM
Rue Nestor Martin, 40 à 1083 Ganshoren

ISSN 0772 - 4683

Collaborateurs
Jean-Michel Debry
Paul Devuyst
Henri Dupuis
Julien Echterbille
Philippe Lambert
Jean-Luc Léonard
Yaël Nazé
Théo Pirard

Jean-Claude Quintart
Jacqueline Remits
Christian Vanden Berghen

Dessinateurs
Olivier Saive
Vince

Comité de rédaction
Laurent Antoine
Michel Charlier

Relecture
Aurélië Bailliëm
Élise Muñoz-Torres

Couverture
Quatrième
Crédit: NASA

Tous à l'hydrogène!

Texte: Jean-Claude QUINTART • jc.quintart@skynet.be

Le pétrole aura une fin. Et qui plus est, sa combustion n'est pas exempte de problèmes, notamment environnementaux. D'où l'idée de rouler avec autre chose dans le réservoir. Si nos bonnes villes voient déjà poindre toujours plus de véhicules électriques, l'avenir en revanche, appartient, selon les experts, à un véhicule qui n'est toujours pas largement disponible sur le marché, à savoir l'automobile à hydrogène.

De là, le projet européen *Demonstration of Small 4-Wheel fuel cell passenger Applications in Regional and Municipal transport (SWARM)*, qui entend donner lieu au déploiement, à grande échelle, de petits véhicules de tourisme à hydrogène dans 3 régions d'Europe: les Midlands britanniques, le Weser-Ems en Allemagne ainsi que Bruxelles et la Wallonie en Belgique. Les régions citées seront dotées d'une station-service à hydrogène. Quant aux véhicules utilisés, ce seront des voitures de tourisme à bas prix, haute efficacité énergétique, conçus pour le transport régional et urbain, dotés de moteurs électriques et de piles à combustible fonctionnant à l'hydrogène. Selon les calculs, un kilo d'hydrogène permettra aux voitures de parcourir plus de 100 km avec un seul plein rapide de 3 minutes. Quelque 90 véhicules de constructeurs européens seront confiés à des conducteurs qui rouleront dans certaines conditions prédéterminées. Les différentes flottes feront l'objet

d'un suivi tout au long des 3 années de la phase de démonstration.

Projet soutenu par la Wallonie dans le cadre de son Plan Marshall, *SWARM* implique le monde académique wallon. L'Université de Liège (ULg) y participe via le Département de Chimie Appliquée (Groupe d'Électrochimie) et avec le Département d'Aérospatiale et Mécanique (Groupe d'Ingénierie des Véhicules). À côté des travaux de développement coordonnés par les 2 équipes, l'Université liégeoise se chargera aussi des tests comparés des piles à combustible en laboratoire et en condition de circulation sur le circuit de Spa-Francorchamps. Elle assumera également le déploiement du projet de démonstration des voitures équipées de piles à combustible en milieu urbain et s'impliquera enfin dans une étude portant sur la perception du public quant aux voitures roulant à l'hydrogène.

De son côté, l'ULB développera un banc d'essais complet de l'ensemble de la chaîne de transmission (batterie Li-Ion et pile à combustible) du véhicule en vue d'effectuer les essais de caractérisation et

d'endurance de la pile. Une seconde équipe bruxelloise s'attachera au développement d'un modèle complet d'échanges de charge, de masse et chaleur dans la pile en fonction des différents régimes de fonctionnement en prenant également en compte les données de vieillissement de la pile.

<http://www.ulg.ac.be>;

<http://www.ulb.ac.be>

et sur la politique européenne en véhicules à l'hydrogène

<http://www.fch-ju.eu>

Pionnier de la voiture à hydrogène, le constructeur Mercedes a par exemple décidé de produire lui-même ses piles à combustible, souhaitant maîtriser la chaîne de A à Z, de la recherche en matériaux à la fabrication.



Actus...

d'ici et d'ailleurs

Texte: Jean-Claude QUINTART • jc.quintart@skynet.be

Photos: Fir0002 (p.5), C. MOORE (p.5), Xylowatt (p.5),
CHU de Liège, M. HOUET et M. MATHYS (p.7)

Un Belge, prix Abel

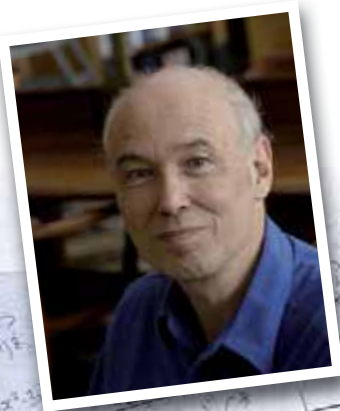
Une des plus prestigieuses récompenses en mathématique, le Prix Abel, a été décerné à Pierre Deligne pour ses «Contributions fondamentales à la géométrie algébrique et leur influence, qui a transformé la théorie des nombres, la théorie des représentations et les domaines qui leur sont reliés». Le montant du Prix s'élève à 6 millions de couronnes norvégiennes, soit quelque 800 000 euros.

Un trophée de plus pour le mathématicien belge, né à Bruxelles en 1944 et déjà titulaire de la médaille Fields en 1978, du Prix Crafoord en 1988, du Balzan en 2004 et du Wolf en 2008. Après avoir défendu sa thèse en 1968 sous la direction d'Alexandre Grothendieck, Pierre Deligne prouve en 1974 les conjectures de Weil en géométrie algébrique. Ses travaux le conduisent ensuite à s'intéresser à la théorie de Hodge, les formes modulaires, les conjec-

tures de Langlands et la théorie des représentations. Pierre Deligne est professeur émérite de l'École de Mathématique de Princeton, dans l'État américain du New Jersey.

Décerné par l'Académie norvégienne des sciences et lettres, le Prix Abel a été créé en 2001 par le Gouvernement norvégien à l'occasion du bicentenaire de la naissance de Niels Henrik Abel, mathématicien connu pour ses travaux portant notamment sur la semi-convergence des séries numériques, des suites et séries de fonction, la notion d'intégrale elliptique et sur la résolution d'équations en algèbre. ■

<http://www.abelprizen.no>;
<http://www.dnva.no>
et <http://www.ias.edu>



Nouveau progrès

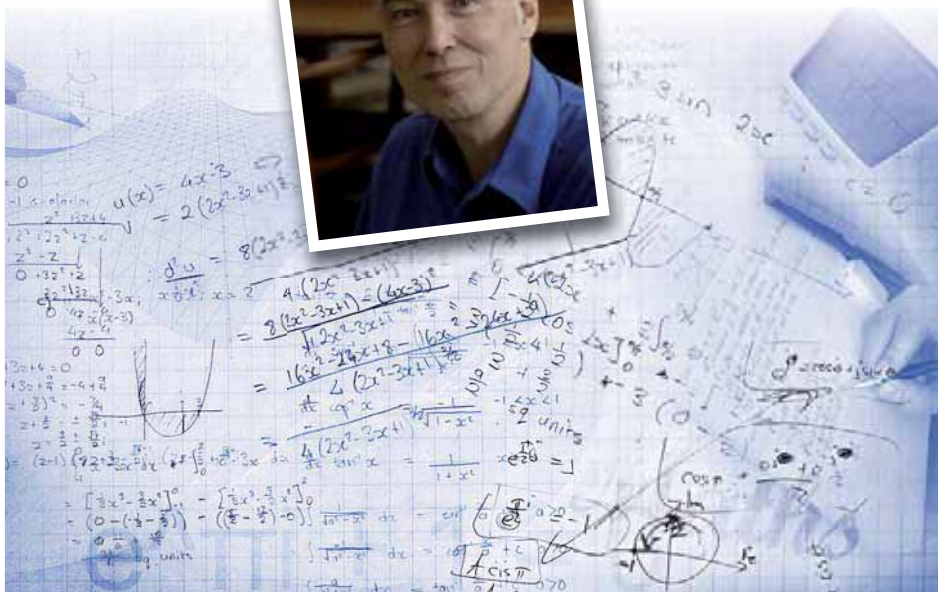


5

Le wallon Xylowatt (Charleroi), professionnel de la gazéification de la biomasse, vient de tester avec fruit l'utilisation de combustibles solides de récupération, dans son unité pilote de gazéification sise à l'Université catholique de Louvain (UCL). Compactée sous forme de pellets, ces combustibles solides récupérés sont produits au départ de résidus de matières non recyclables, normalement incinérées.

L'abondance de ces matières dans nos sociétés modernes ouvre à l'entreprise de nouveaux marchés potentiels. Si ce saut technologique permet de produire un gaz renouvelable utilisable directement par l'industrie, il offre également une solution efficace au problème des déchets non recyclables. ■

<http://www.xylowatt.com>



La confiserie vue par Solvay



Elle vous dégoutait par ses produits à tête de mort, maintenant, vous allez en devenir gourmand, car grâce à Solvay, chimie rime désormais avec confiserie, pâtisserie et autres gâteries ! Dernière innovation du chimiste belge, la nouvelle gamme d'arômes vanille Govanil™ est une révolution de palais en termes de sensations gustatives. Doté de performances fonctionnelles supérieures, le produit sublime les saveurs; son arôme vanille révèle directement et durablement une personnalité unique, plébiscitée lors de tests effectués auprès de goûteurs experts et de chalandes ordinaires.

Réunissant une rare intensité - pouvant être jusqu'à 20% supérieure aux arômes vanille standard - à une note assurant une longueur en bouche sans précédent, Govanil™ renforce aussi, et de manière significative, d'autres notes telles que beurre, œuf, fruits, caramel et biscuit. Des atouts qui le rendent des plus attractifs pour la pâtisserie et la confiserie. Autre avantage et non des moindres, la saveur vanille exceptionnelle du produit compense, du point de vue organoleptique, la réduction

de matières grasses ou de sucre des recettes de biscuits ou de gâteaux, élargissant ainsi son champ de possibilité dans les applications agroalimentaires industrielles.

«Govanil™ est le résultat de la technologie CRF™ de Solvay grâce à laquelle nos clients profitent de propriétés nouvelles à forte valeur ajoutée, notamment en terme de différenciation», explique Dominique Giannotta, directeur de projet chez Aroma Performance. «Avec Govanil™, nous accomplissons un véritable saut qualitatif», ajoute le président, Dominique Rage. Pour ratisser au plus large, le produit se décline en 3 grades:

- Govanil™ dont l'arôme vanille offre une longueur en bouche et un caractère vanille unique associés à des propriétés à haute valeur ajoutée;
- Govanil™ Intense, taillé pour les microdosages inférieurs à 0,1% et les saveurs sur mesure;
- Govanil™ Natural, élaboré à partir de matières renouvelables et autorisant la mention «arôme naturel».

D'autres grades étofferont l'offre au fur et à mesure des besoins. Notons encore



que Govanil™ a été présenté par Solvay au Food Ingredients China 2013 (FIC) de Shanghai. ■

<http://www.solvay.com>

Alzheimer et cholestérol

Lorsqu'on dit cholestérol, on pense immédiatement artères bouchées, infarctus et accident vasculaire cérébral (AVC), bien que le cholestérol n'atteigne jamais le cerveau et qu'il soit pourtant l'organe qui en contient proportionnellement le plus ! En effet, alors qu'il ne représente qu'environ 2% du poids corporel, le cerveau renferme plus de 20% de notre cholestérol total. Au cerveau de synthétiser son propre cholestérol par certaines de ses cellules particulièrement actives dans la synthèse et l'élimination du cholestérol cérébral. Citons ici les neurones.

Sous la conduite de Jean-Noël Octave, spécialiste de la maladie d'Alzheimer, une brochette de chercheurs de l'Université catholique de Louvain (UCL) vient de noter, pour la première fois, que la synthèse et l'élimination du cholestérol par les neurones sont essentielles à leur activité. En d'autres termes, les neurones qui fonctionnent bien sont ceux qui synthétisent et éliminent correctement le cholestérol. En fait, cela fait plus de 20 ans qu'on savait qu'il existait un lien entre Alzheimer et cholestérol. «L'homme a dans le cerveau des protéines qui véhiculent le cholestérol, et le cerveau qui produit une protéine particulière de transport voit son risque d'Alzheimer multiplié par 10», explique Jean-Noël Octave.

Interpellés par ce fait, les chercheurs néo-louvanistes ont, à l'issue de travaux, découvert que la protéine responsable de la formation d'une des lésions caractéristiques d'Alzheimer contrôle justement la synthèse et l'élimination du cholestérol via les neurones. «Chez les personnes atteintes d'Alzheimer, un métabolisme anormal de cette protéine pourrait perturber l'équilibre entre synthèse et élimination du cholestérol nécessaire à l'activité neuronale», précise Jean-Noël Octave. Pour pallier cette situation, le team de l'UCL teste actuellement des médicaments pouvant rétablir cet équilibre et stimuler la synthèse et l'élimination du cholestérol. Les résultats encourageants obtenus devraient conduire à des études cliniques chez des patients atteints d'Alzheimer dans le courant de cette année. Cette découverte a été publiée dans *EMBO Molecular Medicine*. ■

<http://www.embo.org>
et <http://www.uclouvain.be/ions.html>





Deux d'un coup

Hamon vient d'emporter 2 contrats significatifs. Le premier, avec EDF, concerne la reconstruction d'électrofiltres qui devront dépoussiérer 99% des émissions de 3 centrales à charbon de 600 MW. Le second vise la fourniture d'un système de désulfuration humide à la chaux pour la future centrale au fuel de 300 MW d'O Mon II dans le sud du Vietnam, à Can Tho dans le delta du Mékong. Professionnel de l'ingénierie et du *contracting*, Hamon s'active en conception, fabrication de composants, entretien de système de refroidissement, d'échangeurs de chaleur, de dépollution d'air et de chaudières de récupération pour les secteurs de l'électricité, pétrole, gaz, chimie, verre, etc. ■

<http://www.hamon.com>

Le Centre hospitalier universitaire de Liège (CHU) vient de mettre en service un nouvel outil capable de traiter les patients souffrant de pathologies cardiaques comme les arythmies et plus particulièrement, la fibrillation auriculaire et les arythmies ventriculaires souvent fatales. Les atouts de ce nouveau matériel gravitent autour de l'efficacité et du caractère moins invasif de l'intervention ainsi qu'une protection maximale contre les radiations.

Cet outil d'exception comprend notamment un module de filtration d'air, semblable à celui des salles d'opération; un système unique de radiologie biplan pour une localisation optimale des sondes grâce à la création simultanée d'images orthogonales, diminuant ainsi la dose d'irradiation; un logiciel de reconstruction 3D; des systèmes de reconstruction électro-anatomique; et un écran large fédérant les différentes modalités d'imagerie utilisées pendant les explorations électrophysiologiques. L'investissement de cette nouvelle salle se monte à quelque 3 millions d'euros. ■

<http://www.chu.ulg.ac.be>



L'anévrisme en point de mire

Le constat est sévère. Inquiétant même ! Selon des données épidémiologiques, 2 à 5% de la population adulte vivra un anévrisme cérébral au cours de sa vie et 5% de ces personnes seront victimes d'une rupture létale ou conduisant à une invalidité importante. En cas de pépin, l'intervention clinique est chirurgicale ou endovasculaire, selon la nature de l'anévrisme, sa localisation et ses caractéristiques. Le plus souvent, le patient se voit placer une prothèse endovasculaire métallique (stent) dans un vaisseau sanguin. La méthode est empirique et varie selon l'expérience du neuroradiologue. Pallier les aléas de celle-ci passe donc par une connaissance des interactions sang/stent/vaisseau et des mécanismes biologiques fins associés à la formation du thrombus



C'est ce à quoi s'est attaché le service Fluides-Machine de la Faculté polytechnique de Mons (UMONS), en association avec le Laboratoire de Médecine expérimentale de la faculté de Médecine de l'Université libre de Bruxelles (ULB) implanté au CHU de Charleroi. Conjointement, les 2 équipes ont élaboré une technique autorisant la reproduction hors du corps humain (*in vitro*) des conditions dynamiques pulsatiles des différentes localisations artérielles et aussi des anévrismes. Cette recherche a conduit à la mise au point d'un banc d'essais permettant de reproduire, entre autres, des anévrismes en silicules, conçus au départ d'images d'anévrismes en 3 dimensions de patients, des flux pulsés complexes.

L'avancée est remarquable, car compte tenu des difficultés à étudier les anévrismes *in vivo*, ce banc permettra d'étudier, en toute sécurité, le comportement de nouvelles prothèses soumises à des conditions réelles et de saisir les modifications des flux à l'intérieur des anévrismes lors de leurs traitements. Ce banc, qui a fait l'objet d'un brevet, a pu être réalisé grâce au soutien de la Wallonie via un projet BioWin. ■

<http://www.umons.ac.be>
et <http://www.chu-charleroi.be>

Nec plus ultra



C'est lui !

Touchant 60% des épileptiques, l'épilepsie focale est la forme la plus commune de l'épilepsie. «Le focale de saisie, c'est-à-dire la perturbation transitoire de la force motrice ou sensorielle résultant d'anomalies de l'activité corticale, vient d'une partie du cerveau et est généralement considéré comme causé par une anomalie de structure telle une blessure au cerveau ou une tumeur», explique Massimo Pandolfo, responsable du Laboratoire de Neurologie expérimentale de l'Université libre de Bruxelles (ULB). S'il y a un problème, il y a un responsable, que des chercheurs australiens, canadiens et européens, dont une équipe de l'ULB, seul partenaire belge du team, se sont mis à traquer et à débusquer !

Le coupable, c'est un gène, le DEPDC5, aujourd'hui mis au jour grâce aux technologies de séquençage de nouvelle génération. Si précédemment, on avait déjà identifié des gènes impliqués pour des épilepsies familiales rares, le DEPDC5 se montre aussi pertinent pour des malades sans une forte histoire familiale épileptique. «Le DEPDC5 donne une protéine qui est présente dans les cellules nerveuses et semble jouer un rôle important de signalisation au sein de ces cellules», précise Massimo Pandolfo. Aussi, la fonction de ce nouveau gène sera-t-elle particulièrement étudiée afin de mieux appréhender les épileptiques et améliorer leurs sons. «Cette découverte engendre des changements cliniques. Désormais, une cause génétique peut être recherchée chez les malades atteints d'épilepsie focale et si cette pathologie est confirmée, cela leur évitera de subir d'autres examens médicaux», ajoute encore Massimo Pandolfo. In fine, les chercheurs espèrent développer un traitement spécifique. Ce travail a fait l'objet d'une publication dans *Nature Genetics* du 31 mars dernier. ■

<http://uni.ulb.ac.be>
et <http://www.nature.com>

Coup d'crayon

Illustration: Olivier SAIVE/Cartoonbase



Un groupe de scientifiques uruguayens a annoncé la naissance de moutons génétiquement modifiés phosphorescents - premiers du genre en Amérique latine - "grâce" à l'introduction, dans leur ADN, du gène d'une méduse. Le but ? Aucun hormis celui de vérifier l'efficacité de la méthode d'introduction d'un gène étranger ! Ça laisse perplexé...

HEALTH

Nouvelles cibles

UCB et *Five Prime Therapeutics*, de San Francisco, entament une collaboration stratégique en vue d'acquies de nouvelles cibles biologiques et de découvrir des produits thérapeutiques innovants en matière de fibroses inflammatoires et de troubles du système nerveux central (SNC). Selon le protocole d'accord, les 2 entreprises concevront des essais pour cribler les quelque 5 600 protéines fonctionnelles sécrétées et récepteurs transmembranaires (pièges à ligands), capital de la banque propriétaire et complète de *Five Prime*. À l'aide des plate-formes technologiques de cette dernière, les partenaires espèrent identifier des cibles de médicaments potentiels et candidats pour les fibroses inflammatoires et les troubles du SNC.

Pour Ismail Kola, *Executive Vice President et President of NewMedecines* chez UCB, «cette collaboration est un nouvel exemple des supers réseaux d'innovation établis par UCB en vue de générer une valeur supérieure et durable pour les patients. Grâce à elle, UCB accède à la banque de protéines unique dans l'industrie de *Five Prime* en ce qu'elle comporte quasiment tous les cribles d'anticorps et pièges à ligands qui existent. De surcroît, ses méthodes de criblage in vitro et in vivo proposent des moyens efficaces pour la découverte de nouvelles cibles et médicaments biologiques, appuyant la stratégie d'UCB en matière d'amélioration de la vie des personnes atteintes de maladies graves». De son côté, Lewis T. Williams, président fondateur et administrateur délégué de *Five Prime*, est «ravi de cette alliance avec le pharmacien belge, leader mondial en recherche et développement de médicaments biologiques et dont les compétences enrichiront *Five Prime*». ■

<http://www.ucb.com>
et <http://www.fiveprime.com>

L'autisme mieux compris

L'annonce de la découverte par des chercheurs de l'Université catholique de Louvain (UCL) et du *Boston Children's Hospital*, de la mise au jour de l'impact de certains réseaux du cerveau sur l'autisme est une excellente nouvelle. C'est en utilisant les électro-encéphalogrammes (EEG) pour mesurer les communications électriques au cœur du cerveau que cette équipe bicéphale a remarqué des différences structurelles dans les connexions cérébrales des enfants touchés d'autisme. Plus exactement, ils ont noté chez ces enfants, des connexions redondantes entre zones adjacentes du cerveau au détriment des connexions à plus longue distance. «Ce que nous avons découvert pourrait changer la manière dont nous observons le cerveau des enfants atteints d'autisme», révèle Maxime Taquet, doctorant à l'UCL et chercheur invité à la *Harvard Medical School*.

Le travail des chercheurs montre qu'un réseau cérébral qui favorise les connexions à courte distance au détriment des connexions à plus longue distance semble compatible avec le profil cognitif classique de l'autisme, à savoir: un enfant qui excelle dans des tâches spécifiques mais qui est incapable d'exécuter des tâches nécessitant l'intégration de données émanant de différentes zones du cerveau. «Par exemple, un enfant autiste peut ne pas comprendre pourquoi un visage semble vraiment en colère parce que son centre cérébral et son centre cérébral émotionnel communiquent moins»,

explique Jurrian Peters, neurologue au *Boston Children's Hospital*. Nouveau domaine des neurosciences cognitives, l'analyse de réseau, qui étudie la résilience, enseigne que dans le contexte des réseaux cérébraux, la résilience est la capacité du cerveau à détecter de multiples manières de transférer des données d'un point à un autre, par de multiples voies redondantes. «Si on peut aller de Boston à Bruxelles, alors que l'aéroport de Londres Heathrow est fermé, l'information continue à être transférée, quoi qu'il arrive, dans les cerveaux des autistes. Dans ce genre de réseau, n'existe aucun centre jouant un rôle spécifique, aussi le trafic peut-il circuler via de nombreuses voies redondantes. Ceci est en accord avec l'observation au niveau cellulaire et moléculaire d'une diminution, chez les autistes, de l'élagage de connexions du cerveau se produisant lors du développement neurologique. Si la résilience est une propriété intéressante pour le réseau aérien, un excès de celle-ci semble être le signe d'un cerveau répondant de manière identique à de nombreuses situations et qui est de ce fait, moins apte à détecter les stimuli les plus importants. On peut dire que c'est un réseau plus simple, plus rigide et moins capable de répondre aux stimulations de l'environnement», conclut Maxime Taquet. Les résultats de cette étude ont été publiés dans *BMC Medicine*. ■

<http://www.childrenshospital.org>;
<http://www.biomedcentral.com>;
<http://www.harvard.edu>
et <http://www.uclouvain.be>

Le chiffre

26

Lors d'une conférence TedX, la Fondation LongNow a dévoilé son projet de résurrection, par des techniques de clonage thérapeutique, de 26 espèces emblématiques aujourd'hui éteintes ! Cette liste comprend un mammifère africain, 2 mammifères européens, 8 oiseaux américains, 4 oiseaux terrestres, un papillon, un marsupial, 2 oiseaux tropicaux, 3 mammifères aquatiques, 3 espèces pré-historiques et un palmier.

Via la technique employée pour le clonage de la brebis Dolly, de l'ADN sera implanté dans une cellule-œuf d'une espèce proche, qui incubera ensuite l'espèce ressuscitée. Par exemple, un mammoth serait recréé au départ d'un éléphant.

<http://www.longnow.org>



UNE AIDE, UNE SUCCESS STORY !

FOCUS

sur:

Carte d'identité

NOM

EURO-DIESEL SA

ANNÉE DE CRÉATION

1989

SECTEUR D'ACTIVITÉ

Systèmes d'alimentation électrique
sans coupure

CHIFFRE D'AFFAIRES

62 millions d'euros en 2012

NOMBRE DE PERSONNES EMPLOYÉES

196 (125 en Belgique et 71 à l'étranger)

ADRESSE

Rue de l'Avenir, 61 (Parc industriel)
4460 Grâce-Hollogne

TÉLÉPHONE

04/247 79 00

SITE INTERNET

www.euro-diesel.com

10

Euro-Diesel

Le système No-break KS® transporté par une grue au-dessus de Londres.

Texte: **Jacqueline REMITS** • jacqueline.remits@skynet.be

Photos: **Euro-Diesel**

Ne vous fiez pas à son nom: Euro-Diesel ne distribue pas de carburant en Europe ! Cette société de la région liégeoise a mis au point un système d'alimentation électrique sans interruption, aussi innovant que performant, pour des installations électriques de très grande puissance. Certaines sociétés ou organismes ne peuvent se permettre la moindre interruption de leur activité. Imaginez un hôpital soudain sans électricité, c'est la vie des patients qui est en jeu. «Entre la panne de courant et la mise en marche d'un groupe électrogène, il y a une coupure de quelques secondes, et ces

quelques secondes peuvent être fatales, explique Philippe Gillain, administrateur délégué d'Euro-Diesel. Tandis qu'avec nos systèmes, il n'existe aucune interruption. Nous nous adressons à des clients qui exploitent des installations critiques comme des hôpitaux, des aéroports, des centres informatiques, des usines de fabrication dans des domaines très pointus (fabrication de semi-conducteurs, industrie pharmaceutique, etc.). L'application principale aujourd'hui, ce sont les centres de stockage de données pour des banques, des grandes entreprises ou des sociétés qui proposent les services de stockage de données à leurs clients.»

Sans coupure

Comment ça marche ? «Nous stockons de l'énergie sous forme cinétique dans des machines électriques spéciales qui

tournent en permanence. Au moment de la coupure de courant, ces machines électriques vont fournir l'énergie pour, instantanément, suppléer à la carence du réseau électrique. Un moteur diesel est intégré dans notre équipement. Après quelques secondes, c'est lui qui fournit l'énergie. Notre système, baptisé No-Break KS®, est un DUPS (Dynamic Uninterruptible Power Supply), c'est-à-dire une alimentation dynamique sans coupure. Si une panne de courant survient, le DUPS prend le relais jusqu'à ce que le moteur diesel tourne à plein régime, prêt à assurer l'alimentation pendant plusieurs heures, voire plusieurs jours, si nécessaire. Grâce à ce système, l'utilisateur ne perçoit aucune baisse de tension, ni la moindre coupure. Les opérations peuvent se poursuivre comme si de rien n'était.»

Euro-Diesel réalise 90% de son chiffre d'affaires hors de Belgique et 50% hors d'Europe. «En Belgique, nous livrons à des

hôpitaux, aux aéroports de Zaventem et de Bierset. Nous avons équipé des centres d'informatique. Belgacom est l'un de nos gros clients. Aujourd'hui, nous avons des filiales au Royaume-Uni, en Allemagne, en France, aux États-Unis, à Singapour, au Brésil, au Moyen-Orient, en Turquie, au Mexique et en Russie. Nos filiales ont des activités de vente, de gestion de projets, d'installation sur site de nos machines, de nos équipements, et de maintenance», poursuit Philippe Gillain.

La société a triplé son chiffre d'affaires ces 5 dernières années. Pour atteindre ce résultat, elle se développe sur 2 axes: géographique et innovant. «Nous avons pour stratégie de nous organiser pour être présents efficacement dans le plus grand nombre de pays, reprend Philippe Gillain. On y arrive, soit avec des partenariats, soit avec des implantations propres.» Le deuxième axe est l'innovation. L'activité R&D est importante. «Un ingénieur y travaille à plein temps et 5 autres personnes en équivalent temps plein. Les centres de données étant de plus en plus importants, ils ont besoin d'une puissance électrique toujours plus élevée. Par conséquent, l'équipement pour sécuriser cette puissance doit être vraiment très puissant. Aujourd'hui, nous réalisons déjà les systèmes d'alimentation sans coupure les plus puissants disponibles du marché. Notre système fait 2 500 kVA, soit 2 000 kW. Pour donner une idée, est associé à ce système un moteur d'environ 3 000 CV. En Europe, en Afrique, au Moyen-Orient et dans une partie de l'Asie, la fréquence du courant électrique est de 50 Hz. Par contre, dans le reste de l'Asie et sur le continent américain, la fréquence est de 60 Hz. Les machines sont alors différentes de l'ordre de 3 000 kVA ou 2 400 kW.»

Aide pour un prototype

Pour réaliser une de ses machines de très grande puissance, Euro-Diesel utilise jusqu'à présent 2 accumulateurs d'énergie cinétique. «Pour ces systèmes, nous devons utiliser 2 accumulateurs d'énergie. Cela implique un coût plus élevé, des rendements moins bons et un encombrement plus important.» C'est ici qu'un coup de pouce de la Région wallonne permet à la société d'avancer. «Pour pouvoir développer un nouveau système No-break KS, pour lequel nous pourrions atteindre des puissances de 2 500 kVA (3 000 kVA en 50 Hz) avec un seul accumulateur, nous bénéficions de l'aide 'Prototyping'. Nous développons un accumulateur vraiment nouveau. En cours de test, il est déjà bien avancé. Nous aurons la possibilité d'offrir à nos clients un système de très grande puissance avec un seul accumulateur d'énergie. Donc, un meilleur rendement. On consommera moins d'énergie. Le système sera plus écologique. Nos clients accordent une importance toujours plus grande à l'empreinte écologique. L'encombrement sera réduit, le niveau de bruit plus faible et le prix inférieur pour une meilleure compétitivité. En outre, ce système est conçu pour pouvoir être installé dans des zones sismiques importantes en Asie ou aux États-Unis. On le conçoit pour le vendre dans le monde entier. Comme pour beaucoup d'autres sociétés en Wallonie, l'innovation est essentielle pour Euro-Diesel. Cet investissement étant très conséquent, nous sommes heureux d'avoir pu bénéficier de cette aide de la Région wallonne. C'est motivant de se sentir soutenu», conclut, en souriant, Philippe Gillain. ■

Le projet Prototyping en résumé :

Type de promoteur:

Petite, moyenne ou grande entreprise et ENA dont le siège d'exploitation se situe en Wallonie.

Partenariat:

Autorisé

Objet:

- Seul: avance récupérable
- En partenariat: subvention au même taux ou avance récupérable à un taux supérieur.

Taux d'intervention:

L'intervention maximale de l'aide varie entre 40 et 75% des dépenses admissibles en fonction du type d'entreprise et des caractéristiques du projet.

Dépenses éligibles:

- les dépenses de personnel relatives aux chercheurs et techniciens;
- le coût du matériel utilisé (acquisition et amortissement);
- les dépenses de sous-traitance et l'acquisition de brevets ou licences;
- les frais généraux;
- les dépenses de fonctionnement (le coût des matériaux, fournitures,...).

Propriété des résultats:

Vous êtes propriétaire des résultats de vos recherches et vous en disposez dans le respect de la convention et le cas échéant, de l'accord de consortium établi entre partenaires.

Délais:

Avis positif ou négatif au maximum dans les 3 mois qui suivent la réception de votre dossier complet.



Plus d'infos:



Département du développement technologique

Direction des Projets de Recherche

Tél.: 081/33.45.62

raymond.montfort@spw.wallonie.be

<http://recherche-technologie.wallonie.be/go/sti>



L'Odyssée de l'Objet

6^e édition

La 6^e édition du Concours L'Odyssée de l'Objet, organisée par la direction de l'Evaluation et de la Sensibilisation (DGO6) s'est clôturée, le 24 avril dernier, par la remise des prix. Des centaines de participants issus de toute la Wallonie, avaient fait le déplacement à l'Euro Space Center. Certains d'entre eux sont repartis avec un voyage, des sous pour leur école et même un iPad mini...



Tous les objets réalisés ont été superbement mis en scène lors d'une grande exposition en plein coeur de l'Euro Space Center de Redu.

Quelques-uns des membres du jury: Jean Paternotte (designer et président du concours), Carina Basile (Cabinet du Ministre Nollet), Claudine Baiverlin (Inspectrice), Richard Thommeret (Solvay) et Michel Charlier (Inspecteur général à la DGO6).



Richard Thommeret, Marketing Manager chez Solvay, l'un de nos principaux partenaires, venu expliquer au jeune public l'aventure Solar impluse.



Patrice Goldberg (Matière grise, RTBF) et Soraya Amrani (Journaliste RTBF/Arte) ont mené de main de maître cette cérémonie, semant enthousiasme et humour dans un public conquis !



Le Prix du Public. Il remporte un chèque de 1 500 euros pour du matériel scolaire.



Si la remise des prix fut ludique, elle fut aussi instructive avec des expériences réalisées en direct par un expert, Philippe Léonard, et ses cobayes !

Le Palmarès

1^{er} degré

- 1^{er} prix:** CROCHMAD
de l'Institut Don Bosco de Bruxelles
- 2^e prix:** SMART DECURITYVEST
de l'Institut La Sainte-Union de Dour
- 3^e prix:** EASY-BAG
de l'Institut Don Bosco de Bruxelles

2^e degré

- 1^{er} prix:** I-PACK E-MOVE
du centre éducatif Saint-Pierre de Leuze-en-Hainaut
- 2^e prix:** CARRY-BAG
de l'Institut des Arts et Métiers Pierrard de Virton
- 3^e prix:** RUN PRO
du Collège Saint-Barthélémy de Liège

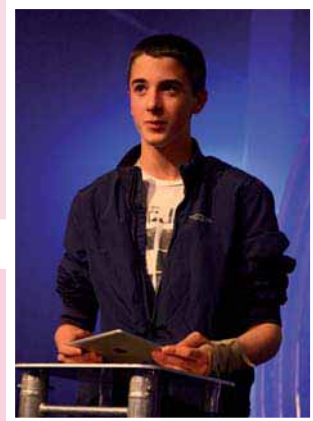
3^e degré

- 1^{er} prix:** PLATE BOX
de l'Institut Saint-Joseph de Carlsbourg
- 2^e prix:** HANDLE JOB
de l'Institut de la Construction des Arts décoratifs et industriels de Liège
- 3^e prix:** TOBLERHOME
de l'Institut Sainte-Marie de Pesche

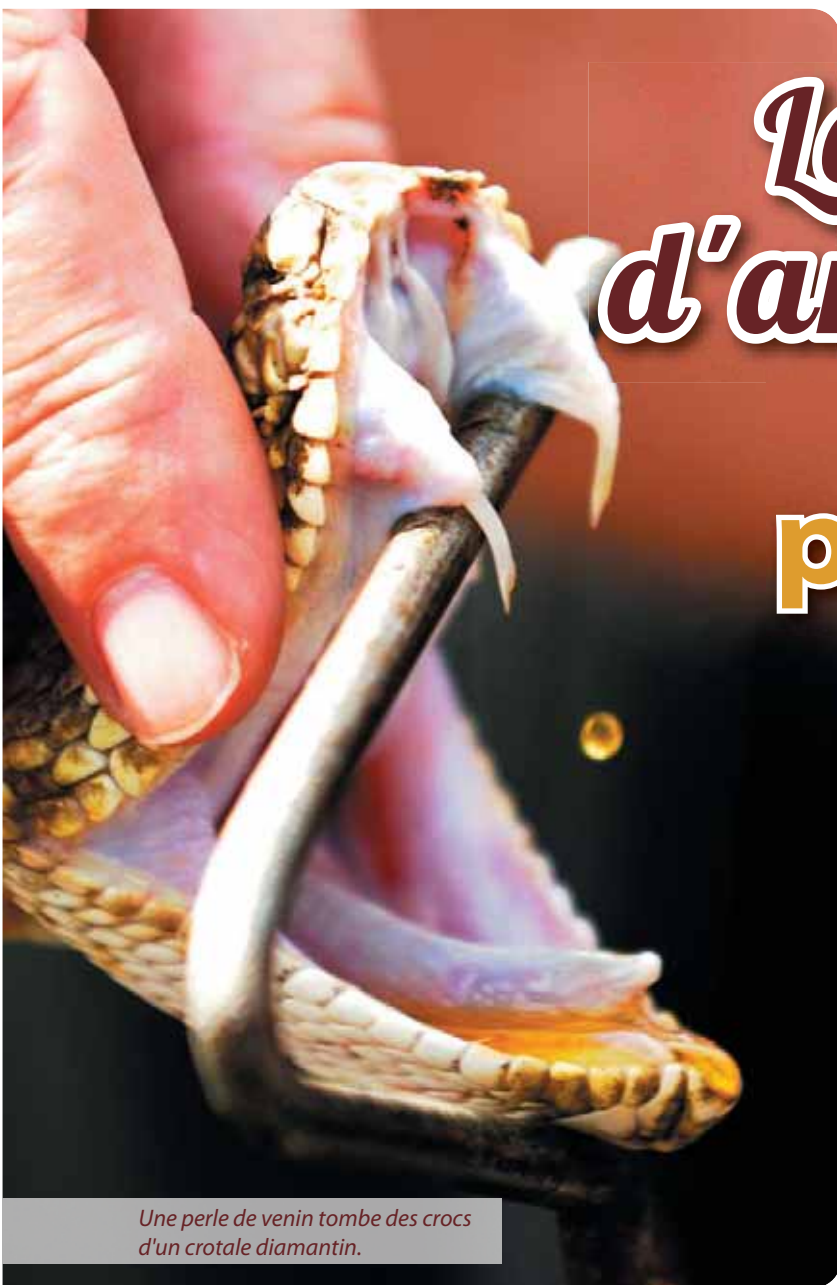
Prix du Public

FESTI'DALLE
de l'Institut Saint-Joseph de Carlsbourg

Toute la cérémonie fut ponctuée de questions avec à la clé: un iPad mini. Baptiste a été le plus juste et le plus rapide lors de ce quiz !



Les venins d'animaux, nouvelle panacée ?



Une perle de venin tombe des crocs d'un crotale diamantin.

Araignées, serpents, scorpions, ... autant d'animaux ayant une place particulière dans l'imaginaire collectif. Fascinants, horripilants voire même terrifiants, les adjectifs ne manquent pas pour qualifier les réactions qu'ils suscitent auprès des populations. Que dire alors de la peur engendrée par leur venin. Une simple piqûre, morsure ou contact peut s'avérer extrêmement dangereux voire létal...

13

Texte : Julien Echterbille

Photos : THE BIRMINGHAM NEWS (p.13),

PA Wire/Press Association Images (p.14),

Chromatophor (p.14), G. HAIMOVITCH/Flickr'r (p.15)

Dès l'Antiquité, les premiers philosophes ont observé que certains animaux étaient capables de provoquer de violentes réactions chez les humains, après leur avoir injecté une substance très particulière: le venin. C'est l'envenimation due à la morsure de la vipère qui captiva Hippocrate au 5^e siècle avant notre ère, tandis qu'Aristote s'est très vite intéressé aux dégâts provoqués par des piqûres d'abeilles, de scorpions ou d'araignées. L'époque de la Renaissance et les progrès effectués grâce à la naissance des Sciences que sont l'anatomie et la physiologie, ont permis une rationalisation de l'étude des venins. Francisco Redi notamment décrit, à la fin du 17^e siècle, l'appareil venimeux de la vipère en distinguant le venin de la glande qui le produit. Par la suite, la description des espèces venimeuses s'est affinée avec les avancées du point de vue des techniques d'analyses.

Les venins sont plutôt comparables à des cocktails de molécules d'une grande diversité (un venin comporte généralement entre 200 et 500 composants: les toxines). Ces constituants sont essentiellement des peptides, molécules formées par un assemblage d'acides aminés, à la manière d'un collier de perles. La plupart du temps, l'animal use de son venin pour

paralyser, tuer et pré-digérer sa proie mais son rôle ne s'arrête pas là: il est également utilisé par l'animal pour intimider et se défendre de ses prédateurs. Certaines espèces venimeuses s'avèrent dangereuses pour l'Homme. Citons notamment le Taïpan australien dont une seule dose de venin (quelques dixièmes de gramme) peut tuer jusqu'à 250 000 souris ou bien encore une centaine d'hommes.

Un trousseau de millions de petites clés...

L'action des toxines de venins sur le corps humain est diverse et multiple: paralysie et tétanie, nécrose, palpitations... En effet, sur les cellules qui constituent notre corps sont présents une nuée de récepteurs biologiques, sortes de petites serrures dont les clés sont des hormones, des neurotransmetteurs, etc. produits au sein de notre organisme. Une fois la clé tournée, de nombreuses réactions se produisent comme la transmission du signal nerveux, la production d'insuline ou encore la contraction des muscles. Un venin peut, en suivant cette



Récupérer le venin: pas si simple !

14

Il n'est pas si aisé de récupérer un venin animal. Le précieux liquide n'est pas gracieusement fourni avec le consentement de la bête. Si les massages de la glande à venin ou la morsure d'un verre surmonté d'un film plastique sont adéquats pour les scorpions et les serpents, la stimulation électrique est généralement employée pour les araignées, les abeilles ou les fourmis.

En revanche, dans le cas du cône marin, le sacrifice de l'animal est quasiment inévitable afin de récupérer le venin. Son appareil venimeux est constitué d'une glande musculaire où les toxines sont produites. Elle-même est prolongée par un long conduit se terminant par une dent venimeuse qui joue le rôle de tête de harpon lorsque le cône est en chasse. De ce fait, l'extraction du venin nécessite une dissection du coquillage afin de récupérer la totalité de l'appareil venimeux.



analogie, être assimilé à un énorme trousseau de clés. L'envenimation, injection d'une multitude de clés dans l'organisme, va activer une grande quantité de serrures en même temps, dont résulte un énorme chamboulement de l'organisme de la victime.

Un intérêt majeur découle de ce mode de fonctionnement. Si toutes les clés injectées à forte dose sont dangereuses pour les victimes, chacune d'entre elles prise individuellement est capable d'activer sélectivement un unique type de serrure, dont l'effet engendré sera connu et maîtrisé. Les toxines retrouvées dans les venins animaux peuvent généralement être classées en 5 catégories:

- Les **neurotoxines** qui s'attaquent au système nerveux en bloquant la transmission nerveuse et pouvant entraîner jusqu'à l'arrêt respiratoire.
- Les **hémorragines** provoquant évidemment des hémorragies mais aussi des coagulations intravasculaires, des hémolyses, des troubles cardiaques, des nécroses,...
- Les **cytolysines** qui vont induire une rupture de la paroi cellulaire et ainsi la destruction des cellules.
- Les **hémolysines** conduisant à la destruction des globules rouges du sang.
- Les **histaminiques** provoquant une réaction immunitaire disproportionnée face au venin, induisant la mort de la proie.

Bon nombre des neurotoxines sont impliquées dans le passage des signaux nerveux responsables de la douleur. Cette dernière consiste en un flux électrique se propageant le long des nerfs, de la source de la douleur vers un centre nerveux, comme le cerveau. Les peptides présents dans le venin de certains animaux (comme celui des cônes marins, des gastéropodes aquatiques) vont jouer le rôle de «feu rouge» en bloquant

le signal nerveux, entre la source de la douleur et le centre nerveux. Le signal électrique atteignant difficilement le cerveau, la sensation de douleur est alors diminuée. La toxine de venin joue alors le rôle d'un réel et efficace médicament antalgique.

De plus, étant donné que la plupart du temps, chaque clé (toxine) correspond à une serrure unique, les effets secondaires dus à l'action d'une même clé sur plusieurs types de serrures, sont réduits. En effet, la plupart des médicaments classiques sont capables d'activer plusieurs serrures en même temps et engendrent donc toute une série d'effets non désirés.

Chercher une aiguille dans une botte de foin

Pour transformer une toxine en médicament, il faut d'abord caractériser cette toxine, c'est à dire trouver la forme de cette clé, afin de déterminer quelle serrure elle est capable d'activer. Pour ce faire, il faut l'isoler à partir du venin, composé de centaines de clés différentes. La besogne est ardue. Pour effectuer cette extraction, le venin brut est injecté dans un instrument - un chromatographe - qui va séparer les différents constituants du venin en fonction de leurs caractéristiques physico-chimiques comme leur charge électrique ou leur affinité pour l'eau. Cette opération sera répétée le nombre de fois nécessaire afin d'obtenir la molécule d'intérêt avec la pureté désirée.

Une fois que la toxine est isolée, la caractérisation de sa structure commence. Un autre instrument de mesure, le spectromètre de masse, va permettre non seulement de déterminer la masse moléculaire du composé mais également de remonter à la séquence avec laquelle les acides aminés (les perles) sont agencés au sein de la molécule (le collier).

Cette information est primordiale car elle constitue la carte d'identité de la molécule (la clé) et donne également quelques indications sur le récepteur (la serrure) qui sera ciblé par la molécule en question. Une fois la structure de la toxine obtenue, les chercheurs essayent

Derrière l'apparence sympathique d'un joli coquillage, le cône marin cache un prédateur redoutable armé d'un venin extrêmement dangereux mais doté d'un riche potentiel thérapeutique.

Des médicaments provenant des *venins animaux* ? Pas une *utopie*...

Et oui, ils existent déjà dans nos pharmacies ! Depuis quelques dizaines d'années, il existe un médicament traitant l'hypertension artérielle nommé *captopril* (vendu sous le nom de *Capoten*®). Ce médicament a été mis au point à partir d'une toxine issue du venin de crotale. Le principe actif mime en fait la partie de la toxine qui se lie au récepteur.

Mais il ne s'agit pas du seul exemple, le *ziconotide* (commercialisé sous le nom de *Prialt*® et autorisé en Europe depuis 2005) est une version synthétique d'une toxine de cône marin (Cône mage). Il possède une forte activité analgésique en ciblant spécifiquement des récepteurs participant à la transmission d'un signal nerveux correspondant à la douleur. Il est environ 2 000 fois plus puissant que la morphine et ne crée pas de mécanisme d'accoutumance.

Troisième exemple, l'*exénatide* (nom déposé: *Byetta*®) provenant de la salive venimeuse du monstre de Gila, un lézard vivant dans les déserts d'Amérique centrale et ayant une action thérapeutique contre le diabète de type II.

de déterminer l'activité biologique de la toxine, c'est-à-dire de savoir quelle est la serrure qui va correspondre à la clé et quel sera l'effet de l'activation de cette serrure sur l'organisme. Pour ces tests, la toxine doit être reproduite chimiquement puisque les quantités extraites à partir des animaux venimeux sont assez faibles. Il faut, par exemple, prélever le venin de 200 à 300 veuves noires afin d'obtenir 1 mg de venin sec. Le travail de prélèvement et d'entretien des animaux ainsi que le risque qu'ils présentent sont également des inconvénients majeurs à la production naturelle.

Un secteur en plein essor grâce au projet «Venomics»

L'étude des venins est ancienne mais le concours des technologies haut débit récentes permettent de l'accélérer considérablement. La «Véno-mique» est une branche scientifique encore jeune. L'Europe, jusqu'il y a peu leader dans ce domaine, a perdu cette posi-

tion. La volonté de redynamiser cette recherche sur le Vieux Continent a mené au regroupement de plusieurs laboratoires. L'importance de la spectrométrie de masse pour la caractérisation des toxines a naturellement amené le *Laboratoire de Spectrométrie de Masse* de l'Université de Liège (Professeurs Edwin De Pauw et Loïc Quinton) à participer à cette initiative. Un projet a été soumis et accepté en réponse aux appels du 7^e programme-cadre de la Commission européenne avec pour nom «Venomics». L'ULg est responsable de la caractérisation de la séquence des toxines.

Le Dr Pierre Escoubas, coordinateur du projet explique: «Ce financement nous a été octroyé dans le 7^e programme-cadre européen afin de développer une nouvelle approche dans la recherche de molécules actives dans les venins animaux. Le but est d'accélérer le processus de découverte de nouveaux médica-

Des toxines pour le traitement du cancer

Une toxine isolée du venin d'un scorpion vivant dans le désert tunisien a démontré un fort potentiel dans la lutte contre le cancer. Cette molécule appelée la *maurocalcine* (la clé) active un récepteur (la serrure) situé à l'intérieur des cellules. Si la toxine est couplée chimiquement à un agent anti-cancéreux tel que la *doxorubicine*, elle permet d'augmenter le pouvoir de pénétration de cette dernière à l'intérieur même de la cellule, c'est-à-dire son lieu d'action. Il en résulte une plus grande efficacité du médicament lors du traitement.



Le scorpion *maurus palmatus* du venin duquel est extrait la *maurocalcine*.

ments. On estime à plus de 40 millions le nombre de peptides présents dans les différents venins animaux. Moins de 5 000 sont connus parmi lesquels plusieurs ont déjà montré des propriétés intéressantes. Le principal frein à leur mise en évidence est la lenteur des procédés de caractérisation, de test et de synthèse de ces molécules complexes. Les approches omiques (transcriptomique et protéomique), associées à la production des molécules les plus intéressantes en systèmes cellulaires en culture, permettront de disposer rapidement de candidats médicaments en quantité et en nombre suffisants. ■



L'ADN de...

Élodie RENARD

Vétérinaire

Propos recueillis par **Géraldine TRAN** - geraldine.tran@spw.wallonie.be

Photos: **SCIENCE** (ADN), freeimageslive.co.uk (p.16), **G. TRAN** (pp.16-17)

Recto

16

Vétérinaire, c'est une vocation ? Comment l'idée d'exercer ce métier vous est-elle venue ? Mon papa est vétérinaire et son cabinet est en dessous de la maison familiale. Très tôt, j'aimais lui rendre visite pour voir ce qu'il se passait. Et puis vers 7 ans, j'ai commencé à disséquer mes animaux morts, notamment les hamsters ! Je ne me suis donc jamais posé la question de savoir quel métier je ferais plus tard, c'était évident pour moi. Ma sœur par contre est comptable !

Comment devient-on vétérinaire ? Après mes études secondaires (classiques) à l'Air pur de Seraing, j'ai suivi un cursus de 6 ans à l'ULg (3 ans de baccalauréat et 3 ans de doctorat). J'avais connaissance des nombreux débouchés dans le secteur agro-alimentaire, de la qualité de vie et du salaire qu'ils offraient. J'ai donc voulu ajouter une corde à mon arc en poursuivant mes études avec un master complémentaire en médecine vétérinaire - sciences des aliments. Je l'ai fait en 2 ans, ce qui me permettait de travailler à mi-temps parallèlement mais il peut être suivi en une seule année. Mon diplôme en poche, j'ai postulé à l'AFSCA (les offres sont publiées au Moniteur belge) où j'ai été engagée comme vétérinaire indépendante au PIF (Poste d'Inspection filtrage frontalier) de Liège Airport. Depuis 2012, je suis également titulaire d'un CAP (certificat d'aptitudes pédagogiques).

Quelles est votre journée-type ? Je partage mon temps entre mes 3 activités professionnelles. Je suis engagée à temps-plein au Service de parasitologie de la Faculté vétérinaire en tant qu'assistante. J'y encadre les étudiants dans leurs travaux. Je travaille également dans le cabinet de mon père (petits animaux), ce qui signifie des gardes un week-end sur 2 ou sur 3 et 5 h de consultations en soirée par semaine. Ma mission pour l'AFSCA s'effectue, elle, en tant qu'indépendante. Cela représente entre 15 et 20 h par semaine, le plus souvent la nuit, lorsque les frets arrivent.

Quels sont vos rapports avec la science ? Quels sont vos premiers souvenirs «graphico-scientifiques» ? Depuis toute petite, j'aime les livres sur les animaux et la littérature scientifique pour les enfants. À l'école, j'adorais déjà les sciences - surtout la physique - et leur côté magique: tout s'explique !

Quelle est la plus grande difficulté rencontrée dans l'exercice de votre métier ? La plus grande difficulté, même si c'est un choix, c'est la gestion du temps. Entre mes 3 activités professionnelles, je travaille environ 70 h par semaine. C'est donc très compliqué de concilier boulot et vie privée. Alors je prends du temps sur mon temps de sommeil. Cela dit, c'est cette diversification qui fait que je suis autant passionnée par ce que je fais.

Quelle est votre plus grande réussite professionnelle jusqu'à ce jour ? Il n'y en a pas une particulièrement. Simplement, cela me fait plaisir quand mes clients me remercient d'avoir soigné leur animal. Souvent, ils y tiennent beaucoup et sont heureux de le retrouver en bonne santé. Il m'arrive de recevoir du chocolat ou une bouteille de vin. Ce sont des moments sympas.

Quels conseils donneriez-vous à un jeune qui aurait envie de suivre vos traces ? Si j'avais un conseil à donner, ce serait de se diversifier. Ici à Liège, les places sont peu nombreuses. Il est difficile pour un jeune vétérinaire fraîchement diplômé et qui veut se lancer comme indépendant d'en vivre tout de suite. En milieu rural, le métier est également très dur. En Belgique, nous avons principalement des bovins bleu-blanc-belge, qui nécessitent obligatoirement un vêlage par césarienne. C'est une période intense et physique, qui demande d'être disponible à des horaires très matinaux pour une rentabilité très relative. L'agro-alimentaire est a contrario un secteur d'avenir, il y aura toujours des normes à respecter et qui ne cessent d'évoluer. Bref, l'idéal est de se diversifier et de se spécialiser afin de faire valoir une expertise. ■

NOM: **RENARD**
 PRÉNOM: **Élodie**
 ÂGE: **28 ans**
 ENFANTS: **Pas encore**



PROFESSION: **Vétérinaire indépendante au PIF, consultations privées et assistante à la faculté de médecine vétérinaire de l'ULg**

FORMATION: **Secondaires à l'Athénée Royal de l'Air Pur à Seraing, Master en médecine vétérinaire à l'ULg, master complémentaire en Denrées alimentaires à l'ULg.**

ADRESSE: **Rue de l'Aéroport à Bierset (PIF), Rue de la Rose, 66 à 4102 Ougrée (Cabinet privé) et Boulevard de Colonster, 20 à 4000 Liège (Faculté vétérinaire)**
 Tél.: **0498/22.26.28**



Plus d'infos:

www.ulg.ac.be/fmv
www.afsca.be
elodierenard35@gmail.com

Verso

Je vous offre une seconde vie, quel métier choisiriez-vous ? Sans aucun doute quelque chose dans la médecine - pourquoi pas la gynécologie - ou dans l'aérospatial. En tous cas, ce serait un métier scientifique. Cela dit, j'adore vraiment mon métier et je ne voudrais changer pour rien au monde.

Je vous offre un super pouvoir, ce serait lequel et qu'en feriez-vous ? Celui de comprendre les animaux, savoir s'ils ont mal, où, dans quelle mesure,... Les propriétaires eux-mêmes ne les comprennent pas toujours. Ils peuvent détecter quand ils ne vont pas bien mais sans plus. Ce serait une aide précieuse mais cela deviendrait peut-être trop facile ???

Je vous offre un auditoire, quel cours donneriez-vous ? Sans hésiter, un cours de biologie. C'est une matière que j'adore et qui me passionne depuis toujours.

Je vous offre un laboratoire, vous planchieriez sur quoi en priorité ? Je n'ai pas d'idée précise tant les besoins sont nombreux. Peut-être un sujet en médecine humaine, sur le cancer ou l'asthme, mais de toute façon en médecine.

Je vous transforme en un objet du 21^e siècle, ce serait lequel et pourquoi ? C'est un objet qui ne date pas d'hier, mais un agenda ! En étant bien organisé, on peut gagner énormément de temps. Et l'on sait à quel point il est précieux. Personnellement, à jongler avec différentes activités, je n'ai pas le choix !

Je vous offre un billet d'avion, vous iriez où et qu'y feriez-vous ? Je n'ai pas de destination particulière où j'aimerais me rendre. Ce que je sais, c'est que j'y admirerais la faune et la flore. Je suis davantage attirée par les endroits sauvages, la nature que par les grandes villes surpeuplées. Je préfère faire une promenade dans les bois du Sart-Tilman que d'étouffer dans une métropole. C'est bien plus ressourçant.

Je vous offre un face à face avec une grande personnalité du monde, qui rencontreriez-vous et pourquoi ? Un chercheur ou un scientifique. Par exemple, Charles Darwin. Ses découvertes ont tout de même changé notre vision du monde. Ou bien l'un ou l'autre philosophe... ■



Le gaz de schiste

USA vs Europe

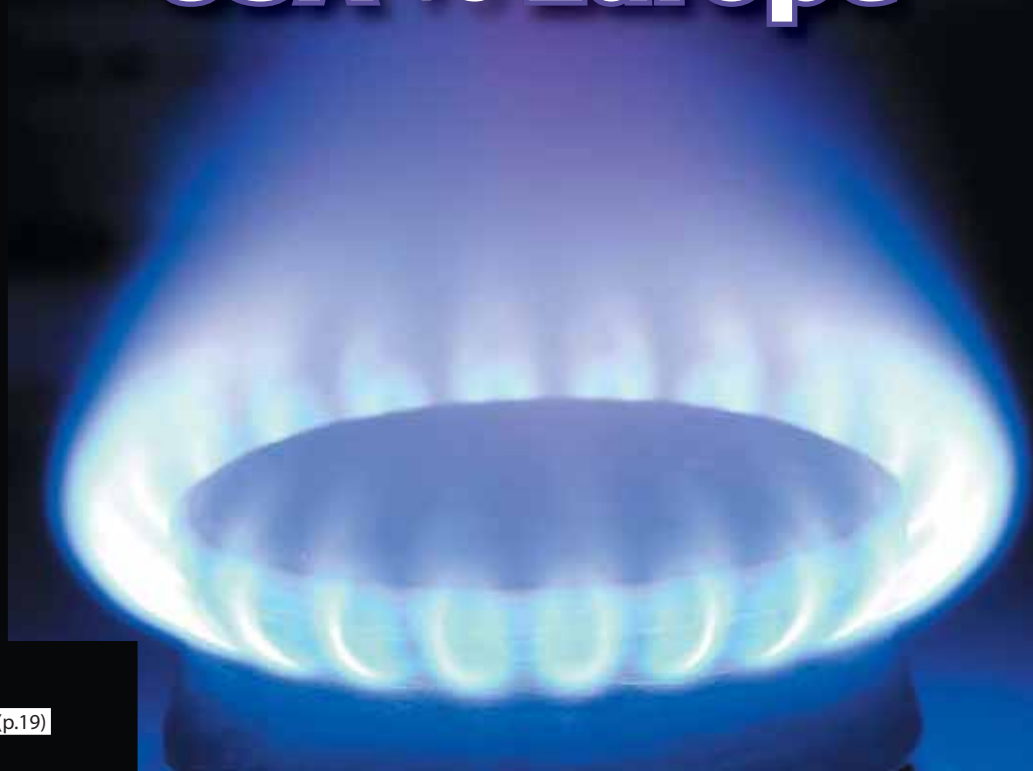
La toute première exploitation de gaz naturel aux États-Unis remonte à près de 2 siècles, en 1821. C'était du gaz de schiste. Il a été extrait d'un affleurement de cette roche à Fredonia, dans l'État de New York, par un armurier qui vendait son combustible à une auberge proche, très fréquentée à l'époque par les diligences. Après cette très discrète inauguration, le gaz de schiste est tombé dans l'oubli, d'où il n'est sorti qu'il y a peu, non sans contestation et polémique

18

Texte : Jean-Luc LÉONARD • jlleonard@voo.be

Photos : Energy Information Administration (p.19)

SCIENCE (p.20)



L'expression «gaz de schiste» tend aujourd'hui à désigner, par simplification, ce que l'on devrait normalement appeler les «gaz non conventionnels». Ces gaz sont composés essentiellement de méthane (CH₄), comme le gaz naturel conventionnel, extrait de poches continentales ou sous-marines et largement exploité ces dernières décennies. Même si certains gisements - comme ceux de la Mer du Nord - commencent à montrer des signes d'épuisement, les réserves de gaz conventionnel restent très importantes.

Les gaz non conventionnels sont de 4 types, dans l'ordre croissant de leur abondance:

1. le **gaz de charbon** (grisou), qui pourrait notamment être exploité en Wallonie;
2. le **gaz de schiste** proprement dit;
3. le «**tight gas**» (parfois traduit en français sous le nom de «gaz de réservoir compact»), contenu dans des roches

plus dures que le schiste et qui est extrait quasi exclusivement aux États-Unis par la technique du «fracking» (voir l'article qui suit);

4. les **hydrates de méthane**, qui ne sont pas encore exploités industriellement mais sont réputés capables d'assurer l'approvisionnement gazier mondial pour plusieurs siècles (voir encadré p.19).

Pour être complet, il faut signaler aussi l'existence des pétroles non conventionnels tiré du schiste ou des sables bitumineux, très abondants en Amérique du Nord. C'est ce pétrole très lourd, extrait dans la province d'Alberta, au Canada, qu'acheminera vers les raffineries US le fameux *Keystone XL*, le pipeline transaméricain de 1 900 km de long, auquel l'administration Obama devrait prochainement donner le feu vert. D'une capacité de plus de 800 000 barils par jour, ce tuyau géant réduira de 40% la dépendance des États-Unis à l'égard du Venezuela et du Moyen-Orient.

Ce ne sera qu'un premier pas. Dans son *Energy Outlook 2030*, le géant britannique BP ne craint pas de prédire que les USA seront autosuffisants en énergie à 99% vers 2030, principalement grâce au gaz et au pétrole de schiste. «Les États-Unis dépasseront probablement la Russie et l'Arabie Saoudite dès 2013 comme plus grand producteur de pétrole et de biocarburant» et devraient devenir exportateurs de gaz naturel liquéfié dès 2016, précise le rapport de BP.

L'industrie européenne séduite

Les gaz et huiles de schiste seront aussi un puissant facteur de réindustrialisation des États-Unis. On sait déjà qu'au moins 5 nouvelles usines sidérurgiques américaines utiliseront le gaz plutôt que le coke pour traiter le minerai de fer.

De même, on assiste depuis quelques années à une reconversion massive au gaz naturel des centrales électriques à charbon, ce qui a eu un effet assez insolite: bien que n'appliquant pas le protocole de Kyoto (que le Sénat américain avait refusé à l'unanimité de ratifier en 1997), le pays a réduit fortement ses émissions de CO₂. Le gaz en produit en effet 2 fois moins que le charbon.

Mais le gaz naturel n'est pas seulement une source d'énergie devenue abondante et peu onéreuse. Il est aussi une matière première vitale pour l'industrie chimique. Et c'est un souci majeur pour l'Union européenne, qui voit les fleurons de sa chimie prendre la direction de l'Amérique du Nord. En 2007 encore, le gaz naturel américain était seulement 20% moins cher qu'en Europe, ce qui ne justifiait pas de délocalisation. Mais durant les 5 dernières années, le gaz américain est devenu jusqu'à 75% moins cher qu'en Europe. Où, par ailleurs, l'industrie chimique a dû faire face à une contraction du marché et à des contraintes réglementaires nouvelles, notamment à travers la législation REACH.

Ainsi, depuis 2009, le géant allemand BASF, numéro un mondial de la chimie, a investi près de 6 milliards de dollars en Amérique du Nord. Et le chef des opérations européennes de la firme, Harald Schwager, ne cache pas que si l'Europe continue sa politique actuelle en matière d'énergie et d'environnement, une réaction en chaîne va pousser la production chimique de plus en plus vers les États-Unis. Les syndicats ouvriers du complexe chimique de *Ludwigshafen*, en Rhénanie-Palatinat, qui occupe 38 000 travailleurs, s'inquiètent pour leur avenir.

De son côté, *Royal Dutch Shell* a annoncé l'an dernier l'investissement de plusieurs milliards de dollars dans la construction d'un complexe pétrochimique géant en Pennsylvanie. Même mouvement transatlantique chez *Vöest-Alpine*, le grand aciériste autrichien (plus de 40 000 employés pour un chiffre d'affaires de 11 milliards d'euros) qui construit une première usine au Texas et cesse virtuellement d'investir en Europe où il se voit réduire ses activités à long terme.

Vers un rééquilibrage des prix ?

L'Europe pourrait-elle concurrencer l'Amérique en exploitant ses propres réserves de gaz non conventionnels? Ses réserves sont nettement moins considérables que celles des autres continents, bien que des gisements assez importants existent en France, en Angleterre et en Pologne. Mais la France s'interdit jusqu'à présent d'y toucher et même de seulement y penser. Le Royaume-Uni, qui aurait des réserves exploitables pour au moins un siècle de chauffage domestique (environ 5 000 milliards de m³, selon le *British Geological Survey*), se tâte encore mais réservera sans doute l'éventuelle exploitation des gaz de schiste à son marché national. Et la Pologne, qui ne manquera pas cette occasion unique d'alléger sa dépendance à l'égard du gaz russe, n'a pas nécessairement de réserves suffisantes pour devenir exportatrice de gaz.

De toute façon, l'Union européenne en tant que telle n'a pas voix au chapitre dans le domaine de l'énergie. Cette matière pourtant stratégique reste de la responsabilité des États membres qui n'ont pas jusqu'ici et n'auront sans doute pas avant longtemps la volonté de mettre sur pied une politique énergétique commune.

Tout n'est cependant pas noir dans le tableau européen. Les perspectives pourraient s'éclaircir si les prix du gaz américain retrouvaient un niveau plus élevé, hypothèse possible si les États-Unis développent leurs exportations. Le coût du méthane pourrait ainsi augmen-

Les Hydrates de méthane

Les Hydrates de méthane se sont formés naturellement au cours des âges, par des processus biologiques, comme le charbon, le pétrole et le gaz. Il s'agit d'une combinaison cristallisée d'eau et de méthane, qui s'est opérée sous une température basse et une pression élevée en milieu marin et qui est restée prisonnière des planchers océaniques, des talus continentaux ou des sols gelés en permanence (permafrost). Cette sorte de glace gazeuse se dissocie aux pressions et température ambiantes, libérant le méthane. Son potentiel énergétique est considérable: une fois extrait de son milieu de confinement naturel, un m³ de ces hydrates peut libérer quelque 168 m³ de gaz ! Selon l'*US Geological Survey*, le stock mondial d'hydrates de méthane représenterait le double de toute la réserve planétaire de gaz naturel, de pétrole et de charbon. Cerise sur le gâteau: on ne met ici en jeu que des méthodes traditionnelles, sans recourir au *fracking* de mauvaise réputation. Mais on peut craindre que du méthane soit ainsi libéré involontairement dans l'atmosphère, car c'est un gaz d'effet de serre plus efficace que le CO₂. Ce qui est d'ailleurs vrai, peu ou prou, pour toutes les exploitations de gaz naturel.

Les gisements de gaz de schiste sont connus mais encore peu explorés, sauf aux États-Unis où les réserves avérées ont presque triplé entre 2008 et 2010, passant de 975 à 2 750 milliards de m³, selon l'EIA (Energy Information Administration).



ter aux États-Unis et diminuer en Europe, où les prix du gaz russe auraient déjà subi une légère moins-value. L'Europe va aussi bénéficier indirectement de la reversion au gaz des usines sidérurgiques et des centrales électriques américaines. Cette évolution va détendre le marché du charbon, dont les prix sont déjà significativement en baisse. Cela arrangera notamment l'Allemagne qui doit remplacer par des centrales à charbon les unités nucléaires dont elle a décidé de se passer après le tsunami de Fukushima.

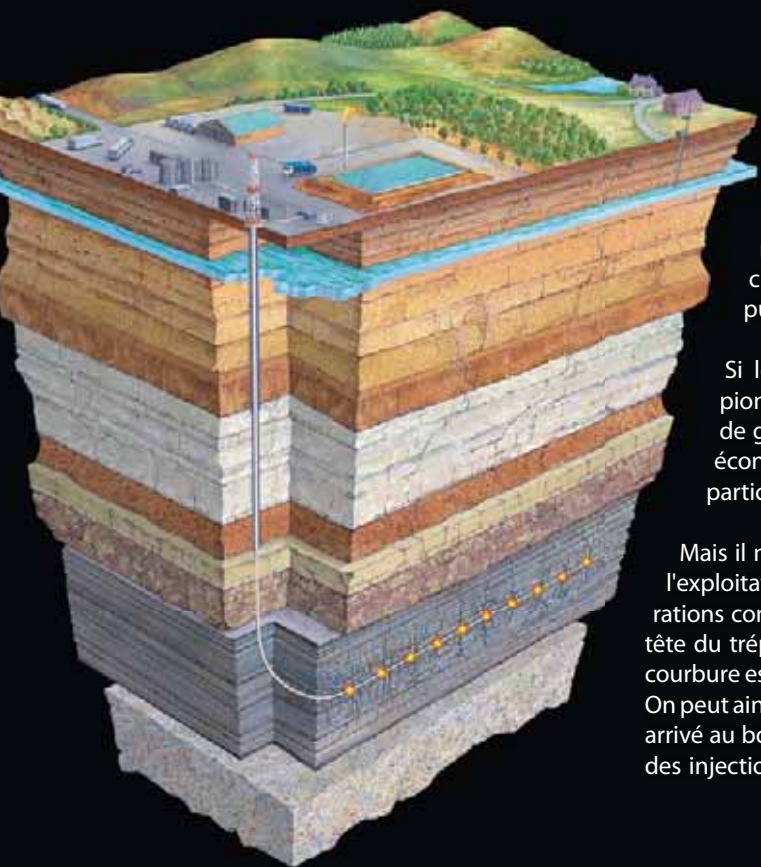
Ailleurs dans le monde, les gisements de gaz naturel, qu'il soit conventionnel ou non, vont aussi monter en puissance dans le bilan énergétique de nombreux pays. Il y a des gisements sur les 5 continents. Le plus gros consommateur d'énergie, la Chine, en aurait un réservoir immense, de l'ordre de 36 000 milliards de m³ selon des chiffres de l'*Agence internationale de l'énergie*. La Méditerranée orientale recèle aussi des gisements intéressants comme celui de Tamar (250 milliards de m³), découvert en 2009

et exploité depuis peu par Israël, qui peut espérer se passer d'ici 10 ans des importations de gaz égyptien. Et qui pourrait même devenir exportateur grâce à un autre gisement, plus important, appelé Léviathan, découvert en 2010 et dont le potentiel est estimé au minimum à 450 milliards de m³ de gaz. Les sources d'énergie fossile ont encore leur avenir devant elles. ■

Qui a peur du fracking ?

20

Si l'exploitation des gaz de schiste est contestée, ce n'est pas tant à cause de la matière elle-même - c'est du gaz naturel - que de la technologie utilisée pour l'extraire: la fracturation hydraulique, mieux connue sous le nom de «fracking». C'est pourtant un procédé qui n'est pas vraiment neuf. Il a été expérimenté pour la première fois il y a plus de 60 ans, en 1947, sur le gisement de gaz conventionnel de Hugoton, au Kansas, pour contourner un bouchon de boue de forage. Brevetée 2 ans plus tard, la technologie a été appliquée avec succès à d'innombrables reprises et progressivement perfectionnée



Au Kansas, quelque 244 000 puits de pétrole et de gaz ont été forés depuis 1947 et plus de 57 000 d'entre eux ont été traités par fracturation hydraulique. En réalité, cette technique est utilisée de façon routinière pour exploiter davantage les gisements d'hydrocarbures. De nos jours, elle est pratiquée dans plus de 60% de tous les puits creusés dans le monde, au rythme soutenu de 50 000 par an. Cette proportion va continuer de croître puisqu'elle a permis jusqu'ici d'augmenter le rendement des puits américains de 30% pour le pétrole et de 90% pour le gaz.

Si les pétroliers américains s'étaient contentés des techniques des pionniers, ils ne produiraient plus rien depuis longtemps ! Beaucoup de gisements conventionnels ne seraient tout simplement pas viables économiquement sans recours à la fracturation hydraulique et c'est particulièrement le cas des gisements de gaz et de pétrole de schiste.

Mais il n'y a pas que le *fracking*. L'autre technologie majeure qui a permis l'exploitation des gaz non conventionnels est le forage horizontal. Les opérations commencent naturellement par un premier forage vertical. Quand la tête du trépan approche de la profondeur requise (*voir dessin ci-contre*), une courbure est imposée au forage jusqu'à ce qu'il soit parallèle à la surface du sol. On peut ainsi mieux attaquer la couche géologique fertile en méthane. Une fois arrivé au bout du forage horizontal, qui atteint plusieurs centaines de mètres, des injections d'eau à très haute pression fracturent le cœur de la roche. Du

sable est des produits chimiques ajoutés à l'eau permettent de garder les fissures ouvertes et d'en laisser échapper le gaz qui sera recueilli au fur et à mesure. Un forage vertical peut évidemment donner lieu à plusieurs forages horizontaux, «en parapluie» de façon à exploiter le gisement sur une plus grande surface au départ du même point.

Un robinet qui flambe !

Aux États-Unis, les forages ne rencontrent généralement pas beaucoup d'hostilité locale. Sur les quelque 500 000 forages exploités par *fracking*, on a enregistré 80 accidents, dont le plus spectaculaire a été l'explosion d'un puits à Leroy, en Pennsylvanie, le 19 avril 2011. L'explosion a entraîné une fuite d'eau usée qui a été rapidement endiguée; les habitants de quelques maisons proches ont été évacués provisoirement. Il n'y a pas eu de blessés. Cet accident n'a pas provoqué d'émotion particulière.

L'émotion, elle avait été créée l'année précédente, par la sortie du film *Gasland*, un documentaire réalisé par un amateur, Josh Fox, qui a surtout fait grosse impression en Europe. C'est ce film, diffusé à de nombreuses reprises, où l'on voit notamment un robinet s'enflammer. Cette séquence traumatisante n'avait en réalité aucun rapport avec le *fracking*. Le réalisateur l'a honnêtement reconnu: beaucoup de puits artésiens de sa région contiennent du biogaz susceptible de s'enflammer à la sortie du robinet et c'est arrivé bien avant l'exploitation des gaz de schiste.

Mais cette image a fait des ravages en Europe, notamment en France, où les activistes anti-gaz de schiste ont réussi à obtenir un moratoire indéfini sur la fracturation hydraulique. Le nouveau gouvernement voudrait assouplir la législation. Les géologues disent qu'il y aurait tout de même, dans le sous-sol français, un gisement de gaz de schiste susceptible de

couvrir 90 ans de consommation nationale. Cela vaut la peine d'être considéré.

Gasland a donc beaucoup impressionné les Français (et les Québécois) mais n'a pas changé grand chose aux États-Unis. C'est que l'opposition locale s'adoucit au contact des sommes proposées par les compagnies exploitantes aux propriétaires fonciers, des fermiers pour la plupart. Ces sommes sont élevées car un Américain est juridiquement propriétaire de son sous-sol (contrairement à l'Europe, où il appartient à l'État). En cas d'exploitation pétrolière ou gazière, le propriétaire américain devient donc en quelque sorte partenaire de l'opération, ce qui le conduit naturellement à une certaine souplesse. En outre, le pouvoir fédéral, qui a parfois tenté de s'impliquer dans l'affaire, n'a pas grand chose à dire. Les forages pétroliers et gaziers sont réglementés par les États fédérés.

Des histoires d'eau

L'objection la plus sérieuse faite aux exploitants du gaz de schiste est la menace de pollution des aquifères d'eau douce. Or, ceux-ci sont généralement situés à une centaine de mètres de profondeur, alors que les couches rocheuses qui recèlent le gaz gisent entre 2 et 3 000 mètres plus bas. À ces profondeurs, il est logiquement impossible que les effets de la fracturation hydraulique remontent jusqu'à l'aquifère. L'expérience a montré que les fissures imposées à la roche ne s'étendent pas au-delà de 400 m. Le professeur Jean-Marc Baele, géologue à l'Université de Mons, affirme que «si on fore à plus de 800 m de profondeur, le risque est nul». D'autre part, le tube de forage vertical est logé dans un double tubage cimenté pour éviter tout contact avec la nappe phréatique. Un accident est certes toujours possible, mais les risques sont minimes si la technique est bien maîtrisée.

Il a aussi été question des légères secousses sismiques parfois déclenchées par des chocs de fracturation hydraulique. On a fait

grand cas en Angleterre de 2 micro-séismes de magnitude 2 enregistrés sur un site de forage expérimental près de Blackpool, en avril 2011. Ces tremblements de terre, qui se produisent naturellement dans beaucoup de régions (notamment en Brabant wallon), ne sont ressentis que par les sismographes. Il paraît en tout cas exclu que la fracturation hydraulique puisse provoquer des catastrophes comme la secousse de force 8 sur l'échelle de Richter qui a tué plus de 80 000 personnes le 14 mai 2008 au Sichuan. Ce séisme ravageur a été très probablement déclenché par la masse d'eau du barrage hydro-électrique géant de Zipingpu, achevé 2 ans plus tôt et construit en dépit de l'avis négatif des géologues dans cette province chinoise.

Un autre reproche fait au *fracking* est la quantité énorme d'eau qu'il met en œuvre. Ce problème pourrait être rencontré par une nouvelle technologie de fracturation, testée dans l'Ohio par la compagnie *Chesapeake Energy*. Elle a pu réduire de 90% la masse d'eau nécessaire grâce à l'ajout d'une mousse de dioxyde de carbone qui renforce singulièrement l'efficacité de l'injection. Au total, on peut donc penser, avec l'ancienne présidente de l'EPA (*Environment Protection Agency*), Lisa Jackson, que «le processus de *fracking* en lui-même est sans danger pour l'environnement» et que les accidents de pollution ne peuvent être dus qu'à «des erreurs humaines et à des négligences». Lisa Jackson était réputée pour sa rigueur écologiste et son intransigeance à l'égard de l'industrie, et son *nihil obstat* a fait forte impression.

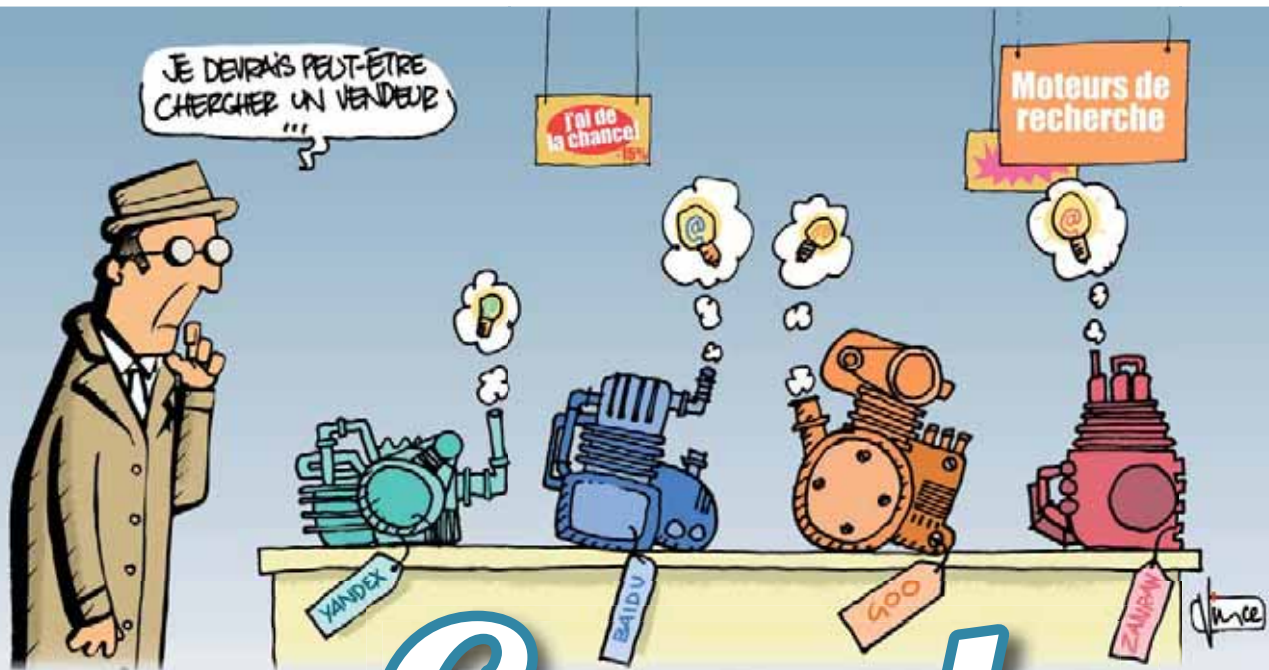
Il est vrai que l'opposition des militants environnementaux au gaz de schiste est moins motivée par les risques du *fracking* que par le fait que cette nouvelle énergie fossile menace de reporter à plus tard une émergence massive des énergies renouvelables. ■



Plus d'infos:

- sur la méthode et les additifs chimiques du *fracking*: <http://bit.ly/pry9eH>
- sur le documentaire *Gasland* (sous-titré en français): <http://bit.ly/ZrCCcj>





Google et ses concurrents

22

Texte: **Christian VANDEN BERGHEN** • cvb@easi-ie.com • <http://www.easi-ie.com>
http://www.twitter.com/easi_ie • <http://www.inventerlefutur.eu>

Illustrations: **Vince** • vince@cartoonbase.com

Dans le premier numéro de cette série consacrée à *Google et ses concurrents*, nous avons vu comment le monde du Web apparaissait avant l'arrivée de *Google* (1998) et nous avons commencé la présentation de quelques moteurs de recherche spécialisés. La seconde partie poursuivra cette présentation avant d'aborder d'autres alternatives comme les annuaires et les bases de données.

Parmi les moteurs de recherches spécialisés, nous avons choisi, dans la première partie de cet article, de présenter l'inclassable *Wolfram Alpha*, sorte d'hybride entre un moteur, une encyclopédie et une forme d'intelligence artificielle.

Moteurs nationaux

Même si ce classement est discutable, nous avons choisi de ranger, parmi

les moteurs de recherche spécialisés, des moteurs **nationaux** ou spécialisés dans des recherches en une langue particulière.

- **Yandex** (<http://www.yandex.ru/>) est un des moteurs les plus utilisés en Russie. Il est évidemment présenté en caractères cyrilliques mais - et cette remarque est valable pour les autres moteurs de ce paragraphe -, même écrits en caractères non-latins, les noms des entreprises et des personnes sont très souvent conservés. Les résultats sont précédés du logo de la source, ce qui facilite le repérage. En outre, les résultats sont parfois assez surprenants et souvent intéressants.
- **Baidu** (<http://www.baidu.com/>) est un moteur chinois présenté en caractères chinois. Les requêtes rédigées en caractères latins rapportent certes moins de résultats qu'avec les moteurs classiques mais ici aussi, ils sont sou-

vent pertinents et permettent de faire remonter des informations négligées par *Google* ou tellement mal référencées qu'elles en deviennent presque introuvables.

- **Goo** (<http://www.goo.ne.jp/>) est un moteur de recherche japonais. Il est également possible d'y lancer des recherches rédigées en caractères latins.

Moteurs de recherche de fichiers

Ces moteurs de **recherche** spécialisés permettent de ne chercher qu'un type particulier de fichier.

- **Zanran** (<http://www.zanran.com/q/>) permet de trouver des graphiques dans des documents (souvent des PDD).

Zanran est particulièrement utile pour des recherches du type:

*European Union CO₂ emissions data
annual oil consumption japan by year*

Il est également capable de trouver des documents rédigés en français, mais il est évident que les documents scientifiques en anglais sont largement plus répandus.

Lorsqu'il s'agit de trouver des fichiers PDF, de nombreuses solutions se présentent à nous:

- **PDF Searchengine** (<http://www.pdfsearchengine.org>)
- **PDF Searchengine** (<http://www.pdfsearchengine.net/>)
- **SoPDF** (<http://www.sopdf.com/>)

De plus en plus de ces moteurs spécialisés dans la recherche de PDF ajoutent à leurs résultats des livres électroniques (ebooks):

- **PDF Search Engine** (<http://ebooks-search-engine.com/>)
- **Ebook Search Engine** (<http://www.ebook-search-engine.net/>)
- **Boocu** (<http://search.boocu.com/>)

Pour la recherche de fichiers, n'oubliez surtout pas de visiter ces trois sites:

- **Slideshare** (<http://fr.slideshare.net/>), un moteur de recherche de présentations (souvent *PowerPoint*) sur tous les sujets possibles et imaginables. Une excellente source d'information et d'inspiration.
- **SlideFinder** (<http://www.slidefinder.net/>) est également un moteur de recherche de présentations.
- **Scribed** (<http://fr.scribd.com/>), une très bonne ressource pour des fichiers en tous formats.

Ces sites sont également très intéressants en matière de référencement si vous y déposez des documents. Le principe est d'ailleurs basé sur la réciprocité: je me sers mais j'apporte ma contribution.

Moteurs de recherche et sites sur l'Union Européenne

La principale source d'information sur l'**Union Européenne** est évidemment

Europa (<http://europa.eu/>), le site Web officiel de l'Union. Tous ceux qui le fréquentent savent que malgré un profond remaniement, il demeure un labyrinthe. Heureusement, de nombreux sites spécialisés sont apparus. En voici quelques-uns (tous ne sont pas des moteurs de recherche).

Tout d'abord, il est évident que les sites du Parlement, de la Commission, de la Cour de Justice et des autres instances européennes sont plus détaillés que le site général. Les adresses se trouvent dans le bas de la page d'accueil du site *Europa*.

★ **EuroNews** (<http://fr.euronews.com/>), le site de la chaîne de télévision, propose pas mal d'informations et d'analyses.

★ **European Voice** (<http://www.europeanvoice.com/>), pour un avis indépendant sur l'actualité européenne.

★ **EU Observer** (<http://euobserver.com/>), une autre source indépendante d'information sur l'Europe.

★ **TED** (*Tenders Electronic Daily*) (<http://ted.europa.eu/>) est la version en ligne du «*Supplément au Journal officiel de l'Union Européenne*», consacré aux marchés publics européens.

★ **AEE** (*Agence Européenne pour l'Environnement*) (<http://www.eea.europa.eu/fr/>)

★ **Cordis** (<http://cordis.europa.eu/>), le service communautaire d'information sur la recherche et le développement, une belle source d'information pour suivre l'évolution de la recherche en Europe.

★ **Europe des cultures** (<http://fresques.ina.fr/europe-des-cultures-fr/>), une prodigieuse médiathèque consacrée par l'INA à la culture européenne. Un voyage découverte au-delà des lieux communs, une tournée vidéo des acteurs, artistes et événements culturels significatifs pour chacun des 27 pays de l'Union Européenne au cours des 50 dernières années, plus de 350 vidéos sélectionnées des archives de la télévision française.

Europeana (<http://www.europeana.eu/>), une bibliothèque numérique européenne: une bibliothèque virtuelle qui regroupe 50 ans de documents européens dans quelque 50 langues. Le choix de la langue se fait en haut à droite de la page d'accueil. En ce





moment, une magnifique exposition virtuelle sur ces Européens qui immigraient vers l'Amérique.

- ★ **EACEA** (<http://eacea.ec.europa.eu/>). L'Agence exécutive "Education, audiovisuel et culture" est responsable de la gestion de certaines parties des programmes de l'UE dans les domaines de l'éducation, de la culture et de l'audiovisuel. Si la pédagogie vous intéresse, visitez ce site.
- ★ **IATE** (<http://iate.europa.eu/>), un dictionnaire pour rechercher la signification d'un terme dans une des langues de l'Union Européenne (y compris le latin)

Moteurs de recherche et sites consacrés aux statistiques

Les sites et moteurs permettant de trouver des **statistiques** sont innombrables. Nous en avons rassemblé quelques-uns ici.

- ❖ **Globometer** (<http://www.globometer.com/>) est un site absolument fascinant qui se présente de la manière suivante: «Globometer permet de découvrir les statistiques du Monde en temps réel sous forme de compteurs qui défilent sous vos yeux. Ces statistiques

provenant des organismes internationaux et nationaux les plus réputés sont transformées grâce à l'algorithme de Globometer en une projection depuis le début de l'année et à l'instant donné. Ces chiffres n'étant qu'une projection, ils ne représentent qu'un aperçu de la réalité et doivent être considérés comme tels.»

- ❖ **Gapminder** (<http://www.gapminder.org/>) présente les statistiques sous une forme étonnante et attrayante. Ce site est l'œuvre de Hans Rosling. Et si vous ne le connaissez pas, ne manquez surtout pas sa présentation pour le TED à l'adresse <http://goo.gl/tKV7>.
- ❖ **EuroStat** (<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>), le site de statistiques proposé par l'Union Européenne.
- ❖ **UNdata** (<http://data.un.org/>), les statistiques fournies par l'Organisation des Nations Unies.
- ❖ **Perspective** (<http://perspective.usherbrooke.ca/>) est un site réalisé (en français) par l'Université de Sherbrooke (Canada). Il ne s'agit pas d'un site spécialisé, mais d'un site pédagogique. On y a regroupé les données les plus importantes et les plus fréquemment utilisées par les étudiants et le grand public. Les informations, les illustrations graphiques ou les cartes peuvent être récupérées et reproduites sans permission ou restriction dans la

mesure où la source est identifiée et dans la mesure où les récupérations demeurent ponctuelles. Un site à visiter et à conserver !

- ❖ **Nation Master** (<http://www.nation-master.com/>) permet de comparer des statistiques entre plusieurs pays. Ceci est également possible avec le site de la CIA (<http://goo.gl/sJFi>), dont le *World Factbook* est fréquemment mis à jour et constitue une source très intéressante d'informations sur divers critères comme la mortalité infantile, les télécommunications, les transports, le commerce, etc.

Pour ce même type de comparaisons, consultez également *Countries of the World* (<http://www.photius.com/rankings/>).

- ❖ **Aneki** (<http://www.aneke.com/>), pour avoir tous les chiffres sur tous les sujets.

Pour des statistiques sur l'enseignement et la culture, l'*UNESCO* (<http://www.uis.unesco.org/>) constitue une source intéressante.

La *WNA* (<http://www.world-nuclear.org/>) fournit une documentation très détaillée sur l'énergie nucléaire. Cliquez sur l'onglet «*Information Library*».

Pour ne plus rien ignorer des statistiques sur Internet et le Web, les 2 sources majeures sont:

- ♦ **ITU** (*Union Internationale des Télécommunications* - <http://www.itu.int>). Les statistiques sont accessibles à partir de l'onglet éponyme.
- ♦ **Internet World Stats** (<http://www.internetworldstats.com/>)

Si vous recherchez des chiffres et statistiques sur les populations du monde, ces 2 sites devraient vous aider:

- ♦ **Population Mondiale** (<http://www.populationmondiale.com/>)
- ♦ **Population Data** (<http://www.populationdata.net/>). Ce site vient de mettre à jour le concept «Si le monde était un village» (<http://goo.gl/QnWDC>).
- ♦ **World Atlas** (<http://goo.gl/QAhAF>) fournit des chiffres également.

Si l'évolution des populations urbaines vous intéresse plus particulièrement, tournez-vous vers le site *World Gazetteer* (<http://www.world-gazetteer.com/>). L'Organisation Mondiale de la Santé (<http://www.who.int/research/fr/>) fournit évidemment des statistiques fiables sur la santé.

Moteurs de recherche en temps réel

Les moteurs de recherche «classiques», comme *Google*, n'indexent pas les informations dès leur parution. Pourquoi ? Parce que la plupart des moteurs ont programmé leur robot d'indexation pour qu'il ne le fasse pas. Durant une certaine période, *Google* affichait les résultats provenant de *Twitter*. Et puis, du jour au lendemain, cette fonctionnalité a disparu...

Voici quelques moteurs intéressants pour suivre l'actualité des personnes. Ils permettent de mesurer en temps réel les réactions des individus suite à un événement, une annonce ou tout ce qui les fait réagir.

- **ITPints** (<http://www.itpints.com/>)
- **Social Mention** (<http://socialmention.com/>)
- **Web Pulse** (<http://www.web-pulse.fr/>)

- **Topsy** (<http://topsy.com/>)
- **Kurrently** (<http://www.kurrently.com/>)

Moteurs de recherche en vrac

Depuis le précédent article, un nouveau moteur de recherche prometteur a fait son apparition. Il s'appelle *Samuru* (<http://www.samuru.com/>). Contrairement aux autres moteurs, il privilégie la crédibilité et la qualité du contenu plutôt que la popularité; ce qui constitue une révolution.

La plupart des moteurs se base sur la densité des mots-clés figurant dans le contenu d'une page Web. *Samuru* tente d'analyser les concepts ou idées présents dans une page plutôt que tel ou tel mot-clé. En d'autres termes, il s'efforce de comprendre à quelles questions répond une page pour essayer d'en mesurer l'utilité pour l'utilisateur final et en tenir compte dans le classement final des résultats.

L'outil se distingue aussi par le résumé proposé avec chaque résultat. Utilisant une technologie qui lui est propre, le moteur affiche une synthèse de la page qui se veut plus explicite et complète

que ce qui est proposé par *Google* par exemple. À suivre donc...

- **Alexa** (<http://www.alexa.com/>) permet de rechercher des informations sur les sites en termes de visibilité, classement, nombre de visiteurs. Malheureusement, il ne fournit de statistiques très élaborées que pour les sites à fort trafic.
- **Infobel** (<http://www.infobel.com/fr/world/>) répertorie les annuaires téléphoniques (pages blanches et jaunes) de (presque) tous les pays du monde.
- **Mes Notices** (<http://mesnotices.fr/>). Combien de manuels sont disponibles uniquement sur un CD-ROM ou sur Internet ? Parfois difficiles à retrouver... Et n'auront-ils pas disparu dans quelques années ? Que faire encore lorsque le vendeur sur un site d'enchères comme *eBay* vous envoie le produit sans la notice ? Sur ce site, vous trouverez rapidement et facilement mode d'emploi, notice, manuel d'installation, notice de montage, manuel de service,... perdus.

Si vous êtes à la recherche d'un nom de domaine pour une nouvelle activité, voici quelques moteurs spécialisés:

- **Panabee** (<http://www.panabee.com/>)
- **NameNinja** (<http://nameninja.com/>). Un moteur d'une réactivité étonnante !
- **Impossibility** (<http://impossibility.org/>) permet d'ajouter un adjectif, un verbe ou un substantif avant ou après un mot choisi.
- **FindSounds** (<http://www.findsounds.com/>) est, comme son nom le suggère, un moteur de recherche de sons, de bruitages.
- **FileExt** (<http://filext.com/>) identifie toutes les extensions possibles de fichiers. ■



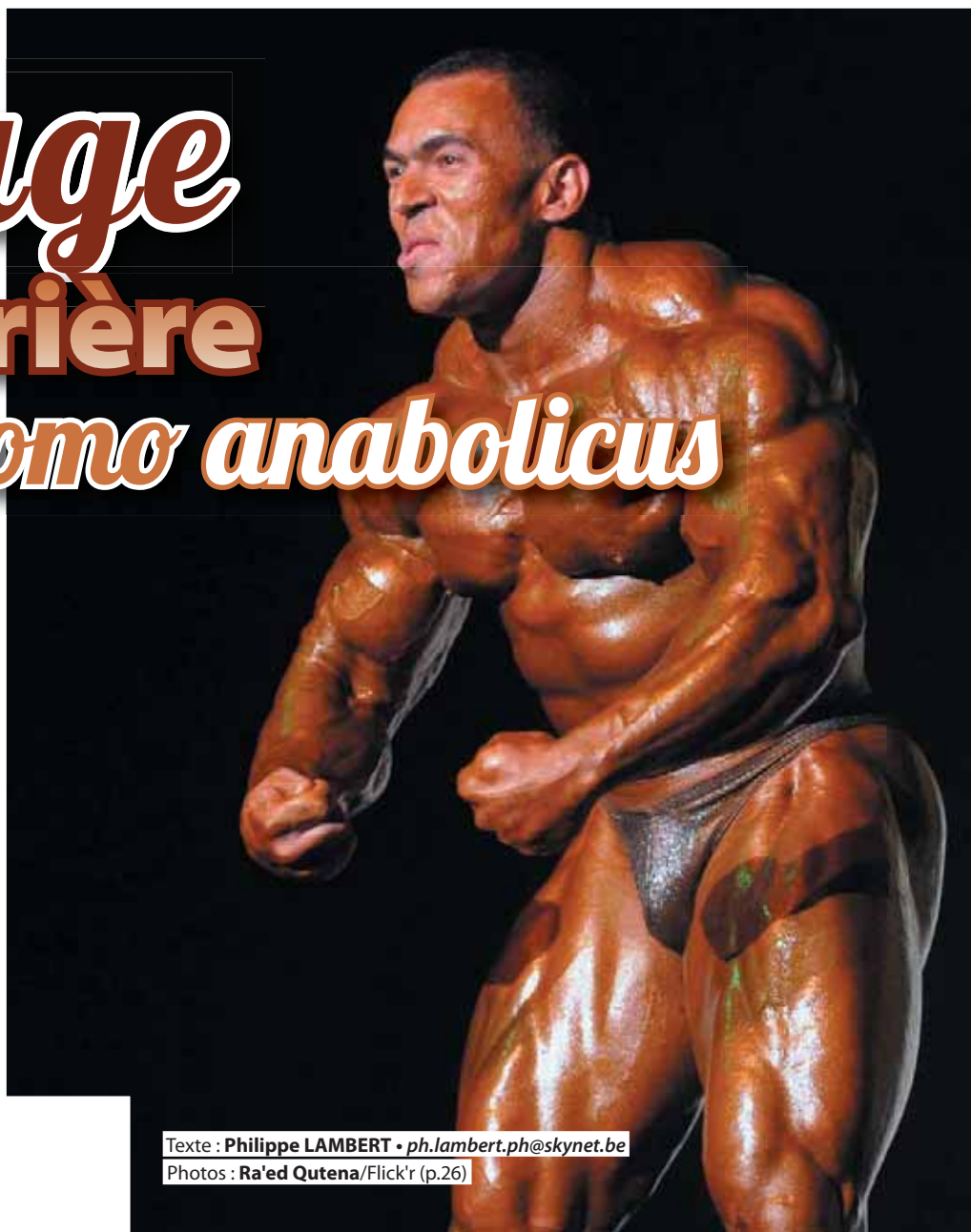
Dans le prochain numéro:

Dans le prochain article de cette série, nous étudierons d'autres sources d'information. C'est ainsi que progressivement, on se rend compte qu'il n'y a pas que *Google* dans la vie...

La rage meurtrière des homo anabolicus

Le meurtre perpétré le 14 février 2013 par l'athlète paralympique Oscar Pistorius l'a-t-il été sous l'emprise de ce qu'il est convenu d'appeler la «rage des stéroïdes»? Bien que non démontrée, cette hypothèse est plausible. Mais au-delà d'un fait divers dramatique se pose la question des accès de violence auxquels peuvent conduire la testostérone et ses dérivés de synthèse, les stéroïdes anabolisants. Des molécules très utilisées dans les milieux du sport et du culturisme

26



Texte : Philippe LAMBERT • ph.lambert.ph@skynet.be
Photos : Ra'ed Qutena/Flickr (p.26)

Deux des plus grandes icônes du sport moderne sont désormais des anges déchus. Ils avaient en commun d'avoir vaincu l'adversité avant de monter sur les podiums. Lance Armstrong, le héros qui avait gagné son combat contre le cancer pour s'élever ensuite au sommet du cyclisme mondial; Oscar Pistorius, le champion aux prothèses en fibre de carbone, qui s'était joué de son handicap et tutoyait les meilleurs spécialistes du 400 m. Aujourd'hui, il est légitime de se demander s'ils n'avaient pas un autre point en commun. Car si le dopage a fait tomber Armstrong après l'avoir amené au faite de la performance et de la gloire, il n'est pas exclu, loin s'en faut, qu'il ait contribué au meurtre perpétré par Pistorius sur la personne de sa compagne, Reeva Steenkamp, le 14 février dernier.

Auteur d'une dizaine d'ouvrages sur le dopage, le docteur Jean-Pierre de Mon-

denard ne tarda pas à livrer son opinion sur la tragédie. Ses propos semblent sans appel: «À mes yeux, la probabilité que les stéroïdes anabolisants aient influé sur le comportement d'Oscar Pistorius est de 99,9%.» Quelques jours plus tard, le 20 février, la police indiquera avoir découvert, chez l'athlète, des seringues et 2 boîtes de testostérone, le «chef de file» des substances anabolisantes. Ce qui souleva les dénégations de Barry Roux, l'avocat du prévenu. Selon lui, les boîtes en question contenaient non pas de l'hormone mâle, mais un remède à base de plantes baptisé *testocompasutium coenzyme*. Une substance injectable ne figurant pas sur la liste des produits interdits par le CIO et dont le médecin sportif Jon Patricios expliqua la nature et la principale indication dans les colonnes de l'hebdomadaire sud-africain

City Press. Composé de morceaux de cœur et de testicules d'animaux, de plantes médicinales et de vitamines, ce produit est généralement utilisé pour combattre les défaillances sexuelles chez l'homme.

Les substances saisies chez Oscar Pistorius ont été confiées au laboratoire antidopage de Bloemfontein et, à l'heure où nous écrivons ces lignes, les milieux de l'enquête se refusent à en dire plus. «En admettant qu'il s'agisse bien de testocompasutium coenzyme, la suspicion de dopage à la testostérone ou aux stéroïdes anabolisants reste tout aussi justifiée», affirme Jean-Pierre de Mondenard. En effet, l'usage prolongé de ces produits conduit à un épuisement de la production endogène de testostérone et à une chute de l'activité sexuelle. Pourquoi un garçon

de 26 ans, en pleine forme physique de surcroît, serait-il obligé de s'injecter de telles substances pour stimuler sa fonction sexuelle ? Poser la question, c'est sans doute y répondre.» Selon l'entourage du coureur, celui-ci employait la *testocompasutium coenzyme* comme décontractant musculaire...

En un sens, peu importe. Au-delà de l'émoi qu'il suscite en raison de la notoriété du personnage incriminé, le cas Pistorius a au moins le mérite, par les soupçons qu'il éveille, de poser la question de la «rage des stéroïdes», cet accès de violence extrême nimbé de paranoïa que l'on peut rencontrer chez les consommateurs réguliers de testostérone ou de ses dérivés de synthèse. Or, ces derniers sont omniprésents dans les milieux sportifs, y compris chez nombre de culturistes amateurs qui, sacrifiant leur éthique et parfois leur santé à leur définition de la plastique du corps, se les procurent assez aisément, notamment sur Internet. «Nous sommes bel et bien face à un double problème de société et de santé publique», estime le docteur de Mondenard.

La confusion des sexes

Les liens entre les stéroïdes anabolisants et le sport se sont noués durant la période de la Guerre froide. Dans les années 1950, il devint patent que les athlètes de l'Est recouraient à l'apport de testostérone exogène. L'hormone mâle se caractérise par ses propriétés anaboliques et androgéniques. Or, selon la terminologie imagée du docteur André Noret, auteur de livres sur le dopage dans les années 80, les sportifs du bloc soviétique apparaissaient comme des prototypes d'«*Homo anabolicus*» tant leur musculature était hypertrophique; par ailleurs, certains caractères sexuels secondaires liés aux effets androgéniques de la testostérone se révélaient au grand jour. «On assistait à une féminisation des hommes et une masculinisation des femmes», précise Jean-Pierre de Mondenard.

Ainsi, on croisait dans les stades des compétitrices avec de la moustache, une pilosité dans le dos, sur les épaules et sur le torse, une voix rauque, une pomme

d'Adam proéminente, une alopecie (chute de cheveux) frontale ou encore, une fonte des glandes mammaires au profit de puissants muscles pectoraux. Cela sans compter des signes plus intimes, telle une hypertrophie clitoridienne. Chez les hommes, hormis le développement musculaire, le signe le plus visible de la prise de testostérone était l'apparition d'une gynécomastie, c'est-à-dire de seins similaires à ceux de jeunes filles pré-pubères - des «seins de garce» selon le vocable en vigueur dans certains milieux sportifs. Chez le sujet mâle en effet, la partie active de la testostérone, qu'elle soit endogène ou exogène, est aromatisée dans les graisses et se transforme en oestrogènes. «Après leur carrière, des athlètes est-allemands ont demandé des dommages et intérêts à l'État allemand réunifié et au groupe pharmaceutique Jenapharm, fournisseur exclusif de l'Oral-Turinabol®, stéroïde à la fois performant et indétectable, fait remarquer le docteur de Mondenard. Ils se plaignaient d'avoir dû se faire opérer de leur gynécomastie et d'en conserver des cicatrices très disgracieuses.»

Peu de temps après avoir emboîté le pas aux pays de l'Est, les Américains recherchèrent des produits aux vertus anabolisantes, mais aux effets androgéniques limités. Naquirent les stéroïdes anabolisants (synthétiques), dont le premier, la métandiénone, fut commercialisé sous le nom de *Dianabol*®. Les rencontres sportives internationales étant aussi «les rencontres des pharmaciens», l'URSS et ses alliés ne tardèrent pas à suivre la voie balisée par leurs grands rivaux.

En France, le premier stéroïde anabolisant disponible sur le marché fut le *Durabolin*® (nandrolone). Nous sommes alors au début des années 1960. Les 26 et 27 janvier 1963 se tient à Uriage-les Bains, sous l'égide du *Haut commissariat à la jeunesse et aux sports*, le premier colloque européen sur le doping. Au terme des débats est éditée une motion détaillant les produits à prohiber. Les anabolisants n'y figurent pas; au contraire, ils sont assimilés à des vitamines. En 1964, un numéro de la revue *Éducation physique et sport*, organe officiel de la *Société médicale française d'éducation physique et de sport*, propose un compte rendu du colloque. Qu'abrite



Contrainte de rendre sa médaille d'or aux JO de Londres, la lanceuse de poids Nadezhda Ostapchuk aurait été victime de son entraîneur qui la dopait à son insu.

la deuxième de couverture ? Une publicité pour le *Durabolin*®... On peut y lire: «Augmente la masse et le tonus musculaire. Renforce la trame osseuse. Action psychotonique puissante», ce dernier élément étant écrit en rouge.

Apparemment, cette action sur le système nerveux central n'émeut personne puisque ce n'est qu'une vingtaine d'années plus tard que l'on commence enfin à parler de la «rage des stéroïdes». Dans les années 70, la communauté scientifique et les autorités sportives reconnaissent néanmoins le pouvoir dopant de la testostérone et de ses dérivés. Il est également question de graves effets secondaires sur la santé, tels que des cancers de la prostate, des tumeurs hépatiques, des ruptures de tendons... On évoque aussi des cas de suicide, comme celui de Kaj Andersen, un discobole danois qui détint 12 années d'affilée le record du lancement du disque et qui s'était jeté du haut de la cathédrale de Viborg.





Nombre de culturistes amateurs se procurent assez aisément des stéroïdes anabolisants sur internet, au risque d'acheter des produits frelatés. Nous sommes face à un double problème de société et de santé publique

28

Des molécules très prisées

Les premiers contrôles antidopage centrés sur la détection de stéroïdes anabolisants seront effectués aux Jeux Olympiques de Montréal en 1976, révélant de nombreux cas positifs. Faute d'une méthode de détection, le dopage à la testostérone ne sera recherché qu'à partir de 1984, lors des Jeux Olympiques de Los Angeles. Malgré les contrôles, les substances anabolisantes demeurent très utilisées, non seulement par des sportifs amateurs, mais également dans le sport professionnel. «Armstrong, qui a indiqué que la testostérone faisait partie de son "cocktail", a gagné 7 Tours de France en ridiculisant l'armada des laboratoires antidopage de la terre entière !», rappelle le docteur de Mondenard.

La testostérone et ses dérivés synthétiques intéressent les sportifs pour plusieurs raisons: ils agissent comme

des «engrais du muscle», augmentent l'érythropoïèse et partant, le transport de l'oxygène, influent sur le psychisme en rendant l'individu plus pugnace, plus volontaire, capable d'accepter des charges d'entraînement plus lourdes.

La testostérone et les stéroïdes anabolisants ont certaines indications en médecine humaine. Parfois, les doses absorbées par les athlètes sont presque 100 fois supérieures aux doses thérapeutiques. Or, les études montrent que les effets délétères de ces molécules sont proportionnels à la quantité administrée.

À la fois efficaces et peu androgéniques, les 2 stéroïdes les plus prisés par les sportifs sont la nandrolone et le stanozolol; cette dernière molécule fut à la base de la disqualification du sprinter canadien Ben Johnson aux JO de Séoul de 1988. Bien qu'ils soient aisément détectables lors des contrôles antidopage, il n'est pas rare que des athlètes se fassent encore prendre aujourd'hui la main dans le sac. «Si les stéroïdes anabolisants sont délivrés par injection, ils restent repérables durant plus de 6 mois dans les urines», précise Jean-Pierre de Mondenard. Par contre, en cas de prise par voie orale, le contrôle sera généralement négatif si la cure a été arrêtée 24 h avant la compétition.» Bref, il suffit d'être bien informé ou bien conseillé pour éviter le couperet.

Pour la testostérone, le test antidopage s'appuie sur le rapport testostérone/

épitestostérone, voisin de 1 chez 90% des individus. Il y a suspicion de dopage lorsque ce rapport est supérieur à 4. Dans ce cas est alors appliqué un test isotopique, très coûteux, qui montre si la molécule stéroïdienne est naturelle ou exogène. «En clair, à peu près tout le monde peut se doper à la testostérone sous couvert de la réglementation; il suffit de conserver un rapport testostérone/épitestostérone inférieur à 4, dit le docteur de Mondenard. C'est ce qu'a fait Armstrong durant toute sa carrière en utilisant des patches et des gels plutôt que des injections.»

Les héroïnes

Dans un premier temps, la prise d'anabolisants exacerbe la libido. Jean-Pierre de Mondenard rapporte le cas d'un culturiste qui, au début de ses cures de dopage aux anabolisants, avait jusqu'à 13 rapports sexuels par jour. En raison des apports extérieurs, la glande testiculaire se met néanmoins progressivement au repos. En fin de cure, lorsque le sportif arrête la prise d'anabolisants sous le poids des effets secondaires, sa libido est au plus bas. En outre, ces hormones agissant sur certains neurotransmetteurs, dont la sérotonine, les cas de dépression sévère sont fréquents. «Entre les cures, les utilisateurs d'anabolisants prennent d'autres hormones, des gonadotrophines chorioniques, afin de relancer l'activité testiculaire. Faisant augmenter parallèlement la production de testostérone et d'épitestostérone, elles ont l'avantage de ne pas modifier le rapport testostérone/épitestérone», explique le docteur de Mondenard.

En 1998, l'hebdomadaire *Courrier International* publiait un article intitulé *Bodybuilding, ton univers impitoyable. Les rois du culturisme ont le meurtre facile. On pouvait y lire: «Les véritables héroïnes de ce sport, ce sont les petites amies des culturistes. Personne ne sait ce qu'elles endurent.»* En effet, si le dopage aux anabolisants peut conduire à des besoins sexuels hors norme, il est fréquent qu'il mène aussi à des troubles de la personnalité, à une perte de contact avec la réalité, à des hallucinations, à la paranoïa et à la violence. La rage des stéroïdes se traduit précisément par un accès de violence extrême, parfois proche de la

barbarie. Ainsi, des cas de défenestration, de matraquage au moyen d'une batte de baseball ou d'immolation par le feu ont été rapportés. Jean-Pierre de Mondenard rappelle par ailleurs que la justice norvégienne a révélé que l'extrémiste Anders Behring Breivik était sous l'emprise de stéroïdes anabolisants au moment de la tuerie qui a coûté la vie à 77 personnes le 22 juillet 2011.

La rage des stéroïdes est facilitée par certains traits de personnalité ou certains désordres psychiatriques, ainsi que par la prise de «cocktails de dopage» renfermant des stimulants ou des produits désinhibants tels que l'alcool, le cannabis ou les stupéfiants. «Plusieurs affaires se sont d'ailleurs déroulées dans des boîtes de nuit», rapporte notre interlocuteur. L'environnement propre au sportif de haut niveau, adulé, convaincu dans certains cas d'être au-dessus des lois, constitue aussi un élément facilitateur.

Le feu qui couve

En 1999, un ouvrage consacré aux milieux du football américain révélait que 21% des joueurs avaient été impliqués dans des affaires de violence les ayant amenés devant les tribunaux. Il y a des cas célèbres. Rae Carruth, des *Carolina Panthers*, tue son amie en 1999. Quelques mois plus tard, Ray Lewis, le pilier de la défense des *Ravens* de Baltimore, est incarcéré pour un double meurtre. Avant de mourir d'une tumeur au cerveau en 1992, Lyle Alzado, réputé pour son jeu violent, avait reconnu l'usage massif de stéroïdes et d'hormone de croissance, ajoutant que 90% des joueurs en faisaient autant. «Dans le football américain et dans le hockey sur glace, certains joueurs ont pour mission de dézinguer les adversaires», déclare Jean-Pierre de Mondenard. *La musculature de ces "déménageurs" ne peut pas s'obtenir uniquement par un travail de musculation; la prise d'anabolisants est indispensable.*

Selon lui, force est de reconnaître que les sportifs ont la violence facile. Il cite les exemples récents d'un triple sauteur et d'un coureur de 3 000 *steeple* français, auteurs d'agressions violentes. Ou celui d'un sportif amateur d'Amiens accro au bodybuilding, condamné à une lourde peine de prison - 20 ans dont deux tiers

de sûreté - pour avoir tenté d'assassiner son ex-compagne à coups de couteau. «Il m'avait sollicité pour savoir si son acte pouvait être en rapport avec la prise d'anabolisants», dit le docteur de Mondenard. Ce bodybuilder n'avait jamais subi de contrôle antidopage. «Mais de toute façon, ce n'est pas parce que des sportifs sont passés sans encombre à travers les contrôles qu'ils ne sont pas dopés et qu'il faut exclure la rage des stéroïdes, commente le médecin français. Au contraire, il serait peut-être temps de s'en inquiéter.»

D'autant que, comme le disait Lance Armstrong, «ça (se doper) fait partie du job» et que la prise d'anabolisants ne concerne pas que les sportifs en quête d'une musculature hypertrophique. Pour les marathoniens, qui sont probablement les athlètes les plus maigres de la planète sportive, les anabolisants offrent le double avantage d'accroître l'érythropoïèse et de leur conférer la capacité de s'entraîner beaucoup plus longtemps. «Nombre d'entre eux utilisent les mêmes produits que les bodybuilders», explique Jean-Pierre de Mondenard. *La différence est que ces derniers absorbent des protéines du matin au soir.*

Si l'on fait abstraction du sport de haut niveau, le culturisme constitue vraisemblablement le microcosme le plus touché par la prise de stéroïdes anabolisants. Mais ceux-ci sont également répandus dans le milieu des videurs de boîtes de nuit et des agents de sécurité, ce monde où, selon l'expression du docteur de Mondenard, beaucoup doivent franchir les portes de profil.

Les foyers potentiels de la rage des stéroïdes et les passages à l'acte sont plus nombreux qu'on ne l'imagine *a priori*. Le feu couve dans le regard de certains athlètes et de certains *Homo anabolicus*. ■



Faits avec violence chez les consommateurs d'anabolisants:

1. Anders Behring Breivik, responsable des attentats de 2011 en Norvège.
2. Rae Carruth, des *Carolina Panthers*, tue son amie en 1999.
3. Ray Lewis, des *Ravens* de Baltimore, est suspecté d'un double meurtre lors d'une bagarre.
4. Le catcheur Chris Benoit, quant à lui, aurait étranglé sa femme et son fils avant de se pendre.



Texte : Jean-Michel DEBRY • j.m.debry@skynet.be

Photos : N. JUERGENS/Science (p.31), John Benson/Flickr (p.33), Groume/Flickr (p.33), XING Xua, et al. (2009) (p.33)

Au sommaire: l'avant, le pendant et l'après-nous. Avant, il y avait les dinosaures, dont certains ont donné lieu aux oiseaux. Ceux-là même qui ajoutent aujourd'hui des mégots à leur nid. Nid, comme le ventre de la mère, est le lieu où le reste de la vie peut se jouer... Vie qui semble se prolonger toujours plus. Bonne lecture !

30

La vie qui s'étire...

Si on s'en tenait aux seules informations rapportées par la presse aux heures de grande écoute, on pourrait, entre tsunamis, épidémies, guerres et famines, imaginer que la population mondiale court globalement à son extinction par accumulation des pertes de vies humaines. C'est oublier que ces événements - qui ne sont que des singularités au niveau planétaire - n'obèrent pas la croissance démographique qui, selon les spécialistes, devrait plafonner au cours de ce siècle aux environs de 10 milliards d'individus. En marge des pertes évidemment bien réelles, la population continue donc à croître, notamment en raison des progrès biomédicaux. C'est en particulier ce que confirme une étude récemment publiée qui met en parallèle les effectifs de 1970, 1990 et 2010 pour 187 pays pris en compte. La synthèse est évidemment riche de données multiples dont on peut extraire quelques éléments, peut-être plus significatifs. On apprend par exemple que si l'espérance de vie à la naissance était en 1970 de 56,4 ans pour les hommes et 61,2 ans pour les femmes,

elle atteignait respectivement 67,5 et 73,3 ans 40 ans plus tard. Le gain, significatif, avoisine donc 20% pour chacun des 2 sexes. Cette valeur moyenne dissimule évidemment toutes les différences perceptibles d'un pays ou d'une région à l'autre. On note par exemple que si la longévité gagnait 25% environ aux Maldives ou au Bhoutan, elle régressait dans le même temps de 1 à 7 ans dans certains pays européens (Belarus, Ukraine) ou africains (Lesotho, Zimbabwe).

On observe également que l'accroissement est situé entre 3 et 4 ans par décennie, si on excepte celle qui va de 1990 à 2000. C'est l'époque où le mur séparant l'Est de l'Ouest européen est tombé (avec le délabrement sanitaire qui a suivi dans les pays concernés), mais aussi où l'épidémie de sida a pris sa pleine expansion, notamment dans une large bande subsaharienne.

Ces années globalement gagnées sont-elles pour autant des années de «bonne santé»? Presque; on peut imaginer que pour une large part, l'amélioration de la qualité de vie a suivi la

courbe de vieillissement. Pour chaque année de vie gagnée, on estime que la part de «bonne santé» vaut pour 0,8 année, les problèmes étant plutôt cumulés en fin de vie.

A-t-on également gagné sur la maladie en début de vie? Incontestablement et ce paramètre compte de façon significative dans l'espérance de vie moyenne, les progrès étant surtout perceptibles pour la tranche d'âge 0 à 5 ans au détriment des maladies qui y sont souvent liées.

Au risque d'attrister quelques-uns des occidentaux que nous sommes, c'est dans les pays pauvres et émergents que les accroissements sont les plus significatifs à tous les âges. Il y a un certain temps déjà que les populations des pays les plus riches ont atteint un maximum. Un maximum, vraiment? Il appartient toujours à chacun d'aider à faire progresser le score, s'il le peut... ■

► *The Lancet*; 2012 (380): 2071-2094, 2095-2128 et 2144-2162

Qui se souvient de l'homme de Piltown ?

Il y a tout juste 100 ans, une découverte archéologique faisait le tour de la planète: du sol de la Vieille Albion, on venait d'exhumer ce que les paléontologues recherchaient depuis longtemps: le «chaînon manquant», le fossile annoncé par Darwin un demi-siècle plus tôt, assurant la jonction entre le singe et l'homme. L'intérêt était d'autant plus grand que c'était la première fois qu'un ancêtre de l'homme était identifié dans le sol britannique. On salua la découverte, bien que quelques spécialistes trouvèrent étonnant que le crâne exhumé ait des caractéristiques à ce point différentes de ce qu'on avait trouvé jusque-là. Celui-ci avait une calotte céphalique proche de celle de l'homme moderne, mais une mandibule assez semblable à celle d'un singe. C'est donc qu'on avait mis la main sur une «autre» branche évolutive distincte de la précédente identifiée, qui culminait avec le Neandertal. Rien ne permettait de douter *a priori* de l'intérêt de la pièce: les traces hominiennes d'usure des dents, la coloration des os née d'une longue conservation dans le sol, les quelques pièces archéologiques associées et ça va de soi, le sérieux reconnu de plusieurs membres de l'équipe de recherche, tout concordait pour authentifier la découverte.

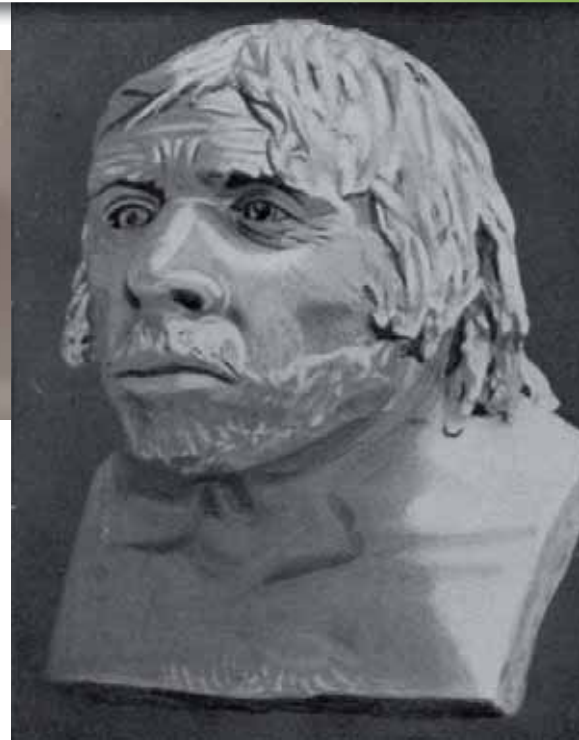
Avec le temps cependant, un doute s'est installé, appuyé par des méthodes d'identification et de datation de plus en plus pointues. En 1953, la vérité éclatait, définitive: l'homme de Piltown n'était autre qu'un canular habile, fait du crâne d'un humain médiéval et d'une mâchoire d'orang outang vieille de quelques centaines d'années également. Le tout avait été «patiné» au bichromate et les dents avaient tout simplement été limées pour leur donner une usure du meilleur aloi. Quant aux vestiges animaux trouvés à proximité, ils étaient authentiquement anciens, mais venus de Tunisie et de Malte...

Le plus vieil Anglais était donc un faux... Mais qui était l'auteur de la supercherie ? On se perd aujourd'hui encore en conjectures. On penche de plus en plus pour un scientifique facétieux ou un farceur bien averti de la paléontologie; dans l'un ou l'autre cas,



ce qui aurait dû rester une blague de potache a pris une dimension planétaire et a fait rêver pendant plusieurs dizaines d'années nombre de contemporains, scientifiques ou non. Le nom de Teilhard de Chardin est un de ceux qui revient le plus souvent à ce propos; il aurait appartenu au premier groupe. Mais on sait que tout près du site de la «découverte», habitait un certain Arthur Conan Doyle, le «père» de Sherlock Holmes, qui n'était pas à une plaisanterie près et qui, médecin, disposait d'une collection de vestiges anciens...

Tous les suspects potentiels étant aujourd'hui décédés depuis long-



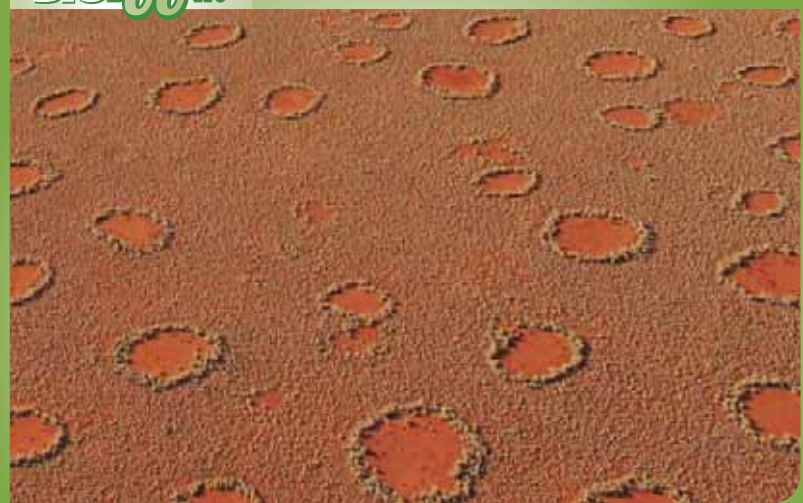
temps, on en restera définitivement aux hypothèses. Ce qui continue à entourer l'inexistant Homme de Piltown d'un halo de mystère. ■

► *Nature* 23013; 492: 177-179

31

BIOZOOM

Photo: N. JUERGENS



Ces ronds ne sont pas des marques divines et le mystère de ces étrangetés botaniques du désert de Namib, appelées «cercles des fées», vient d'être percé. Ce sont l'œuvre des termites *Psammotermes allocerus*, qui se font des réserves d'eau. Logées au centre des cercles, elles y mangent les jeunes racines, les laissant par contre aux abords. Les plantes peuvent y grandir en profitant des réserves d'eau...

Pourquoi les femmes ont de la cellulite et pas les hommes ?

La réponse est complexe et mérite bien plus que les quelques lignes qu'on peut y consacrer ici. D'abord, précisons que le nom est impropre dans son utilisation courante: le suffixe «-ite» évoque une inflammation alors que le dépôt graisseux dont les femmes se plaignent parfois est tout à fait physiologique, en tout cas quand il reste dans des proportions normales. Il s'agit en réalité d'un dépôt prévu par l'évolution pour préparer la femme à la maternité et à la nécessité de constituer au mieux tous les tissus de ses futurs enfants. Les éléments graisseux stockés doivent normalement servir à ça, d'où leur présence. En outre, on sait que les graisses «périphériques» sont également le site de métabolisation des hormones féminines.

À ce titre, une femme qui n'a pas assez de graisse (moins de 16% du poids corporel le plus souvent), n'est tout simplement plus réglée et ne peut donc pas concevoir spontanément. Que les femmes se consolent: les hommes peuvent aussi stocker les graisses (ce qui n'est pas une bonne idée quand il y en a trop): en cas d'excès, elles sont simplement situées un peu plus haut, à hauteur de l'abdomen. Mais ça, on l'avait bien remarqué ! ■



Une cinétique qui en dit long

Les techniques de fécondation *in vitro* ont depuis longtemps permis d'établir qu'un défaut dans la vitesse de division des tout jeunes embryons peut être révélatrice d'un problème plus profond. Les anomalies génétiques majeures sont de celles-là avec, en ordre principal, celles qui affectent le nombre de chromosomes; ce que les généticiens appellent des aneuploïdies; la plus connue étant la trisomie 21, responsable du mongolisme.

Les analyses chromosomiques réalisées sur des cellules isolées de ces premiers stades embryonnaires ne datent pas d'hier et ont en effet permis d'établir que pour les embryons les moins bien structurés, l'incidence des anomalies majeures avoisine 40%.

Ce qu'une étude récente vient de vérifier, c'est que ces anomalies majeures sont également responsables d'un asynchronisme dans la multiplication des cellules, objectivable dès les deux premières divisions. Pour cela, les chercheurs ont filmé le développement précoce d'embryons, puis ont effectué en parallèle un examen génétique sur une cellule prélevée sur chacun d'eux. Les résultats comparatifs témoignent que si le compte chromosomique est normal (ce qu'on qualifie d'euploïdie),

la cinétique de division est métro-nomique et toujours la même. En revanche, ce n'est plus le cas lorsqu'une aneuploïdie est diagnostiquée. Les auteurs en concluent que, grâce à une méthode non invasive - les embryons sont simplement filmés, chaque cliché étant effectué à temps fixe -, on peut faire «parler» des embryons de deux jours, donc très tôt, au cours de la culture entreprise. Ils proposent par conséquent d'appliquer de façon systématique cette recherche d'anomalie via la vitesse de division.

Ce n'est toutefois qu'une confirmation puisqu'on on pressent depuis longtemps la chose; encore fallait-il lui apporter une preuve objectivable. Mais c'est une preuve qui n'est tout de même pas absolue: 30% des embryons aneuploïdes ont eux aussi un rythme de division normal. Au mieux peut-on donc écarter 70% de porteurs d'anomalies. Aujourd'hui déjà - et depuis longtemps -, les biologistes savent qu'un embryon qui se divise lentement n'est déjà plus qu'un second choix. Ce ne sera désormais plus un choix du tout. ■

► *Nat. Commun* 2012; 3:1251.
doi: 10.1038/ncomms2249



Des mégots *répulsifs*

La découverte est pour le moins surprenante: des oiseaux des villes mexicaines (le moineau *Passer domesticus* et le roselin domestique *Carpodacus mexicanus*) ajoutent des mégots de cigarette à leur nid. Des scientifiques en ont été intrigués et ont cherché la raison «évolutive» qui pouvait bien pousser ces passereaux à agir de la sorte. Ils ont donc mis sur pied une expérience assez simple qui les a amenés à placer dans des nids des fibres d'acétate de cellulose - les mêmes que celles qui composent les filtres - tantôt imprégnées de nicotine, tantôt non. Le résultat a été celui qui correspondait à leur hypothèse: ils ont trouvé significativement moins de parasites (et en particulier d'acariens) dans les nids comportant des fibres imprégnées de l'herbe à Nicot. C'est donc que les petits hôtes des villes ont compris l'intérêt de s'associer ces déchets humains auxquels ils ont

trouvé une utilité. Pour les spécialistes, ce n'est qu'une demi-découverte: dans la nature, les passereaux intègrent à leur nid, des fibres végétales auxquelles est associé le même effet répulsif. L'avantage, en ville, est qu'il ne faut pas se mettre à la recherche de ces plantes antiparasites, il suffit de se baisser...

Cela ne devrait en aucun cas constituer un incitant à fumer, même si on aime les oiseaux. Ces derniers se sont adaptés à une situation qui leur sert de substitut. Rien n'indique par ailleurs que la présence de nicotine et autres résidus du tabac ne leur fasse pas tort non plus. Mais ça, on peut supposer que les chercheurs vont essayer de le vérifier aussi. ■

► *Nature* 2013; 492: 156



Quand les plumes vinrent aux reptiles

La réalité ne fait plus mystère depuis longtemps: les oiseaux d'aujourd'hui ont pour lointains ancêtres les sauriens du secondaire et en particulier, les vélociraptors, dont *Jurassic Park* n'a conservé que les plus grands, susceptibles - et ils ne s'en privent pas dans la fiction - de s'en prendre aux hommes dont ils ont la taille. Mais la famille comptait de nombreuses espèces de toutes tailles et c'est de quelques-unes des plus petites que la gent ailée a dérivé. Élé- ment déterminant dans cette évolution particulière: l'apparition des

plumes. On en retrouve des traces sur certains fossiles anciens, datés de 150 millions d'années, soit bien avant l'extinction massive qui a suivi, 85 millions d'années plus tard.

Certains de ces fossiles emplumés présentent une particularité évolutive déterminante pour la suite: si la longue queue était mobile à la base, elle ne l'était plus à son extrémité où les vertèbres apparaissent soudées ou à ce point rapprochées que plus aucun mouvement n'était possible. En revanche, cette même extrémité était ornée de grandes plumes dont on a retrouvé les traces. Conclusion: cet appendice caudal emplumé n'avait probablement d'autre fonction que d'attirer l'attention de l'autre sexe lors des parades nuptiales. Il y avait certes des plumes aux membres antérieurs aussi mais elles ne permettaient pas encore - pense-t-on - l'aptitude au vol. Tout au plus pouvaient-elles ralentir la chute quand l'animal sautait d'une branche au sol. Il n'y avait donc pas encore de l'oiseau véritable chez cet ancêtre-là, mais ils savaient déjà «faire le paon» ! Voilà une attitude décidément très ancestrale ! ■

► *Science* 1213; 339: 125



Les plumes sont clairement visibles sur le fossile de *Beipiaosaurus*

Le bal des transformistes



Texte : Philippe LAMBERT • ph.lambert.ph@skynet.be

Photos : P. VANDERHAEGHEN (p.35), J. MILLER/UW-Madison (p.36),

G. SHAW (p.37)

34

Une équipe européenne de chercheurs est parvenue à produire des neurones corticaux humains à partir de fibroblastes de la peau. Transplantés chez la souris, ces neurones y établissent des connexions fonctionnelles. Les implications de cette découverte sont importantes tant pour la compréhension des mécanismes à la base de l'évolution du cerveau humain que dans une perspective médicale...

Tout commence en 2008. Au départ de cellules souches embryonnaires (ES) de souris, une équipe européenne dirigée par le professeur Pierre Vanderhaeghen, de l'Institut de recherche interdisciplinaire en biologie humaine et moléculaire (IRIBHM) et de l'ULB Neuroscience Institute (UNI), parvient à générer *in vitro* des progéniteurs (1) corticaux, puis, à partir de ceux-ci, des neurones spécifiques du cortex cérébral. Une découverte qui lui vaut une publication dans la revue *Nature*.

Pluripotentes, les cellules souches embryonnaires recèlent le potentiel de générer tous les tissus. On savait que, placées dans un milieu de culture renfermant des agents idoines, elles conservent leur pluripotence et leur capacité de se diviser indéfiniment. On n'igno-

rait pas non plus qu'en ôtant les agents garants de leur caractère pluripotent, on pouvait les amener à se différencier en cellules caractéristiques de tel ou tel organe (foie, poumon...) moyennant l'ajout de certaines substances dans le milieu de culture. Enfin, il avait été montré que l'absence de tout agent extérieur au sein de ce dernier entraîne les cellules ES à donner naissance, *in fine*, à des cellules neurales.

L'obtention de telles cellules dans une boîte de Petri ne constituait donc pas une première en 2008. Mais à l'époque, aucune équipe n'avait pu préciser l'identité exacte des cellules ainsi générées. L'un des mérites de l'équipe conduite par Pierre Vanderhaeghen fut de réussir à spécifier la nature de la plupart des cellules qu'elle avait obtenues expérimentalement.

Le tube neural est l'«organe primitif», l'ébauche tissulaire, d'où émergeront au cours du développement embryonnaire le cerveau et la moëlle épinière. Il comprend une partie antérieure et une partie postérieure. Depuis de nombreuses années déjà, l'embryologie a mis en évidence que son identité première est antérieure. En effet, *in vivo*, sa partie antérieure apparaît par défaut, sans intervention de morphogènes (2), tandis que sa partie postérieure n'acquiert son statut qu'en présence de tels signaux, qui lui confèrent son orientation. Autrement dit, les cellules souches embryonnaires dont la différenciation «donnera naissance» aux progéniteurs neuronaux qui formeront la partie antérieure du tube neural ont une tendance intrinsèque, spontanée, à s'engager dans cette voie de différenciation, et ce destin ne pourra être modifié que par l'intervention d'agents extérieurs.

Précisément, le groupe de Pierre Vanderhaeghen démontra que la plupart des cellules «engendrées» en culture au cours de ses travaux étaient similaires à des cellules du cerveau antérieur. «*Nous nous sommes également aperçus que cette population était assez hétérogène, dans la mesure où on y recensait tant des neurones excitateurs (glutamatergiques (3)) que des neurones inhibiteurs (gabaergiques (4))*», explique le neurobiologiste.

Le cortex étant constitué de 85% de neurones pyramidaux (excitateurs) et de 15% de neurones inhibiteurs, appelés interneurons inhibiteurs, les chercheurs essayèrent d'orienter la production des neurones générés expérimentalement vers une identité pyramidale. Ce qu'ils réalisèrent en inhibant, au moyen d'une molécule baptisée cycloamine, un facteur protéique du nom de *Sonic Hedgehog* (en français, Sonic le hérisson) qui, *in vivo*, est produit à un stade très précoce de la neuroembryogenèse par certaines cellules du tube neural ventral.

Jeu de mime

Chez la souris comme chez l'homme, le cortex comporte 6 couches. Chacune d'elles est générée à un moment différent de l'embryogenèse et abrite des neurones pyramidaux présentant des spécificités morphologiques et fonc-

tionnelles qui lui sont propres. Mais qu'en était-il dans la boîte de Pétri ? Il apparut que des neurones pyramidaux spécifiques des 6 couches corticales y étaient produits et de surcroît, selon le même schéma temporel que lors du développement fœtal. Ceux de la couche VI - la plus profonde - d'abord, ceux de la couche I - la plus superficielle - pour finir. «*Tout laisse supposer l'existence d'une horloge biologique régulant la façon dont les neurones se différencient*», indique Pierre Vanderhaeghen.

En collaboration avec le laboratoire INSERM d'Afsaneh Gaillard, de l'Université de Poitiers, les neurobiologistes de l'IRIBHM pratiquèrent alors des greffes neuronales chez des souris nouveau-nées. Non seulement les cellules greffées établirent des connexions fonctionnelles dans le cerveau hôte mais, qui plus est, préférentiellement avec certaines zones du cortex selon le moment de leur éclosion en culture, mimant ainsi ce qui se passe durant la neuroembryogenèse «naturelle».

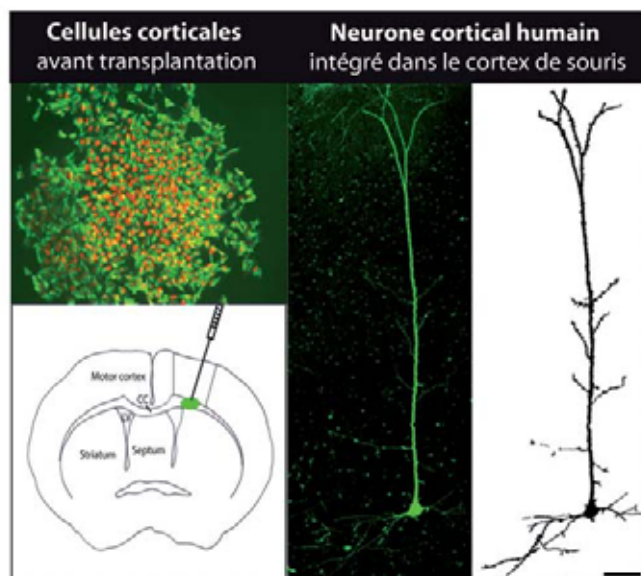
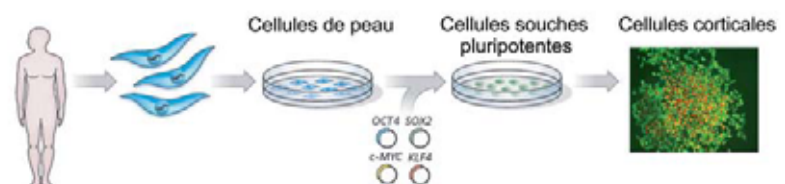
Outre leur intérêt fondamental, les travaux publiés en 2008 dans *Nature* offraient à la recherche un modèle expérimental pour l'étude du cortex et de ses pathologies. Vu le développement considérable du cortex dans l'espèce

humaine se posait toutefois la question de l'applicabilité du modèle murin à des études centrées sur le cerveau de l'homme. Aussi l'équipe réunie autour de Pierre Vanderhaeghen décida-t-elle de soumettre des cellules souches embryonnaires humaines (prélevées sur des embryons surnuméraires produits dans le cadre de la fécondation *in vitro*) à une procédure expérimentale analogue à celle définie précédemment pour les cellules ES de souris.

Sur le plan conceptuel, les résultats obtenus se révélèrent similaires, si ce n'est que la protéine *Sonic Hedgehog* ne s'exprime pas dans les cellules humaines et partant, ne conditionne pas, par sa présence ou son absence, la nature des neurones produits.

Le facteur temps

Au-delà de ces similitudes, certains éléments sont à mettre en exergue. On sait que, lors de l'embryogenèse, la période nécessaire à la constitution du cortex est de 5 à 6 mois chez l'homme, tandis qu'elle n'est que de 15 jours chez la souris. Or, qu'observe-t-on dans les boîtes de Pétri ? Qu'au moment où les



neurones spécifiques des 6 couches du cortex murin sont déjà apparus dans le milieu de culture, les neurones humains de la couche corticale la plus précoce commencent seulement à être générés. Il faut en déduire que les cellules ES et leur descendance (les progéniteurs corticaux) possèdent bel et bien une horloge interne qui détermine le timing de leur développement.

Chez l'homme, le caractère plus tardif de la neurogenèse permet la constitution d'un pool de progéniteurs corticaux plus important. En effet, ces derniers bénéficient d'un temps accru pour proliférer avant d'acquiescer la compétence de générer des neurones. En outre, ils conservent cette capacité durant plusieurs mois, alors qu'elle est perdue chez la souris au bout d'environ 3 semaines. *«Peut-être est-ce pour cela que l'espèce humaine dispose d'un cortex plus développé, indique le professeur Vanderhaeghen. Une façon simple pour engendrer un cerveau plus complexe pourrait être de lui accorder plus de temps pour se constituer.»*

36

L'utilisation de cellules souches embryonnaires humaines à des fins expérimentales ou médicales pose des problèmes éthiques, mais également logistiques. Ainsi, il va de soi que dans le cas d'expérimentations à large échelle ou dans l'hypothèse de futures applica-

tions cliniques, le nombre d'embryons surnuméraires disponibles se révélerait insuffisant.

Une nouvelle jeunesse

Comment contourner l'écueil ? Le biologiste japonais Shinya Yamanaka, de l'Université de Kyoto, a reçu le prix Nobel de médecine en 2012 pour y être parvenu. Il est en effet le père d'une approche révolutionnaire baptisée technologie des «cellules pluripotentes induites» (IPS). Grâce à cette méthode sont générées *in vitro*, au départ de cellules somatiques (5) adultes - en l'occurrence, des fibroblastes de la peau -, des cellules souches pluripotentes. Pour arriver à ce résultat, il faut contraindre la cellule somatique, par le biais de rétrovirus, à surexprimer 4 facteurs de transcription (6) appelés respectivement MYC, KLF4, SOX2 et OCT4. *«In fine, la production de cellules IPS repose sur une inversion de la flèche du temps, commente Pierre Vanderhaeghen. On part de cellules adultes, dont le destin est de mourir à relativement brève échéance, et on leur redonne une nouvelle jeunesse en leur offrant une identité de cellules souches embryonnaires.»*

Ce qu'avait découvert Yamanaka, le groupe européen conduit par le chercheur bruxellois l'a réalisé à son tour, comme d'autres laboratoires. Mais il a surtout réussi à générer, à partir de cellules pluripotentes induites obtenues au départ de fibroblastes de la peau, des neurones corticaux similaires à ceux qu'il avait engendrés précédemment en s'appuyant sur des cellules souches embryonnaires. *«Nous avons laissé la flèche du temps reprendre sa direction normale dans notre milieu de culture, explique Pierre Vanderhaeghen. Les cellules IPS se sont alors différenciées en progéniteurs corticaux, puis en neurones.»*

Peu importait la dotation génétique des individus chez qui les fibroblastes avaient été prélevés, la séquentialité et le timing enregistrés dans le déroulement des événements biologiques étaient les mêmes que lors de la génération de neurones à partir de cellules souches embryonnaires. L'horloge

biologique indiquait la même heure, si l'on ose dire. Du moins elle fonctionnait de façon analogue dans les 2 modalités expérimentales - cellules ES, cellules IPS.

Connectivité fonctionnelle

La question la plus cruciale soulevée par les travaux entrepris par l'équipe composée principalement de biologistes de l'ULB, de l'Université de Poitiers et de l'Université d'Anvers était de savoir comment allaient se comporter des cellules greffées. Car en quoi un neurone cortical est-il vraiment cortical, si ce n'est par ses connexions aux réseaux du cortex ? La réponse à cette question fut apportée par la xénotransplantation (greffe interspèce), dans le cerveau de souris nouveau-nées, de cellules corticales humaines obtenues à un stade de culture relativement précoce caractérisé par la présence d'un nombre élevé de progéniteurs corticaux et d'un nombre restreint de neurones.

Chez la souris «tout-venant», la greffe se solda par un échec. Quand on examinait le cerveau murin 2 mois après la transplantation, on ne trouvait plus trace des cellules humaines: elles avaient été rejetées par le système immunitaire de la souris. Pierre Vanderhaeghen et son équipe se tournèrent alors vers des souris transgéniques immunodéficientes. Après 3 semaines, les progéniteurs des neurones humains étaient en prolifération dans le cerveau des rongeurs; ils cohabitaient avec quelques neurones très indifférenciés. Bref, ce qui se passait chez l'animal immunodéficient mimait à s'y méprendre ce qui se déroulait dans les boîtes de Pétri. De même, après 2 mois, le contingent de neurones humains avait crû. On observait également une ébauche d'«outils de communication»: la présence d'axones et de dendrites rudimentaires, ces «appendices» qui servent, pour les premiers, à assurer la conduction de l'influx nerveux du corps du neurone vers une cible extérieure et pour les seconds, sa conduction de l'extérieur vers le corps neuronal. *«Au bout de 6 mois cependant, la connectivité de ces neurones n'avait guère évolué, rapporte Pierre Vanderhaeghen. Par contre, elle était foisonnante après 9 mois, ce qui atteste que les*



neurones humains s'intègrent anatomiquement dans le cerveau de souris.»

Mais s'y intègrent-ils aussi sur le plan fonctionnel ? Des études réalisées à l'Université d'Anvers au moyen d'électrodes implantées ont d'abord mis en évidence que les neurones humains ont une activité spontanée - ils sont électriquement actifs. Ensuite, qu'ils répondent à distance à des stimulations électriques de certaines tranches du cortex de la souris. Autrement dit, ils se connectent de façon fonctionnelle avec le cerveau de l'animal.

Les travaux de l'équipe européenne furent publiés le 6 février 2013 dans la revue *Neuron* (7). Outre la possibilité de produire des neurones du cortex à partir de cellules reprogrammées, ils donnent accès à 2 modèles expérimentaux de développement du cortex cérébral humain, l'un se fondant sur les techniques de culture cellulaire dans des boîtes de Pétri, l'autre sur l'intégration de neurones humains dans un cerveau animal. Dans ce dernier cas, l'étude d'aspects tardifs du développement cortical (connectivité) est réalisable.

«Nos modèles pourraient aider à répondre à l'une des questions les plus fascinantes de la biologie: qu'est-ce qui caractérise le développement du cortex cérébral humain et lui confère des capacités cognitives si différentes de celles des autres espèces ?», souligne Pierre Vanderhaeghen. Nous disposons à présent d'un «modèle réduit» pour essayer de percer cette énigme. Par exemple, on peut se demander quels sont les gènes humains qui contrôlent le développement cortical de façon telle que notre cerveau nous permet d'accéder à des fonctions - langage articulé, pensée abstraite, etc. - que ne possèdent pas les autres espèces, y compris nos plus proches cousins, les chimpanzés.

Rejouer le film

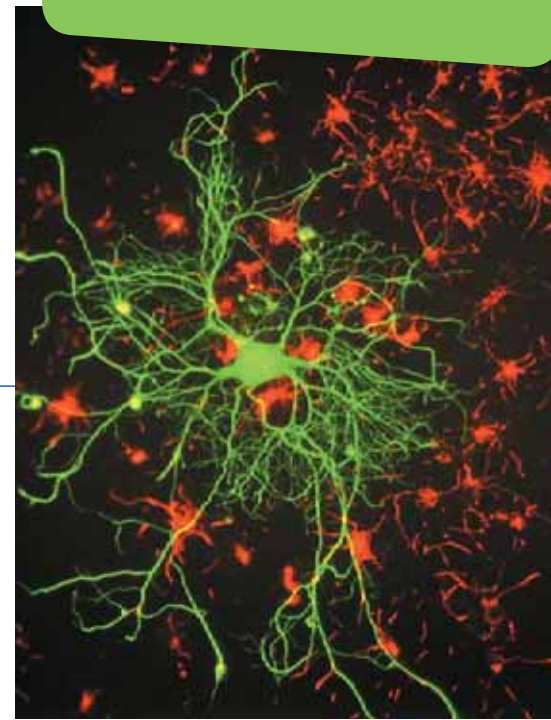
Les 2 modèles de corticogenèse nés des recherches de l'IRIBHM et de ses partenaires constituent par ailleurs des outils novateurs pour la recherche médicale et pharmaceutique dans le cadre de l'étude des pathologies neurologiques et psychiatriques d'origine génétique. «Ainsi,

Le cerveau humain possède approximativement 100 milliards de neurones, possédant chacun 10 000 connexions en moyenne. L'implantation de neurones issus de cellules de la peau dans le cerveau est une piste thérapeutique pour le traitement des lésions cérébrales provoquées par un AVC, un traumatisme crânien ou une maladie neurodégénérative.

face à une maladie dont la cause est une mutation dans le génome, il devrait être possible de prélever des cellules de la peau, qui ont a priori la même mutation (non exprimée) que les cellules corticales impliquées dans cette maladie (syndrome autistique, retard mental, maladie d'Alzheimer d'origine génétique...), de les reprogrammer en cellules souches et de les laisser se différencier en cellules du cortex, explique notre interlocuteur. On pourrait alors rejouer le film du développement cérébral et récapituler ainsi le processus morbide.» Pierre Vanderhaeghen propose cette analogie: «Imaginons un match de football auquel nous ne pouvons assister au stade. Nous pourrions en revoir les phases de jeu essentielles à la télévision et ce, sous plusieurs angles.»

À l'horizon se profile également la perspective plus lointaine, fondée ou non, de produire artificiellement des neurones dans des boîtes de culture et de les employer dans des thérapies de remplacement cellulaire par greffes intracérébrales. De telles «réparations» concerneraient théoriquement tant les cerveaux endommagés à la suite d'un AVC ou d'un traumatisme crânien, par exemple, que ceux en proie à un phénomène de dégénérescence.

Les greffes entreprises expérimentalement chez la souris l'étaient chez des animaux nouveau-nés sans lésion cérébrale. Dans l'optique de thérapies humaines, encore faut-il qu'après la transplantation, les cellules engendrées en culture soient capables de se connecter à un cerveau adulte, de s'intégrer à ses réseaux et de fournir des réponses fonctionnelles. Ici, la plasticité cérébrale est poussée dans ses derniers retranchements. Car si elle est le produit de l'évolution, comme tous les processus biologiques, elle n'a pas été sélectionnée pour permettre la mise en relation de neurones embryonnaires avec un cerveau adulte. «Il existe 3 possibilités, dit le professeur Vanderhaeghen. Soit, dans le pire des cas, des connexions aberrantes vont s'établir et



risquent de déboucher sur des effets secondaires. Soit la greffe n'aura aucun effet, ce qui en consacra l'inutilité. Soit les bonnes connexions se formeront et l'établissement de nouveaux circuits fonctionnels contribuera à améliorer le bien-être des patients concernés.» S'agissant de maladies neurodégénératives, une autre condition sera que l'affection ne se transmette pas au greffon ou du moins, qu'elle ne le fasse qu'après un temps de latence suffisamment long pour que la greffe se justifie. ■

- (1) Cellules souches engagées dans une lignée cellulaire.
- (2) Les morphogènes déterminent la forme, la structure des organismes vivants.
- (3) Producteurs de glutamate, un neurotransmetteur du cerveau.
- (4) Producteurs d'acide gamma-aminobutyrique (ou GABA), un neurotransmetteur du cerveau.
- (5) Cellules différenciées, à l'exclusion des cellules germinales.
- (6) Protéines régulant l'expression de gènes autres que ceux qui les codent.
- (7) Ira Espuny-Camacho et al., Pyramidal Neurons Derived from Human Pluripotent Stem Cells Integrate Efficiently into Mouse Brain Circuits In Vivo, *Neuro* 77, 100-117, 2013.

Les insectes

aux avant-postes du réchauffement

Caroline Nieberding (Université catholique de Louvain) et son équipe cherchent à identifier les mécanismes à l'origine de la diversification des espèces actuelles et éteintes

38



Texte : **Paul Devuyst**

Photos : **C. NIEBERDING** (p.39), **G. SAN MARTIN/Flickr** (p.39), **A. GNILENKOV/Flickr** (p.39), **CARE_SMC/Flickr** (p.41)

Pour répondre à cette question essentielle en biologie de l'évolution, la jeune chercheuse s'est penchée sur le rôle de la sélection dans la diversification des papillons, dans les interactions hôte-parasite chez les rongeurs ou encore dans l'évolution de la dispersion et la spécialisation d'hôtes chez les acariens.

«Je travaille et publie, avec une équipe de doctorants et post-doctorants, dans 3 domaines de recherche différents, même si historiquement, j'ai commencé avec le mulot. Ce qui les unit, c'est l'envie de comprendre la spéciation, la formation des nouvelles espèces, ce qui constitue finalement la base de la biologie», précise Caroline Nieberding. «J'essaye de comprendre pourquoi il y a tellement d'espèces sur Terre. Comment, au cours des temps, au départ d'une seule et même population, celle-ci a proliféré au point d'en arriver à des populations qui ne se reproduisent plus entre elles. Et comment, en laissant s'écouler le temps, des millions d'années, on obtient

des unités génétiquement distinctes, c'est-à-dire des espèces», ajoute-t-elle.

Le mulot et son parasite

Avec le temps, des différences génétiques peuvent donc s'accumuler entre les populations d'une même espèce animale ou végétale. En comparant leurs séquences génétiques, on peut retracer les relations généalogiques entre populations de cette espèce. Mais pour définir plus précisément les événements survenus dans le passé, il est parfois utile d'étudier non l'animal ou la plante elle-même, mais l'un de ses parasites. Ceci est particulièrement vrai quand l'animal ou la plante sont en voie de disparition et qu'il est donc préférable de

ne pas en prélever d'échantillons dans le milieu naturel, comme c'est le cas pour le cougar présent en Amérique du Nord. Le parasite peut alors servir de «loupe biologique» pour son hôte animal ou végétal et de sujet d'étude à la place de l'hôte lui-même. C'est ce que la chercheuse a démontré en prenant le mulot et un parasite qu'il abrite dans son intestin depuis plusieurs millions d'années à titre d'exemple.

Pendant plusieurs années, Caroline Nieberding a donc étudié l'histoire évolutive du parasite *Heligmosomoides polygyrus* et de son hôte, le mulot *Apodemus sylvaticus*. Cette espèce est intéressante à plus d'un titre car elle est abondante dans toute l'Eurasie; les informations recueillies reflètent dès lors les changements climatiques de toute cette partie du monde. De plus, le mulot est proche de la souris, modèle animal le plus uti-

lisé dans les sciences biomédicales. Ces recherches ont démontré notamment (si besoin en était encore) que toutes les espèces, parasites comme libres, s'adaptent au réchauffement climatique en migrant vers le nord de leur aire de distribution.

Dispersion, densité et proximité génétique

Le deuxième domaine de recherche de Caroline Nieberding, en collaboration avec une jeune doctorante américaine, Ellyn V. Bitume, porte sur les effets de la densité et de la proximité génétique sur la distance de dispersion d'acariens *Tetranychus urticae*.

«La dispersion peut se définir comme étant le mouvement d'un individu de son lieu de naissance vers un nouvel habitat afin de se reproduire. On sait que les individus décident de s'éloigner de l'endroit où ils sont nés pour éviter d'entrer en compétition avec leurs congénères pour l'accès aux ressources alimentaires, territoriales,... La dispersion est donc un mécanisme essentiel à la fois pour la survie et l'évolution des espèces. En effet, elle permet à une population de se déplacer pour retrouver un habitat favorable à leur survie quand le changement climatique rend l'environnement local insupportable. Par ailleurs, les individus qui se déplacent, qui changent d'endroit pour se reproduire amènent leur bagage génétique dans une nouvelle population où, potentiellement, ce bagage génétique n'existait pas, la faisant ainsi évoluer. C'est ce qui se passe actuellement suite au réchauffement climatique», explique la chercheuse.

«Plusieurs facteurs de l'environnement déclenchent la dispersion, notamment la densité: plus il y a d'individus dans un habitat, plus la compétition sera féroce, et plus il est pertinent de décider de partir chercher un habitat plus favorable pour se reproduire. De la même façon, la proximité génétique est un autre facteur déclenchant la dispersion. On définit la proximité génétique comme étant le nombre de gènes que partagent 2 individus. Chez l'Homme par exemple, chaque parent donne à son enfant la moitié de son patrimoine génétique. Il y a donc un haut niveau de

proximité génétique entre enfants issus de mêmes parents. Il serait théoriquement absurde d'entrer en compétition pour la survie et la reproduction avec des individus de notre propre espèce si ces individus partagent le même patrimoine génétique. Il vaut alors mieux pour un individu de décider de disperser s'il est entouré de membres de sa famille, pour leur laisser une chance de survivre et de se reproduire eux-mêmes», poursuit Caroline Nieberding.

Pour réaliser leurs expériences, les 2 chercheuses ont utilisé des centaines de minuscules acariens (1 à 2 mm) qu'elles ont nourris avec des feuilles de haricot, laissés grandir et se reproduire. Étant donné que ces petites bêtes posent des problèmes en milieu agricole, leur cycle de vie est bien connu mais pour imiter le monde réel, elles ont intercalé entre chaque feuille de haricot, un petit pont en plastique, élément qui représente autant de lieux non favorables au déplacement des acariens. Elles ont alors créé des familles de densité différente et avec des niveaux de proximité génétique différents.

En collaboration étroite avec les Universités de Gand et de Montpellier, l'étude s'est alors concentrée sur la distance parcourue pendant la dispersion et démontre que la densité et le niveau de proximité génétique affectent de manière quantitative la distance dispersée. C'est-à-dire que lorsque la densité et/ou le degré de parenté augmentent dans un habitat, les organismes augmentent linéairement la distance qu'ils parcourent pour trouver un nouvel habitat favorable.

«Ces résultats permettent de mieux comprendre, et même éventuellement prédire, le comportement de dispersion des organismes face à un réchauffement climatique inéluctable en même temps qu'ils

Bio express



Nom : NIEBERDING

Prénom : Caroline

Formation :

Licence et master en science biologique (1997-2001) et doctorat en phylogéographie à l'ULg, en collaboration avec l'Université de Montpellier 2 (2001-2005); post-doc (2005-2008) à l'Université de Leiden grâce à un mandat européen «Marie Curie»; collaborations de recherche avec les Universités de Gand, Montpellier (France), Leiden (Pays-Bas), Lund (Suède) et Cambridge (Grande-Bretagne); professeure à l'UCL (depuis 2008).

Adresse :

Université catholique de Louvain,
Earth and Life Institute (ELI)
Croix du Sud, 4-5
Bâtiment Carnoy
1348 Louvain-la-Neuve

E-mail :

caroline.nieberding@uclouvain.be

Tetranychus urticae





40

Les populations de papillons en Europe se sont déplacées de 32 à 241 kilomètres vers le nord en un siècle, signe supplémentaire d'un réchauffement du climat, selon une étude publiée dans la revue *Nature*.

Les chercheurs qui ont étudié 35 espèces de papillons ont découvert que 22 avaient soit disparu dans le sud de leur région de peuplement, soit étendu leur territoire vers le nord.

(1) Dutch Butterfly Conservation de Wageningen (Pays-Bas) et Museum national d'histoire naturelle de Paris (France)

devraient permettre l'élaboration d'une stratégie de conservation des espèces: on risque de se retrouver en bordure d'aire de distribution des espèces menacées avec de hautes densités d'individus apparentés, ce qui pourrait créer un effet "boule de neige" et accélérer la dispersion des populations relictuelles. Si des habitats favorables ne sont pas disponibles en avant du front de dispersion, ces espèces risquent de disparaître d'autant plus rapidement. Il s'agirait donc de prévoir les zones d'habitats favorables à conserver au nord de l'aire de distribution actuelle des espèces menacées, notamment en Europe», explique Caroline Nieberding.

Le désir chez les papillons

«La plupart des espèces qui vivent sur Terre communiquent entre elles bien plus que nous ne le pensions par l'échange de molécules chimiques. Nous n'en avons pris conscience que depuis peu de temps parce que les techniques d'analyse des molécules chimiques n'étaient pas au point jusque dans les années 1980. Nous étions incapables d'identifier une molécule chimique, d'en déterminer sa structure, de les échantillonner, de les quantifier quand les quantités émises étaient faibles, ce qui est le cas pour la majorité des espèces. Ce n'est donc que récemment que nous nous sommes rendus compte que la majorité des espèces animales et végétales communiquent entre elles et acquièrent des informations sur leur environnement par la communication chimique et non visuelle. Or, les papillons constituent un véritable modèle en matière de communication chimique», poursuit la chercheuse.

En effet, les papillons de nuit font l'objet de nombreuses études car ils constituent un réel problème économique pour l'agriculture: les champs sont détruits par les larves qui se nourrissent des jeunes plantes au moment de leur développement. Or, ces larves de papillons arrivent dans les champs grâce à certaines odeurs. Le scénario est le suivant: dans le champ, les femelles de certaines espèces de papillons émettent une phéromone afin d'attirer des mâles. Ceux-ci retrouvent ces femelles la nuit grâce aux odeurs émises pour s'accoupler. La femelle pond alors ses œufs dans le champ.

En 1959, les chercheurs ont compris que les insectes de sexes opposés se retrouvaient dans l'environnement pour s'accoupler grâce aux odeurs qu'ils émettaient, formant une phéromone sexuelle. Ils ont alors synthétisé les composés chimiques de la phéromone femelle et ont répandu ce produit dans les champs afin d'attirer les mâles. Ceux-ci, trompés par ce leurre olfactif, ne retrouvaient pas les femelles. Cette manœuvre a constitué la première forme de contrôle biologique destinée à réduire l'effet négatif de ces insectes dans les champs. C'est ainsi qu'a débuté l'étude de la communication chimique.

Chez les papillons étudiés par Caroline Nieberding, c'est le mâle qui émet une phéromone afin d'attirer la femelle et l'inciter à accepter un accouplement. C'est ce que l'on appelle la sélection sexuelle, c'est-à-dire que la phéromone sexuelle produite par les mâles varie selon les mâles. Ces différences permettent à la femelle de choisir le meilleur partenaire pour s'accoupler, celui qui produira les descendants de la meilleure qualité.

On constate que sur base de son odeur, les femelles peuvent déterminer exactement l'âge du mâle qu'elles convoient et qu'elles préfèrent les mâles plus âgés qu'elles. Toujours à partir de l'odeur de l'individu, elles peuvent déterminer son niveau de consanguinité, c'est-à-dire le fait qu'il provienne de parents frère et sœur ou de parents qui ne partagent pas le même patrimoine génétique. Les femelles évitent de s'accoupler avec un mâle consanguin parce que cela réduit leur propre fertilité.

Sur base de la sélection sexuelle réalisée par les papillons africains *Bicyclus anynana*, Caroline Nieberding essaye, avec l'aide de Paul Bacquet, doctorant de son laboratoire, de déterminer si celle-ci pourrait engendrer la création de nouvelles espèces; ce qui ramènerait à l'idée de spéciation. La composition de la phéromone sexuelle de 32 espèces vivant en Afrique (Ouganda, Cameroun, Nigeria, Ghana) a été déterminée et des analyses comparatives des échantillons recueillis ont été réalisées.

«On constate que quand 2 espèces partagent le même territoire, c'est-à-dire la même aire de distribution, les composés formant leur phéromone sexuelle sont très

différents. Ceci permet aux femelles d'une espèce d'éviter de se reproduire avec les mâles de l'autre espèce vivant sur le même territoire. Par contre, quand 2 espèces ne vivent pas sur le même territoire, leur phéromone sexuelle présente une composition beaucoup plus similaire», continue Caroline Nieberding.

«Il semble que la communication olfactive via la production de phéromones constitue vraiment un facteur essentiel favorisant la formation de nouvelles espèces, c'est-à-dire permettant de séparer les individus d'espèces différentes qui risqueraient de se reproduire entre eux, précise-t-elle encore, ce qui arrive quand elles partagent le même habitat».

La facture climatique

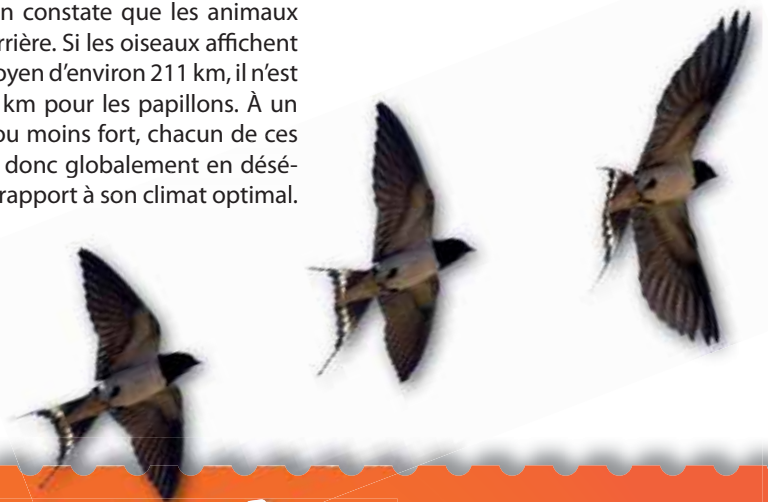
En 20 ans, le thermomètre a pratiquement grimpé d'un degré en Europe, décalant les températures de 249 km vers le nord. Poussés par la chaleur, nombre d'animaux et de plantes ont suivi le mouvement. Une étude publiée l'année dernière portant sur plus de 2 000 espèces a révélé que celles-ci, depuis les années 1970, se déplaçaient

vers le nord à la vitesse de 16,9 km par décennie ou grimpaient vers des biotopes plus élevés (11 m par décennie).

Grâce à l'observation, de 1990 à 2008, de 9 490 communautés d'oiseaux et de 2 130 communautés de papillons (1), on connaît désormais de manière assez précise la distribution européenne moyenne des différentes espèces sur les 20 dernières années. On remarque que plus la température monte, plus les oiseaux et papillons migrent vers le nord pour y retrouver le climat qui leur convient le mieux, preuve de leur capacité d'adaptation.

À quelle vitesse ? C'est là que les choses se gâtent car si l'on compare leur déplacement au glissement (1 degré) de 249 km enregistré sur 20 ans par les températures, on constate que les animaux sont loin derrière. Si les oiseaux affichent un retard moyen d'environ 211 km, il n'est que de 135 km pour les papillons. À un degré plus ou moins fort, chacun de ces groupes est donc globalement en déséquilibre par rapport à son climat optimal.

«Ce n'est pas la première fois que la Terre connaît un réchauffement climatique et on a pu, sur base de l'analyse des séquences génétiques de différentes espèces, comprendre comment elles ont survécu. On sait aussi que pas mal d'espèces ont été incapables de survivre et ont disparu. La grande différence entre les changements climatiques précédents et celui que l'homme cause actuellement est l'amplitude à laquelle les températures et le climat se dérèglent: la vitesse à laquelle l'environnement des espèces change est tellement élevée que la plupart d'entre elles risquent de ne pas pouvoir s'y adapter et disparaissent à un taux presque 10 fois supérieur à ce qu'on observe dans les archives fossiles», conclut Caroline Nieberding. ■



Pour mieux comprendre...

Spéciation: En biologie, constitue le processus évolutif par lequel de nouvelles espèces vivantes apparaissent. Une espèce, au sens du concept biologique, est formée d'un ensemble d'individus inter-féconds, et donc 2 populations forment 2 espèces distinctes si elles ne peuvent se reproduire entre elles. La

spéciation résulte de la sélection naturelle et/ou de la dérive génétique, qui sont 2 des moteurs principaux de l'évolution.

Acariens: Arachnides de taille généralement minuscule: certains sont microscopiques, ne mesurant que quelques dizaines de micromètres; les plus grands ne dépassant pas 2 cm. Il en existe près de 50 000 espèces répertoriées, mais la diversité réelle du groupe est probablement supérieure au million d'espèces. La variété de leurs modes de vie (habitat, niche écologique, mode d'alimentation...) est sans égale chez les Arachnides.

Beaucoup vivent librement dans le sol ou l'eau, mais les acariens ont aussi développé une grande diversité de relations avec d'autres êtres vivants (animaux ou végétaux). Il existe en particulier un

grand nombre d'espèces parasites, éventuellement pathogènes pour les plantes, les animaux ou l'homme. Parmi les plus connus figurent les tiques, le sarcopte (responsable de la gale), le Varroa (parasite des abeilles), les acariens des poussières - susceptibles de provoquer des allergies chez certaines personnes - ou encore les acariens de matelas.

Phéromones: Molécules chimiques émises par la plupart des animaux et certains végétaux qui agissent comme des messagers entre les individus d'une même espèce, transmettant aux autres organismes des informations qui jouent un rôle dans l'attraction sexuelle notamment. Extrêmement actives, elles agissent en quantité infinitésimale, si bien qu'elles peuvent être détectées, ou même transportées, à plusieurs kilomètres dans l'air ou l'eau. Elles sont indispensables au bon fonctionnement des populations, et notamment pour trouver un partenaire reproducteur. Les phéromones sexuelles des insectes contribuent à l'isolement reproducteur entre les espèces grâce à leur spécificité.





Chaud dedans

Si l'on sait depuis longtemps que la température du centre de notre planète est de plusieurs milliers de degrés, évaluations expérimentales et modèles théoriques divergeaient assez fortement sur les valeurs précises.

Une récente expérience vient de donner raison aux modèles en déterminant que le centre de la Terre est plus chaud d'environ 1 000 degrés par rapport, notamment, à une précédente expérience qui avait eu lieu en 1993

Texte: Henri DUPUIS • dupuis.h@belgacom.net

Photos: C. LUNAU/SCIENCE PHOTO LIBRARY (p.42) ESRF/Blascha Faust (p.43), ESRF/Denis Andrault (p.43)

42

Les héros du *Voyage au centre de la Terre* de Jules Verne ne découvrent pas de noyau liquide au centre de notre planète. Pendant longtemps, en effet, a prévalu l'idée que l'ensemble de notre planète était à l'intérieur comme en surface: de la roche solide. Au 19^e siècle, l'idée fait son chemin (puisqu'il y a des volcans...) que de la matière en fusion doit exister sous la roche. Mais il faut attendre 1881 pour qu'Édouard Roche, professeur à Montpellier, imagine un premier modèle théorique basé sur une série d'observations et de mesures. Selon lui, la Terre doit comporter un centre dense de fer, entouré d'une couche moins dense d'un millier de kilomètres d'épaisseur. Mais comment apporter la preuve de l'existence de ce noyau ? Car les géophysiciens connaissent les mêmes problèmes que leurs collègues astrophysiciens: comment mesurer ce qu'on ne peut atteindre ? C'est la sismologie qui sauvera la géophysique: des ondes élastiques parcourent en effet le sol et l'étude de leur origine et leur propagation permet de déduire bien des propriétés de notre planète, y compris de son centre inaccessible. Ainsi, dès 1906, le sismologue irlandais Richard Oldham montre-t-il qu'il y a, au centre de la

Terre, un noyau dont il estime le rayon à 2 550 km et qui est d'une composition différente du reste de la planète. Ces observations sont affinées quelques années plus tard par Beno Gutenberg: à 2 900 km de profondeur, il existe une discontinuité (dite «discontinuité de Gutenberg») qui marque la frontière entre le manteau terrestre et un noyau composé de fer. Les expériences réalisées au fil des décennies livreront d'autres renseignements: le rayon de ce noyau est de 3 480 km (davantage donc qu'estimé par Oldham), son volume représente environ 16% du volume terrestre et il est à la fois liquide et solide. Plus exactement, il est liquide jusqu'à une profondeur de 5 150 km, puis il devient solide (c'est ce qu'on appelle la «graine» qui ne représente que 4% du volume du noyau). Une découverte due à une sismologue danoise, Inge Lehman, en 1936.

Une course température-pression

La présence de cette graine solide peut surprendre: après tout, si à partir d'une certaine profondeur, la température

est telle que le fer a fondu et reste sous forme liquide, on s'attend à ce que plus loin, vers le centre où il fait encore plus chaud, le fer soit, *a fortiori*, toujours liquide ! C'est sans compter la pression et une loi physique très simple: le point de fusion (la température à laquelle ils deviennent liquides) de la plupart des matériaux (c'est le cas du fer) augmente avec la pression. La température du noyau croît bien avec la profondeur, mais moins vite que le point de fusion. À partir d'une certaine profondeur (c'est-à-dire d'une certaine pression, soit 3,3 millions d'atmosphère, ce qui se produit à environ 5 150 km sous la surface), elle est inférieure à la température de fusion et le fer se cristallise, redevenant solide.

On peut donc en conclure que la température à l'interface entre le noyau liquide et le noyau solide est celle de cristallisation du fer à la pression de 3,3 mbar (soit 330 Gigapascals ou 330 GPa). Et pour le vérifier expérimentalement, il suffit donc de mesurer la température de fusion du fer à la pression de 330 GPa ! On voit tout de suite la difficulté d'une telle entreprise: comment recréer, à la surface de la Terre, une pression aussi colossale ? Diverses tentatives ont eu lieu avec pour résultats des estimations de température de fusion fluctuant

entre 4 500 °C et 7 500 °C ! Comme incertitude, ce n'est pas mal... Un grand pas vers plus de précision vient cependant d'être accompli avec l'expérience réalisée par des chercheurs du CNRS, du CEA (Commissariat français à l'énergie atomique) et de l'ESRF (European Synchrotron Radiation Facility) de Grenoble, et dont le résultat vient d'être publié dans *Science* (1).

Deux diamants

Les chercheurs français ont placé des grains de fer d'une taille de quelques microns entre 2 pointes de diamant qu'ils ont comprimées jusqu'à une pression de 220 GPa. Ils ont ensuite envoyé un faisceau laser sur les grains afin de les chauffer à une température de plusieurs milliers de degrés. Un faisceau ultrafin de rayons X a ensuite permis de déterminer par diffraction l'état de l'échantillon: solide ou liquide. Bien sûr, on n'a pas encore atteint les 330 GPa, mais des extrapolations ont été faites à partir des résultats obtenus pour 220 GPa. Cela a permis de fixer la température de fusion du fer à 330 GPa à environ 6 000 °C, ce qui est conforme à la plupart des estimations théoriques.

Le noyau n'est cependant pas composé de fer pur, mais serait plutôt un alliage de fer et d'éléments plus légers (on n'en connaît cependant pas la composition exacte) qui abaisseraient le point de fusion. Tenant compte de cet élément, les scientifiques ont donc estimé la température dans le noyau entre 3 800 °C et 5 500 °C selon la profondeur.

Champ magnétique

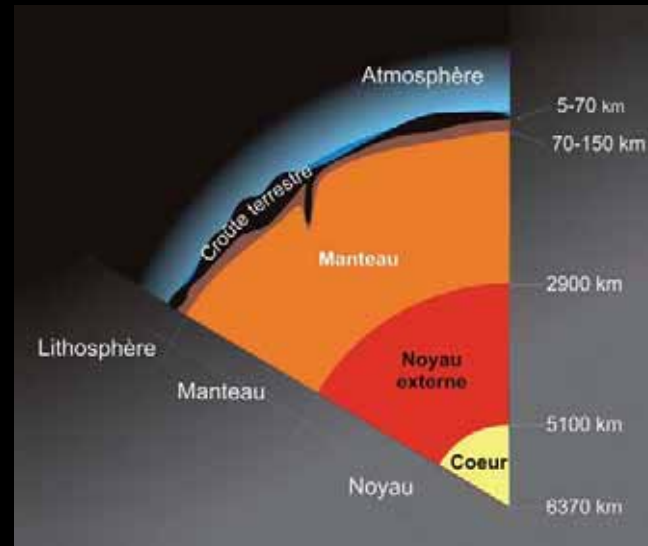
Si les scientifiques s'intéressent à ce noyau liquide-solide, ce n'est pas seulement par souci de précision. C'est aussi parce qu'il évolue: en effet, la métallurgie nous l'a montré, lorsqu'un alliage cristallise, le solide formé est plus pur que le liquide résiduel. Autrement dit, dans notre cas, la graine (dont la taille grandit au fil du temps) est donc plus pure en fer que le reste du noyau qui, lui, s'enrichit en éléments plus légers. Or, c'est au sein de ce fluide métallique

en rotation avec la Terre que se produit le champ magnétique terrestre dont on sait qu'il varie à l'échelle des observations humaines, allant même jusqu'à s'inverser de temps à autre (environ 300 fois sur les 150 derniers millions d'années) sans qu'on ne comprenne ce qui provoque ce mécanisme.

Mieux comprendre le noyau pourrait peut-être permettre d'en savoir plus sur le champ magnétique terrestre. Mais son étude doit aussi lever bien d'autres inconnues. La rotation de la graine tout d'abord: tourne-t-elle indépendamment de la Terre ? Il n'a pas encore été possible de répondre avec certitude à cette question. Et surtout, que se passe-t-il à la rencontre entre le noyau et le manteau ? Les 2 milieux sont tellement différents que leur rencontre plonge les scientifiques dans un abîme de perplexité. Le manteau, composé essentiellement de silicates, est un solide très fortement visqueux, pratiquement isolant, de

densité faible. Le noyau est un liquide peu visqueux (à peu près comme de l'eau), bon conducteur et plus dense. Entre les deux, il doit y avoir de sacrées bagarres ! ■

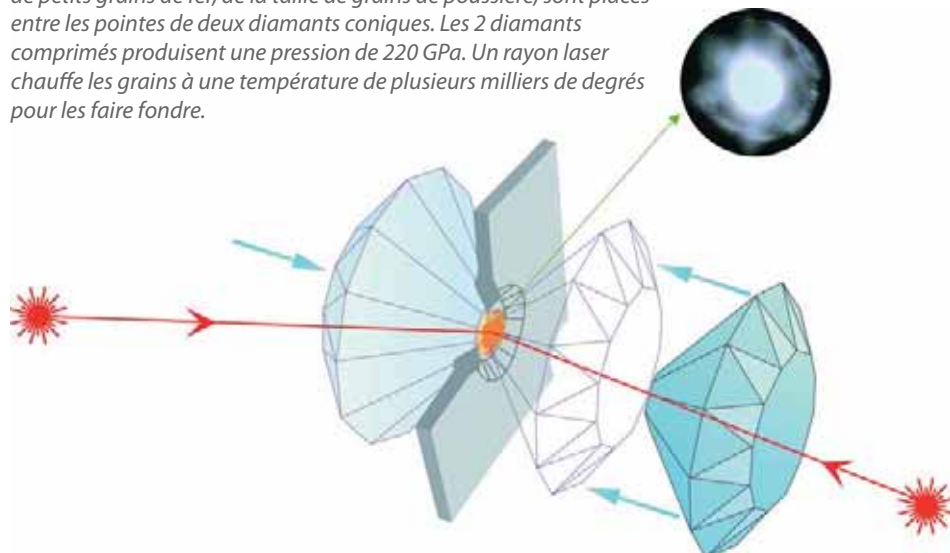
Le montage expérimental à l'ESRF, où les expériences ont été réalisées. La cellule à enclumes de diamants est au centre du cylindre en cuivre.



(1) S. Anzellini, A. Dewaele, M. Mezouar, P. Loubeyre, G. Morard: *Melting of Iron at earth's Inner Core Boundary based on Fast X-ray Diffraction*, *Science*, 26 April 2013.

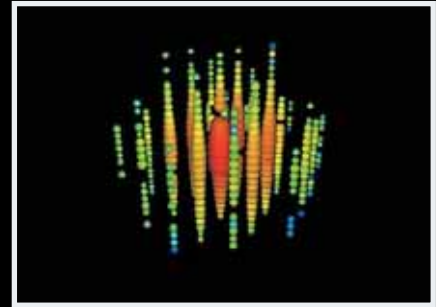


Recréer le noyau liquide de la Terre en laboratoire: de petits grains de fer, de la taille de grains de poussière, sont placés entre les pointes de deux diamants coniques. Les 2 diamants comprimés produisent une pression de 220 GPa. Un rayon laser chauffe les grains à une température de plusieurs milliers de degrés pour les faire fondre.



À la Une du Cosmos

Texte: Yaël NAZÉ • naze@astro.ulg.ac.be • <http://www.astro.ulg.ac.be/>



◀ Les anneaux de Saturne montrent des choses amusantes. La sonde Cassini y a observé l'impact de petites météorites tandis que la trace des anneaux sur la planète était étudiée - elle provient de l'interaction de particules d'eau des anneaux, chargées électriquement, avec le champ magnétique et la haute atmosphère de la planète.

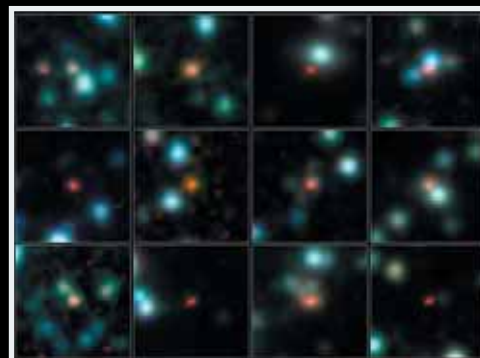
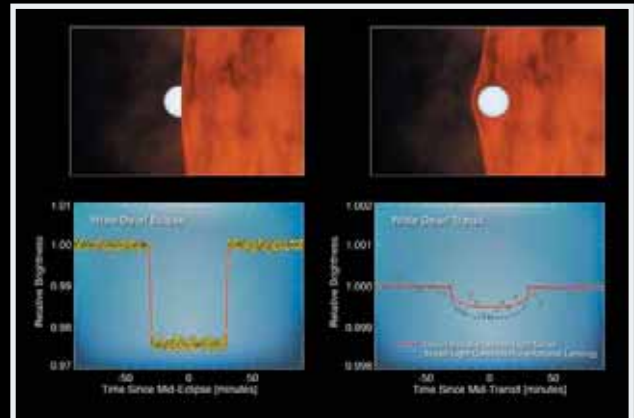
Photo: Cassini

IceCube, le chercheur de neutrinos en Antarctique, a détecté 2 neutrinos d'énergie exceptionnellement élevée, probablement d'origine extragalactique. Ils sont peut-être liés aux sources des rayons cosmiques d'ultra-haute énergie, et on ne peut que souhaiter que les détections continuent pour mieux comprendre le phénomène.

Photo: IceCube

▶ La lumière peut emprunter des trajets courbes, c'est le phénomène de lentille gravitationnelle. On l'a déjà observé pour des galaxies très lointaines ou des étoiles distantes, mais on l'attendait aussi dans les couples stellaires. Le télescope spatial Kepler l'a mis en évidence pour un système composé d'une étoile rouge et d'un cadavre de soleil, une naine blanche.

Photo: Kepler



▲ ◀ Du nouveau sur le front de l'Univers jeune. L'observatoire ALMA (voir image ci-dessus) a pu y localiser plus d'une centaine de galaxies formant de nombreuses étoiles, le tout en quelques heures alors que l'ensemble de ses collègues avait mis plus de 10 ans pour en trouver un nombre semblable. L'observatoire Herschel, lui, a regardé encore plus loin et trouvé une galaxie formant une pléthore d'étoiles (voir illustration ci-contre). Problème: elle est trop massive pour cadrer avec les théories en vigueur... Enfin, l'observatoire WISE a trouvé une galaxie qui a réussi à recycler entièrement son gaz en étoiles.

Photos: ESO et ESA

► Pour la première fois, l'émission en rayons X de jeunes soleils a été mesurée dans une autre galaxie, et l'intensité observée montre une surprenante ressemblance avec ce qui se passe dans notre Galaxie: formation d'étoiles et de planètes ne dépendrait donc pas trop du contenu en métaux...

Photo: NASA



45

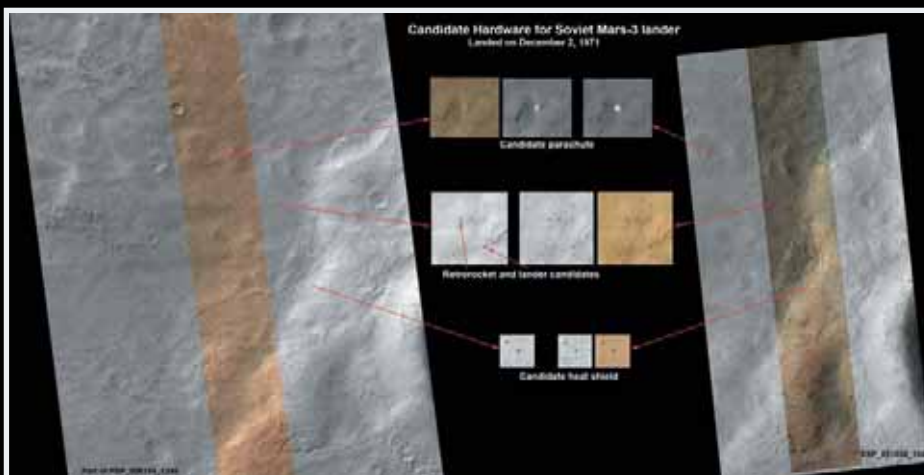
▲ ▲

► **À gauche:** La Relativité Générale a encore une fois été testée, avec succès. Le nouveau laboratoire est un couple formé de deux cadavres, une étoile à neutrons très massive et une naine blanche, tournant l'un autour de l'autre en deux heures et demie. Photo: ESO.

À droite: Le télescope européen Herschel a montré que l'eau détectée sur Jupiter se concentrait dans l'hémisphère sud. Cela confirme les soupçons d'un lien avec la comète Shoemaker-Levy 9, qui s'est écrasée sur la planète en 1994. Photo: ESA

► Les sursauts gamma (GRB) durent parfois longtemps: GRB 111209A tient le record avec 7 h d'émission de haute énergie. Leur origine pourrait être la fin explosive d'étoiles supergéantes, beaucoup plus grosses et plus massives que le Soleil, ou la collision entre étoiles dans des amas jeunes très denses.

Photo: Swift



◀ Retour sur quelques sondes soviétiques: les ballons russes ayant exploré Vénus auraient essuyé une averse; les fragments de la sonde MARS3, première à atterrir sur la planète rouge, ont été retrouvés; et l'observatoire de la Côte d'Azur a pu contacter par laser un rover russe, Lunokhod-1, une première depuis 30 ans...

Photo: MRO



Texte: **Théo PIRARD**

Photo: **ESA/Eumetsat**

46

Le spatial a de plus en plus envahi notre cadre de vie grâce à ses multiples applications. Nous en sommes dépendants. Aujourd'hui, difficile d'imaginer que notre société, notre quotidien, notre sécurité puissent se passer de ces automates qu'on appelle satellites ou sputniks au-dessus de nos têtes. Ils sont des centaines autour de la Terre à relayer les communications, données et images partout sur le globe, à prendre des vues détaillées et des mesures précises de l'environnement, à gérer de manière efficace les ressources alimentaires, l'utilisation des sols, les réserves en eau... Surtout, lors de catastrophes, ce sont des aides indispensables pour lancer les opérations de sauvetage, pour organiser les interventions urgentes, pour mener à bien les secours immédiats... On leur demande de prévoir les dangers qui menacent, de prévenir sur l'ampleur des risques, de sécuriser les conditions de vie dans une nature terrestre qui peut être hostile

Quel est le prix à payer pour que l'espace soit à notre portée et à notre service ?

La technologie rend le satellite moins coûteux et plus accessible car il tire parti des progrès accélérés de l'électronique, de l'optique et de la robotique. Les composants se nano-miniaturent et deviennent plus intelligents. Les senseurs se font plus compacts et performants pour servir à un éventail très large d'applications pour la société, avec des produits et services innovants.

Le principal défi concerne le prix de sa mise sur orbite à la vitesse de quelque 28 000 km/h. À chaque lancement d'un ou plusieurs satellites, il faut « consommer » une fusée, car celle-ci n'est utilisable qu'une fois. Un envol de fusée est un spectacle pour lequel il faut dépenser beaucoup d'énergie en moins de 10 minutes. Pour un satellite de 100 kg, qui coûte 10 millions d'euros, on doit ajouter un tiers de ce montant pour le placer autour de la Terre. En incluant une prime d'assurance, on arrive à environ à 15 millions d'euros. Tout objet utile sur orbite revient à près de 150 000 euros le kg. Une fois là-haut, il convient de l'exploiter au mieux durant sa durée de vie.

Le satellite défile au-dessus de nos têtes. Comment dès lors s'en servir pour assurer communication, navigation, télévision à l'échelle globale, pour surveiller, étudier et comprendre en continu l'environnement terrestre ?

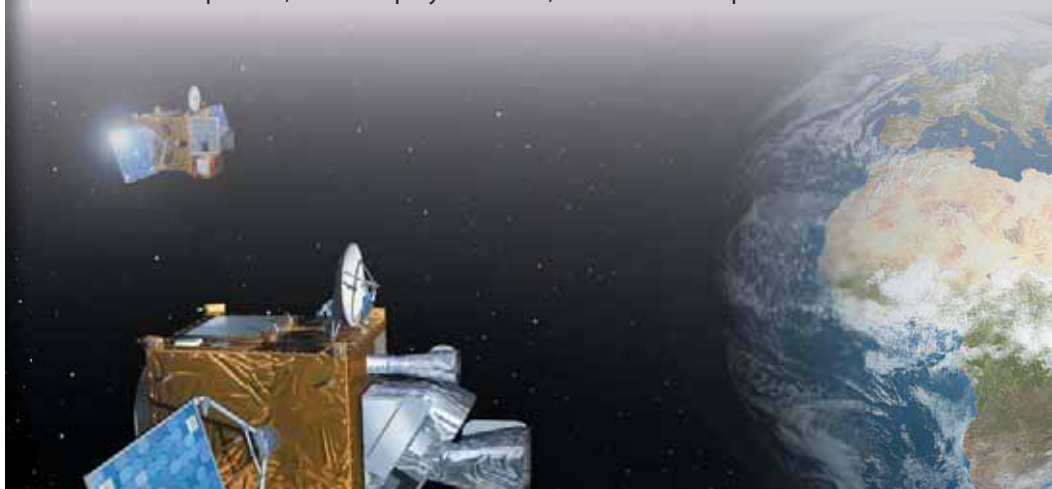
Il y a l'anneau de l'orbite géostationnaire - à quelque 35 800 km au-dessus de l'équateur - sur lequel les satellites de télécommunications ou de météorologie apparaissent fixes par rapport à la Terre. Vu son importance stratégique, on commence déjà à s'y bousculer. Sinon, pour garantir une couverture permanente de notre planète, il faut déployer

des constellations de satellites. La plus connue est celle du *Gps* (*Global Positioning System*) de géo-positionnement qui compte sur des orbites, à pas moins de 20 000 km d'altitude, une trentaine de satellites gouvernementaux dotés d'horloges atomiques. Il y a le système privé *Iridium* qui assure, avec 66 satellites interconnectés à 780 km, des liaisons personnelles avec des portables partout sur la Terre.

Il est question de développement durable avec le déploiement de systèmes opérationnels de constellations faites de petits satellites d'observation. Leurs missions de télédétection portent sur la collecte permanente d'images et de mesures sur le comportement de l'atmosphère (cycles de l'eau et du carbone, perturbations et pollutions), pour la connaissance des courants marins, des glaces polaires et des phénomènes océaniques, pour la sécurité dans les airs, sur mer et sur terre. Les prévisions des conditions météorologiques depuis l'espace permettent d'épargner des vies humaines lors de cyclones, tempêtes, raz-de-marée... Sur ce modèle, on cherche à mettre sur pied des systèmes spatiaux d'alerte avancée des séismes et tsunami, éruptions volcaniques, incendies de forêts...

Pour l'efficacité à long terme de ces systèmes, quels défis technologiques restent à relever ?

On a besoin d'une concertation mondiale entre Américains, Européens, Chinois, Russes, Japonais, Indiens... qui se montrent fort actifs avec des satellites opérationnels. Avec leur multiplication à un rythme soutenu, se posent les problèmes de la standardisation des systèmes pour la collecte et l'exploitation rapides des données, de la coordination des bandes de fréquences pour limiter les risques d'interférences, ainsi que d'une pollution, de plus en plus inquiétante, de la ressource spatiale. ■



L'essor spatial des Régions

«Grâce aux investissements de l'Union dans les infrastructures spatiales, les entreprises européennes bénéficieront de nouvelles opportunités. Mais il nous faut aller encore plus loin car sans une industrie spatiale européenne dynamique, nous ne tirons aucun profit de nos investissements. Nous devons réunir les conditions nécessaires pour garantir la compétitivité de notre industrie à l'échelon mondial et pour créer un véritable marché intérieur des services spatiaux innovants. Parallèlement, nous devons faire en sorte de protéger des détériorations les infrastructures qui font l'objet de ces investissements.»

47

Texte: Théo PIRARD • theopirard@yahoo.fr

Photos: X. HÄPE/Flickr'r (p.47), ESA (p.48)

Ainsi Antonio Tajani, vice-président de la Commission européenne, chargé de l'industrie et de l'entrepreneuriat, présentait-il l'importance socio-économique des systèmes spatiaux dans sa communication sur la politique européenne pour l'industrie de l'espace, en février 2013: il insistait sur la création d'un véritable marché intérieur des systèmes spatiaux. Or, ce marché a du mal à prendre forme à cause du manque d'intérêt dû aux obstacles administratifs, aux contraintes réglementaires et au coût que l'on croit très élevé. On perd de vue que le spatial donne lieu à des produits et services de qualité, lesquels se traduisent par des emplois à haut rendement.

Les Régions de l'Union, qui ont leur Conseil à Bruxelles, sont-elles assez conscientes de l'intérêt d'intégrer davantage les applications par satellites dans leur stratégie de développement

socio-économique ? Gain de temps et meilleure efficacité pour la gestion de leurs activités, dans l'organisation de leur sécurité, pour la mise en œuvre des secours lors de situations d'urgence... Il faut avoir goûté aux retombées du spatial pour se rendre compte de leur impact et être définitivement convaincu de leur emploi.

Une offre très bien soutenue

Les systèmes spatiaux font désormais partie des investissements d'avenir. Ils permettent cette «révolution» - déjà en cours - des applications intégrées qui associent, via l'espace, la télécommunication instantanée (à haut débit), la télédétection détaillée (de résolution métrique) et la géo-localisation précise (à la fois horizontale et verticale).

Des efforts sont consentis pour que des petites et moyennes entreprises tirent parti du potentiel de leurs innovations au service du citoyen dans son quotidien. L'offre est stimulée par les programmes-cadres de Recherche et Technologie de l'Union et par le prochain Horizon 2020. La Région wallonne s'implique, de façon soutenue, dans le développement de cette offre de produits et services issus des applications innovantes que l'on doit aux satellites de communication, d'observation et de navigation. Ainsi, des projets dans des créneaux applicatifs de dimension spatiale prennent forme par le biais des Plans Marshall et Marshall 2, via le Cluster Skywin, Pôle de compétences aérospatiales.

Dans la province de Luxembourg, en Ardenne, le Centre *Esa* (Agence spatiale européenne) de Redu, vit à l'heure des applications intégrées. Il contribue à la mise en œuvre de satellites:



- pour la transmission des données avec le satellite technologique *Artemis* (*Advanced Relay and TEchnology MISSION*), puis les relais géostationnaires *Edrs* (*European Data Relay System*) d'une super-autoroute de la communication en Europe;
- pour le géo-positionnement en temps réel grâce au déploiement de la constellation *Galileo* de satellites civils de navigation globale, dont le fonctionnement sur orbite est testé par *Rss* (*Redu Space Services*), entreprise conjointe des sociétés *Ses Astra Technicom Belgium* et *QinetiQ Space*;
- pour l'observation de l'environnement terrestre, notamment de la végétation, au moyen des petits satellites *Proba* dont le contrôle est assuré depuis le centre spatial ardennais. Ces observatoires «*made in Belgium*», qui ont la taille d'une machine à laver, se révèlent être des outils performants.

Une demande peu stimulée

Dans l'orbite de Redu-sur-espace, à Transinne (commune de Libin), sont apparus, en juin 1991, l'*Euro Space Center Belgium* dédié à l'éducation à l'espace et le parc d'affaires à vocation spatiale *Galaxia*,

en décembre 2008. Cette implantation à la sortie 24 de l'autoroute E411, à mi-chemin entre Luxembourg et Bruxelles, accueille plusieurs «jeunes pousses» au sein de l'incubateur *WSLlux* (*WSL + Idelux*), reconnu comme *Esa Bic* (*Business Incubateur Center*). Les nouvelles Pme visent à promouvoir, développer, et commercialiser les retombées de systèmes spatiaux que l'on doit au Centre *Esa* de Redu-Libin (voir *Athena n° 289*, pp. 47-48). Non loin de là, dans la province de Namur, près de Rochefort, la station de Lessive, qui fut créée par *Rtt* et *Belgacom*, est à présent exploitée comme téléport par *Bss* (*Belgium Satellite Services*) pour des liaisons satellitaires de l'Europe avec l'Afrique et le Moyen-Orient.

Pour les applications par satellites, l'offre ne manque pas... C'est la demande en produits et services qui a du mal à décoller. Elle fait défaut pour donner du tonus à de nouvelles Pme. Ce mal-être vis-à-vis des investissements que les États ont consentis dans l'espace trouve sa raison dans le fait que les instances politiques, au niveau régional, ne sont pas assez conscientes, sans doute par manque d'informations, de l'impact socio-économique de la technologie opérationnelle sur orbite. Dans le numéro 66 du bulletin publié par l'association *Wallonie Espace* des 27 acteurs du spatial wallon, une lettre ouverte est adressée aux parlementaires européens pour qu'ils encou-

Le PROBA-V. Lancé avec succès le 7 mai au petit matin, il sera contrôlé depuis Redu en Ardenne. Il constituera un outil précieux pour la gestion des ressources sur Terre. Sa mission, prévue pour au moins 2 ans, sera de cartographier la végétation globale tous les 2 jours.

ragent un recours systématique aux applications spatiales dans le développement des Régions. Il est question de navigation, sécurité, secours d'urgence, gestion du trafic sur terre, dans les airs et sur les fleuves...

Cette lettre ouverte rappelle qu'on ne peut plus se passer des satellites pour les prévisions météo, le suivi de la qualité de l'air, les alarmes instantanées et interventions immédiates lors de risques naturels, de pollutions ou d'accidents aux graves conséquences... sur le plan humain. Et d'insister sur cette réalité quotidienne: «*c'est au niveau régional, proche de la vie des citoyens, qu'il est urgent de mettre en œuvre, de manière opérationnelle, des produits et services qui tirent au mieux parti de la capacité des satellites d'applications.*» Le besoin urgent - un sérieux défi pour demain - est de faire se rencontrer l'offre des développeurs et la demande des utilisateurs autour de missions au service du développement durable au niveau régional.

Du côté de la Chine et de l'Inde, de plus en plus concurrentielles par rapport à l'Europe, les entités provinciales ou régionales n'ont pas le choix: elles doivent s'équiper de manière à tirer au mieux parti des satellites de télécommunications, de télédétection, de navigation... qui sont réalisés par le Gouvernement central ou fédéral. La priorité, tant à Beijing qu'à Delhi, est de rentabiliser les sommes investies dans la mise en œuvre des systèmes spatiaux sur l'ensemble du territoire: «*L'Europe attendra-t-elle que des sociétés chinoises et indiennes viennent proposer à ses États et Régions, des solutions "clés sur porte" attractives de produits et services d'applications spatiales ?*» On l'oublie: le «Vieux Continent» est l'actuel leader dans le monde pour les systèmes de satellites pour les télécommunications et la télévision (avec *Ses*, *Eutelsat*, *Hispasat*...) ! Au Parlement de Bruxelles ou de Strasbourg, il faut penser à des mesures qui stimulent l'intérêt régional pour les fruits de la technologie dans l'espace. ■

Brèves spatiales...

d'ici et d'ailleurs

Texte: Théo PIRARD • Photos: NASA, Inspiration Mars, ITAR-TASS



Voyage de noces au large de Mars...

Le 27 février, *The Inspiration Mars Foundation* annonçait, lors d'une conférence de presse dans la capitale américaine, son audacieux projet de survol de la Planète Rouge par un couple d'aventuriers. Mécanique céleste oblige: ce voyage de 501 jours devrait se dérouler entre janvier 2018 et mai 2019, avec passage au-dessus de l'atmosphère martienne en août 2018. Cinquante ans après le vol d'*Apollo-8* autour de la Lune, durant la veillée de Noël 1968, est-il possible, voire raisonnable, qu'un homme et une femme puissent faire l'aller-retour entre Terre et Mars ?

Ce périple risqué est proposé le plus sérieusement du monde par le premier «touriste» de l'espace, Dennis Tito, mais celui-ci se garde bien d'être candidat. Il passe par un investissement privé qu'on estime à un milliard d'euros. Il faut disposer d'une puissante fusée - de type *Falcon Heavy* - qui n'a pas encore volé, d'un vaisseau bien protégé des radiations, d'un habitacle avec des ressources, vivres et support-vie pour 16 mois et demi dans l'environnement spatial. N'empêche que des centaines de couples, quelque peu inconscients, ont manifesté leur intérêt de réaliser cette «première» interplanétaire. Mais qui va payer ? ■

Amour, le lanceur de l'Extrême-Orient. Moscou mise sur l'accès à l'espace pour développer les activités à l'Est de la Sibérie. Un cosmodrome est en construction près de Vostochny pour des missions spatiales avec les lanceurs *Soyouz* et *Amour*. Le Président Poutine a visité le chantier le 12 avril. Il a annoncé que la cité de quelque 15 000 habitants, en cours d'implantation, a reçu le nom

de Tsiokovsky, le père russe de la cosmonautique (1857-1935). Un premier investissement de 700 millions d'euros doit permettre un premier lancement vers la Lune dès 2015. Au cours de la prochaine décennie, ce nouveau complexe doit peu à peu supplanter le fameux cosmodrome de Baïkonour qui est enclavé dans la République du Kazakhstan. ■



L'Europe spatiale, une référence pour la coopération.

Consciente qu'il faut partager les coûts et les compétences, l'Europe multiplie les occasions de coopérer pour d'ambitieuses missions d'exploration spatiale au cours des 10 ans à venir.

- Avec la NASA, pour le puissant *Jwst* (*James Webb Space Telescope*) qu'une Ariane 5 devrait satelliser en 2018 (contrat à confirmer), pour l'audacieuse sonde *Solar Orbiter* qui, placée autour du Soleil avant 2020, s'en approchera à quelque 45 millions de km pour des observations inédites.
- Avec *Roscosmos*, l'agence spatiale russe, pour la double mission *Exo-Mars* - de 2016 et de 2018 - et pour la sonde jovienne *Juice* (*Jupiter Icy moons Explorer*), qui marquera l'arrivée de la Russie près d'une planète géante du système solaire.
- Avec la *Jaxa* (*Japan Aerospace Exploration Agency*), pour l'exploration de la planète Mercure avec la mission *BepiColombo* qui mettra en œuvre, avec un lancement en 2015, 2 «orbiters»: le *Mercury Planetary Orbiter* (*Mpo*) de 1 140 kg réalisé par l'industrie européenne et le *Mercury Magnetospheric Orbiter* (*Mmo*) de 288 kg fourni par le Japon. ■



À vos AGENDAS!

Bébés animaux

Jusqu'au 16 mars 2014

À Bruxelles...

Qui ne fond pas devant un éléphanteau, un poussin ou un zébron... ? L'exposition vous plonge, vous et vos enfants (ou vos élèves), dans le monde fascinant des bébés animaux, de leur naissance à leur autonomie. Qui prend soin des petits ? Que mangent-ils ? Comment apprennent-ils à marcher, nager ou voler ? Découvrez-le au travers d'histoires illustrées ou animées et de petits films, retraçant leur croissance, leur vie et leur survie.

Mais pour bien comprendre ces histoires, il faut les vivre ! Se déplacer tel un papa crapaud avec ses œufs sur le dos, imiter les grimaces des animaux ou aménager le nid le plus douillet, un défi pour vos bambins ?

Spécialement conçue et développée pour les 3-8 ans, *Bébés animaux*, c'est 75 espèces animales exposées, 29 histoires en images, des petits films, des bornes multimédias et des activités éducatives et amusantes... illustrant la naissance, les menaces et protections, l'apprentissage, les fonctions vitales, le développement et l'autonomie.

Où ? Musée des Sciences naturelles: Rue Vautier 29 à 1000 Bruxelles

Quand ? Du mardi au vendredi de 9h30 à 17h. Samedi, dimanche et vacances scolaires: de 10h à 18h.

Tarif ?

Adultes: 7,50€; étudiants, seniors, Amis de l'Institut, personnes handicapées: 6,50€; jeunes de 6-17 ans: 5,50€.

Groupes (dès 15 personnes, réservation obligatoire): 6,50€/adultes; 5€/ jeunes 2-25 ans.

Gratuit le premier mercredi du mois à partir de 13h; les enseignants, les enfants de moins de 6 ans, les abonné(e)s du Muséum, les accompagnateurs de personnes handicapées.

Infos et réservations ?

Tél.: 02/627.42.34

E-mail: info@sciencesnaturelles.be
www.sciencesnaturelles.be



50

Renaissance 2.0: voyage aux origines du Web

Jusqu'au 1^{er} juillet 2013

À Mons...

Réalisée par *Temporai*, l'expo invitera le visiteur à un parcours multimédia et interactif, des origines de la diffusion des savoirs à aujourd'hui. En moins de 20 ans, les technologies numériques ont bouleversé nos habitudes de travail, de consommation, de loisir et se sont immiscées dans tous les domaines de la vie quotidienne. Comment nos ancêtres accédaient-ils à une information avant les bibliothèques, les moteurs de recherche ? Comment fonctionnent les moteurs de recherche sur le Web aujourd'hui ? À quels bouleversements la révolution numérique nous confronte-t-elle ? L'humanité est-elle entrée dans un nouveau paradigme semblable à celui de la Renaissance ?

Où ? Au Mundaneum de Mons, Rue de Nimy, 76 à 7000 Mons

Quand ? Du mardi au vendredi de 13 à 17 h, le week-end de 13 à 18 h. Fermé les lundis.

Tarif ? 5€ - 3€ au tarif réduit.

Infos et réservations ?

E-mail: info@mundaneum.be
Tél.: 065/31.53.43
<http://www.mundaneum.org/>



Journée des rhétos à la Faculté des sciences de l'ULB

Le 24 juin 2013

À Bruxelles...

Tu finis ta rhéto ou tu y entres l'année prochaine et tu t'intéresses aux études et carrières scientifiques ? Viens découvrir d'une autre manière l'offre en Faculté des Sciences de l'ULB au Campus de la Plaine (Boulevard du Triomphe à 1050 Bruxelles) lors d'une journée qui t'est spécialement destinée.

► **Au programme:**

- 10h00: Accueil
- 10h15: Introduction par le Prof. François RENIERS, Doyen de la Faculté des Sciences

- 10h30: *Organiser et réussir ton BA1: comment ? Avec quelle méthodologie ? Avec quelles aides ?*, par le Prof. Cécile MOUCHERON
- 11h30: Les enseignants et chercheurs de la Faculté répondent à vos questions
- 12h30: Barbecue et discussion avec les étudiants

Inscris-toi de préférence
avant le 17 juin !

<http://www.ulb.ac.be/inforsciences3/activites/res/rhetos.html>



Sorti de PRESSE

Dompter le dragon nucléaire ?

Réalités, fantasmes et émotions dans la culture populaire

Peter Lang

Alain MICHEL

51

Il est loin le temps où une eau minérale se vantait d'être une «eau radioactive». C'est en réalité le cas de la plupart des eaux minérales (et de certaines eaux du robinet) qui contiennent quelques microgrammes d'uranium ou de thorium issus des sols qu'elles ont fréquentés. Évidemment sans danger. Mais même à l'état de micro-traces, la radioactivité fait tellement peur aujourd'hui que d'aucuns y verraient encore un péril mortel.

Alain Michel, consultant indépendant, a vécu toute sa carrière d'ingénieur dans le nucléaire et dans l'énergie solaire (il laisse comprendre au passage que celle-ci ne sera jamais en mesure de remplacer celle-là). Son livre se lit comme un roman d'aventure qui raconte le premier siècle de l'âge nucléaire, depuis la découverte accidentelle de la radioactivité par Henri Becquerel jusqu'aux dernières péripéties post-Fukushima.

L'auteur, qui est Namurois, a très patiemment documenté son ouvrage, en restituant l'évolution des applications nucléaires dans leur contexte culturel. On y apprend une foultitude de choses, recadrées dans leur chronologie. Et on ne s'ennuie jamais à la lecture d'un livre qui peut aussi servir de référence fiable pour

tout qui veut se documenter scientifiquement sur le nucléaire. Le projet Manhattan, les scénarios des accidents de Three Mile Island, Tchernobyl et Fukushima, le sort du plutonium, l'avortement du réacteur N8 en Belgique... L'essentiel de ces sujets et de beaucoup d'autres devient compréhensible en quelques minutes de lecture.

L'hostilité de l'opinion publique à l'énergie nucléaire s'est nourrie de fictions souvent délirantes, comme celles de *Godzilla* ou du fameux «syndrome chinois» qui imaginait un réacteur américain en fusion traverser toute la Terre. Elle a résisté à l'alarmisme du réchauffement climatique, puisque même l'Allemagne a choisi les centrales à charbon, grosses émettrices de CO₂, pour remplacer prématurément des réacteurs nucléaires.

Même si la France et le Royaume-Uni restent partisans de cette énergie, Alain Michel ne cache pas que son avenir est davantage assuré en Asie, où l'urgence des besoins en électricité prend jusqu'ici le pas sur les fantasmes anti-nucléaires. Il entrevoit aussi un recours accru - déjà amorcé en Russie et aux États-Unis - aux petits et moyens réacteurs. Ces micro-centrales à sûreté intrinsèque, modulaires et assemblées en usine, ont clairement le vent en poupe. ■

Texte: Jean-Luc LÉONARD
jlleonard@voo.be





Visitez nos sites:

<http://athena.wallonie.be>
<http://recherche-technologie.wallonie.be/>
<http://difst.wallonie.be/>



Service public
de **Wallonie**

DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE
DE L'ÉCONOMIE, DE L'EMPLOI ET DE LA RECHERCHE

