

[Athena]

Juin
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

Médecine
Comme une **goutte d'eau**

Physique
Série **noire**



Édito

Du rêve à la réalité ?

Texte: **Géraldine TRAN** - Rédac'trice

I faut vivre avec son temps. Et bien, le temps est venu d'imprimer des objets en 3D. Je dis bien imprimer. Vous le verrez dans notre coup d'crayon du mois, la *Nasa* a sponsorisé une entreprise américaine pour le développement d'une imprimante alimentaire. Celle-ci, grâce à plusieurs cartouches contenant les différents ingrédients, sera capable de cuisiner/imprimer... une pizza; sonnant le glas de la traditionnelle nourriture lyophilisée. Certains voient déjà dans ce concept, la solution miracle, une révolution. D'autres un phénomène de mode, une utopie, voire une menace. En tous cas, ce n'est plus de la science-fiction et les domaines d'applications sont nombreux: l'aéronautique, le médical, l'architecture, l'automobile, l'art(isanat)... Si la technique se développe depuis les années 90, elle a littéralement explosé ces dernières années. Le principe est «simple»: une poudre plastique, céramique ou métallique est déposée en couches successives qui se transforment en objet sous l'action d'un faisceau laser ou d'une tête d'impression.

Dernièrement, 2 événements liés à cette nouvelle technologie ont d'ailleurs fait le buzz sur la toile. Aux États-Unis, un petit garçon atteint d'une maladie rare provoquant la fermeture de sa trachée a bénéficié d'une attelle imprimée en 3D maintenant son ouverture. Depuis, il respire à nouveau normalement. Fabriquée/imprimée avec un matériau soluble, l'attelle se dissoudra dans son corps sans danger. Bonne nouvelle: le logiciel qui a permis l'impression a été mis au point par une société belge d'Heverlee. Malheureusement, l'essor de l'impression 3D entraîne aussi des utilisations plus subversives. Ainsi, un américain a trouvé la parade à une éventuelle future loi sur le port d'armes en fabriquant des pièces pour un fusil d'assaut !



Le «do it yourself» est en marche: démocratique, économique, ultra personnalisable, localisé, l'impression 3D offre de nombreux avantages qui vont dans le sens de l'éco-production/consommation. La technique n'en est encore qu'à ses débuts et des ajustements sont à faire, notamment en matière d'éthique et de propriété intellectuelle. En attendant, après Amsterdam, Anvers a été déclarée 2^e centre mondial d'impression 3D avec pas moins de 16 points d'accès pour les particuliers. Il s'agit sans doute ici d'une source potentielle d'emplois à saisir pour la Wallonie: assembleurs, réparateurs, concepteurs, producteurs, maintenanceurs,... Il en faudra ! À méditer... D'ici à ce que nos rêves deviennent réalité, je vous souhaite d'excellentes vacances ! ■

Géraldine

★ Erratum ★

Une erreur s'est glissée dans le n°291, page 15. Le monstre de Gila ne vit pas en Amérique centrale mais dans les déserts du sud des États-Unis (Californie, Nevada, Utah, Arizona et Nouveau-Mexique) et dans le nord du Mexique. Toutes nos excuses !

ATHENA 292 · Juin 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



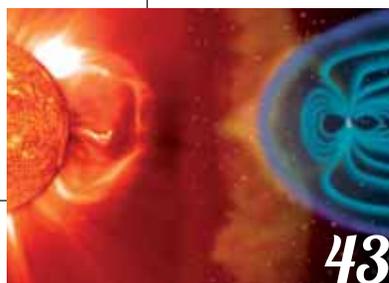
12



27



34



43

Sommaire

Actualités	04
Focus sur Capaul	10
Série Des clepsydres aux horloges : le temps qui passe	12
L'ADN de ... Jean-Christophe BERTHO • Vétérinaire	16
Internet Google et ses concurrents (3 ^e partie)	18
Santé Cholestérol /Alzheimer : les liaisons dangereuses	22
Biologie	26
Médecine Comme une goutte d'eau	30
Entomologie Un amour de coccinelle ? Pas vraiment, non	34
Physique	38
Astronomie	40
Espace	42
À lire... avec nos enfants	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 Debyr
Christiane De Craecker-Dussart
Paul Devuyt
Henri Dupuis
Philippe Lambert
Yaël Nazé
Théo Pirard
Jean-Claude Quintart

Jacqueline Remits
Nour Slama
Christian Vanden Berghen

Dessinateurs
Olivier Saive
Vince

Comité de rédaction
Laurent Antoine
Michel Charlier

Relecture
Aurélié Bailliem
Élise Muñoz-Torres

Couverture
Première
Crédit: NASA
Quatrième
Crédit: Wise

Caprices climatiques

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

Photos: C. BRATANIC/Flickr'r, Crédit/permission T. Bauska

4

Le climat nous inquiète. Après les peurs de l'an 1000, c'est aujourd'hui les craintes climatiques qui animent, en ce début de 21^e siècle, toutes les conversations. Il ne se passe pas un jour sans que le climat ne soit ausculté à travers le monde. Ces études internationales, auxquelles participe l'Université catholique de Louvain (UCL), montrent que les variations climatiques des 2 000 dernières années présentent des différences régionales marquées. L'un des grands enseignements réside dans la découverte d'un refroidissement graduel, relevé de façon cohérente sur les différents continents au cours des deux derniers millénaires. «Ce lent refroidissement est dû à la superposition de différents facteurs comme les lentes variations de l'orbite terrestre, l'activité solaire, le volcanisme, etc. Il stoppe lorsque démarre le réchauffement climatique», explique Hugues Goosse, professeur au centre de recherche *Earth & Climate* de l'UCL.

Pour leur enquête, les chercheurs du projet «Variabilité de la température à l'échelle continentale» ont, pour les deux derniers millénaires, tracé des courbes de température de différentes régions du globe, réparties sur tous les continents. Alors que les précédentes études

n'avaient survolé que rapidement le problème, ici, les scientifiques ont analysé quelque 511 enregistrements locaux, glanés sur des cernes d'arbres, grains de pollen fossiles, coraux, sédiments lacustres et marins, carottes de glace, stalagmites et documents historiques. Les résultats de ce travail montrent une évolution des températures davantage cohérente parmi les continents de chaque hémisphère qu'entre les deux hémisphères. Des périodes caractéristiques ressortent clairement: par exemple, une période médiévale chaude suivie d'un petit âge de glace, sans toutefois offrir une uniformité à l'échelle globale. Une période particulièrement fraîche est aussi enregistrée dans toutes les régions vers l'an 1500. Cette chute de température se produit quelques dizaines d'années plus tôt en Arctique, Europe et Asie, par rapport aux Amériques et à l'Hémisphère Sud. Des constats qui relancent les débats parmi les climatologues.

«Le constat le plus cohérent entre les zones analysées affiche une tendance lente mais glo-

bale, à un refroidissement durant les deux derniers millénaires suite à la conjugaison de facteurs naturels comme des changements de la couverture végétale, de lentes variations de l'orbite terrestre et une tendance à l'augmentation de l'activité volcanique. Ce lent refroidissement s'est interrompu vers la fin du 19^e siècle par le réchauffement climatique du 20^e siècle. On relève que ce réchauffement a été deux fois plus marqué dans l'hémisphère nord que dans l'hémisphère sud et que l'augmentation récente des températures est loin d'être claire en Antarctique», précise Hugues Goosse. Comme quoi, le sujet est loin d'être épuisé ! Les résultats de cette étude ont été publiés dans *Nature Geoscience* du 21 avril dernier. ■

<http://www.nature.com>

Un scientifique étudie une carotte de glace de l'Antarctique.



Actus...

d'ici et d'ailleurs

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

Photo(s): REPORTERS (p.5), SKC-CEN (p.6), D. BRACKX (p.7), WELBIO (p.7), Star-apic (p.8)

L'enfant et l'asthme

Si l'asthme est un fléau pour l'adulte, il l'est encore davantage pour l'enfant. Parallèlement aux symptômes physiques, il a des répercussions importantes sur la vie psychologique, sociale et scolaire de l'enfant et de l'adolescent. Toutefois, si nombre d'études révèlent que l'asthme pédiatrique est lié à une détérioration de la qualité de vie des enfants asthmatiques, d'autres montraient qu'il n'y avait pas de différence entre la qualité de vie des enfants asthmatique et leurs pairs sans asthme. En d'autres termes, ces analyses révélaient une certaine variabilité dans la manière dont enfants et adolescents vivaient leur pathologie.

L'Université catholique de Louvain (UCL) a donc lancé un projet pluridisciplinaire pour appréhender les déterminants impliqués dans l'adaptation des jeunes à leur asthme. Baptisé *Emotional competence and quality of life in pediatric asthma*, ce projet a planché sur les compétences émotionnelles rendant compte des différences individuelles dans la façon dont les personnes identifient, expriment, régulent et exploitent leurs émotions et celles d'autrui. Il s'agit ici d'une panoplie de ressources efficaces et fonctionnelles qui permettent de s'adapter à l'environnement. «Si nous

savions déjà que les crises d'asthme se produisaient à la suite de l'intervention de facteurs à la fois environnementaux et génétiques, il était intéressant de connaître dans quelle mesure il était possible d'améliorer la qualité de vie des enfants asthmatiques en recherchant ce qui, chez eux, leur permettrait d'accéder à une qualité de vie optimale», explique Magali Lahaye, assistante à l'Institut de recherche en sciences psychologiques de l'UCL.

Le travail a porté ses fruits, mettant en exergue le fait que par rapport à leurs pairs non asthmatiques, les jeunes asthmatiques présentent davantage de risques de rencontrer des difficultés psychologiques internalisées: anxiété, dépression, plaintes somatiques. «Nous avons aussi découvert que la capacité à différencier leurs états émotionnels et à exprimer verbalement leurs émotions est liée à une meilleure qualité de vie chez les jeunes asthmatiques», précise Magali Lahaye. Qui conclut en estimant que «pour les enfants asthmatiques ou non, il conviendrait de porter un soin particulier dans le déploiement d'interventions destinées à développer chez ceux-ci des compétences émotionnelles susceptibles d'améliorer leur qualité de vie». ■

<http://www.uclouvain.be/ipsy.html>



Mieux comprendre pour mieux guérir



La Recherche wallonne est en deuil. Christian de Duve a quitté notre monde, le 4 mai 2013, à l'âge de 95 ans. Diplômé en médecine et en chimie de l'Université catholique de Louvain (UCL), Christian de Duve s'était vu décerner le prix Nobel 1974 de Médecine pour sa découverte, 20 ans plus tôt, des lysosomes et des peroxysomes. Mû par sa devise «Mieux comprendre pour mieux guérir», il créa, en 1967, son propre laboratoire, devenu *Institut de Duve* en 2007, qui héberge la branche belge du *Ludwig Institute for Cancer Research*, fort aujourd'hui d'une cinquantaine de chercheurs internationaux.

«Il était un visionnaire et un sage, soucieux de lier le travail en laboratoire aux grands défis qui se posent à l'humanité», devait déclarer Bruno Delvaux, recteur de l'UCL, dans ses condoléances à la famille de Christian de Duve. Si le jeune dinosaure - comme il aimait se définir - est parti, cela ne signifie nullement la fin de l'aventure. Christian de Duve a ouvert une voie, motiver des jeunes qui comme lui, cultivent l'envie de comprendre, de savoir... ■

<http://www.deduveinstitute.be>

Bactérie *miracle* ?

La nouvelle a secoué le monde médical. Une équipe de l'Université catholique de Louvain (UCL), conduite par Patrice Cani, investigateur du Welbio à l'UCL et professeur au Louvain Drug Institute de l'UCL, a découvert une bactérie intestinale qui stoppe le développement de l'obésité et du diabète de type 2. De quoi faire la Une de la célèbre revue *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (PNAS).



en grasse. «De manière inopinée, nous avons observé qu'il y avait 100 fois moins d'*Akkermansia muciniphila* dans l'intestin de souris obèses et diabétiques de type 2. Nous savons désormais qu'il existe une relation entre le nombre de cette bactérie dans l'intestin et le poids corporel chez l'homme. Que les obèses ont moins d'*Akkermansia muciniphila* dans

l'intestin, même si in fine, le rôle de cette bactérie demeure toujours inconnu aujourd'hui», explique Patrice Cani.

On savait qu'obésité et diabète de type 2 étaient associés à un état inflammatoire de faible intensité et que la composition de la flore intestinale des personnes en bonne santé était différente de celle des obèses et diabétiques de type 2. On savait aussi que notre intestin abritait pas moins de 100 000 milliards de bactéries, de plusieurs espèces différentes, et que toutes n'étaient pas encore identifiées. En 2004, une nouvelle bactérie, *Akkermansia muciniphila*, avait été découverte, très abondante dans l'intestin des personnes en bonne santé, et qui représentait de 3 à 5% des bactéries colonisant le colon et dont on ignorait totalement le rôle.

C'est ici qu'intervient l'UCL dont les chercheurs ont découvert qu'*Akkermansia muciniphila* faisait office de barrière de l'intestin et protégeait du développement de l'obésité, du diabète de type 2 et de l'inflammation, fruit d'un régime riche

Poursuivant leur travail, les chercheurs ont montré que l'administration d'*Akkermansia muciniphila* vivante à des souris obèses et diabétiques restaure la barrière de mucus de l'intestin, diminue le stockage des graisses et oxyde mieux les graisses du tissu adipeux, protégeant l'animal du diabète et de l'inflammation. Ce pas en avant lève le voile sur de nouveaux mécanismes qui expliquent comment cette bactérie et les cellules de l'intestin établissent un dialogue. À la base de celui-ci, l'équipe néo-louvaniste a identifié des substances de types endocannabinoïdes et une molécule antimicrobienne produite par les cellules intestinales. Assumant un rôle majeur dans la fonction de barrière de l'intestin et dans la régulation des graisses, *Akkermansia muciniphila* se révèle être une piste à suivre pour la prévention et le traitement de l'obésité. ■

<http://www.eurekalert.org/account.php>

6

TOUR DE FORCE

C'est un véritable exploit qu'a réalisé, du 25 avril au 16 mai, le réacteur BR2 du Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire de Mol, en fournissant près de 50% de la demande mondiale de radio-isotopes médicaux. Cette production temporaire, suite à l'arrêt imprévu du réacteur néerlandais HFR, portait essentiellement sur le radio-isotope médical molybdène 99 dont les hôpitaux extraient le technétium 99m, utilisé dans 80% des examens médicaux, soit près de 2 000 patients par jour en Belgique et 100 000 au niveau mondial ! Durant ce laps de temps, le BR2 a également assuré la production de radio-isotopes pour le traitement de différentes formes de cancer.

Actuellement, le monde compte 8 réacteurs de recherche aptes à produire des



radio-isotopes médicaux. Le BR2 belge est l'un de ceux-ci et sur base annuelle, il fournit quelque 25% des besoins mondiaux en molybdène 99 et en période de pointe, il est capable de répondre

à 65% de la demande sur une base hebdomadaire. ■

<http://www.sckcen.be>

D'Est en Ouest



Aéro Montréal. L'accord porte sur une étude de faisabilité du projet MACH en vue de rapprocher les chaînes d'approvisionnement des clusters industriels québécois et wallons, de permettre aux PME des deux clusters de mieux faire valoir leurs savoirs et compétences aux donneurs d'ordres et d'intégrer plus facilement leurs chaînes de valeur.

Malgré ses succès, l'industrie aérospatiale wallonne n'entend pas se reposer sur ses lauriers. Lors du passage en Wallonie d'une délégation russe de Samara, un *Memorandum of Understanding (MOU)* a été signé le 10 avril dernier dans les installations carolorégiennes de *Thales Alenia Space ETCA*. Ce partenariat entre l'*Innovative territorial Air Spatial Cluster* de la région de Samarskaya et le Pôle de Compétitivité Wallon *Skywin Wallonie* confortera les échanges aérospatiaux entre les deux régions. Un partenariat déjà bien huilé à en juger par les activités de *Thales Alenia Space ETCA*, fournisseur des systèmes électroniques de protection et de sécurité des lanceurs *Soyouz*.

Quelques jours plus tard, le 15 avril, c'était à Montréal que *Skywin Wallonie* signait une entente de collaboration avec la grappe aérospatiale québécoise,

Enfin, rappelons le 100^e anniversaire de la Force aérienne belge, aujourd'hui Composante Air de l'Armée belge. Le 16 avril 1913, le roi Albert signait un arrêté autorisant la création de la Compagnie des aviateurs et l'École d'aviation. Dix ans après le vol de frères Wright, la Belgique était dotée d'une véritable aviation militaire ! Ainsi naquit aussi notre industrie aérospatiale nationale et wallonne en particulier avec, en 1920, la création de *Sabca*, de la *Sonaca* en 1931 (*Avions Fairey* à l'époque) et de *Techspace Aero* en 1949. Sous la coiffe *Skywin*, l'industrie aérospatiale wallonne compte aujourd'hui quelque 6 400 salariés pour un chiffre d'affaires d'un milliard d'euros, dont 90% à l'exportation. *Skywin* et ses membres seront présents, des 17 au 23 juin 2013, au 50^e Salon International de l'Aéronautique et de l'Espace du Bourget (Paris). ■

<http://www.skywin.be>



L'InBev en poche!

À l'adresse des chercheurs de moins de 50 ans, l'édition 2013 du Prix InBev-Baillet Latour pour la Recherche clinique en communauté francophone a été décerné aux professeurs Laurence Boon et Mikka Vikkula, de l'Université catholique de Louvain (UCL), pour leur recherche sur les anomalies vasculaires. Un sujet important lorsqu'on se rappelle que ces défauts des vaisseaux sanguins ou lymphatiques (tumeurs ou malformations) peuvent toucher jusqu'à 10% de la population, notamment en raison de la fréquence des hémangiomes infantiles.

C'est sur ce terrain que les 2 lauréats ont fait progresser les méthodes de diagnostic, de pronostic et de traitement de ces anomalies grâce à d'importantes découvertes sur leur physiopathologie, qui nous était encore quasi étrangère il y a 5 ans. Plus concrètement, ils ont identifié des mutations héréditaires de plusieurs gènes à l'origine de maintes formes familiales de l'affection. Élargissant leurs travaux aux formes non-familiales, ils ont mis en exergue des changements génétiques somatiques, c'est-à-dire acquis et non-héréditaires. Sur base de la compréhension des rouages pathologiques, ils ont ensuite lancé des essais cliniques en utilisant des molécules déjà employées dans le traitement de maladies impliquant des mécanismes apparentés. L'espoir des 2 professeurs et de leur groupe est d'arriver à développer des molécules conçues pour traiter les anomalies vasculaires de manière spécifique. ■

laurence.boon@uclouvain.be;
mikka.vikkula@uclouvain.be et
<http://www.inbev-baillet-latour.be>

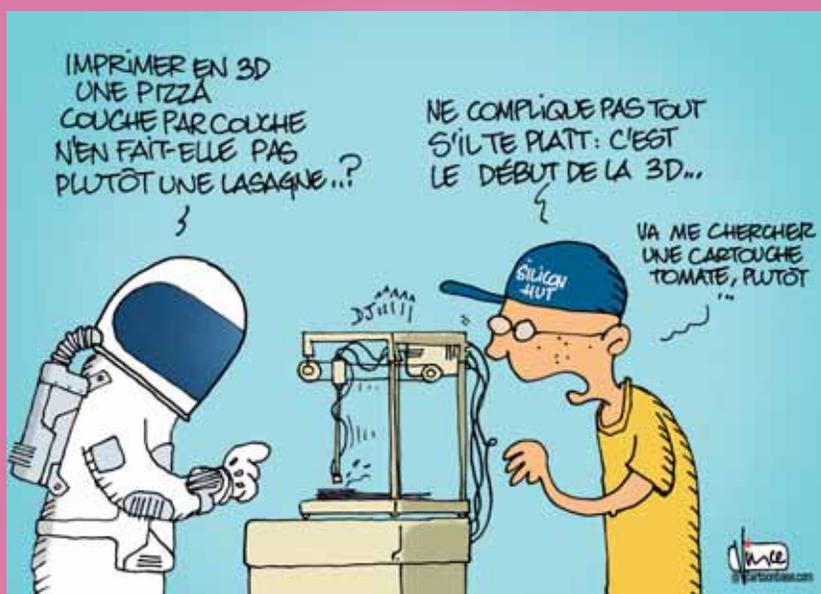
Blanc ou rouge ?

Peu importe la couleur pour autant que le flacon soit bon ! Et il devrait l'être grâce à *Vitivista*, dernière cuvée de la suite logicielle *Elyx*, du wallon *Star-Apic*, taillée pour une gestion adaptée des parcelles de vigne. Appelé *Viticonsult*, le concept est simple, expliquent les développeurs: «Comme la maturation de la vigne est inégale, l'objectif est de localiser précisément les différentes zones de croissance à l'aide de photographies aériennes des domaines prises par le capteur spécialisé de la société australienne Specterra. Prises à la fin du printemps, les images sont rendues photo-interprétées, ce qui permet de délimiter les zones de croissance de la vigne et au vigneron, de prendre les bonnes décisions concernant l'entretien, la protection et la nutrition des vignes. Le but final étant d'accroître et surtout d'homogénéiser la croissance des parcelles de vigne». Une approche originale dont est particulièrement fière *Star-Apic* car grâce à l'imagerie aérienne de *Specterra* et aux itinéraires culturaux, en 4 ans, les rendements faibles 25hl/ha de certaines parcelles sont passés à 50hl/ha avec une excellente qualité homogène.

Non contente de ce succès, la société liégeoise envisage le développement d'une version d'*Elyx* mobile destinée aux techniciens préconisateurs des produits phytosanitaires. Cette future version embarquera la cartographie sur le site des viticulteurs pour compléter les fiches conseils liées à la parcelle. «*Elyx* devient le socle d'applications métiers offertes à nos clients. Avec ce dernier développement, il sera possible, depuis la parcelle, définie comme objet géographique, d'accéder à de multiples données telles que les conseils des techniciens ou la météo relevée en temps réel depuis les stations météorologiques locales», précise Alain Chemin, directeur de *Vitivista*, entreprise du groupe bordelais *Alidad*. Créée en 1983, *Star-Apic* est aujourd'hui l'un des acteurs majeurs en logiciels de système d'information géographique Métier, de la gestion des réseaux d'utilité publique et de la gestion d'infrastructures. ■

<http://www.star-apic.com>
et <http://www.vitivista.com>

Coup d'crayon

Illustrations: Vince • vince@cartoonbase.com

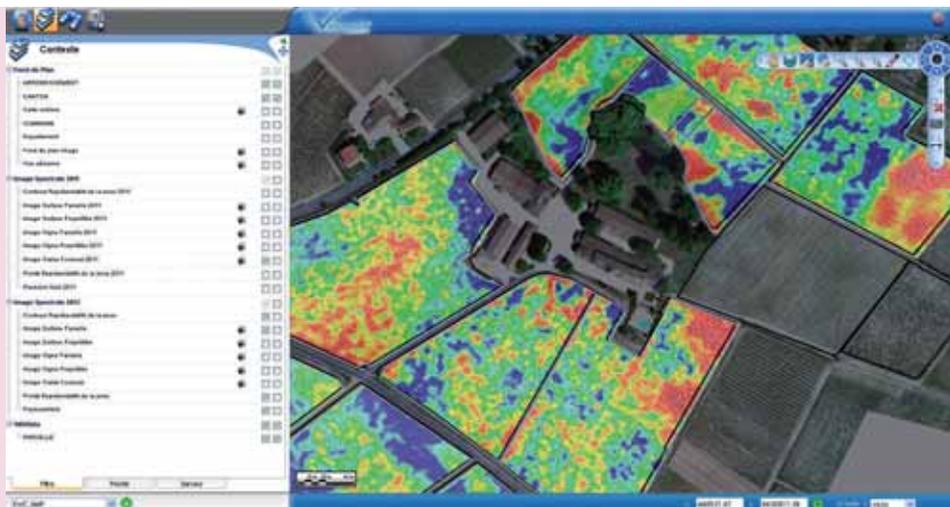
L'entreprise texane, *Systems and Materials Research Corporation*, a reçu 125 000 \$ de la Nasa pour le développement d'une imprimante 3D censée cuisiner ! Le concept ? imprimer/cuisiner une pizza par couches. Les cartouches seraient remplies des ingrédients, qui seraient ensuite «imprimés» sur une plaque de cuisson. Les avantages seraient innombrables (conservation, économie, santé...). Mais nous n'en sommes encore qu'au prototype. Patience...

Sacré boulier !

L'Université de Namur (UNamur) ne lésine pas sur les moyens. Ainsi vient-elle de mettre en service une nouvelle plate-forme de calcul intensif qui double la force de calcul numérique en la portant à 14 Tflops - soit 14 000 milliards opérations par seconde - grâce à 1 000 cœurs de calcul interconnectés et à un espace de stockage de 70 TB ! Avec ce nouvel outil, les scientifiques de l'université mosane pénétreront de nouveaux terrains en cosmologie, matériaux, chimie théorique, biologie cellulaire, etc. Quant aux étudiants, ils disposent maintenant de moyens plus performants pour l'apprentissage des méthodes numériques scientifiques et l'utilisation de logiciels spécialisés. ■

<http://www.unamur.be>

1, 22, 318, 1029,...



Jeunes poivrés !

La science ? Les jeunes s'en fichent ! L'assertion est récurrente. Pourtant, 5 têtes blondes viennent d'imaginer un moulin à poivre distributeur de vitamines dans la cadre de l'*Innovation Camp Chimie et des Sciences de la vie*, événement organisé sur l'initiative d'*essencia wallonie* en association avec les *Jeunes Entreprises* et le support de l'*Agence de stimulation économique (ASE)*. Ce concours, destiné aux étudiants de l'enseignement universitaire et non-universitaire, a réuni, durant 2 jours, 60 jeunes répartis en 9 équipes. Le but ? Imaginer une solution créative aux défis lancés par 3 acteurs de la chimie et des sciences de la vie. «*Comment assurer aujourd'hui une meilleure sécurité alimentaire ?*» était le défi lancé par *Galactic*. Pour *Prayon*, la question était de savoir «*Comment protéger ou conserver les qualités des vitamines (en particulier, la D de synthèse) en vue de les intégrer dans des produits alimentaires consommés quotidiennement ?*». Enfin, *UCB* invitait les jeunes à envisager «*Quels nouveaux services pourrait proposer UCB en 2050 pour améliorer la qualité de vie des gens au niveau de la santé ?*».

Formée de François-Xavier D'hem et Maxime Mol (HEPH Condorcet Ath, sciences agronomiques), Margot Filipone (HEPH Condorcet Ath, science de l'ingénieur industriel), Mathieu Bourgeois (UCL, sciences informatiques) et Giuliano Billeci (HEPH Condorcet Mons, sciences économiques), Vita-team, l'équipe gagnante, a donc remporté le défi posé par *Prayon* en osant proposer un moulin à poivre distributeur de vitamines dans l'assiette du consommateur. Une solution bien épicée qui fait dire à Bernard Broze, administrateur délégué d'*essencia wallonie*, que «*ce camp de l'innovation en Chimie et Sciences de la vie est une expérience unique pour les jeunes qui ont affûté leurs idées innovantes et créatrices, travaillé en équipe, sont entrés en contact avec des entrepreneurs et se sont plongés dans les réalités du monde de l'entreprise*». Un pari gagné aussi pour *essencia* qui souhaite susciter l'intérêt des jeunes pour la chimie et l'entrepreneuriat et espère qu'ils y trouveront leur voie... ■

<http://www.essencia-wallonie.be>
et <http://www.prayon.com>

Le chiffre



Selon une enquête, commandée par *Innovatech* auprès de l'institut *Ipsos*, 7 TPR/PME wallonnes sur 10 innovent. Et, lorsqu'elles innovent en se faisant assister dans leur démarche, elles empochent une croissance de leur marge brute de 27,5% sur 2 ans, là où les autres n'ont enregistré qu'une progression de 4,1%.

Ces chiffres montrent et confirment qu'il existe bien une corrélation entre la croissance des entreprises et l'appel à des conseils externes lors de la démarche d'innovation.

<http://www.innovatech.be>

Vous êtes inventeur, ceci est pour vous!

Chaque année depuis 2006, l'*Office européen des brevets* organise le Prix de l'inventeur européen. Cette récompense rend hommage aux hommes et aux femmes qui, en recherchant de nouvelles idées, favorisent le progrès technologique et la croissance économique, façonnent la société de demain et améliorent notre quotidien.

Vous travaillez dans l'industrie, une université, un centre de recherche, une association ou vous avez inventé quelque chose tout seul chez vous, inscrivez-vous et succédez à Ann Lambrechts et Christine Van Broeckhoven, toutes deux lauréates en 2011. Les candidatures pour 2014 sont ouvertes ! ■

Dépêchez-vous, la clôture des candidatures aura lieu le 30 septembre 2013.

http://www.epo.org/learning-events/european-inventor_fr.html

FOCUS

UNE AIDE, UNE SUCCESS STORY !

sur:

Capaul

Carte d'identité

NOM

CAPAU SA

ANNÉE DE CRÉATION

1868 (SA depuis 1973)

SECTEUR D'ACTIVITÉ

usinage de haute précision
de composants mécaniques pour l'industrie

CHIFFRE D'AFFAIRES

8,5 millions d'euros en 2012

NOMBRE DE PERSONNES EMPLOYÉES

65

ADRESSE

rue de l'Industrie, 39
4700 Eupen

TÉLÉPHONE

087/59.55.60

SITE INTERNET

www.capaul.be

10

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

Photos: **Capaul**

Toutes les 3 secondes, de n'importe quel point du globe, un Boeing ou un Airbus décolle avec des pièces façonnées par Capaul. Installée depuis plus de 140 ans (!) à Eupen, à l'Est de notre pays, aux confins des Pays-Bas et de l'Allemagne, la société est active dans l'usinage de haute précision de composants mécaniques à l'usage d'industries comme l'aéronautique, le ferroviaire, le médical ou l'automobile. L'entreprise dispose d'une longue expérience dans le montage de pièces mécaniques sophistiquées. «Par exemple, dans la fabrication de modules pour le fameux moteur CFM 56 de CFM International,

détaille Ludwig Henkes, administrateur délégué de Capaul. *Le domaine aéronautique représente 30% de nos activités. Nous réalisons l'usinage complet de composants mécaniques et sous-ensembles mécaniques, depuis l'approvisionnement de la matière première jusqu'au produit fini. Nous fournissons des composants de haute précision pour tous types de véhicules ferroviaires. Nous sommes spécialisés dans le traitement de composants mécaniques de haute précision. Nous usinons des sous-ensembles mécaniques complexes pour la technique médicale.*»

La précision dans son ADN

Les racines de l'entreprise remontent au 19^e siècle. En 1868, un certain Eugène Graf fonde sa société éponyme à Eupen, une usine de scies à métaux et d'outils. En 1929, elle est rebaptisée Usine d'outils Capaul, contraction du nom des 2 fon-

dateurs. En 1973, la société change encore de propriétaire. En 1988, elle est reprise par Ludwig Henkes. Cet ingénieur industriel n'a pas encore 30 ans et l'entreprise occupe alors une quinzaine de personnes. Mais le jeune patron met le turbo ! En 1995, un nouveau bâtiment est construit dans la zone industrielle d'Eupen. La production se poursuit dans des halls mieux adaptés. Pour rester à la pointe, Capaul investit chaque année plus d'1 million d'euros dans les dernières technologies. Ainsi, en 2010, la construction d'un nouveau hall, entièrement climatisé à 20 °C, permet d'usiner des pièces de grandes tailles avec une extrême précision. Depuis octobre 2012, une nouvelle machine à commande numérique permet d'aller plus loin encore. Conséquence, la société vit une forte croissance. «Quatre raisons à cela, explique son patron. *Nous respectons les délais, nous réalisons un travail de très haute précision, nous maîtrisons les coûts et tous les membres de l'équipe s'impliquent fortement.*»

Projet innovant

Dans sa stratégie 2012-2020, l'entreprise a mis en place un projet innovant baptisé TOMAS (Total Manufacturing Simulation). «L'objectif est de diminuer les temps de mise en fabrication des produits, explique Ludwig Henkes. Mais pas seulement. Il s'agit aussi d'optimiser l'utilisation des machines de fabrication, de diminuer le risque d'erreurs humaines et d'améliorer la productivité des opérations d'usinage. Cette innovation de gestion de l'outil va dans le sens de notre recherche permanente de productivité. À terme, elle permettra la programmation systématique des commandes numériques sur Mastercam. On pourra également réaliser la simulation systématique de l'environnement machine sur ordinateur, y compris les outils de clamage et de coupe, ainsi que la détection des situations de crash. La phase suivante consistera à simuler complètement le processus d'usinage. Ainsi, la réalisation de la photographie 3D de pièces de fonderie et l'importation de ces données géométriques dans Mastercam permettra d'éviter de nombreuses situations de crash et d'optimiser nos temps d'usinage. Cette phase nous mènera aussi jusqu'à la simulation du comportement vibratoire des machines, celle de l'usure de l'outil et le comportement statique/dynamique de celui-ci lors de la coupe. La 3^e étape concernera l'étude d'une standardisation du processus de fabrication. Notre spécialisation sera alors telle que nous pourrions choisir le couple client-produit afin de ne plus fabriquer que des produits répondant à nos moyens.»

Une analyse récente évoque la *Computer Integrated Manufacturing (CIM)* et la prochaine évolution industrielle 4.0. Avec elle, le produit informatisé transmet lui-même son processus de fabrication. «C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet innovant. Grâce à la mise en place d'une gestion 'intelligente', l'outil lui-même por-

tera les informations qui lui sont associées: paramètres de coupe en fonction du produit et de la matière usinée, position dans l'espace de stockage, dimensions, consommables... Les procédés existants montrent leurs limites lorsqu'il s'agit de lier les différents systèmes entre eux. La cohérence entre la gestion des achats, celle du stock, le contrôle et la liaison avec les machines de production font défaut. Il n'existe encore aucun système intégré de base de données, ni aucun standard pour une mise en réseau dans les ateliers.»

Cette innovation porte sur 3 points. «D'abord, les moyens logiciels seront adaptés à nos besoins en termes de recherche, de marquage et de visualisation d'outil, reprend Ludwig Henkes. Cela devrait nous permettre de rechercher un composant unique d'un outil et de tracer celui-ci, de l'identifier grâce à un code et d'afficher un aperçu de l'utilisation d'un composant. Ensuite, des softwares et hardwares reliés entre eux seront développés et intégrés de manière à assurer une gestion 'intelligente' des outils de coupe. À partir d'une seule banque de données, il sera possible de gérer les paramètres de coupe associés à chaque outil utilisé, la gestion des achats et du stock, la digitalisation des outils de coupe, le système de stockage pour les outils et la recherche intelligente de l'outil. Enfin, avec un moyen de contrôle intégré à chaque machine, nous pourrions vérifier l'efficacité de l'innovation mise en œuvre grâce à la connaissance des temps de travail effectifs.» Ce projet, qui a démarré en juillet 2012, devrait prendre fin en juillet 2014. Pour le mettre en œuvre, Capaul a demandé, et obtenu, une aide à l'innovation de procédé et/ou d'organisation, Opin. «La Région wallonne nous a accordé un soutien à hauteur de 25% de l'investissement total de l'installation. Avec ce type d'aide, la Wallonie encourage beaucoup les petites entreprises qui ne sont pas dotées d'un centre de recherche. Les PME peuvent ainsi avancer sur des projets pointus.» ■

OP 1N Operating innovation en résumé :

Type de promoteur:

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

Partenariat:

Autorisé (obligatoire pour les ENA)

Objet:

Développement d'une innovation d'organisation consistant en la mise en place d'une gestion des ressources humaines en relation avec leur lieu de travail et les acteurs tant internes qu'externes à l'entreprise.

Taux d'intervention:

L'intervention maximale de l'aide varie entre 15 et 35% 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.

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>



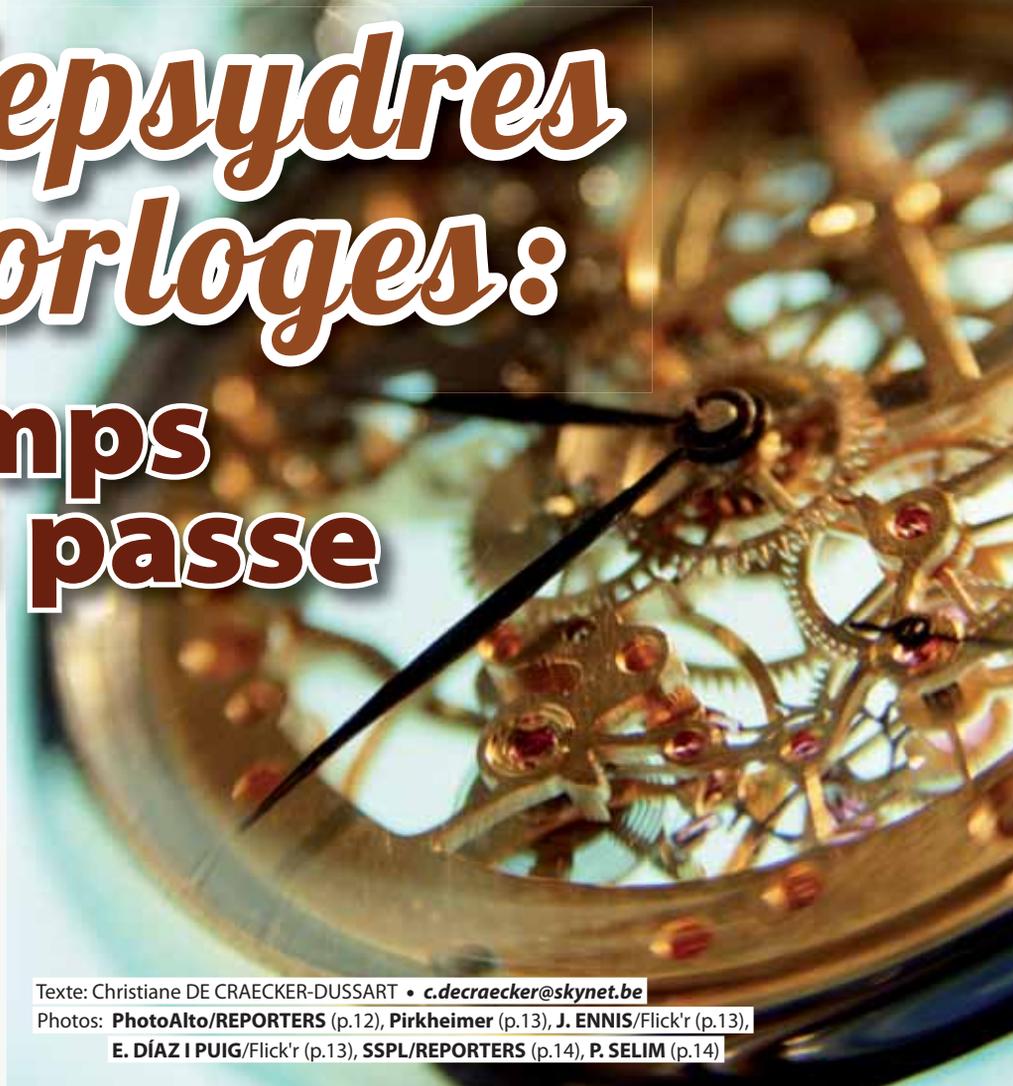
Des clepsydres aux horloges :

le temps qui passe

12

La mesure du temps s'est perfectionnée sans cesse. Le cadran solaire, la clepsydre et le sablier ont eu leur période de gloire. Horloges et montres mécaniques sont restées longtemps des objets rares. De nos jours, montres et horloges à quartz, très précises, sont à la portée de tous. Et que dire de la stabilité des horloges atomiques ? Bref aperçu de cette quête de la précision, définitions à l'appui...

Rien n'est plus banal que de consulter sa montre. L'heure règle nos activités quotidiennes. Pourtant, la mesure du temps a mobilisé astronomes, mathématiciens, artisans, horlogers, ingénieurs et physiciens pendant des millénaires, avant d'arriver aux instruments modernes (à quartz, radioguidés puis atomiques, voire optiques) d'une fiabilité remarquable.



Texte: Christiane DE CRAECKER-DUSSART • c.decraecker@skynet.be

Photos: PhotoAlto/REPORTERS (p.12), Pirkheimer (p.13), J. ENNIS/Flick'r (p.13), E. DÍAZ I PUIG/Flick'r (p.13), SSPL/REPORTERS (p.14), P. SELIM (p.14)

Le Soleil, l'eau et le sable

L'instrument scientifique le plus simple qui soit concerne la mesure du temps: c'est le **gnomon**, un bâton planté dans le sol au soleil. Pas étonnant qu'on le trouve partout: chez les Babyloniens, dès le 2^e millénaire avant J.C.; chez les Égyptiens, en Chine, en Grèce, à Rome, en Amérique précolombienne. Si l'on ajoute une graduation rayonnante, on a un **cadran solaire**. Ce qui est à souligner, c'est sa longévité, jusqu'au 19^e siècle, à cause du coût et du manque de précision des montres et horloges, mais aussi de la disparition de nombreux clochers et horloges de villages pendant la

Révolution française. Parmi les cadrans, l'**équinoxial** ou **équatorial** amène un progrès important: la division du jour en 24 heures égales. Un autre instrument apparaît pendant la Haute Antiquité: la **clepsydre** ou **horloge à eau**. D'abord simple cône gradué avec un trou pour laisser l'eau s'écouler selon un débit dosé, la clepsydre peut devenir une horloge avec engrenages, personnages, sonneries et même régulateur pour de petites rotations identiques, comme celles des Chinois Yi-Xing au 8^e siècle et Su Song au 11^e siècle. En Occident, dès le 6^e siècle, la vie quotidienne est rythmée au son des cloches des monastères, grâce aux clepsydres et cadrans solaires. Mais l'eau peut geler ou changer de volume en fonction de la température et rendre la clepsydre inutilisable ou très imprécise. En l'absence de soleil et la nuit, le cadran

solaire est également inutile. Il faut attendre le 14^e siècle pour qu'apparaisse le sablier, les remplaçant avantageusement. De plus, il est facile à transporter: Christophe Colomb en aurait embarqués lors de ses voyages. Mais tous ces procédés ne sont pas fiables et ne répondent plus à l'intérêt grandissant, surtout dans les villes, pour la mesure du temps qui fuit. L'invention de l'**horloge mécanique** n'est pas loin et l'une de ses conséquences sera la généralisation de la division du jour en 24 parties égales.

Horloges, montres et... imprécisions

L'horloge mécanique apparaît vers 1300, quand on découvre le rôle du poids moteur et qu'on l'accompagne du mécanisme essentiel empêchant le poids de descendre trop vite: l'**échappement**. Le mouvement continu est transformé en mouvement discontinu à unités distinctes. L'horloge monumentale apparaît sur les églises et bâtiments publics: à Milan en 1335, Padoue en 1344, Courtrai, Mons et Malines à partir de 1362, Paris en 1372, Rouen en 1389, etc. Certaines sont sans cadran, mais avec sonneries et automates: on écoute le temps. D'autres ont un cadran avec 1 aiguille. Défauts de fabrication des engrenages, frictions et usure sont tels que l'horloge dérive souvent d'au moins 1 h/j (heure par jour) et doit être remise à l'heure avec... un cadran solaire !

À la fin du 14^e siècle, les améliorations amènent une imprécision d'1/4 h/j. De nouveaux mécanismes apparaissent: vers 1410, Brunelleschi inventait une horloge mue par un ressort moteur comprimé et placé dans un barillet ou tambour. Zach, en 1525, introduit la **fusée** permettant de maintenir la tension du ressort plus ou moins constante. L'horloge s'améliore: dents mieux étudiées, échappement ajusté. L'imprécision passe à quelques minutes par jour. Ces progrès amènent aussi la miniaturisation avec l'horloge de table, la pendulette, puis la montre. La première montre serait due à Henlein au début du 16^e siècle, mais la petitesse des pièces rend le travail difficile et l'imprécision reste très élevée: 1 h/j ! C'est encore un bijou, l'heure juste n'étant pas encore essentielle pour vivre...

Galilée, Huygens et le pendule

Connaissant la loi de l'**isochronisme** du **pendule** décrite par Galilée en 1638, Huygens calcule la longueur nécessaire pour qu'il batte la seconde et fait construire la première horloge à pendule en 1657. Les progrès surprennent: elle ne dévie que de quelques secondes par jour et peut donc avoir 2 aiguilles ! En 1674, il améliore aussi la montre avec un système régulateur à balancier-**spiral**. L'aiguille des minutes prend son sens ici également et est introduite par Quare en 1690. Aux 18^e et 19^e siècles, la course à la précision continue: nouveaux mécanismes d'échappement pour adoucir les oscillations (Graham); réduction des frictions des engrenages avec les premières machines-outils; correction des effets liés à la dilatation grâce au balancier bimétallique dû à Harrison. N'oublions pas ses fameux chronomètres de marine: depuis le H1 en 1736 jusqu'au H4 en 1759, le plus précis jamais construit et qui permet enfin de calculer la longitude en mer (voir *Athena* n° 272, pp. 13-15).

Les horloges sont de plus en plus précises: $1/10 = 10^{-1}$ s/j (seconde par jour). Les horlogers, entre autres Sarton (1748-1828) à Liège, font preuve d'imagination et de sens artistique: cadrans multiples ou tournants, carillons d'intérieur,... Les montres progressent aussi: nouveau balancier, diminution de la taille (disparition de la fusée avec le **calibre de Lépine**, vers 1770), remontage automatique (Sarton,...), remontoir (au lieu d'une clé) dû à Philippe en 1844. Une autre avancée est la découverte, en 1895, de l'invar par Guillaume (prix Nobel en 1920). Cet alliage fer-nickel, quasi insensible aux variations de températures, élimine (presque) totalement le problème de la dilatation et permet une précision d' $1/100 = 10^{-2}$ s/j. À la même époque, les montres, fabriquées de plus en plus industriellement, se démocratisent: en 1865, Roskopf conçoit une montre bon marché, au mécanisme simple mais solide. La montre-bracelet apparaît mais ne remplace la montre à gousset qu'au 20^e siècle. Aiguilles et chiffres deviennent lumineux grâce au phosphore et au radium.



Cadran solaire horizontal de Nicolas du Pineau, manoir de Montergon à Brain-sur-Longuenée (1719) (style à 47,35°, latitude locale; heure solaire = 10 h 30).

Une des premières montres, attribuée à Peter Henlein (vers 1510).



13

Big Ben, à Londres, date de 1859.

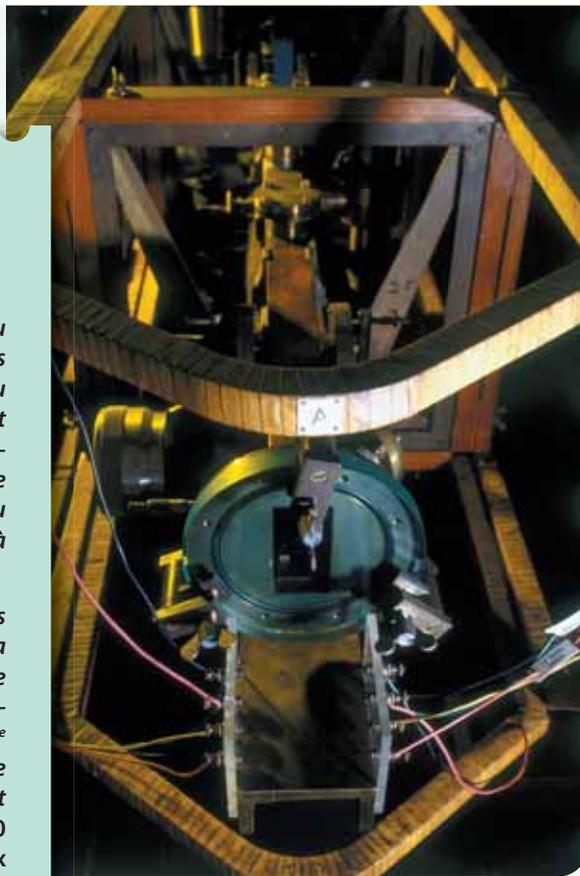


1^{er} horloge atomique au césium de Essen et Parry (1955).

Le temps et la seconde : définitions et métrologie

La précision des horloges ne fait que s'accroître. La notion même du temps a dès lors dû évoluer. Jusqu'au 19^e siècle, on règle horloges et montres sur le soleil de midi, donc localement. L'apparition du chemin de fer impose de disposer d'une heure identique dans un pays et au-delà. En 1884, on découpe le monde en 24 fuseaux horaires de 15° chacun, le méridien de Greenwich étant choisi pour la longitude 0 et l'heure du fuseau de Greenwich étant l'heure GMT (Greenwich Mean Time) ou Temps universel (TU) ou Temps civil de Greenwich (qui se compte de 0 à 24 h à partir de minuit).

On sait, depuis les années 1930, que la rotation axiale de la Terre n'est pas régulière. D'où les variations du jour en cours d'année. La seconde valant la 86 400^e partie du jour solaire moyen n'est plus exacte. En 1960, on la calcule sur la durée de la révolution de la Terre autour du Soleil (temps des éphémérides), 1900 étant l'année de référence: elle en est la 31 556 925,9747^e partie. Mais dès 1967, avec la diffusion des horloges atomiques, une nouvelle définition s'impose: la seconde SI (Système International) est désormais basée sur l'atome de césium: c'est la «durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux (énergétiques) hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133» (voir Athena n° 282, pp. 38-40). Les astres et astronomes ne définissent plus le temps et la seconde, mais bien les atomes et physiciens.



Parry en 1955. Sa précision passe à 10^{-7} , puis 10^{-9} s/j vers 1970. En 1995, avec la **fontaine d'atomes froids** ($t^\circ = 10^{-4}$ K) de césium, c'est 10^{-10} s/j (voir Athena n° 285, pp. 12-15). À l'ULg, on met au point une horloge atomique du type maser à hydrogène (voir Athena n° 280, p. 42-43). Le projet PHARAO (Projet d'Horloge Atomique par Refroidissement d'Atomes en Orbite), de l'ESA et du CNES, vise à embarquer en 2016 une horloge à atomes froids de césium dans l'ISS (International Space Station), en micropesanteur. Cette horloge PHARAO aurait une précision de 10^{-11} s/j; on perdrait 1 seconde tous les 300 millions d'années ! Ce n'est pas fini. Des **horloges atomiques optiques** devraient arriver à une précision 100 fois supérieure: 10^{-13} s/j, une erreur d'1 seconde sur 15 milliards d'années, plus que l'âge de l'univers !

Pourquoi une telle précision ? Diverses expériences scientifiques deviennent possibles: tests de la relativité; niveau d'énergie des atomes; mesure de la gravité terrestre; nouvelle définition du mètre (voir Athena n° 214, pp. 84-88), d'où mesure de la distance exacte Terre-Lune, de la hauteur des vagues et donc prévision des tsunamis; observation du déplacement des plaques tectoniques; cartographie des fonds marins, etc. Autre application omniprésente: le positionnement **GPS** grâce aux horloges atomiques embarquées dans les satellites, dont bientôt PHARAO et l'ISS. ■

14

Électricité, quartz et atomes

Vers 1840, les horloges électriques apparaissent: simple remontage électrique ou électroaimant apportant une impulsion régulière au pendule ou quand l'amplitude des oscillations diminue. À l'ère du télégraphe et du chemin de fer, on imagine l'intérêt de telles horloges: en les reliant, on peut les synchroniser pour avoir la même heure en divers endroits. Les recherches sur les possibilités du **quartz** et de la **piézo-électricité**, pour des horloges plus précises, aboutissent en 1927 à la 1^{re} **horloge à quartz** fabriquée par Marrison, avec une précision de 2 ms (millisecondes) = $2 \cdot 10^{-3}$ s/j. Ceci permet de mesurer les variations de la vitesse de rotation axiale de la Terre en 1930 ! À la fin des années 1960, les montres sont aussi régulées par quartz. Leur précision: 1 microseconde = 10^{-6} s/j, d'où leur succès: 90% des montres actuelles seraient à quartz. Arrivent ensuite les instruments radioguidés par satellite, encore plus stables. Une nouvelle étape est franchie avec la première **horloge atomique** ou **moléculaire** fiable au césium, mise au point par Essen et

+

Pour en savoir plus:

- *Histoire de l'heure en France*, par J. Gapailard, Vuibert, Paris, 2011.
- *Une histoire illustrée de la mesure du temps*, par J. Jandaly, Vuibert, 2009.
- *Les instruments des sciences*, par H. Michel, de Visscher, 1980.
- *Instruments scientifiques à travers l'histoire*, par É. Hébert, Ellipses, Paris, 2004.
- *L'invention du temps*, Les Cahiers de Science & Vie, janvier 2013.
- *La mesure du temps à travers les âges*, par A.M. Berryer, MRAH, Bruxelles, 1974.
- *La mesure du temps dans les collections belges*, SGB, Bruxelles, 1984.
- *Le patrimoine campanaire de Wallonie*, Institut du patrimoine wallon, Namur, 2010.
- <http://www.astro.oma.be>
- <http://smc.cnes.fr>



GLOSSAIRE

(Bastin, 2004; Berryer, 1974; Berthon, 2004; Biémont, 2000; Gapaillard, 2011; Jandaly, 2009; Larousse, 2013; Rival, 2005)

Types d'instruments

Cadran solaire	Surface à graduation rayonnante relative aux heures du jour. La projection de l'ombre d'une tige (style) au Soleil indique heure, date des solstices, direction nord-sud.
Cadran solaire équinoxial ou équatorial	<i>Cadran solaire</i> le plus simple, à graduations équidistantes, placé dans le plan de l'équateur et le style perpendiculairement, dans l'axe de la Terre, vers l'Étoile Polaire. L'ombre se déplace de 15°/h (360°/24 h), quels que soient l'heure et le jour de l'année.
Calibre de Lépine	Système de montre supprimant <i>fusée</i> et chaîne et les remplaçant, avec double platine et piliers, par des pièces distinctes de forme allongée (ponts). Permet de dissimuler le balancier et de le placer à côté du reste du mécanisme. Ainsi, la montre est très plate.
Clepsydre ou Horloge à eau	1 ^{er} instrument mesurant des durées ou intervalles de temps (y compris en l'absence de soleil). Basé sur l'écoulement d'eau et la vidange d'un réservoir gradué (bol, cône) goutte après goutte. Divise la nuit comme le jour en 12 fractions égales.
Échappement	Élément transmetteur, ralentisseur et régulateur d'une horloge permettant de fractionner le temps et produisant le tic-tac. Système interrompant régulièrement la chute du poids d'une <i>horloge mécanique</i> ancienne et contenant puis laissant s'échapper tour à tour la force exercée par celui-ci sur le mécanisme.
Fontaine d'atomes froids	<i>Horloge atomique</i> faisant appel à des atomes froids piégés par faisceaux laser.
Fusée	Pièce en forme de cône, creusée de bas en haut d'une rainure en spirale destinée à recevoir la corde, puis la chaînette reliée au barillet et au ressort principal. Équilibre et régularise la force de développement du ressort moteur.
Gnomon	<i>Cadran solaire</i> primitif constitué d'une tige (style) dont l'ombre se projette sur une surface plane. Longueur et direction de l'ombre servent à diviser le jour.
Horloge/montre à (cristal de) quartz	Dans un 1 ^{er} circuit électronique résonateur, le cristal de <i>quartz</i> vibre mécaniquement de façon régulière et produit un signal électrique oscillant à même fréquence. Un 2 ^e compte oscillations et secondes. Un 3 ^e compense les variations dues à la température.
Horloge atomique ou Horloge moléculaire	Horloge fonctionnant à partir de certains atomes (césium), dont les vibrations servent d'étalon de temps. Pilote l' <i>horloge à quartz</i> pour l'empêcher de dériver à long terme. Basée sur la sélectivité d'absorption de radiation par les atomes pouvant émettre une lumière cohérente par laser (voir <i>Athena n° 285, pp. 12-15</i>).
Horloge atomique optique	Projet d' <i>horloge atomique</i> utilisant d'autres éléments que le césium (ion aluminium, atome de calcium,...) sensibles aux radiations du visible/UV. D'où l'intérêt pour les satellites (<i>horloge GPS</i>), une probable nouvelle notion de la durée,...
Horloge GPS	Un récepteur GPS a 1 horloge ayant la précision d'une <i>horloge atomique</i> au césium. Chaque satellite contient plusieurs horloges atomiques de précision synchronisées par stations terrestres de contrôle des trajectoires et de fiabilité. Leur stabilité est meilleure ainsi que la précision de la mesure de distance et de position (de 1 m à 1 cm).
Horloge mécanique	Horloge ayant: organe moteur (poids ou ressort), organe de transmission ou rouage, <i>échappement</i> , organe régulateur (base de temps: <i>pendule</i> ,...), affichage et remontoir.
Isochronisme	Propriété d'un mouvement (horlogerie,...) s'effectuant en intervalles de temps égaux. La durée d'une oscillation du <i>pendule</i> ou période (T) ne dépend que de sa longueur (l ou L) et non de sa masse (m).
Pendule	N.m. Corps solide suspendu à un point fixe et oscillant sous l'action de la pesanteur par <i>isochronisme</i> . N.f. Horloge d'intérieur.
Piézo-électricité	Apparition de charges électriques à la surface de certains cristaux soumis à une contrainte (effet direct); variation des dimensions de ces cristaux quand on leur applique une tension électrique (effet inverse).
Quartz	Silice (SiO ₂) cristallisée. Peut vibrer naturellement à certaines fréquences. Composant électronique oscillant à une fréquence précise et stable, utilisant la <i>piézo-électricité</i> .
Spiral	N.m. Mince lame de ressort d'acier enroulée en spirale et fixée à la platine ou au pont du balancier (coq) et à l'axe du balancier par une virole. En se détendant, il fait tourner le barillet imprimant sa force aux rouages. Supprime les poids encombrants et permet de miniaturiser l'horloge, qui devient portative sous forme de montre.

L'ADN de...

Jean-Christophe BERTHO 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

Vétérinaire, c'est une vocation que vous avez depuis tout petit ? Comment l'idée d'exercer ce métier vous est-elle venue ? Tout jeune j'ai été bercé par le feuilleton de Dakari, c'était un vétérinaire professant en Afrique, à qui arrivaient pleins d'aventures avec des animaux exotiques. J'ai toujours rêvé de gérer une réserve africaine et finalement c'est l'Afrique qui est venue à moi.

Comment devient-on vétérinaire dans un parc animalier ? Un peu par hasard. Dans le courant de mon cursus universitaire, j'ai toujours fait des petits jobs en rapport avec les animaux, jusqu'au jour où j'ai répondu à une petite annonce affichée aux valves des étudiants, qui recherchait un étudiant de doctorat motivé pour suivre et aider un vétérinaire dans un parc animalier près de Liège. J'ai répondu, ainsi que d'autres étudiants, et j'ai été finalement choisi. En tant qu'étudiant, j'ai travaillé 2 ans en contact fréquent avec le vétérinaire du parc et une fois diplômé, la direction du parc m'a proposé la place de vétérinaire temps plein et de curateur (gestionnaire de la collection animale) que j'ai acceptée en juillet 1995.

Vous travaillez au monde sauvage d'Aywaille, quelle est votre journée-type ? Je m'informe tout d'abord auprès des soigneurs s'il n'y a pas de soucis dans leur secteur. Si c'est le cas, il faut les gérer suivant l'urgence. Je relève ensuite ma boîte mails et réponds aux courriels urgents. Le parc participe à de nombreux programmes de conservation et d'élevage avec des demandes fréquentes envoyées par leurs coordinateurs. Il est en mouvement permanent de par les naissances, les transferts d'animaux (départs d'animaux en surplus, entrées de nouvelles espèces ou de nouveaux individus d'une espèce déjà présente pour éviter la consanguinité,...). Je fais quotidiennement le tour du parc pour voir de visu si tout est en ordre. Une autre de mes missions est la prophylaxie (anticiper les «problèmes potentiels» comme le parasitisme, la surveillance de gestation, l'isolement d'une femelle prête à mettre bas,...). Côté administratif, je me dois de garder à jour ma base de données (programme informatique) qui reprend tous les animaux du parc (de leur naissance à leur

mort ou leur départ dans d'autres institutions, les différents changements ou soins qu'ils ont reçus). Un back up de ce programme est envoyé une fois par mois aux USA à une centrale qui reçoit les informations de tous les parcs membres de l'association à travers le monde (EAZA en Europe: European Association of Zoo and Aquaria), ce qui permet de suivre l'évolution et la gestion des populations animales détenues en parcs zoologiques.

Quelle est la plus grande difficulté rencontrée dans l'exercice de votre métier ? La remise en question permanente... En outre, les animaux sont «sauvages», d'où parfois la difficulté de poser un diagnostic sans une tranquillisation ou anesthésie, ne fut-ce que pour prendre la température, une prise de sang,... Une autre difficulté est l'adaptation du traitement: les soins journaliers ne sont pas toujours possibles sans tranquillisation ou anesthésie,... Sans compter que les traitements se font en fonction du poids ou du volume... Un hippopotame adulte par exemple peut peser jusqu'à 2 500 kg, un éléphant 3 000 kg, un ouistiti, une centaine de grammes seulement...

Quelle est votre plus grande réussite professionnelle jusqu'à ce jour ? Avoir participé au développement du parc: l'augmentation du nombre d'espèces d'animaux détenus, la participation à de plus nombreux programmes d'élevage d'espèces d'animaux menacés ou en voie d'extinction (je pense au rhinocéros, à l'orang-outan, au pélican frisé...), la réussite dans la reproduction de nombreuses espèces (ours polaire, pélicans, rapaces,...).

Quels conseils donneriez-vous à un jeune qui aurait envie de suivre vos traces ? Plus que des conseils, je donnerais des mots clés: motivation, croire à ses «rêves» et foncer. ■

Safari Parc
MONDE
SAUVAGE

NOM: BERTHO

PRÉNOM: Jean-Christophe

ÂGE: 47 ans

ENFANTS: 1 garçon et 1 fille

PROFESSION: Vétérinaire et curateur (gestionnaire de la collection animale) au Monde Sauvage d'Aywaille

FORMATION: Secondaires à l'Institut Notre-Dame de Bellevue de Dinant, École des vétérinaires de Cureghem puis Doctorat en médecine vétérinaire à l'ULg

ADRESSE: Fagne de Deigné, 3 à 4920 Deigné-Aywaille

Tél.: 04/360.90.70



Plus d'infos:

<http://www.ulg.ac.be>
<http://www.mondesauvage.be>
veterinaire@mondesauvage.be

Verso

Je vous offre une seconde vie, quel métier choisiriez-vous ? Le même, mais peut être cette fois-ci sur le terrain africain ou autre (à l'étranger)...

Je vous offre un super pouvoir, ce serait lequel et qu'en feriez-vous ? De pouvoir faire comprendre à tout un chacun la beauté de ce qui nous entoure et l'équilibre «fragile» qui a permis à l'homme et aux animaux de se développer en parallèle et évoluer dans leur milieu respectif mais que parfois, des décisions purement économiques ou par méconnaissance peuvent, à court ou à long terme, avoir des répercussions importantes sur l'équilibre de l'écosystème.

Je vous offre un auditoire, quel cours donneriez-vous ? Une sensibilisation à vivre autrement en respectant des règles de bon sens et non toujours économiques ou égoïstes.

Je vous offre un laboratoire, vous plancherez sur quoi en priorité ? Je suis un homme de terrain et pas de labo ! Mon laboratoire à moi, c'est la nature qui m'entoure, le parc et ses animaux.

Je vous transforme en un objet du 21^e siècle, ce serait lequel et pourquoi ? Internet pour la multitude d'informations que l'on peut trouver et répercuter... Tout en restant vigilant par rapport à ses côtés pervers (fausses informations,...).

Je vous offre un billet d'avion, vous iriez où et qu'y feriez-vous ? En Tanzanie ou en Afrique du sud visiter des réserves animalières et essayer de cotoyer les difficultés de terrain et en apprendre davantage sur la relation entre l'homme et l'animal sauvage.

Je vous offre un face à face avec une grande personnalité du monde, qui rencontreriez-vous et pourquoi ? Peter Garret (ex-chanteur de Midnight oil), pour ses combats «écologiques» mais jamais extrémistes... ■





Google et ses concurrents



18

Cette troisième et dernière partie de la série consacrée à *Google* et à ses concurrents présentera quelques moteurs méconnus et des méthodes pour trouver des moteurs de recherche adaptés aux besoins particuliers. Il existe sur le Web des listes de moteurs, mais elles présentent le double inconvénient d'être forcément incomplètes (ou à tout le moins subjectives) et surtout, elles deviennent très rapidement obsolètes.

Comment trouver de nouvelles sources d'information ?

Utiliser Google pour trouver des sources

Pourquoi ne pas partir de *Google* en lui demandant de nous fournir des noms et adresses d'autres moteurs de recherche ? Une requête comme «*scientific search*

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

Illustrations : **O. SAIVE/ Cartoonbase**

engines» ramène quelques bonnes idées comme :

- **Google Scholar** (<http://scholar.google.com/>), le moteur créé par *Google* et qui regroupe des résumés et autres informations d'articles à caractère essentiellement technique, biologique et médical.
- **Wolfram Alpha** (<http://www.wolframalpha.com/>), qui n'est pas à proprement parler un moteur de recherche, mais plutôt un merveilleux outil de visualisation de données. Les résultats sont absolument fascinants (essayez par exemple une recherche sur *aspirin vs. caffeine*)

De très nombreux exemples d'utilisation sont proposés juste sous le champ de recherche de la page d'accueil de *Wolfram Alpha*.

- **Scirus** (<http://www.scirus.com/>), le moteur de recherche d'*Elsevier*, qui annonce un index de plus de 575 millions de termes scientifiques.

- **SciSeek** (<http://www.sciseek.com/>), qui est plutôt un annuaire fournissant des liens vers des sites scientifiques.

Utiliser un métamoteur pour trouver des moteurs

Les métamoteurs sont des moteurs de recherche mais qui ne possèdent pas de base de données et qui exploitent celles d'autres moteurs. Ils présentent plusieurs faiblesses :

- ils n'ont accès qu'à une faible partie des bases de données des moteurs,
- ils ont tendance à mélanger, dans leurs sources, des moteurs de recherche et des annuaires, alors que ces 2 types d'outils exigent des approches de recherche totalement différentes,
- certains d'entre eux sont trop peu souvent mis à jour et continuent à proposer des sources disparues (parfois depuis près de 10 ans) ou qui elles-mêmes ne sont plus mises à jour.

Bref, les professionnels de la recherche les utilisent peu.

Néanmoins, un métamoteur de recherche comme **Zuula** (<http://www.zuula.com/>) peut se montrer utile pour identifier des sources d'information. Après avoir lancé une recherche (par défaut, dans le Web), *Zuula* affiche un certain nombre d'onglets avec d'autres moteurs. Au-dessus du champ de recherche, une série de liens permettent de chercher des vidéos, des images, etc.

Trouver des blogs

Au cours des années, les blogs, de plus en plus crédibles et professionnels, sont devenus un moyen privilégié de communication des spécialistes dans tous les domaines. Ceci dit, comme tous les médias, il est évidemment indispensable de vérifier l'exactitude et la pertinence des informations trouvées.

Pour trouver des blogs, il existe 2 méthodes: utiliser un moteur de recherche classique ou bien des moteurs spécialisés. L'utilisation des annuaires de blogs n'est pas recommandée car ils ne sont jamais mis à jour.

1. Avec un moteur de recherche classique

Une simple requête comme «blog environnement» (avec ou sans les guillemets) donne déjà des résultats satisfaisants.

2. Avec un moteur spécialisé

Google possède son propre moteur de recherche de blogs. Pour le trouver, lancez une recherche puis, sur la page de résultats, cliquez sur le lien «Plus» situé sous le champ de recherche. Vous trouverez le moteur de recherche «blogs».

En haut de la page, vous trouverez les blogs consacrés au sujet qui vous intéresse. En dessous, les billets (articles) traitant de ce sujet et provenant donc de blogs dont ce sujet ne constitue pas l'objet unique ou principal.

Quand un blog intéressant à été identifié, il est bon de vérifier s'il dispose d'un blogroll, c'est à dire la liste des blogs qu'il consulte régulièrement.

Exemple: voyez par exemple le blog scientifique de Matt Leifer (<http://mattleifer.info/>). Son blogroll se trouve dans la marge de droite (emplacement classique).

Un blog de qualité ne renverra normalement pas à des liens de mauvaise qualité.

Trouver des sites analogues

Il arrive fréquemment qu'on ait trouvé un site intéressant et qu'on cherche à trouver des sites similaires. Plusieurs méthodes sont possibles:

- sur la page des résultats de *Google*, passez la souris sur un lien et vous voyez apparaître, à droite, des chevrons qui ouvrent une copie de la page, avec un lien «Pages similaires»;
- toujours avec *Google*, il est possible d'obtenir un résultat... similaire avec la requête «related:»

Exemple: *related:www.louvre.fr*

- utilisez un site comme **Similar Sites** (<http://www.similarsites.com/>)
- vous connaissez l'adresse URL d'un site et vous souhaitez trouver des sites analogues ? Rien de plus facile avec **Similicio.us** (<http://www.similicio.us/>). Il suffit de lui donner une adresse et il vous fournit la liste.

⚠ Cela ne semble pas fonctionner pour tous les sites. Il faut que le site de référence soit connu. La liste de résultats est quant à elle parfois parsemée de liens sponsorisés.

Avec Wikipedia

Beaucoup d'articles de *Wikipedia* se terminent par des suggestions de liens externes. Les articles de cette encyclopédie étant fréquemment lus et corrigés par la communauté, les liens sont eux aussi régulièrement mis à jour et complétés.

Exemple: l'article consacré aux nanotubes de carbone (<http://goo.gl/mwKWe>). La version française propose 4 liens externes.

Mais tout l'intérêt de *Wikipedia* réside dans la possibilité d'accéder immédiatement à des articles sur le même sujet dans d'autres langues sans devoir relancer une recherche et surtout, sans devoir connaître la traduction exacte. Il suffit pour cela de cliquer sur la langue choisie dans la marge de gauche. L'article





Il n'est pas toujours évident de s'y retrouver dans les méandres d'Internet. Comment trouver LA bonne information et surtout, comment trouver la bonne source, voire d'autres sources que celles proposées par le géant Google ? Moteurs, métamoteurs, blogs, bibliothèques, Wikipédia, experts,... les sources sont nombreuses, pour peu qu'on sache où les trouver ! Faites votre choix !

20

analogue en anglais est beaucoup plus riche en suggestions. Rappelons que les articles publiés dans *Wikipedia* ne sont pas des traductions les uns des autres. Ce sont des articles originaux rédigés par des *natives*.

Interroger des gens compétents

Une bonne méthode de recherche de nouvelles sources consiste à interroger des professionnels de la recherche et/ou de la documentation.

Interroger des bibliothécaires:

La *Bibliothèque Nationale de France (BNF)* propose ce qu'elle nomme les «Signets de la Bibliothèque Nationale de France» (<http://signets.bnf.fr/>). Il s'agit d'un annuaire particulièrement bien construit, regroupant des sources commentées et régulièrement revisitées.

Chaque bibliothèque universitaire américaine offre un service du genre. Comment les trouver ? Tout simplement en utilisant un moteur de recherche et une syntaxe. Si on reste dans *Google*, on peut utiliser la syntaxe qui permet de limiter les recherches à un domaine (dans le sens Internet du terme):

Exemple: site:
Le domaine des universités américaines est edu
La syntaxe sera donc
site:edu

Reste à définir ce qu'on cherche dans les universités américaines. La formule la plus généralement utilisée est «*useful links*» (liens utiles). Il est recommandé d'utiliser ici les guillemets pour «dire» au moteur de recherche qu'il s'agit d'une expression insécable.

On écrira donc quelque chose du type *site:edu chemistry «useful links»*
Comme on peut le constater, tous les résultats proviennent bien d'universités (la ligne verte, l'adresse URL, indique le domaine edu) et comportent bien l'expression «*useful links*».

La même recherche dans les sites des universités belges demanderait une requête de ce genre
site:ac.be «liens utiles» pathfinder

Mais très souvent, les bibliothèques universitaires américaines aident leurs étudiants dans leurs recherches en leur fournissant une sorte de guide souvent présenté sous le nom de «*pathfinder*».

On essaiera une requête du type
site:edu «medieval history» pathfinder

N'oublions pas le *Guichet du Savoir* (<http://www.guichetdusavoir.org/>), un service de la *Bibliothèque Municipale de Lyon* qui répond gratuitement à vos questions en 72 h maximum.

Interroger des experts

Le Web est une immense communauté dont beaucoup de membres acceptent de partager leur savoir et vous indiqueront bien volontiers des pistes de recherche.

► Comment trouver un expert ?

En cherchant tout simplement avec une phrase convenue comme
ask an expert biology

Mais il existe d'autres méthodes:

La plupart des experts sont présents sur les réseaux sociaux professionnels comme **LinkedIn** (<http://www.linkedin.com/>) ou **Viadeo** (<http://www.viadeo.com/>).

Les fonctions avancées de recherche de *LinkedIn* permettent d'affiner les résultats par mots-clés, par université, etc. Elles sont un peu plus efficaces que celles de *Viadeo*. Ce réseau social rassemble en outre un nombre croissant de demandeurs d'emploi, ce qui s'explique par le fait que les recruteurs utilisent de plus en plus ce type de réseaux.

Beaucoup d'experts possèdent un blog (voir supra) et/ou un compte *Twitter*. Si vous possédez un compte *Twitter*, pensez à mettre en place une veille avec **HootSuite** (<http://www.hootsuite.com/>) dont nous avons expliqué le fonctionnement dans un précédent article.

D'autres moteurs spécialisés

Trouver des images et des photos

Il existe d'innombrables moteurs de recherche d'images. Est-il nécessaire de rappeler que même si les images se trouvent très facilement sur le Web, cela ne signifie pas pour autant qu'elles sont libres de droit. Les images appartiennent d'office à celui qui les crée sans qu'il soit nécessaire pour l'auteur de déposer un

quelconque copyright. Vérifiez donc soigneusement que l'auteur indique expressément que ses œuvres peuvent être utilisées et/ou modifiées.

- **Flickr** (<http://www.flickr.com/>) est un moteur disposant d'une gigantesque base de données de photos qui, depuis peu, offre 1 téraoctet d'espace de stockage pour vos photos.

- **Google Images** (<http://images.google.com/>) met quelques milliards d'images à votre portée.

- **TinEye** (<http://www.tineye.com/>) permet de retrouver les différentes utilisations faites d'une image, d'une photo, d'un logo...

Très pratique pour déceler des images modifiées, piratées ou utilisées dans un cadre illégal puisque chaque version retrouvée est accompagnée d'un lien vers son origine.

Également intéressant pour trouver des versions d'une photo en plus haute résolution.

TinEye est également à la base d'un curieux et amusant moteur de recherche d'images par couleurs (<http://labs.tineye.com/multicolor/>). À tester !

Quelques solutions alternatives:

- **Stock.XCHNG** (<http://www.sxc.hu/>)
- **PhotoBucket** (<http://photobucket.com/>)
- **SmugMug** (<http://www.smugmug.com/>)

Trouver des modes d'emploi

Bon, vous avez égaré le mode d'emploi de votre appareil photo, de votre four à micro-ondes, de votre machine à café ou de votre voiture... Ayez le geste qui sauve: rendez vous sur **Mes Notices** (<http://mesnotices.fr/>)

Trouver des œuvres d'art

Il existe de très nombreux sites répertoriant des œuvres d'art. La peinture est particulièrement bien représentée:

- **Olga's Gallery** (<http://www.abcgallery.com/>) répertorie des dizaines d'artistes avec des représentations de bonne qualité de leurs œuvres.

- **Daily Paintworks** (<http://dailypaintworks.com/>) vous adresse chaque jour un mail présentant une œuvre. Une bonne manière de découvrir des artistes ou des œuvres méconnus.

- **ArtCyclopedia** (<http://www.artcyclopedia.com/>) est un répertoire classant les œuvres et les artistes par nom, par nationalité, par mouvement, etc.

Pour le cinéma, la source incontournable est **IMDB** (*Internet Movie Database* - <http://www.imdb.com/>) qui permet de retrouver tous les films depuis *l'Arroseur arrosé* (1895) jusqu'aux films encore en tournage ou post-production. ■



Ce 3^e volet clôt provisoirement la série des articles consacrés aux alternatives et concurrents de Google. Nous aurions évidemment pu évoquer les moteurs de recherche de bases de données, de thèses ou de tout autre sujet, mais l'essentiel est de maîtriser des techniques de recherche et pas de stocker des listes de sites.

Bonnes vacances à toutes et tous !

Cholestérol / Alzheimer:

les liaisons dangereuses

22

Dans une étude publiée récemment par la revue *Embo Molecular Medicine* (1), des chercheurs de l'UCL ont mis en évidence les liens, insoupçonnés jusque-là, qui unissent la protéine APP, responsable du développement des plaques séniles dans la maladie d'Alzheimer, et le «turnover du cholestérol neuronal»

Proportionnellement, le cerveau est l'organe le plus riche en cholestérol: alors que son poids ne représente que 2% du poids corporel, il contient 20% du cholestérol total. Le cholestérol cérébral ne doit cependant pas être assimilé au cholestérol circulant, ce dernier ne franchissant pas la barrière hémato-encéphalique. Il doit donc être produit par le cerveau

lui-même. Les astrocytes en synthétisent une large part et en fournissent notamment aux neurones, lesquels en produisent également.

«Les neurones sont toutefois les seules cellules capables de synthétiser et d'hydroxyler le cholestérol, c-à-d d'y ajouter des groupements chimiques appelés hydroxyles», indique le professeur Jean-Noël Octave, président de l'*Institute of Neuroscience* de l'UCL. Pour réaliser cette dernière opération, ils s'appuient sur une enzyme: la 24-cholestérol-hydroxylase. Le 24-hydroxy-cholestérol ainsi obtenu franchit la barrière hémato-encéphalique, aboutit dans le plasma et est éliminé par le foie. «C'est la seule voie d'élimination de l'excès de cholestérol au niveau cérébral», précise encore le neurobiologiste.

Dans une étude publiée récemment par la revue *Embo Molecular Medicine*,

l'équipe conduite par Jean-Noël Octave a montré que du bon équilibre entre la synthèse et l'hydroxylation du cholestérol dépend le bon fonctionnement des neurones. En d'autres termes, ce qu'il est convenu d'appeler le «turnover du cholestérol» est essentiel à la qualité de l'activité neuronale.

Mais le plus surprenant était à venir: les chercheurs ont découvert que c'est précisément la protéine APP (*amyloid precursor protein*), identifiée comme étant responsable de la formation d'un des deux types de lésions caractéristiques de la maladie d'Alzheimer (les plaques amyloïdes ou plaques séniles), qui contrôle la synthèse et l'élimination du cholestérol par les neurones.

Cholestérol cérébral et maladie d'Alzheimer entretiennent donc des «liaisons dangereuses». Le professeur Octave nous en précise la nature.

Texte et propos recueillis par **Philippe LAMBERT** • ph.lambert.ph@skynet.be
Photos: **REPORTERS/NOVASTOCK / SUNSET** (p.22), **Ph.LAMBERT** (p.23),
REPORTERS/BSIP (p.23)

I N T E R V I E W



Jean-Noël OCTAVE

[*La maladie d'Alzheimer étant **multi-factorielle**, il faudra très probablement l'attaquer via une **multithérapie**. À terme, on pourrait imaginer, par exemple, que des protocoles de vaccination thérapeutique soient associés à une **approche pharmacologique de remise en route d'une activité neuronale**.]*

La suspicion d'un lien entre le cholestérol et la maladie d'Alzheimer remonte déjà à une vingtaine d'années ?...

Absolument. Il a été bien documenté, dès 1993, que les porteurs de l'allèle $\epsilon 4$ du gène de l'apolipoprotéine E (ou Apo E), principale protéine qui assure le transport du cholestérol dans le cerveau, notamment, décuple le risque de développer une forme sporadique (2) de la maladie d'Alzheimer. Des études récentes, les *Genome Wide Association Studies (GWAS)*, l'ont confirmé et ont mis en évidence d'autres facteurs de risque génétiques (3), dont en particulier le fait de posséder un certain allèle du gène de l'apolipoprotéine J (Apo J), protéine impliquée elle aussi dans le transport du cholestérol. Bref, les études génétiques anciennes et récentes semblent indiquer que ce dernier n'est pas étranger à la maladie d'Alzheimer.

Une protéine mystérieuse

Comment avez-vous établi le pont entre la protéine amyloïde et le cholestérol neuronal ?...

On sait que sur le plan histologique, la maladie d'Alzheimer se traduit par la présence de 2 types de lésions caractéristiques: les plaques amyloïdes (ou plaques séniles) et les dégénérescences neurofibrillaires (voir encadré p. 25), qui pourraient leur être secondaires. Les premières résultent de l'accumulation anormale et délétère du peptide bêta-

amyloïde dans les espaces intercellulaires. Ce peptide est issu de la protéine transmembranaire baptisée APP (le pré-curseur de la protéine amyloïde).

Jusqu'à présent, l'APP demeurait très mystérieuse: on en ignorait la ou les fonctions. Certes, on savait qu'elle servait à produire du peptide amyloïde, mais elle devait bien avoir aussi une autre utilité... Nous avons voulu élucider cette question. À partir de cultures de neurones de rongeurs, nous avons montré que si l'on augmente très légèrement (moins de 2 fois) l'expression d'APP dans un neurone, la synthèse de cholestérol y est diminuée de 90%. Toutefois, malgré cette réduction drastique de production, la quantité totale de cholestérol du neurone demeure inchangée.

Nouvelle énigme ?...

De fait. Sachant que les neurones sont les seules cellules à synthétiser la 24-cholestérol-hydroxylase, il était légitime de se demander si l'accroissement de l'expression d'APP ne bloquait pas à la fois la production et l'élimination (après hydroxylation) du cholestérol neuronal. La réponse est oui. Autrement dit, l'APP, protéine responsable des plaques séniles, ne se contente pas de contrôler la synthèse du cholestérol; elle en régule aussi le turnover. Ce résultat, comme le précédent, était totalement inattendu.

Quelles sont les conséquences d'une perturbation du turnover du cholestérol sur l'activité neuronale ?

Des neurones mis en culture s'organisent spontanément en réseaux après 2 semaines environ et communiquent entre eux. Si l'on surexprime légèrement l'APP dans un peu plus de 10% des neurones d'un réseau, l'activité de celui-ci s'en trouve inhibée. D'où une question capitale: cette situation est-elle liée au blocage de la synthèse et de l'élimination du cholestérol ? Nous avons établi que oui, que l'inhibition du turnover du cholestérol dans un neurone induit la disparition de son activité. Et cela se vérifie, que le turnover soit affecté par un excès d'APP ou, comme nous l'avons également montré, par la délivrance de statines, médicaments couramment utilisés pour réduire le taux de cholestérol chez les personnes qui risquent une



maladie cardiovasculaire en raison de leur hypercholestérolémie.

Des données très récentes obtenues par le professeur Charles Duyckaerts, du Collège de France, ont mis en évidence une accumulation anormale de cholestérol dans les neurones de patients Alzheimer au niveau de régions cérébrales particulièrement touchées par la maladie.

De nouveau, cette observation laisse présager un problème de taille au niveau du turnover du cholestérol neuronal.

On savait depuis 20 ans qu'il existait un lien entre le cholestérol et l'Alzheimer. Peut-être vient-on de découvrir en quoi il consiste exactement.

Changer de cap

Dans la maladie d'Alzheimer, les plaques séniles (amyloïdes) cohabitent avec des lésions d'une autre nature: les dégénérescences neurofibrillaires, qui revêtent l'aspect d'enchevêtrements de filaments dans les neurones. Constitués de protéine tau anormalement phosphorylée, ces «longs fils» qui entraînent la dégénérescence des neurones sont-ils étrangers à l'action de l'APP ou, in fine, pourraient-ils aussi en être la résultante ?

Dans les formes héréditaires de la maladie d'Alzheimer, qui représentent environ 1% des cas, ont été débuts jusqu'à présent 3 gènes pouvant être impliqués, indépendamment les uns des autres, dans le développe-

ment de l'affection: le gène APP ainsi que les gènes présiline 1 (PS1) et présiline 2 (PS2), qui participent tous les deux au clivage de l'APP. Dans les formes héréditaires de la maladie, il est évident qu'une perturbation au niveau de la production de cette protéine entraîne la formation non seulement des plaques séniles, mais également des dégénérescences neurofibrillaires. On parle, à propos de ce processus, de la «cascade amyloïde».

Par ailleurs, dans certaines démences fronto-temporales caractérisées par une mutation du gène codant pour la protéine tau, on observe des dégénérescences neurofibrillaires, mais pas la formation de plaques amyloïdes. Conjuguées, les observations relatives respectivement aux formes héréditaires de la maladie d'Alzheimer et à certaines démences fronto-temporales constituent un argument fort en faveur

Une double signature

24

Sur le plan histologique, la maladie d'Alzheimer se traduit par la présence dans le cerveau de 2 types de lésions neurodégénératives: les plaques amyloïdes et les dégénérescences neurofibrillaires. Depuis 1984 et les travaux de George Glenner, de l'Université de Californie, on sait que les premières résultent de l'accumulation anormale et délétère d'un peptide, appelé bêta-amyloïde, dans les espaces intercellulaires, c'est-à-dire entre les neurones. Ledit peptide est issu d'une protéine transmembranaire baptisée APP (amyloid precursor protein), comportant de 695 à 770 acides aminés.

Un petit fragment de l'APP est enchâssé dans la membrane cellulaire, tandis qu'un second fragment, beaucoup plus grand, «flotte» dans l'espace extracellulaire. Le peptide bêta-amyloïde est originaire de la portion courte de la protéine précurseur. Comment se forme-t-il ? À ce stade, des enzymes - l'alpha-sécrétase, la bêta-sécrétase et la gamma-sécrétase - entrent en jeu selon 2 mécanismes. Dans la première modalité, les alpha et gamma-sécrétases segmentent l'APP pour donner naissance à un peptide inoffensif de 23 acides aminés, nommé p3. Dans la deuxième modalité, lorsque la découpe est confiée à d'autres «ciseaux» (les sécrétases bêta et gamma), 2 formes du peptide bêta-amyloïde peuvent être libérées: l'une de 40 acides aminés, inoffensive; l'autre de 42 acides aminés, qui forme des dépôts anormaux. Pourquoi la protéine APP se scinde-t-elle ? Mystère. En revanche, il est acquis que les peptides de 42 acides aminés s'agglutinent en plaques.

À la périphérie de ces dernières, s'accumulent des cellules microgliales. Elles appartiennent à l'«arsenal» de défense immunitaire du cerveau et en l'occurrence, sont révélatrices

d'un processus inflammatoire. Tentent-elles d'éliminer les plaques amyloïdes ou les neurones voisins endommagés ? Au contraire, contribuent-elles à la formation des plaques en faisant le lit des dépôts amyloïdes ou en favorisant leur persistance ? On l'ignore.

Les plaques séniles (amyloïdes) cohabitent avec des lésions d'une autre nature: les dégénérescences neurofibrillaires, qui revêtent l'aspect d'enchevêtrements de filaments dans les neurones. Ces «longs fils» sont constitués d'une protéine, la protéine tau, dont la fonction normale est de se lier à une autre protéine, la tubuline, composant majeur des microtubules (1).

Chez les patients atteints d'Alzheimer, la protéine tau ne se livre pas au jeu de la parcimonie. Non, elle foisonne. Pourquoi ? Au départ, parce qu'elle est anormalement phosphorylée. Or plus elle porte de groupes phosphates, moins elle se lie à la tubuline. Aussi ne remplit-elle plus son rôle et s'accumule-t-elle dans les neurones. Elle forme ainsi des amas, cependant que les microtubules s'effondrent, perdent leurs fonctionnalités et entraînent la dégénérescence des neurones au sein desquels ils devaient permettre le transport d'éléments nutritifs et autres.

(1) Les microtubules sont de minuscules éléments de forme cylindrique, présents dans le cytoplasme. Ils constituent, avec les filaments, un réseau appelé cytosquelette, qui est à l'origine du mouvement de la cellule et lui donne sa forme. Les microtubules sont également responsables du déplacement des chromosomes sur l'axe du noyau, lors de la division des cellules. (Source: mediadico.com).

de l'hypothèse postulant que les dégénérescences neurofibrillaires seraient une étape de la cascade amyloïde dans les formes sporadiques de la maladie d'Alzheimer. Aussi, aux yeux des scientifiques, le peptide amyloïde est-il devenu le mauvais paroissien.

Dès lors, la plupart des approches thérapeutiques développées actuellement visent à en inhiber la production. Malheureusement, elles se sont avérées incapables d'améliorer l'état des

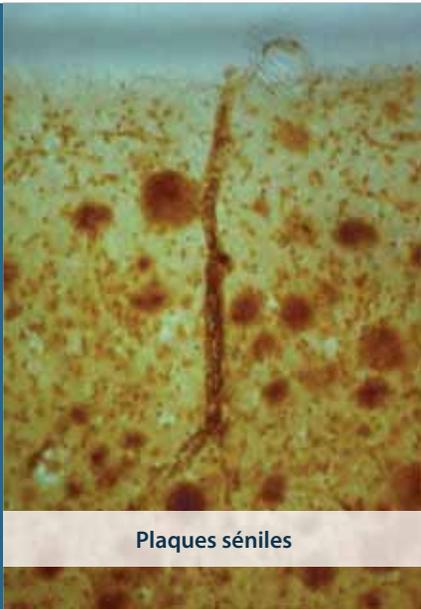
des données sont actuellement collectées chez 300 patients et analysées. Il en ressort que leur cerveau renferme déjà des dépôts amyloïdes anormaux 15 ou 20 ans avant l'apparition des premiers symptômes. Cela signifie que si l'on continue à développer les approches classiques focalisées sur le peptide amyloïde, il conviendra d'agir de manière extrêmement préventive, ce qui s'apparente à un défi des plus difficiles à relever dans le cadre de la forme sporadique de la maladie d'Alzheimer.

veau des plaques amyloïdes, mais sans amélioration de l'état des patients sur le plan comportemental. La combinaison de cette stratégie et de la nôtre pourrait peut-être s'avérer très féconde.

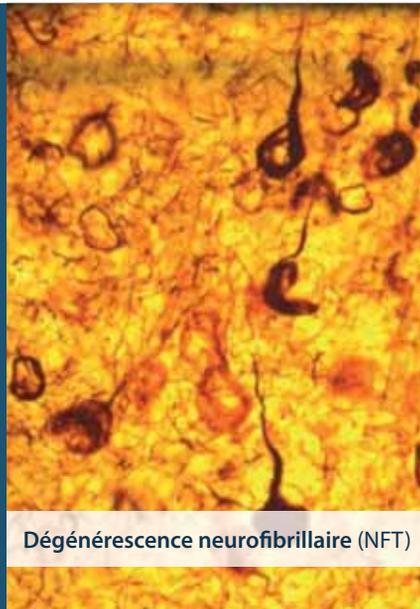
Le cholestérol neuronal n'est pas assimilable au cholestérol circulant, qui n'accède pas au cerveau. La consommation de certains aliments ou de certains compléments alimentaires est-elle donc sans intérêt dans la prévention de la maladie d'Alzheimer ?

Les approches pharmacologiques classiques se sont avérées décevantes. Par conséquent, nous sommes amenés à nous tourner vers d'autres modalités. Je n'exclus pas que nous puissions influencer le turnover du cholestérol neuronal par une modification de certaines prises alimentaires.

Par exemple, le produit *Souvenaid*® de la firme *Nutricia* est un complément alimentaire conçu pour les patients Alzheimer à un stade précoce de la maladie; il contient notamment toute une série de lipides différenciés. Des études réalisées sur des échantillons assez larges ont montré que le *Souvenaid*® améliore indiscutablement les performances des patients se plaignant de troubles cognitifs isolés sans grande répercussion sur la vie courante (les *Mild Cognitive Impairments*) et dont on sait qu'une moitié environ souffrira de la maladie d'Alzheimer dans les 5 ans. ■



Plaques séniles



Dégénérescence neurofibrillaire (NFT)

patients. À l'heure actuelle, 102 études cliniques de phase 3 ayant pour cible le peptide amyloïde sont arrivées à terme. Toutes ont débouché sur des résultats négatifs ! Ainsi, celles qui reposaient sur des inhibiteurs de gamma-sécrétases se sont révélées dénuées d'efficacité et ont induit des tumeurs. Elles sont définitivement abandonnées. D'autres approches centrées sur des inhibiteurs de bêta-sécrétases ou sur l'immunothérapie n'ont pas marché non plus, mais n'ont peut-être pas dit leur dernier mot.

S'agissant des cas héréditaires de la maladie d'Alzheimer, on est sûr de 2 choses: *primo*, que les porteurs de mutations au niveau du gène APP, du gène PS1 ou du gène PS2 vont développer la démence; *secundo*, que les premiers symptômes de l'affection vont se manifester à un moment bien précis. En effet, dans les familles, l'âge auquel ils apparaissent est réglé comme une horloge. Grâce à un réseau international appelé *DIAN* (*Dominant Inherited Alzheimer Network*),

Nouvelle voie thérapeutique ?

Vos travaux sont-ils susceptibles d'ouvrir une nouvelle voie d'intervention pharmacologique ?...

Oui. Notre stratégie ne consisterait plus à essayer d'éliminer le peptide amyloïde, mais à agir sur le métabolisme de l'APP afin de sauvegarder le turnover du cholestérol et de restaurer ainsi une certaine activité neuronale.

Toutefois, la maladie d'Alzheimer étant multifactorielle, il faudra très probablement l'attaquer via une multithérapie. À terme, on pourrait imaginer, par exemple, que des protocoles de vaccination thérapeutique soient associés à une approche pharmacologique de remise en route d'une activité neuronale. Pour l'heure, en effet, l'immunothérapie seule permet de nettoyer le cer-

- (1) *Nathalie Pierrot et al., Amyloid precursor protein controls cholesterol turnover needed for neuronal activity, EMBO MOlecular Medicine (2013) 5, 608-625.*
- (2) *Si la forme héréditaire de la maladie d'Alzheimer ne représente que 1% des cas environ, sa forme sporadique en représente quelque 99%.*
- (3) *Abstraction faite de l'identification de mutations génétiques responsables des formes héréditaires de la maladie d'Alzheimer.*

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

Photos: TABAC O. (p.28)

Que nous réserve cette dernière rubrique Bio avant la trêve estivale ? Des strass (bénéfiques), des poussières (toxiques), de l'émail (sous surveillance), des œufs (attention à la date de «péremption»), du sable et des bosses (localisées). Tout un éventail de matières en somme. Bonne lecture et déjà, bonnes vacances !

26

Quand la *Chine* toussera

Plus personne ne peut ignorer aujourd'hui l'essor de la Chine, tant les images et documentaires témoignent de cette «explosion», qui touche autant l'économie que tous les secteurs qui lui sont connexes. Les villes poussent comme des champignons. À Beijing par exemple, on construit en moyenne une nouvelle tour chaque jour de l'année. La consommation énergétique et le réseau routier tentent de suivre le flux des citadins et le trafic. Résultat: une pollution qui devient résolument chronique. Comme chez nous, l'hiver dernier y a été assez rude et on a consommé beaucoup d'énergie pour lutter contre le froid. Dans les campagnes, on se chauffe surtout au charbon, un combustible qui est réputé générer des particules de petite taille, inférieures à 2,5 microns: les $PM_{2,5}$. Elles ont la mauvaise grâce d'aller se nicher en profondeur dans les alvéoles pulmonaires de ceux qui les inhalent et, par effet d'accumulation, peuvent générer des affections pulmonaires diverses, dont quelques-unes des plus graves. À la faveur de

vents dominants, ces particules sont venues, en masse, s'ajouter à la pollution de Beijing et ont considérablement accru la masse particulaire d'abord, l'incidence des affections respiratoires ensuite. Certains jours de plus forte pollution, les hospitalisations ont gagné 10 à 15% d'accroissement. Rien de vraiment étonnant à cet afflux: si les normes OMS (*Organisation mondiale de la santé*) fixent à 25 microgrammes par mètre cube ($\mu\text{m}/\text{m}^3$) le seuil maximal d'exposition quotidienne aux $PM_{2,5}$, l'Ambassade des États-Unis a mesuré un pic de... 630 $\mu\text{m}/\text{m}^3$... et l'a fait savoir, ce qui n'a pas été du goût des autorités locales qui ne jugent pas opportun de bénéficier de ce genre de «publicité» !

Il semblerait que dans la course au développement, les dispositions visant à réduire les polluants divers (recours à des carburants plus propres, etc.) n'aient pas suivi. Les résultats se manifestent aujourd'hui,

à la faveur des effets conjugués de l'explosion démographique et urbaine et d'un hiver rigoureux. Tout cela a également un coût: on estime qu'en 2012, cette pollution aux petites particules a induit 7 770 morts prématurées dans 4 des grandes villes chinoises avec des frais de santé associés proches d'un milliard de dollars.

On peut s'émerveiller du développement extraordinaire de la Chine. On ne doit néanmoins pas en méconnaître quelques effets collatéraux... ■

► *The Lancet* 2013; 1: 12



Un amour de *diamant*...

Depuis plus de 30 ans qu'elles offrent au quotidien à des milliers de couples la possibilité d'avoir un enfant avec l'appui de la médecine, les procréations médicalement assistées (PMA) ont eu le temps de roder leurs méthodes et en particulier, celles qui relèvent de l'activité du laboratoire. Spermatozoïdes, ovules et embryons se voient offrir un séjour *in vitro* qui permet, pour l'essentiel, la rencontre des premiers cités pour aboutir à la formation des derniers. Le tout a une durée globale de 2 à 5 jours avant qu'une physiologie (presque) normale retrouve ses marques avec le dépôt, puis le développement, d'un embryon dans la chaleur d'un utérus prêt à l'accueillir.

Ces mots, «*in vitro*», signifient simplement que les cellules se trouvent «dans le verre»: éprouvettes, tubes, boîtes et autres contenants divers spécialement conçus à cet effet. En réalité, il s'agit, dans la quasi-totalité des cas, de contenants en polystyrène stériles et à usage unique, spécialement adaptés à la culture cellulaire. Autant dire que les PMA en font une consommation importante depuis longtemps. S'agit-il des conditions les meilleures pour toutes les cellules que ces conditionnements sont appelés à héberger ? On serait bien entendu enclin à le penser. Pourtant, même si les constituants de ces dispositifs jetables sont réputés très stables, ils ne peuvent, à 37 °C et au contact des milieux de culture qu'ils renferment, s'empêcher de libérer un peu de leur substance. Résultat: des composants se retrouvent dissous et au contact des cellules, ce qui n'est pas sans inconvénients car ils peuvent s'avérer toxiques, contribuant à ce que les scientifiques appellent les ROS (des radicaux oxydants). Ceux-ci sont dommageables pour les spermatozoïdes, les ovules et sans doute aussi, les embryons.

Afin d'évaluer cet effet, un scientifique allemand a eu l'idée de développer une alternative à ces boîtes de culture en polystyrène généralement utilisées. Il a fait fabriquer un équivalent en quartz dont est revêtue la surface intérieure d'une poudre de... diamant ! Avec ces 2 matériaux extrêmement durs, on est en droit de ne plus voir apparaître de

ROS. À titre de comparaison, le chercheur a placé une même suspension de spermatozoïdes dans la boîte en quartz-diamant et dans son équivalent en plastique. Après 42 h de culture, la première citée contenait 20% de spermatozoïdes vivants de plus que l'autre. La preuve semble donc apportée que les contenants utilisés au quotidien dans les laboratoires ne sont pas ce que les spermatozoïdes (et les autres cellules aussi sans doute) peuvent espérer de mieux pour leur survie et globalement, leur bonne santé.

Cela signifie-t-il qu'on va dorénavant couvrir de poudre de diamant tout dispositif de laboratoire en PMA ? Il est plus que vraisemblable que non, pour une raison évidente: le prix. Il reste qu'on a apporté la preuve d'un possible effet «toxique» des petits consommables utilisés. Et rien que ceci mérite une réflexion menant à la recherche d'une alternative compatible avec un usage multiple et quotidien. Il restera

aussi à apporter la preuve qu'il n'existe pas d'autres effets sur les cellules que celui qui tient à une toxicité relative. On pense dans ce registre à des effets sur l'expression des gènes, un domaine plus communément qualifié d'épigénétique.

Même quand on croit une technique bien rodée par des décennies de pratique, celle-ci peut encore ménager des zones d'ombre qui justifient une recherche en profondeur. ■

► Science 2013; 339: 744
et <http://scim.ag/diamsperm>



BIOZOOM

Photo: G. Gallice/Flickr'r



Ceci n'est pas une radiographie de reinette. Il s'agit de la grenouille de verre (ou grenouille de Guyane). De la famille des Centrolenidae, elle a la particularité d'avoir perdu ses pigments au fil du temps, jusqu'à devenir translucide (son abdomen principalement). Ce qui lui permet un camouflage des plus efficaces puisqu'elle se fond littéralement dans le paysage. Cette petite merveille arboricole vit dans les forêts d'Amérique du Sud et centrale.

Pourquoi, quand elle se laisse descendre le long de son fil, l'araignée ne tourne-t-elle pas sur

elle-même ?

On sait déjà que le fil de l'araignée a une résistance exceptionnelle à la traction; mais ce n'est pas sa seule qualité. Si l'araignée ne tourne pas sur elle-même sous l'effet du plus petit souffle de vent, c'est parce que le fil auquel elle est suspendue est doté de ce qu'on appelle une «mémoire de forme»: il a tendance à revenir toujours dans la même position. Cela n'empêche donc pas l'araignée suspendue de tourner un tout petit peu, mais elle revient obligatoirement toujours dans l'axe initial. Tout est dans la structure moléculaire de la soie fabriquée, dont on n'a pas encore découvert toutes les propriétés. Si, à titre d'expérience, on se laisse pendre à une simple corde on pourra constater qu'aussi résistante et efficace que celle-ci puisse être, elle n'a pas les mêmes propriétés: on tourne lamentablement dans un sens, puis l'autre pendant un moment. Mais, on peut se consoler en reconnaissant que la technologie humaine a déjà pu reproduire cette «mémoire de forme» dans certains réalisations; c'est le cas de branches de lunettes en alliage de titane par exemple, qui reviennent à leur forme initiale après avoir été tordues. ■

28



Les dents de l'évolution

Préférer que la santé des dents est liée au type d'alimentation est un truisme sur lequel il n'est plus réellement besoin de revenir. Les messages d'information et de prévention sont permanents dans la presse et accompagnent les publicités pour les produits alimentaires, qui pourraient engendrer quelques soucis de ce point de vue.

Au cours de son évolution, l'homme (*Homo sapiens*) a connu des phases alimentaires diverses qui ont pu avoir un effet différentiel sur la santé de ses dents. C'est en tout cas ce qu'ont voulu vérifier des chercheurs qui se sont appliqués à identifier les ADN bactériens retrouvés dans la plaque dentaire d'un certain nombre d'individus de notre espèce. Au total, 34 vestiges ont été passés au crible de la composition microbienne; 34 mandibules provenant essentiellement d'individus ayant vécu du Mésolithique (5 à 10 000 ans) à l'époque médiévale. Ils y ont ajouté ce qu'ils ont déniché dans la plaque dentaire de nos contemporains.

Chez l'individu le plus primitif, qualifié de «chasseur-cueilleur», la diversité bactérienne apparaît importante, en relation avec la diversité des aliments consommés. Avec la sédentarisation et le début de l'agriculture (dont l'origine remonte à plus de 9 000 ans d'ici), la diversité alimentaire a chuté et celle des bactéries buccales en même temps. En revanche, on identifie, parmi celles qui sont présentes, des espèces davantage associées à des pathologies de

type inflammatoire telles que la gingivite. Chez les humains d'aujourd'hui, les populations bactériennes identifiées restent également peu diversifiées, mais on y retrouve cette fois davantage d'espèces associées aux caries. Selon les auteurs, cette dernière évolution est vraisemblablement liée à la possibilité - depuis la moitié du 19^e siècle - de produire farine et sucre sur un mode industriel, des éléments qui se retrouvent tout aussi massivement dans notre alimentation.

Sur base de ces suppositions, on aurait donc tendance à penser qu'une dégradation de la santé bucco-dentaire est surtout devenue significative à partir de la révolution industrielle, il y a un peu plus d'un siècle et demi. Ce n'est sans doute pas complètement faux, mais il n'est qu'à ouvrir les livres d'histoire pour se rendre compte que la même santé bucco-dentaire était déjà bien mise à mal auparavant. Le cas de Louis XIV lui-même étant, à cet égard, édifiant. À la fin de sa vie, comme pour nombre de ses contemporains de la cour, sa dentition n'était qu'un cimetière de dents cariées qui lui ont valu des abcès douloureux et des interventions mutilantes.

La santé des dents, comme celle de tout le reste du corps, est un capital à gérer. On dispose aujourd'hui des moyens d'assurer cette gestion. Autant en profiter! ■

► *Nature* 2013; 494: 405



Des ovules *qui font leur âge*

En dépit d'une tendance actuelle qui ne va pas dans ce sens, il est généralement convenu qu'il est préférable de «faire des enfants» lorsqu'on est plus jeune, idéalement entre 25 et 35 ans. Ce n'est plus forcément facile aujourd'hui pour une frange importante de jeunes femmes des pays occidentaux qui font des études d'abord, entendent ensuite entamer puis asseoir leur vie professionnelle. Si chez l'homme, la production d'un spermatozoïde prend globalement 3 mois quel que soit l'âge, les ovules d'une femme ont le même nombre d'années que celle qui les porte, puisque ces cellules sont initiées dès avant la naissance.

Cela ne porterait pas à conséquence s'il s'agissait d'entités stables. Or, c'est le contraire: une cellule, même laissée en état d'arrêt fonctionnel, reste sujette à tous types d'agressions qui peuvent affecter son ADN. Un ovule fécondé à l'aube de la quarantaine présente donc plus de risque d'avoir subi des agressions de ce type que son équivalent de 20 ou

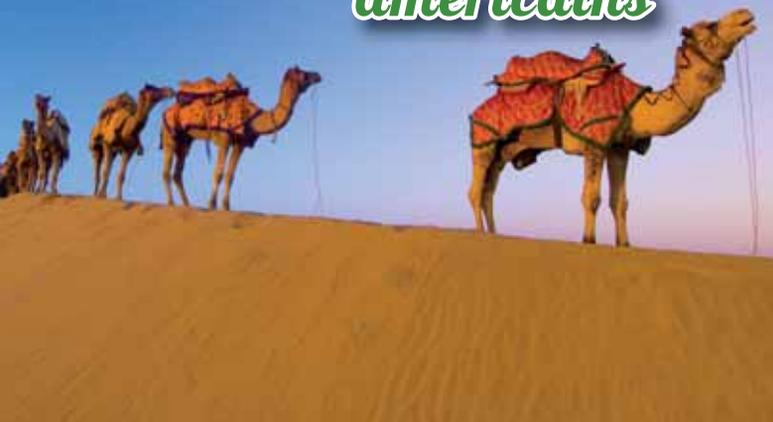
25 ans. Qu'on se rassure tout de même: il existe des mécanismes de réparation, y compris des altérations les plus importantes, celles qu'on appelle les «cassures double brin». Ce que des chercheurs viennent toutefois de découvrir - un peu par hasard - c'est que ces mécanismes de réparation s'essouffent eux aussi avec l'âge. C'est même ce qui pourrait expliquer pourquoi les femmes dites «âgées» dans le contexte des PMA (40 ans et plus) répondent moins bien aux dopages hormonaux imposés et connaissent un taux de grossesse nettement plus faible. C'est en étudiant précisément les chances de conception en PMA de femmes qui présentent une mutation d'un de ces gènes de réparation qu'ils se sont rendus compte de cette réalité. Le gène en question est BRCA1; en conditions normales, il code pour la réparation évoquée. S'il est muté, il constitue en revanche un facteur de prédisposition important au cancer du sein chez la femme. C'est pour cette raison que des médecins se sont intéressés à lui et qu'ils ont fait le lien avec les faibles résultats en PMA.



Sur le fond, cela ne fait que confirmer ce qu'on savait déjà: c'est que l'âge (de la femme surtout) réduit les chances de conception, qu'elles soient spontanées ou médicalement assistées. On a simplement gagné un argument de plus pour inciter (peut-être ?) les femmes à s'y prendre un peu plus tôt pour mettre en pratique leur désir de parentalité. ■

► *Science* 2013; 339: 749

Des chameaux *américains*



Qui dit «chameau» (et plus exactement camélidés), dit généralement désert, qu'il soit nord africain ou asiatique. On sait qu'il existe des animaux à une (les dromadaires) ou à deux bosses, les chameaux au sens strict. Les férus de zoologie savent aussi que les camélidés comptent d'autres espèces, 7 plus exactement: les lamas, guanacos, alpacas et vigognes qui peuplent les hauts plateaux d'Amérique latine. Elles sont généralement inféodées à des zones du globe assez hostiles. Cette adaptation a forcément donné l'idée à l'homme de (ré)implanter l'un ou l'autre membre là où les conditions sont tout aussi difficiles, comme en Australie et dans certaines régions d'Europe.

Ce qu'on ignore en revanche souvent, c'est que les ancêtres de cette belle famille sont vraisemblablement originaires du territoire nord-américain dont ils ont disparu depuis. La raison ? Une chasse sans contrôle. Compte-tenu de leur taille, les camélidés apparaissent en effet comme des proies d'autant plus intéressantes que leur capture n'est ni franchement aventureuse ni dangereuse. Et l'Américain primitif en a profité et même abusé puisque l'animal a disparu de son territoire. Pour l'anecdote, on tente de l'y réintroduire depuis quelque temps, au moins dans les zones où ses qualités de résistance peuvent être mises à profit.

On vient d'ailleurs d'exhumer du sol de l'Arctique canadien, l'os fossilisé d'un camélidé qui y aurait vécu il y a 3,5 millions d'années. À l'époque, la forêt couvrait toute la zone et la température, nettement plus élevée, était sans commune mesure avec ce qu'elle est devenue aujourd'hui. À en juger la dimension de l'os exhumé, l'animal qui vivait là devait avoir une taille conséquente.

Le plus surprenant est que pour certains spécialistes de ces animaux, les caractères les plus marquants propres à la famille (les «bosses» dorsales ou les larges pieds) ne seraient pas une adaptation aux déserts, mais bien à la forêt arctique. On a un peu de mal à y croire *a priori*, mais si ce sont des spécialistes qui le disent... ■

► *Nature* 2013; 495: 145

Comme une goutte d'eau

Va-t-on pouvoir lire à livre ouvert dans les cerveaux morts ? En tout cas, la méthode CLARITY, mise au point par des chercheurs de l'Université de Stanford afin de rendre le cerveau transparent, ouvre des perspectives inédites pour la compréhension du fonctionnement cérébral et des pathologies neurologiques et psychiatriques. Une histoire d'hydrogel et de câblage relatée récemment dans la revue Nature...

30

Jusqu'à présent, la préservation de l'intégrité du cerveau lors des travaux d'histologie était impossible. En effet, la seule façon d'y étudier l'agencement des neurones et de leurs connexions, donc d'en cartographier les circuits à l'échelle locale ou globale, consistait à y pratiquer des «coupes sériées», c'est-à-dire des sections suffisamment fines (quelques microns) pour permettre une observation au microscope.

La reconstitution informatique d'un cerveau complet en 3D au départ d'un ensemble de «coupes sériées» s'assimile à un véritable travail de bénédictin. En outre, des erreurs inhérentes à la modélisation sont possibles. La transformation de l'image en pixels pour les besoins de sa numérisation peut générer des imprécisions. Autrement dit, c'est d'une simulation imparfaite de l'organe

qu'accouchent les reconstructions informatiques. Par ailleurs, des erreurs peuvent découler de la nature même de certaines connexions cérébrales, peu compatibles avec une étude par sections. Par exemple, certains axones (1) sont obliques ou sinueux, de sorte qu'il s'avère parfois malaisé d'en appréhender le trajet exact au départ de coupes sériées.

La bonne recette

Ces dernières années, plusieurs équipes de chercheurs ont caressé le rêve de rendre le cerveau transparent, afin que

les cellules nerveuses et leur câblage s'y dévoilent en 3 dimensions, sans qu'il faille opérer la moindre coupe dans le tissu cérébral. Ce rêve vient de devenir réalité à la suite de la découverte d'une nouvelle méthode baptisée CLARITY, dont la paternité revient à des chercheurs de l'Université de Stanford, aux États-Unis. De précédentes tentatives destinées à rendre un organe transparent avaient conduit, pour les plus performantes, à une destruction de 41% des protéines renfermées par ce dernier. Or, dans le système nerveux, les protéines membranaires sont d'une importance capitale, le dialogue entre les neurones s'opérant au niveau des membranes cellulaires, entre la présy-

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

Photos : ImageSource/REPORTERS (p.30), Nature (pp.31-32), Ph.LAMBERT (p.33)



napse (2) et la postsynapse (2). Avec la technique CLARITY, seulement 8% des protéines du tissu sont perdues.

L'opacité naturelle du cerveau et son imperméabilité à de nombreuses molécules s'expliquent par la présence abondante de lipides en son sein, qui lui confèrent sa structure. Placé sous la houlette du professeur Karl Deisseroth, psychiatre et spécialiste en bio-ingénierie, le groupe de Stanford eut l'idée de laisser tremper un cerveau - en l'occurrence un cerveau de souris - dans une solution d'hydrogel, d'acrylamide et de formaldéhyde, le temps nécessaire à ce qu'elle s'imisce dans les tissus cérébraux et s'y connecte à la plupart des molécules, à l'exclusion des lipides. Ensuite, le cerveau fut porté durant 3 heures à une température de 37 °C, dans le but de permettre la solidification du mélange. À ce stade, le cerveau et l'hydrogel formaient une structure hybride où les lipides étaient maintenus, mais pas emprisonnés. Il restait donc à les éliminer, tout en permettant aux protéines de rester en place. Par quel moyen spécifique ? En plongeant le cerveau dans une solution contenant du laurylsulfate de sodium, substance tensioactive capable de séparer les lipides du reste de l'organe, et en recourant à l'électrophorèse, technique qui, par l'application d'un champ électrique d'une intensité contrôlée, assura la migration des lipides vers la périphérie du cerveau, tandis que la solution gélifiante prenait leur place.

Repérage des cibles

En l'absence des graisses qui le composent, un cerveau est théoriquement appelé à s'effondrer sur lui-même. Grâce à l'hydrogel, transparent et durci par l'acrylamide, il devient lui-même cristallin, tout en conservant sa structure originelle. La lumière peut y pénétrer et, de cette lumière, devrait naître un jour nouveau pour la science. D'autant que le «cerveau transparent» est, dans une certaine mesure, également perméable aux macromolécules, tels les anticorps monoclonaux rendus fluorescents que l'on utilise couramment pour mettre en évidence la présence d'une protéine spécifiquement exprimée par certaines cellules, qui seront alors identifiées. Les neurones dopaminergiques et leurs connexions, par exemple. «*Nous pensons que si nous arrivions à retirer les lipides de manière non destructive, nous pourrions faire pénétrer de la lumière et des macromolécules profondément dans les tissus, ce qui permettrait non seulement de l'imagerie 3D mais aussi une analyse moléculaire 3D d'un cerveau intact*», a expliqué Karl Deisseroth.

S'agissant d'une coupe classique obtenue par dissection, le temps nécessaire à la diffusion profonde d'un anticorps monoclonal dans le tissu est de l'ordre de quelques heures. Dans le cadre de la technique CLARITY, qui donne accès à l'étude de coupes plus épaisses ou d'un cerveau complet, le temps d'incubation

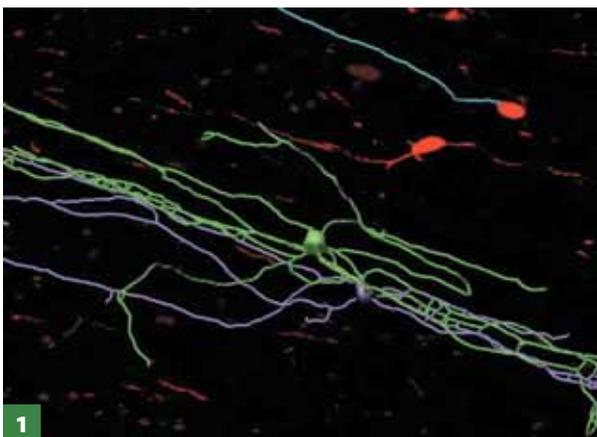
est, au contraire, de plusieurs jours, le chemin à parcourir par l'anticorps étant beaucoup plus long. «*Accomplir des distances de l'ordre du centimètre est énorme pour une molécule. En effet, le temps requis pour la diffusion de l'anticorps s'accroît de manière exponentielle avec la distance*», indique Bernard Rogister, professeur de biochimie et de physiologie à la Faculté de médecine de l'Université de Liège (ULg) et chercheur au sein du GIGA-Neurosciences et du GIGA-Développement, Cellules Souches et Médecine Régénérative.

De nos jours cependant, les neurosciences utilisent de plus en plus d'animaux transgènes dans leurs protocoles expérimentaux. Ainsi, ces animaux génétiquement modifiés peuvent «produire» une protéine autofluorescente sous le contrôle du promoteur d'un gène spécifiquement exprimé dans tel ou tel type de neurones. En s'appuyant sur cette technique, il est possible de faire en sorte, par exemple, que tous les neurones sérotoninergiques et leurs connexions dégagent une fluorescence verte qui en serait la signature. En se faisant seconder par la microscopie, la technologie CLARITY permet de voir directement, dans le cerveau rendu transparent d'un animal transgène, la distribution des neurones d'un certain type et l'ensemble des connexions qu'ils établissent.

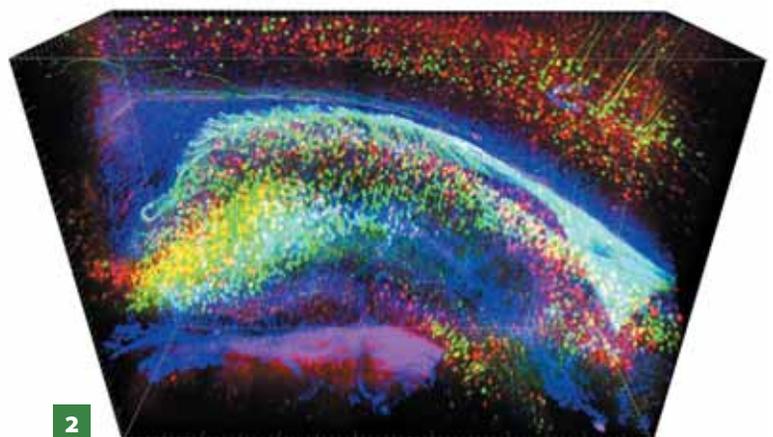
Quoi qu'il en soit, l'équipe de Stanford a montré qu'il était possible d'injecter et d'«effacer» à plusieurs reprises des marqueurs fluorescents dans un «cerveau CLARITY» et de visualiser ainsi des informations inaccessibles par d'autres techniques de recherche: certaines inter-

1. La technique CLARITY a permis de rendre transparent un bloc de cerveau humain de 500 µ (microns) d'épaisseur. Des recherches sont en cours pour la rendre applicable à un cerveau humain entier.

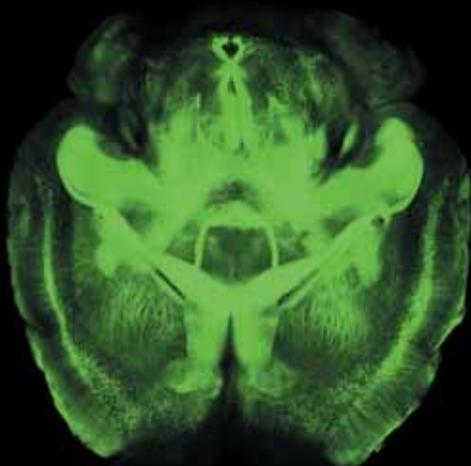
2. Visualisation par fluorescence des neurones d'un hippocampe intact de souris obtenu par la technique CLARITY.



1



2



Les chercheurs de l'Université de Stanford ont réussi à rendre transparent un cerveau de souris en ne détruisant que 8% des protéines.

actions physiques et chimiques entre les différents composants du cerveau. «Les techniques de "nettoyage" d'anticorps fluorescents sont relativement agressives. Par conséquent, on ne peut répéter l'opération plus de 2 fois, aussi bien sur des coupes sériées qu'au niveau d'un cerveau gélatinifié», précise le professeur Rogister. Et d'ajouter: «De toute façon, le nettoyage sera surtout réservé à du tissu humain, vu sa moindre disponibilité. Par contre, on aura plutôt tendance à prélever plusieurs cerveaux de souris plutôt que d'effectuer des marquages successifs sur une même pièce.»

Aujourd'hui, l'utilisation de «comarques» est très fréquente. En d'autres termes, l'emploi concomitant de plusieurs types d'anticorps dotés chacun d'une fluorescence différente (verte, bleue, jaune...) permet de repérer simultanément plusieurs catégories de cibles (neurones dopaminergiques, neurones cholinergiques, axones...).

Nouvelles hypothèses

Le cerveau d'une souris est long de 2 cm environ, large d'à peu près 1,5 cm et épais de 1 à 1,5 cm. La principale difficulté à laquelle se heurtèrent les chercheurs de l'Université de Stanford fut de trouver l'ajustement précis des différents paramètres qui devaient le conduire à la transparence (composition de l'hydrogel, température et durée de trempage, intensité du champ électrique de l'électrophorèse...). «Une centaine de cerveaux ont "fondu ou cuit" avant que la bonne recette soit identifiée», a rapporté le professeur Kwanghun Chung, premier auteur de l'article publié par l'équipe américaine dans *Nature* (3), le 10 avril dernier.

Selon ses pères, la technologie CLARITY doit encore être perfectionnée pour devenir applicable à un volume de la taille du cerveau humain. Des recherches sont en cours dans le but d'assouvir cette ambition. Pour l'heure, la technique a déjà permis de rendre transparent un bloc de cerveau humain d'environ 500 microns (0,5 mm) d'épaisseur. Une taille 10 à 20 fois supérieure à

celle des coupes sériées. De surcroît, les essais portaient non sur des tissus frais, mais sur des fractions de cerveaux qui avaient été conservés depuis plus de 6 ans dans du formol. Malgré tout, en appliquant la technique CLARITY à une tranche du lobe frontal du cerveau d'un enfant autiste décédé à l'âge de 7 ans, les chercheurs ont mis en exergue que ce fragment comportait beaucoup plus d'autosynapses que des fragments correspondants de cerveaux normaux. Autrement dit, cette coupe recelait nettement plus de neurones dont chacun était en relation avec lui-même, c'est-à-dire au cœur d'un effet de feedback. «Il ne s'agit évidemment que d'un résultat préliminaire, mais il souligne tout le potentiel de la technique CLARITY», insiste Bernard Rogister.

La découverte des chercheurs de l'Université de Stanford est d'ailleurs au centre de tous les éloges. «Ce qu'ont fait ces hommes est prodigieux», a déclaré le professeur Bernardo Sabatini, de la *Medical School Harvard*, tandis que Terry Sejnowski, du *Salk Institute for Biological Studies*, estime que «c'est exactement la technique que tout le monde attendait» et qu'elle va probablement accélérer de 10 à 100 fois les recherches sur le cerveau. Quant à Bernard Rogister, il considère que la technologie CLARITY apporte une importante plus-value dans la mesure où elle va permettre nombre de découvertes sur le câblage tant des cerveaux sains que des cerveaux affectés par l'âge ou par des désordres. Cela devrait aboutir à la formulation de nouvelles hypothèses relatives au fonctionnement cérébral et à l'origine, à l'évolution et au traitement de diverses maladies neurologiques ou psychiatriques.

Cartographie fine

La technique CLARITY n'est applicable que *post-mortem*. Aussi n'autorise-t-elle pas la réalisation d'analyses fonctionnelles, comme quand on fait de l'électrophysiologie sur des cellules vivantes afin de déterminer, par exemple, si la stimulation d'un neurone A entraîne une réponse d'un neurone B. Le «cerveau transparent» n'est pas non plus un bon outil pour étudier la neurotransmission, déterminer quelles sont les substances

- (1) Prolongement unique du neurone qui conduit l'influx nerveux du corps neuronal (soma) vers une cible.
- (2) Site de connexion et de transmission de l'information entre deux neurones ou entre un neurone et une cellule musculaire ou glandulaire, la synapse présente un élément présynaptique qui envoie un message chimique et un élément postsynaptique qui le reçoit. Entre ces deux éléments existe un espace appelé fente synaptique.
- (3) Kwanghun Chung et al., Structural and molecular interrogation of intact biological systems, *Nature* (2013), doi:10.1038/nature12107.
- (4) Prolongements multiples et ramifiés de la cellule nerveuse qui reçoivent de nombreux contacts synaptiques avec des terminaisons axonales, collectent les signaux qu'elles produisent et les transmettent au corps du neurone (soma).



Bernard Rogister

[*En arrivera-t-on à déchiffrer la personnalité de quelqu'un après sa mort, sur la base du câblage de son cerveau ? C'est peu probable, vu la multiplicité des connexions, et peu souhaitable, car l'idée sous-jacente de formater les individus tuerait cette richesse ultime qu'est la différence.*]

(neurotransmetteurs) mises en œuvre dans la propagation de l'influx nerveux au sein de tel ou tel circuit neuronal. Préservant l'intégralité des structures cérébrales (neurones, synapses, axones, dendrites (4)...), il permet en revanche de dresser une cartographie extrêmement fine des connexions neuronales et, plus largement, de toute la «circuiterie cérébrale».

Le cerveau humain adulte abrite quelque 100 milliards de neurones, dont chacun établit en moyenne 10 000 connexions. Cerveau transparent ou pas, il est hors de notre portée d'opérer un «état des lieux» complet, de répertorier chaque élément de cet ensemble cyclopéen. Par contre, il sera possible d'obtenir une image d'une précision inégalée du câblage des réseaux neuronaux et donc une cartographie des relations qu'entretiennent les régions du cerveau afin d'assurer le fonctionnement cérébral. De même, certaines situations pathologiques, notamment celles pour lesquelles on ne dispose pas de modèles animaux - cas de l'autisme, par exemple -, pourront vraisemblablement être élucidées sur le plan de la neuroanatomie et générer ainsi des hypothèses physiopathologiques éventuellement vérifiables expérimentalement chez l'animal. Nous ne sommes plus très loin d'une neuroanatomie fonctionnelle.

L'axone, «câble de sortie» unique qui assure la conduction de l'influx nerveux du corps du neurone vers une cible extérieure (autre neurone, fibre musculaire, cellule glandulaire), et les dendrites, qui en assurent la conduction de l'extérieur vers le corps neuronal, peuvent être visualisés de façon beaucoup plus per-

formante dans un «cerveau CLARITY» que sur des coupes sériées. «Il en va de même des épines dendritiques, cette arborescence des dendrites qui, lorsqu'elle se développe, augmente la surface de réception de celles-ci et témoigne d'une modification de la connectivité de certains circuits neuronaux», indique Bernard Rogister. Ainsi, on assiste à une spinogénèse dendritique importante à l'adolescence, époque de la vie où un recâblage intervient dans différents circuits neuronaux. L'apprentissage d'habiletés nouvelles (jouer du piano, par exemple) induit aussi de profonds remaniements dans certains circuits.

Déchiffrer la personnalité ?

Le foisonnement d'informations sur lequel s'ouvre potentiellement l'étude de cerveaux rendus transparents est tel que, comme le souligne Karl Deisseroth, «les spécialistes de la modélisation informatique et de l'imagerie médicale vont devoir développer de nouvelles approches pour pouvoir les exploiter.»

Ces cerveaux étant ceux de sujets morts (animaux, êtres humains), une des limites de la méthode est évidemment qu'ils ne pourront être étudiés dans une perspective évolutive chez un même individu. Appréhender les étapes d'une maladie neurodégénérative par exemple, ou les caractéristiques du câblage du cerveau aux différents âges de la vie ne pourra s'opérer que via une multiplication des observations à partir de différents cerveaux, le but étant alors, dans nos

exemples, de dégager certains patterns propres à l'évolution de l'affection considérée (autisme, parkinson, schizophrénie...) ou spécifiques d'une époque de l'existence.

À quoi ressemble le plus un cerveau si ce n'est au cerveau d'un autre individu de la même espèce. Toutefois, même si certaines fonctions, tels les mouvements du bras, mettent à contribution des patterns de circuits neuronaux quasi identiques chez tous les individus, chaque cerveau présente, dans son câblage intime, des différences par rapport à tout autre cerveau. D'une part, pour des raisons génétiques. D'autre part, parce que chacune de nos expériences laisse son empreinte dans la structure même de notre cerveau, y renforçant certaines connexions synaptiques et certains circuits neuronaux, en éliminant d'autres.

«Ces variantes sont le reflet de la personnalité de chacun, de ses motivations, de la nature de ses émotions», dit Bernard Rogister. Dans la masse des informations auxquelles donnera accès la technique CLARITY, il faudra faire la part des différences interindividuelles. En arrivera-t-on à déchiffrer la personnalité de quelqu'un après sa mort, sur la base du câblage de son cerveau ? C'est peu probable, vu la multiplicité des connexions, et peu souhaitable, car l'idée sous-jacente de formater les individus tuerait cette richesse ultime qu'est la différence.»

Dès aujourd'hui, les chercheurs de l'Université de Stanford imaginent qu'on puisse constituer une bibliothèque de cerveaux CLARITY que des laboratoires emprunteraient comme on emprunte des livres. Ils y étudieraient les aspects qui intéressent leurs recherches, puis les restitueraient pour que d'autres équipes puissent les consulter à leur tour.

La technologie CLARITY ne permettant pas de réaliser des études fonctionnelles, elle doit se concevoir dans une relation de complémentarité avec d'autres approches, telles l'électrophysiologie ou l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf). Il n'en demeure pas moins qu'elle est sans doute appelée à révolutionner les neurosciences. ■

Un amour de coccinelle?

Pas vraiment, non !

34

? Le saviez-vous ?

Pourquoi «la bête à Bon Dieu» ?

L'histoire se passait au Moyen-âge. Un homme condamné à mort pour un crime qu'il n'avait pas commis attend d'être décapité. Comment prouver son innocence quand tout et tous l'accusent ? Sur le billot, il voit une coccinelle, la recueille délicatement et la dépose plus loin.

Le bourreau s'approche pour lui lier les mains et procéder à son exécution. Mais le Seigneur et sa Cour s'écrient: *«Il faut libérer cet homme, il faut lui rendre son honneur et sa vie. Un homme qui épargne une si petite et humble bestiole ne peut avoir commis le crime horrible qui lui vaut d'avoir la tête tranchée.»*

Et depuis ce jour, la coccinelle s'appelle la «bête à Bon Dieu».

Texte : Paul Devuyst

Photos : JT RTBF (p.36), 2010 Tibo (p.37)

Rencontre avec un chercheur qui étudie les échanges d'odeurs entre insectes pour développer des pièges au bénéfice de l'agriculture...

C'est depuis son minuscule bureau niché dans un bâtiment de la Faculté de Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège) que François Verheggen «pilote» les travaux d'une dizaine de doctorants sur le langage olfactif des insectes.

Le jeune chercheur s'intéresse plus concrètement aux sémiocimiques (du grec *semeon* qui signifie «signal») des insectes, c'est-à-dire aux substances chimiques qui agissent sur des insectes appartenant à la même espèce (phéromones) ou d'espèces différentes (allélochimiques) par l'odorat et qui sont impliquées dans la modification de leur comportement. Les phéromones peuvent être sexuelles, d'alarme, d'agrégation ou de pistes. Aujourd'hui les phéromones d'environ 1 500 espèces animales ont été identifiés.

Ses recherches portent principalement sur les insectes d'intérêt agronomique, tant les bio-agresseurs que les insectes bénéfiques pour l'agriculture ou l'environnement. Le but étant de développer des méthodes innovantes en protection des cultures contre des insectes ravageurs. C'est ainsi qu'elles portent notamment sur les pucerons et la manipulation de leurs ennemis naturels, sur les coccinelles asiatiques et leur comportement grégaire hivernal, les taupins ravageurs de la rhizosphère, les mineuses de la tomate (*Tuta absoluta*) ainsi que sur les fourmis et leurs relations avec les pucerons.

Les prédateurs

Qui n'a jamais vu de pucerons ? Qui ne les connaît pas, du moins superficiellement ? Ils font partie de ces minuscules insectes ravageurs les plus abondants et destructeurs pour l'agriculture et l'arboriculture, en particulier dans nos régions tempérées. La plupart du temps, quand on les découvre, ils forment des colonies grégaires de dizaines, voire de centaines d'insectes, si serrés les uns contre les autres qu'on discerne seulement leur arrière-train.

Comment s'organise la lutte contre les pucerons ? Il faut savoir que le puceron s'attaque aux plantes de la manière sui-

vante: après l'avoir piqué, il suce la sève élaborée (phloème) pour n'en recueillir que les nutriments dont il a besoin pour se nourrir et rejette la partie d'eau et de sucre inutile. C'est ce que l'on appelle du miellat. Celui-ci se dépose donc sur les feuilles et les tiges de la plante où le puceron se développe et constitue un milieu favorable au développement de micro-organismes.

«*Nous avons identifié les micro-organismes présents dans le miellat mais surtout les odeurs que ceux-ci produisaient et nous nous sommes rendus compte que ces odeurs attiraient les ennemis naturels des pucerons, les coccinelles, les syrphes et les chrysopes*», explique François Verheggen.

L'intervention des coccinelles asiatiques

En 1916, des spécialistes nord-américains de la lutte biologique contre les pucerons ramènent du sud-est asiatique une souche de coccinelles (*Harmonia axyridis*) avide de ces parasites et se reproduisant au rythme de plusieurs générations par an. Cependant, l'insecte «ne passe pas l'hiver». En 1982, l'Europe se lance à son tour dans l'expérience, mais ici encore, sans succès. C'est alors que Dame Nature va faire son œuvre.

Que faire pour s'en débarrasser ?

Dès la fin septembre, gardez les fenêtres fermées lorsque de petits groupes de coccinelles se rassemblent sur la façade. Si elles réussissent à s'introduire, il est conseillé de les balayer ou de les aspirer, de les euthanasier en les introduisant dans un sac en plastique à placer ensuite dans le congélateur pendant 24 heures avant de mettre le tout à la poubelle.

Le recours aux insecticides est déconseillé car ils n'empêcheront pas les insectes de revenir quelques jours plus tard ou de les écraser car leurs cadavres dégagent un liquide nauséabond et occasionnellement, des substances allergisantes.



Bio *express***Nom :** VERHEGGEN**Prénom :** François**Formation :**

Ingénieur chimiste et des bio-industries (Gembloux, 2003); stages dans les universités de Pennsylvanie (États-Unis) et de Lund (Suède); docteur en Sciences agronomiques et ingénierie biologique (Gembloux, 2008); 1^{er} assistant à l'Unité d'entomologie fonctionnelle et évolutive (Agro-Bio Tech, Université de Liège).

Adresse :

Gembloux Agro-Bio Tech /ULg,
Entomologie fonctionnelle
et évolutive,
Passage des Déportés, 2
5030 Gembloux

Tél : 081/62.26.62**E-mail :** fverheggen@ulg.ac.be

36

En 1988, les chercheurs américains observent des cas d'acclimatation d'*Harmonia axyridis*: non seulement l'insecte survit à l'hiver mais il se met à pulluler pour couvrir, en quelques années seulement, l'ensemble du pays.

«En 1997, ces coccinelles sont introduites en Belgique pour lutter contre les pucerons car jugées plus performantes que les coccinelles communes de chez nous. En effet, elles sont beaucoup plus voraces et consomment davantage de pucerons puisque pendant ses 4 stades larvaires, un seul individu peut consommer près de... 400 pucerons», explique le chercheur.

Malheureusement, l'introduction de cette espèce exotique occasionne des dommages écologiques (réduction, dans certains habitats, des coccinelles indigènes), économiques (attaques des fruits et diminution de la qualité de produits qui en découlent) mais également, des nuisances pour l'homme (voir encadré). Elle est donc considérée aujourd'hui comme une espèce invasive et fait ainsi l'objet des recherches doctorales d'Axel Vandereycken, doctorant au sein du Département du Dr Verheggen.

Auparavant, les coccinelles à 2 points noirs étaient très abondantes dans nos campagnes alors qu'elles ont pratiquement disparu aujourd'hui. Pourquoi ? Parce que, dans ce milieu, elle est entrée en compétition avec cette coccinelle venue d'Asie, plus grande, plus robuste, et plus mobile. Heureusement, il nous reste la coccinelle à 7 points, plus résistante !

Une coccinelle qui pose problème

La coccinelle *Harmonia axyridis* est difficilement différenciable de nos coccinelles indigènes car elles peuvent revêtir une coloration jaune, orange, rouge ou noire avec un nombre de points allant de deux à une vingtaine. Elle est cependant sensiblement plus grande (plus de 5 mm) que la majorité des coccinelles de nos régions.

Actives pendant le printemps et l'été, les coccinelles asiatiques se rassemblent à l'automne et hiver dans nos maisons et appartements, forment des amas - par-

fois plusieurs centaines d'individus - et restent inactives, sans manger ni bouger. Elles vont gêner les habitants par leur abondance et par les éventuelles taches jaunes qu'elles abandonnent sur les murs, les châssis et les tentures.

«Ce qui nous intéresse, explique François Verheggen, c'est d'essayer de comprendre comment ces coccinelles communiquent entre elles et comment elles s'entraident pour trouver le site d'hivernation idéal. Déchiffrer ce langage, c'est identifier les molécules qu'elles utilisent et c'est, pour nous, avoir la possibilité de développer des pièges qui les attireront ailleurs que dans les maisons».

Puceron, fourmi, taupin

En étudiant les odeurs émises par le miellat déposé par le puceron sur les feuilles et les tiges des plantes, l'équipe de recherche a constaté que la relation entre la fourmi et celui-ci était tout autre. Du fait d'être riche en sucre, ce miellat constituait une source de nourriture intéressante pour la fourmi et que, plutôt que de tuer le puceron, elle en prenait grand soin, le protégeait contre ses ennemis naturels (notamment les coccinelles !); on peut dire, l'élevait ! Quoi de plus naturel ? La fourmi recevait sa dose quotidienne de sucre en échange d'un petit service.

Cette relation de mutualisme va même plus loin puisque la fourmi tapote sur l'abdomen du puceron avec ses antennes pour que le miellat lui soit livré ! L'étude des molécules odorantes émises par de minuscules insectes s'avère décidément surprenante et toujours passionnante.

Avec l'une de ses doctorantes (Ir Fanny Barsics), François Verheggen étudie également le comportement d'insectes souterrains, notamment les taupins. Il s'agit de minuscules scarabées dont les larves constituent un véritable fléau pour les grandes cultures. De couleur orangée, mesurant plusieurs centimètres de long et en forme d'anneaux, elles sont communément appelées larves «fil de fer». Si notre pays est encore relativement épargné, elles ravagent véritablement les cultures de maïs du sud de la France.

Ces larves vivent dans le sol, ne voient absolument rien, mais sont cependant capables de localiser les racines des plantes. Comment sont-elles guidées ? «*Nous sommes parvenus à identifier les odeurs des racines de plantes qui guident ces insectes et nous souhaiterions développer des diffuseurs d'odeurs qui, enterrés en bordure des champs, attireraient les larves vers des zones sans intérêt agronomique et ainsi protéger les cultures*», poursuit François Verheggen.

L'agriculture, c'est la vie

Deux autres de ses doctorants (Msc Rudy Caparros et Ir Lara De Backer) s'intéressent par ailleurs à un micro-papillon (*Tuta absoluta*) dont les larves consomment les feuilles de plants de tomates en y créant des galeries. Si cet insecte cause énormément de dégâts dans le bassin méditerranéen et que la Belgique est encore épargnée, on a découvert qu'il pouvait aussi se développer sur les plants de pommes de terre. Or, leur culture est très importante dans notre pays. Les chercheurs de Gembloux se penchent donc sur les odeurs émises par les plants de pommes de terre et qui attirent ces petits papillons.

On assiste aujourd'hui à une mondialisation des échanges commerciaux, même si les États font un maximum pour interdire les déplacements de végétaux infectés par des insectes. Ainsi, le micro-papillon *Tuta absoluta* migre vers le nord. On le retrouve d'ailleurs en Belgique, alors qu'il est d'origine... sud-américaine !

Une question de points...

Le nombre de points que l'on observe sur le dos d'une coccinelle n'a rien à voir avec son âge. Au cours de son développement, elle passe successivement de l'œuf au stade de larve puis de nymphe avant de devenir une coccinelle adulte. En naissant, elle n'a aucun point sur le dos. Il faudra attendre entre 2 à 4 heures avant qu'elle ne passe à sa couleur définitive, qui peut être rouge à points noirs ou noire à points rouges, etc. Le nombre de points qu'elle acquiert est associé à l'espèce à laquelle elle appartient. Il y en a même une qui en compte... 22 !

La coccinelle asiatique, que les Anglais appellent «coccinelle Arlequin», est multicolore (noire ou jaune en passant par le rouge et l'orange) et peut compter jusqu'à 18 points.



Cette recherche, comme beaucoup d'autres, entre dans le cadre d'une nouvelle plate-forme développée à Gembloux, à savoir *Agriculture Is Life*, «*L'agriculture, c'est la vie*». Il s'agit d'un ensemble de surfaces agricoles, dont la Faculté de Gembloux est propriétaire, et d'un pôle de chercheurs travaillant tous sur des sujets à la fois différents et complémentaires, et qui ont cette particularité d'être tous intéressés par l'exploitation agricole.

Dans ce cadre, une doctorante, Ir Bérénice Fassotte, va se servir des odeurs ayant un potentiel en agriculture. C'est ainsi qu'elle va essayer de protéger des parcelles de froment contre les pucerons en utilisant le résultat des études réalisées sur les coccinelles. Autrement dit, elle veut aller chercher des coccinelles qui «*trainent*» dans des zones non intéressantes pour la productivité

agricole et les attirer dans un champ de froment avec des sémiocimiques. En pratique, elle va encapsuler les phéromones et les disperser ensuite dans la parcelle de terrain pour qu'elle acquiert une odeur attirante pour les coccinelles, celles-ci venant ensuite se focaliser sur le champ. Piste à suivre donc... ■

37

Larve de Taupin (ver fil de fer) et Taupin adulte (en vignette)



Série noire

Les magnifiques résultats fournis par le satellite Planck l'ont encore confirmé et précisé: notre univers est bien constitué, pour plus de 25%, par de la matière noire, dont nous ne savons à peu près rien ! Trois résultats, trois petits indices, viennent cependant d'être publiés en ce printemps. Une vraie série... noire !

38

La première salve a été tirée le 3 avril dernier au CERN par le prix Nobel de physique, Samuel Ting, lorsqu'il a présenté les résultats de l'expérience AMS-02, publiés dans les *Physical Review Letters* (1). Depuis 2011 en effet, un «télescope» chasseur de particules de matière noire, l'AMS (*Alpha Magnetic Spectrometer*), fonctionne à bord de la station spatiale internationale. Il analyse sans relâche les rayons cosmiques, au sein desquels les chercheurs ont trouvé un excès de positrons (électrons positifs). Or, d'après une théorie, lorsque des particules de matière noire entrent en collision, elles pourraient créer des particules d'anti-matière. Ce serait donc le premier indice printanier - indirect - de l'existence de cette matière. Mais beaucoup pensent que ces positrons pourraient aussi venir de pulsars (2).

Un deuxième indice est tombé quelques jours plus tard, le 13 avril, lors de la conférence annuelle de l'*American Physical Society*, lorsque des chercheurs américains ont annoncé que dans le cadre de l'expérience CDMS (*Cryogenic*

Dark Matter Search), ils avaient détecté 3 signaux qui pouvaient correspondre à des particules de matière noire (en l'occurrence ici, des Wimp's). Résultats publiés sur *arXiv* le 4 mai (3).

Deux jours plus tôt, le 2 mai, un communiqué du Fermilab annonçait que l'équipe du *Coupp 60* (*Chicagoland Underground Particle Physics*) avait démarré une nouvelle phase d'expérimentation, plus performante et prometteuse puisque des premiers résultats (des premières bulles) avaient déjà été observés... Mais qu'il faudrait bien sûr de nombreuses analyses pour être certain qu'il s'agit là de traces de matière noire ! L'afflux de communiqués en si peu de temps (il y en a sans doute encore eu d'autres) montre que, certes, la science se fait dans la communication (annoncer au moins un petit quelque chose avant le concurrent !), mais aussi que plusieurs grandes expériences internationales arrivent à maturité et que l'année 2013 sera peut-être celle de la matière noire.

C'est à un astronome suisse, Fritz Zwicky, que l'on doit tout ce remue-ménages:

dans les années 1930, il observe une anomalie dans la vitesse de rotation des galaxies d'un amas appelé «Coma». Une anomalie qui indique que la masse des galaxies doit être supérieure à celle qui était calculée à partir de leur luminosité. Il émit donc l'hypothèse qu'il devait exister de la matière invisible (dite matière noire, simplement parce qu'elle n'émet pas de lumière). De mesures en calculs, les physiciens en sont arrivés à la conclusion que cette matière devait être de 6 à 7 fois plus importante que la matière visible, celle dont nous sommes faits, appelée baryonique. Depuis lors, la traque est lancée mais jusqu'à aujourd'hui, cette matière noire n'a pu être détectée. Comment les physiciens pensent-ils y arriver ?

Tout d'abord, et cela peut paraître curieux, en étant sûrs qu'ils ne se trompent pas. L'apparition de cette masse de matière découle en effet des lois de la gravitation. Il est donc nécessaire de vérifier que ces lois restent valables aux confins de l'univers - ce qu'on ignore ! - comme elles le sont pour notre système solaire. Mais, de l'avis de nombreux physiciens, ce n'est sans doute pas là la voie la plus prometteuse.

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

Photos: SNOLAB (p.39), NASA (p.39), R. HAHN/Fermilab (p.39)

Il reste alors à détecter les particules qui composent cette matière... à condition bien sûr qu'on puisse parler de particules. Une détection qui peut être directe ou indirecte. La voie indirecte est, par exemple, celle d'AMS: on détecte des particules - baryoniques, elles - qui auraient été créées par une «activité» (une collision entre elles par exemple) de particules de matière noire. La voie directe consiste à repérer les traces d'une particule de matière noire, plus particulièrement d'une Wimp, nom générique qui regroupe des particules de masses intermédiaires, stables comme le neutralino. C'est la voie choisie dans les expériences CDMS et Coupp.

Laboratoires souterrains

Même si la Wimp interagit extrêmement peu avec notre matière, il peut arriver que l'une ou l'autre de ces particules entre en collision avec un atome, ce qui peut se traduire par une infime vibration, élévation de température ou même un peu de lumière. Pour se protéger autant que faire se peut des rayons cosmiques (bruit de fond), ces expériences sont situées dans des mines abandonnées et en milieu aussi peu radioactif que possible. L'expérience CDMS, réalisée dans une mine du Minnesota, utilise du cristal de silicium refroidi à une température proche du zéro absolu comme détecteur. À ce jour, elle a enregistré 3 «événements» significatifs qui pourraient correspondre à la collision d'une particule de matière noire. Pour autant, les responsables de l'expérience refusent de parler de découverte et restent très prudents: le niveau de confiance atteint n'est en effet pas encore assez élevé et surtout, une autre expérience, italienne cette fois, n'avait rien enregistré dans le même domaine de masse que CDMS avec pourtant un détecteur plus sensible.

Le principe de *Coupp*, située à plus de 2 km sous terre dans une mine de l'Ontario, au Canada, est très différent. Cette expérience utilise en effet une bonne vieille chambre à bulles, délaissée par les chasseurs de particules depuis quelques temps déjà. Dans un récipient doté d'un piston et placé dans un champ magnétique, un liquide est porté presque à ébullition. Avant que le faisceau de parti-

cules ne traverse le liquide, le piston est brutalement relevé; le liquide est alors dit surchauffé: bien que le point d'ébullition soit atteint, il ne commence pas à bouillir, mais reste liquide. Mais si une «impureté», une particule, le traverse, il va se former une bulle de gaz autour d'elle. Il est ainsi possible de suivre les trajectoires des particules puis d'en déterminer par exemple leur charge, leur masse, etc.

Dans le cas de *Coupp*, le détecteur utilisé est du CF_3I , un composé utilisé d'habitude comme extincteur. Après plusieurs essais de moindre envergure, la masse de liquide détecteur atteint cette fois 60 kg (d'où le nom de *Coupp-60*). À cause du choix du liquide et de sa situation en profondeur, les bruits de fond ont pu être limités. Si une Wimp entre en collision avec un noyau du liquide, ce noyau aurait un léger recul, d'où un échauffement du fluide autour de lui et l'apparition d'une bulle qui pourrait atteindre 1 mm et serait photographiable. Comme on le voit sur le cliché, des bulles ont déjà pu être observées. Reste à savoir si elles sont la trace de la matière noire... ■

- (1) *First Result from the Alpha Magnetic Spectrometer on the International Space Station: Precision Measurement of the Positron Fraction in Primary Cosmic Rays of 0.5–350 GeV*, M. Aguilar et al. (AMS Collaboration), Physical Review Letters, Volume 110, Issue 14, 5 avril 2013.
- (2) *Objet astrophysique produisant un signal périodique, allant de l'ordre de la milliseconde à quelques dizaines de secondes. Il est considéré comme étant une étoile à neutrons, tournant très rapidement sur elle-même et émettant un fort rayonnement électromagnétique dans la direction de son axe magnétique.*
- (3) *Dark Matter Search Results Using the Silicon Detectors of CDMS II*, (CDMS Collaboration), arXiv :1304.4279v2

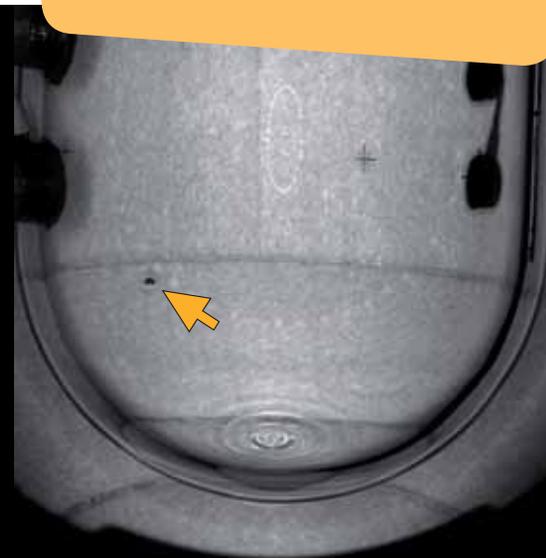


Image d'une des premières bulles qui sont formées dans le liquide détecteur de l'expérience Coupp-60 dans une mine de l'Ontario. La bulle qui pourrait peut-être être l'indice d'une collision avec une particule de matière noire est la tache noire située en bas à gauche (flèche).



Le détecteur AMS à bord de la station spatiale internationale, environ 400 km au-dessus de nous.



Le détecteur CDMS dans la mine abandonnée de Soudan, au Minnesota.

À la Une du Cosmos

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

En analysant des données de Voyager 2, des astronomes ont pu déterminer la circulation des vents dans les planètes Uranus et Neptune: ceux-ci sont confinés dans une couche mince (1 000 km environ).

Photo: NASA



Si certaines structures martiennes sont liées à des rivières ou des glaciers, d'autres se forment grâce au vent, notamment le Mont Sharp, près duquel s'est posé le rover Curiosity - pas de bol: on l'avait choisi pour sa formation par sédimentation «lacustre», ce qui n'est donc pas le cas...

Photo: MRO



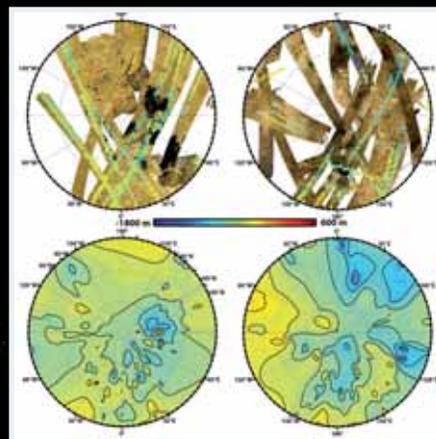
40

La méthode «BEER» - aucun lien avec le breuvage bien connu des Belges - repose sur l'observation de 3 effets: une modulation de la luminosité liée à la forme en ballon de rugby d'une planète déformée par les effets de marée provoqués par son étoile; une autre modulation liée à l'éclairage de la planète par son étoile (analogue aux phases de la Lune); et une dernière modulation provoquée par des effets relativistes (un objet venant vers nous est plus brillant que quand il s'éloigne). On avait déjà repéré cet effet sur 2 exoplanètes, et la méthode a pu être utilisée avec succès pour la première fois dans la détection d'une planète, le jupiter chaud Kepler-76b - d'où le surnom de «planète d'Einstein». Le télescope Kepler, à l'origine de cette découverte, vit hélas ses derniers jours, à cause d'une panne technique.

Photo: D. A. AGUILAR (CfA)

La sonde Cassini continue ses travaux et ses découvertes. Ainsi, la lune Dioné aurait été active, donc arborerait un océan souterrain, tandis que la première carte topographique de la lune Titan vient d'être dévoilée. Au passage, notons que les météorologues planétaires prédisent l'apparition de vagues sur les lacs et d'ouragans sur cette lune: à vérifier bientôt.

Photo: Cassini



On trouve des traces de carbone et de silicium auprès de 2 cadavres de soleil, les naines blanches, dans l'amas des Hyades. Cette pollution proviendrait d'astéroïdes, ce qui montre que la matière «planétaire» est encore présente au stade final des étoiles, mais aussi qu'elle est présente dans les amas, familles stellaires très peuplées et en interaction continue.

Photo: HST



► Régime avec ou sans sel... Les astronomes pensaient qu'à la fin de leur vie, les étoiles semblables au Soleil expulsent une grande partie de leur atmosphère dans l'espace, mais de nouvelles observations montrent que les étoiles riches en sodium n'atteignent pas ce stade évolutif.

Photo: ESO



◀ Pluie de résultats pour notre compagne. Tout d'abord, la Lune s'éloigne actuellement 2 fois plus vite qu'elle ne le faisait il y a 50 millions d'années et ce, à cause de la structure terrestre (relief, contours océaniques). Ensuite, la Lune aurait gardé son champ magnétique plus longtemps que prévu - reste à voir son origine exacte. Enfin, la Lune aurait subi un violent impact météoritique en mars dernier, créant un cratère d'une vingtaine de mètres. Ce genre d'impact expliquerait la présence d'eau sur la Lune, mais aussi le fait qu'on ne trouve pas nécessairement la composition lunaire en analysant sa surface... Mais la Lune n'est pas la seule à être bombardée: la Terre l'a été au même moment (mi-mars), ce qui montre que la météorite lunaire faisait partie d'un groupe, et la sonde MRO a recensé 248 cratères d'impact, formés au cours de la dernière décennie, sur la planète rouge.

Photo: NASA



41

▲ ▲ **À gauche:** Le télescope spatial WISE a permis d'étudier les astéroïdes: un tiers des 120 000 objets scrutés font partie de «familles», des groupes nés de collisions entre astéroïdes. WISE a identifié 76 familles, dont 28 nouvelles. Photo: . **À droite:** L'observatoire Swift a découvert un phénomène étrange: l'espacement soudain des signaux envoyés par le pulsar 1E 2259+586. Il indique que le pulsar tourne de plus en plus lentement, ce qui n'est pas totalement inédit, mais les caractéristiques de cet événement-ci défient les théories actuelles - et prouvent qu'on ne connaît pas encore très bien la structure interne de ces objets extrêmes. Photo: Swift

► Le télescope européen Herschel a observé le cœur de notre Galaxie, en dévoilant le chauffage: le gaz se réchauffe par la lumière des étoiles mais aussi les chocs provoqués par l'attraction du trou noir supermassif. Il a également déniché deux grosses galaxies en collision dans l'Univers jeune, nouvelle preuve de méga-fusions galactiques.

Photo: ESA





Texte: Théo PIRARD

Photos: Dessin extrait de la BD Tania
(voir p.45)

Dans quelques mois, un bip-bip «à l'accent wallon» se fera entendre au-dessus de nos têtes. Quelque 56 ans après le fameux Spoutnik, la Wallonie sera présente autour de la Terre avec un satellite nain d'à peine 1 kg. Réalisé par des étudiants de Liège (Université, Institut Gramme, Haute École), ce «cubesat» est appelé Oufi (Orbital Utility for Telecommunication Innovations). Tenant dans une main, c'est un relais expérimental de communications numériques pour les radio-amateurs du monde entier. D'autres cubesats, basés sur un bus cubique (1 kg de masse, 1 l pour le volume, 1 W d'électricité à bord) né dans une université californienne, voient le jour dans le monde. Ils permettent à de jeunes chercheurs et futurs ingénieurs d'être confrontés aux exigences du développement de systèmes pour l'espace. Des missions de plus en plus complexes prennent forme sous l'impulsion d'agences spatiales, d'organismes de recherche ou d'instituts polytechniques (1).

Le mouvement «nano-satellite» est donc lancé. On ne peut plus arrêter ce phénomène en plein essor. Mais comment tirer le mieux parti de la prolifération de «cubesats» ?

On estime leur nombre à quelque 250, mais on en lance chaque mois, le plus souvent à des fins éducatives. Ces satellites ultra-miniaturisés servent à tester des technologies pour l'étude *in situ* de l'environnement spatial, comme relais de communications et comme outils d'observation de la surface terrestre. La grande idée est de valoriser leur concept standardisé et de les déployer sous forme de constellations sur des orbites entre 200 et 400 km. Il faut faire en sorte que ces objets minuscules n'encombrent pas trop longtemps l'espace, gênant les autres engins spatiaux, notamment habités.

Des constellations de dizaines de «cubesats» sont-elles à prévoir dans les années à venir ?

La première institution à proposer un projet international de constellation «cubesat» est belge. Le Vki (Von Karman Institute) de Rhode-Saint-Genèse mobilise la communauté scientifique et éducative sur la mise en œuvre d'une cinquantaine de nano-satellites. Le tout dans le cadre du programme QB50 qui bénéficie de l'assistance technique de l'Esa (Agence spatiale européenne) et du soutien financier de la Commission européenne. Il s'agit, avec un seul lancement, de disperser près de 50 «cubesats» doubles pour explorer la basse

thermosphère. Chacun sera équipé pour recueillir des mesures concernant cette région peu connue de l'atmosphère, qui se situe entre 90 et 120 km d'altitude. Une meilleure connaissance de cette zone servira à améliorer la précision sur le point de chute de satellites lors de leur rentrée atmosphérique.

Mais difficile de fixer la date du lancement de QB50... Qu'est-ce qui pose problème ?

Les équipes candidates pour réaliser un QB50 - il y en a 3 en Belgique - s'organisent. Le dispositif de déploiement est en développement dans une société néerlandaise. Le lancement est prévu pour 2015. C'est plutôt le lanceur qui pose problème. Difficile de trouver un système à bas coût pour une mise sur orbite

à 350 km. Le Vki a réservé une place sur la fusée ukrainienne Cyclone 4 qui décollera d'Alcantara, sur la côte brésilienne. Mais il fait l'amère expérience d'une offre plutôt limitée de services fiables pour le lancement des petits satellites. ■

(1) Ils permettent à des pays de faire leur apparition sur orbite. Depuis le début de l'année, on a les premiers nano-satellites de l'Autriche (Tugsat-1), de l'Equateur (Nee-01 Pegaso), de l'Estonie (EstCube-1).



Bruxelles :

capitale européenne pour la météo de l'espace

L'Observatoire royal de Belgique, qui existe depuis 190 ans, connaît une autre jeunesse pour l'Europe. C'est là, dans le «Pôle Espace» du plateau d'Uccle à Bruxelles, que l'Esa (Agence spatiale européenne) a officialisé, le 3 avril, son premier centre de coordination du programme Ssa (Space Situational Awareness). Le Sscc (SSA Space Weather Coordination Centre), est spécialement destiné à centraliser les données sur l'activité solaire et ses effets électromagnétiques sur l'environnement terrestre. Il résulte des compétences et efforts de la Belgique, au sein de l'Esa, en matière de météo de l'espace

En novembre 2008, lors de son Conseil ministériel de La Haye, l'Esa, avec 14 membres, avait lancé l'initiative Ssa de surveillance de l'environnement spatial et l'État belge a souscrit principalement au volet «météo spatiale». Le «Pôle Espace» de Bruxelles s'est spécialisé dans les observations du Soleil avec des instruments de missions Spacelab et à bord de l'Iss (International

Texte: Théo PIRARD • theopirard@yahoo.fr

Photo: NASA

Space Station) sur la plate-forme scientifique Solar, avec les satellites Soho (Solar Heliospheric Observatory) de l'Esa et de la Nasa, Picard du Cnes (Centre national d'études spatiales) et Proba-2 de l'Esa. Il a mis en place le Stce (Solar-Terrestrial Center of Excellence), basé sur la synergie des équipes scientifiques de ses 3 instituts: l'Observatoire Royal de Belgique, l'Institut Royal Météorologique et l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (où se trouve implanté le B.Usoc - Belgian User Support & Operations Centre).

L'expertise de ce Centre d'excellence constitue la principale référence du Sscc pour ses données sur les relations Soleil-Terre. En l'inaugurant, l'astronote allemand Thomas Reiter, directeur Esa des vols habités et des opérations dans l'espace, a souligné l'impérieuse nécessité d'avoir de façon continue des bulletins d'alerte basés sur les prévisions de météo spatiale, grâce au suivi permanent des perturbations du champ magnétique. Il y va non seulement de la fiabilité des satellites et de la santé des astronautes sur orbite, mais également de la précision des systèmes de navigation, de la sécurité des vols aériens au-dessus de l'Arctique et du fonctionnement des infrastructures terrestres de télécommunications et de distribution d'énergie. Juha-Pekka Luntama, respon-

sable à l'Esa des activités de «météo de l'espace» du programme SSA, a rappelé l'ampleur des dommages causés par la «Halloween Storm» de novembre 2003. Il en conclut qu'un système opérationnel de surveillance et d'alerte aurait pu limiter ses effets sur les technologies dont la société est dépendante.

De son côté, Philippe Mettens, président de Belspo, le Service fédéral de Politique scientifique, a rappelé que le budget belge pour l'Esa avoisine les 200 millions d'euros par an et souligné l'intérêt de l'Europe pour la météo de l'espace. «Aux côtés de l'Esa, l'Union Européenne fournit un financement supplémentaire via le volet "Space Weather" de son programme-cadre. Néanmoins, ce soutien reste d'une portée limitée. On ne peut s'empêcher de regretter qu'aucune structure de financement ne soit prévue dans un avenir proche par la Commission européenne pour, par exemple, développer un segment spatial récurrent et mettre en œuvre des satellites et services de météo spatiale». Le Sscc est géré par un consortium belge qui comprend l'Observatoire Royal de Belgique et l'Institut d'Aéro-nomie Spatiale pour la partie recherche, Space Applications Services et Spacebel pour son exploitation opérationnelle. La Belgique organise, outre le Sscc de Bruxelles, le Space Weather Data

Centre au Centre Esa de Redu (province de Luxembourg).

Dès à présent, pour le Sscc, il importe de garantir la fourniture continue de données sur le comportement de notre étoile, notamment avec un successeur opérationnel à *Proba-2*. Le petit satellite, de fabrication belge, est en orbite depuis novembre 2009. Il remplit avec brio une mission d'observatoire solaire. Ses données sont reçues via le Centre Esa

de Redu qui en assure le contrôle, puis exploitées par le *Stce*. Nicolas Bobrinsky, qui dirige à l'Esa le programme *Ssa*, a d'ailleurs annoncé que la mise en œuvre de *Proba-2* allait être transférée à son service dès ce 1^{er} juillet. Un budget de 1,2 million d'euros a été alloué pour ses observations durant 18 mois. Ce 22 mai, l'Esa a inauguré à l'ESRIN (*European Space Research Institute*), à Frascati, un centre similaire de coordination pour la détection et la surveillance des astéroïdes qui

croisent l'orbite de notre planète. Et ce, dans le cadre du programme *Ssa* (*Space Situational Awareness*).

Par ailleurs, le *Stce* organise chaque année une semaine européenne de «météo spatiale», qui réunit quelque 250 spécialistes de la recherche et de la technologie. La 10^e édition se tiendra du 18 au 22 novembre à Anvers pour faire le point sur les dernières découvertes concernant les relations Soleil-Terre. ■

Un demi-siècle de Wallonie spatiale

L'année 2013 va consacrer un demi siècle de savoir-faire de la Belgique dans l'espace. C'est durant l'été 1963, à la faveur d'un contrat pour le premier satellite de l'*Esro* (*European Space Research Organization*), l'ancêtre de l'*Esa* (*European Space Agency*), qu'est mise sur pied, à Charleroi, la société *Etca* (Études techniques & constructions aérospatiales). Cette filiale des *Acec* (*Ateliers de constructions électriques de Charleroi*) allait se développer, sous l'impulsion de ses 2 créateurs, les ingénieurs Jean-Pierre Bolland et Georges Flasse.

Aujourd'hui, *Etca* fait partie de la famille européenne *Thales Alenia Space*, qui conçoit et produit des satellites pour les télécommunications, la télévision, l'observation de l'environnement, l'exploration du système solaire et un large éventail de missions scientifiques. L'entreprise carolorégienne se trouve présente à bord des plates-formes *Spacebus* et *Proteus* d'Europe, ainsi que *Dfh-4* en Chine. En un demi-siècle, elle est devenue la référence internationale, avec un personnel de haut niveau (quelque 500 emplois), pour les sous-systèmes «sur mesure» d'alimentation électrique des satellites et pour une bonne partie de l'avionique des cases à équipements des lan-

ceurs *Ariane*. C'est du reste le seul équipementier européen du lanceur russe *Soyouz* exploité en Guyane.

Ce 50^e anniversaire intervient dans l'orbite de *Belgospace*, qui fut créée en avril 1962 afin de défendre les intérêts d'une industrie spatiale encore balbutiante. Elle a obtenu le statut d'association royale pour ses 50 ans au service des acteurs industriels du spatial belge. Sa stratégie fut, auprès des instances politique bien décidées à contribuer à l'essor de l'Europe spatiale, de privilégier la politique des niches technologiques. Ce qu'a fort bien réussi *Thales Alenia Space Belgium* en misant sur la conception, le développement et la production d'une électronique fiable et performante pour le conditionnement d'énergie des systèmes sur orbite. Cet acteur wallon du spatial en Europe est le doyen des membres fondateurs de *Belgospace*, qui se présente au sein d'*Agoria* comme «la seule association, au niveau fédéral belge, qui veut à la fois promouvoir le dialogue entre le monde académique et l'industrie tout en défendant les intérêts du secteur». Parmi les autres entreprises spatiales de Wallonie de *Belgospace*, on a *Cegelec*, le *Centre spatial de Liège*, *SABCA*, *Sonaca*, *Spacebel* et *Techspace Aero*.

Le 7 mai dernier, la Wallonie de l'espace était à la fête au Centre Esa de Redu-Libin pour le lancement réussi du petit satellite d'observation *Proba-V* de l'Esa. Ce succès est à l'actif du 2^e exemplaire du lanceur européen *Vega*, qui implique les compétences wallonnes: avec *SABCA* pour le système électro-mécanique d'orientation de la tuyère du moteur de chacun des quatre étages; et *Spacebel* pour le nouveau logiciel de pilotage. L'intelligence de bord de *Proba-V* a été développée par *Spacebel*. Son contrôle sur orbite est assuré à partir de Redu-sur-espace par *Rss* (*Redu Space Services*). ■

Quatre de ces satellites-relais à haut débit pour la constellation O3b seront lancés en juin par une fusée *Soyouz* depuis la Guyane. Sa plate-forme *EliteBus* fait appel à des composants de *Thales Alenia Space Belgium* (alias *Etca*).

Photo : *Thales Alenia Space*



Brèves spatiales...

d'ici et d'ailleurs

Texte: Théo PIRARD • Photos: Nasa, Th.P./Sic

Présidence belge de la 15^e Eisc (European Interparliamentary Space Conference). La Belgique a choisi le thème «Espace & Éducation» pour la *Conférence Interparlementaire Européenne de l'Espace* qui, cette année, en est à sa 15^e édition. C'est l'occasion pour les parlementaires d'une dizaine d'États de l'Union (Allemagne, Belgique, Espagne, France, Italie, Luxembourg, Pologne, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni) d'aborder les atouts et défis de l'odyssée spatiale dans le développement d'une culture européenne.

La sénatrice de la province de Luxembourg, Dominique Tilmans, qui préside le Groupe Espace du Sénat belge, est chargée, pour la Belgique, d'organiser les manifestations de cette 15^e Eisc. Un premier événement, axé sur la technologie des petits satellites étudiants, a connu beaucoup de succès le 25 mars à l'*Euro*



Space Center Belgium de Transinne-Libin. L'autre événement aura lieu les 14 et 15 octobre avec une conférence plénière au Sénat belge, pour faire le point sur l'espace comme outil éducatif et pour lancer des pistes innovantes en matière de pédagogie à l'heure spatiale. ■



Coopération entre un petit et un géant. Le 26 mars, le *Centre Spatial de Liège (Csl)* et 2 entreprises (*Amos*, *Samtech*) du Pôle Espace du *Liege Science Park* ont reçu la visite d'une délégation de la *Cast* (Académie chinoise de Technologie spatiale). À l'occasion de cette visite, l'Université de Liège, avec Jean Marchal, vice-recteur, et la *Cast*, représentée par Li Ming, son vice-président, ont signé un protocole d'accord portant sur l'échange de doctorants et de chercheurs. Dépendant de la toute-puissante *Casc* (*China Science & Technology Corporation*), la *Cast* emploie quelque 20 000 personnes dans le développement des systèmes spatiaux chinois: depuis les satellites de télécommunications et de télédétection jusqu'aux vaisseaux habités *Shenzhou* et *Tiangong* en passant par les missions scientifiques (étude du Soleil, de l'environnement terrestre, observations de l'Univers, exploration de la Lune...). ■



Sorti de presse

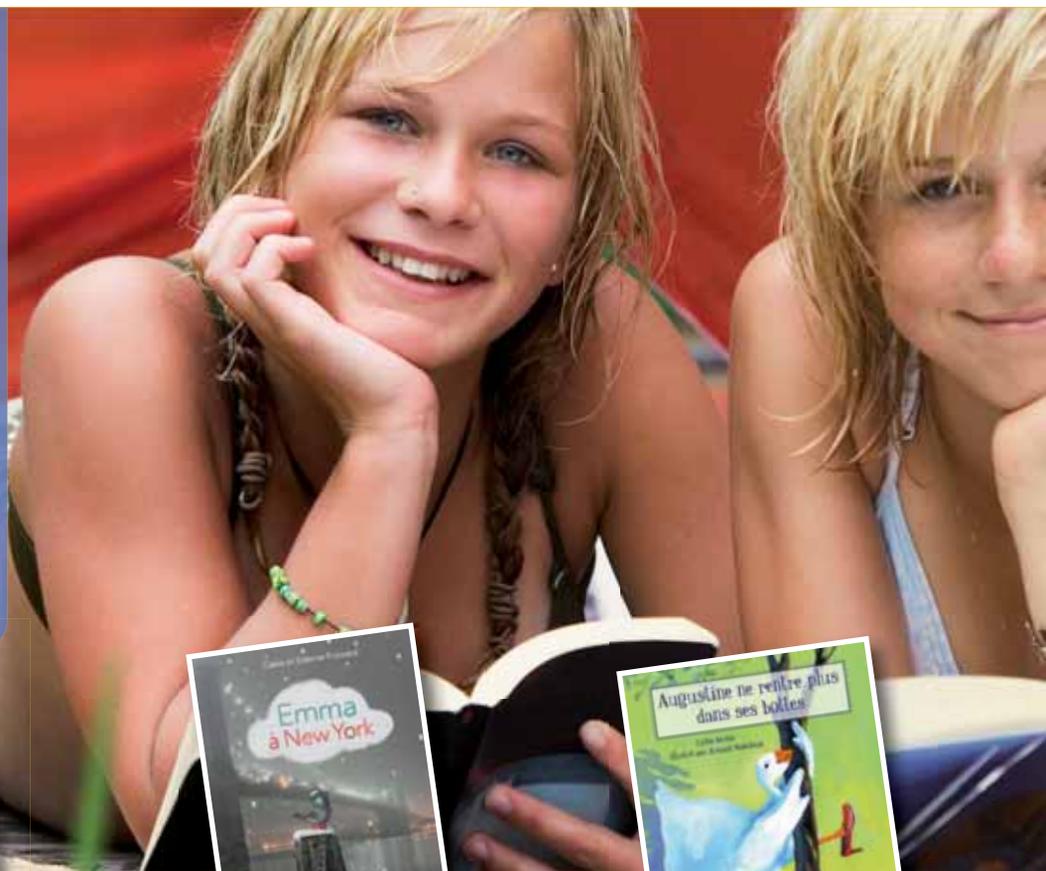
TANIA, l'Europe dans l'Espace,
par Pierre-Emmanuel Paulis

P&T Productions et Joker Editions viennent de publier un magnifique album de BD (180 pages) qui rassemble les aventures de Tania, astronaute européenne, née dans l'imaginaire d'un dessinateur de Ferrières et éducateur à l'*Euro Space Center* de Transinne-Libin. Par le biais de récits de fiction, mettant en scène des systèmes spatiaux réels dessinés avec l'œil du spécialiste bien documenté, on fait connaissance avec les arcanes de l'astronautique.

Dans l'ouvrage cartonné, se trouvent réunies 3 histoires à suspense, de véritables «thrillers» de dimension spatiale: *Terreur sur le Cap*, *Les diamants de l'Espace*, *Les oubliés de la Lune*. Outre la bande dessinée, on a des articles pédagogiques sur l'Europe spatiale et les missions *Apollo*, ainsi que des informations sur les centres francophones d'exposition et d'animation sur l'odyssée de l'espace. Le lancement de la trilogie BD s'est fait le 22 mars... en «microgravité» à la Piscine Nemo 33 à Bruxelles jusqu'à 33 m de profondeur. Une soirée conviviale a permis de rencontrer les astronautes Maurizio Cheli, Jean-François Clervoy et Michel Tognini, ainsi que les aspirants-astronautes Marianne Merchez, Vladimir Pletser et Lucien Halleux. ■



Les vacances se profilent. L'occasion pour les enfants (et leurs parents) de se renseigner sur le fonctionnement de la nature ou de l'être humain. Place à une série d'albums documentaires bénéficiant d'une très belle recherche graphique et/ou scénaristique, à lire pendant la sieste par exemple, pour mieux rêver et imaginer plein d'autres questions à se poser...



L'humain



46

Les grandes découvertes, texte de Sophie Lamoureux, illustrations de Benjamin Lefort, Actes Sud Junior, collection «À petits pas» 80 pages, 12,70 euros.

Se rappelle-t-on qu'entre le Moyen-Âge et la Renaissance, en moins de 100 ans donc, le monde connu des Européens a été carrément multiplié par 4 ? Autant dire que la perception de la planète a alors considérablement évolué. C'était l'ivresse des nouveaux espaces. Christophe Colomb fut le premier, en 1492, à opérer une «grande découverte», en débarquant (sans le savoir) au Nouveau Monde. Vasco de Gama traça, lui, la route maritime vers les Indes. Magellan fit le premier tour du monde connu. Avant de largement préciser les découvertes et les voyages de ces 3 explorateurs majeurs, les auteurs font le point sur l'état des connaissances précédentes. Ils expliquent aussi les raisons de ces tentatives: trouver une autre route vers l'Asie, étendre les territoires... Et ils n'éludent pas les conséquences de ces conquêtes: violence des uns, anéantissement de civilisations, mise en place du commerce d'esclaves. Des dessins humoristiques égaient ces propos souvent graves mais importants.

À partir de 9 ans. ■

Emma à New York, textes et illustrations de Claire, photographies d'Étienne Frossard, Belin Jeunesse, 56 pages, 13,70 euros.

Emma est un jeune moineau qui vit avec ses parents à Central Park, au cœur de New York. Emma est également une grande aventurière: elle passe sa vie à explorer le parc, sac au dos, souvent en compagnie de Caroline la tortue et du canard Duckyduck. Ce dernier va bientôt migrer vers les pays chauds, c'est sa nature. Emma veut évidemment faire de même, avec moins de naturel, et choisit donc Paris comme destination. La Ville Lumière est en effet le lieu d'origine de sa famille. L'incroyable aventure que conte cet album, mélangeant photos et dessins, est bien plus documentaire qu'il n'y paraît. Car chaque découverte, que ce soit la neige ou les buildings, est l'objet de nouveaux questionnements. Des images de New York comme on en voit peu et un point de vue intéressant sur la ville.

Dès 5 ans. ■

Augustine ne rentre plus dans ses bottes, texte de Lydia Devos, illustrations d'Arnaud Madelénat, Le Pommier, 40 pages, 13 euros.

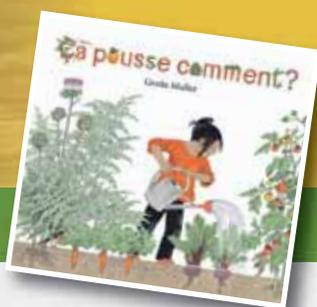
Augustine est une jeune oie qui vit en France. Une année a passé et elle retourne en vacances à la campagne, chez sa grand-mère. Augustine est enchantée de retrouver ses habitudes de vacancière: les groseilles à cueillir, les bottes à enfiler, le chapeau de protection, la petite chaise pour être à la table des grands, son petit lit où se reposer. Mais 12 mois se sont écoulés et Augustine est obligée de reconnaître que tout a changé: les fruits doivent encore mûrir en ce début de séjour et elle-même a évidemment beaucoup grandi. Une approche fictionnelle et sensible de la croissance humaine que complète un chapitre scientifique, qui explique aux enfants ce qui se passe quand leur corps grandit. Bien sûr, dans cet album, il s'agit d'une petite oie, mais tous les enfants se reconnaîtront en cette Augustine avide de vie et de découvertes.

À partir de 4 ans. ■

À lire...

avec nos enfants

Texte: Nour SLAMA • nour.slama3@gmail.com • Photo: WESTEND61



La nature

47

50 expériences pour épater vos amis au jardin, textes de Jack Guichard, Kamil Fadel et Guy Simonin, photos de Josselin Guichard, *Le Pommier*, 168 pages, 18,90 euros.

Après 50 expériences pour épater vos amis à table, voici de quoi les étonner à nouveau ! Les 50 expériences proposées sont très faciles à réaliser avec les objets présents au jardin ou lors de pique-niques ou de promenades dans la nature. Pour chacune, une indication du matériel nécessaire, de ce qu'il faut avoir préparé à l'avance, de la durée, le déroulé pas à pas, les gestes précis, les trucs pour la réussir à coup sûr. Les surprises faites, les rubriques «comment ça marche» fournissent des explications simples et compréhensibles des phénomènes scientifiques en jeu. Ceux qui veulent encore en savoir plus trouveront d'autres compléments scientifiques et des indications sur les lieux où l'on peut observer ces phénomènes à grande échelle. À tenter si l'été arrive...

Pour tous, à partir de 12 ans. ■

Ça pousse comment ?, texte et illustrations de Gerda Muller, *L'école des loisirs*, 40 pages, 13,50 euros.

Même s'ils font pousser un haricot dans un coton mouillé d'eau, les enfants ne connaissent en général les légumes que dans les barquettes du supermarché. Gerda Muller, une super grand-mère de la littérature de jeunesse, leur explique tout simplement comment les choses se passent dans un potager. On suit Sophie qui arrive pour les vacances chez ses grands-parents et va apprendre à manier binette, râteau et arrosoir. Une approche savoureuse et joyeuse des 8 familles de légumes. Beaucoup de choses sont dites et expliquées comme le font des personnes plus âgées, des passeuses d'informations. Un album très complet à partager entre générations et à prolonger de ses semis propres.

À partir de 6 ans. ■

Et puis c'est le printemps, texte de Julie Fogliano, traduit de l'américain par Élisabeth Duval, illustrations de Erin E. Stead, *Kaléidoscope*, 44 pages, 13,20 euros.

Bon, puisqu'il avait raté son rendez-vous avec le calendrier officiel cette année, on peut encore parler, en tout début d'été, de l'arrivée du printemps. C'est le sujet de cet album très réussi qui nous vient des États-Unis. On y suit un petit garçon qui partage ses expériences: le brun d'abord, partout autour de lui, les graines enfouies qui attendent et expérimentent - comme lui (et nous en 2013) - la pluie, l'espoir déçu de discerner une pointe de vert, l'attente, l'inquiétude, l'attente toujours, jusqu'au miracle éternellement renouvelé du vert et du printemps qui reviennent. L'album a une merveilleuse atmosphère d'attention à la nature. Les plus attentifs remarqueront le chien et la tortue qui accompagnent le gamin dans toutes ses activités. Certaines illustrations en coupe expliquent ce qui se passe sous terre, là où le narrateur ne voit pas.

À partir de 5 ans. ■

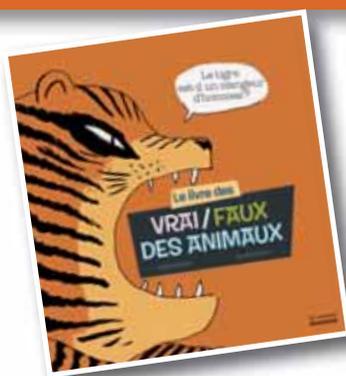
Les animaux



Inventaire illustré des animaux à queue, textes de Lucile Guittienne et Pierre-Antoine Gérard, illustrations d'Emmanuelle Tchoukriel, sous la direction de Virginie Aladjidi, *Albin Michel Jeunesse*, 48 pages, 15 euros.

Qu'ont en commun un canard colvert, un renard roux, une taupe et une orque ? Ils ont tous les 4 une queue, comme la quarantaine d'autres animaux présentés dans le sixième album de la collection «*Inventaire illustré des...*». Toujours le même agréable principe de dessins à l'ancienne sur fond crème, précis comme un manuel scientifique de jadis, et expliqués de légendes courtes mais intelligentes, claires et précises. Le critère de classement apparaît original alors que la queue est la caractéristique de la plupart des animaux vertébrés, plus ou moins développée selon les espèces. Toutes n'en font pas toutes le même usage. Les unes l'utilisent pour se déplacer (sur terre, dans l'air ou dans l'eau), les autres pour l'équilibre, d'autres encore pour communiquer, ou pour séduire, ou pour combattre, ou pour d'autres choses encore. Voilà encore d'autres secrets animaliers révélés dans un documentaire à la fois savant et amusé.

Pour tous, à partir de 5 ans. ■



Le livre des vrais/faux des animaux, texte de Gérard Dhôtel, illustrations de Benoît Perroud, *De La Martinière Jeunesse*, 80 pages, 13,90 euros.

C'est fou le nombre de contre-vérités qui circulent sur les animaux, se dit-on en feuilletant cet album totalement justifié. Si on se doute que le mille-pattes n'a pas mille pattes, on s'étonne davantage de découvrir que le lapin n'est pas un rongeur (mais un lagomorphe) ou que le jaguar n'est qu'une panthère. Bien conçu, agréablement rédigé et illustré, ce documentaire passe 70 idées reçues sur les animaux au crible de la vérité. C'est passionnant, plein de surprises et super amusant. Et on en ressort bien plus malin.

À partir de 8 ans. ■

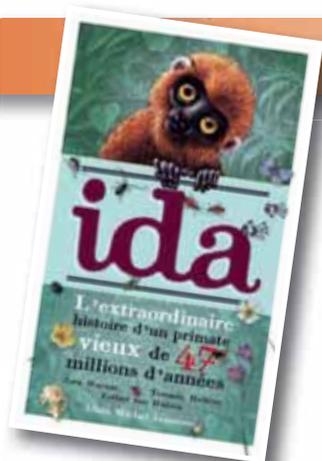


Des oiseaux, textes de Buffon, illustrations de May Angeli, *Éditions Thierry Magnier*, 32 pages, 15,80 euros.

Tout le monde connaît le nom du naturaliste Buffon qui vécut en France au 18^e siècle et fut notamment l'auteur d'un *Buffon des enfants* réputé. Grande admiratrice de la nature, l'artiste May Angeli a décidé de graver des images qui accompagneraient les textes de son idole. Elle a choisi de se cantonner ici aux oiseaux, nous présentant hiboux, oies, corbeaux, grues et autres hérons. L'album, documenté et artistique, propose un regard différents sur des oiseaux dont la majorité sont connus du public.

Pour tous, à partir de 5 ans. ■

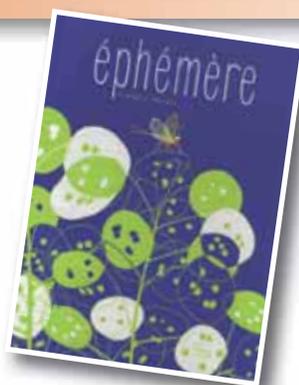




Ida, l'extraordinaire histoire d'un primate vieux de 47 millions d'années, textes de Jorn Hurum et Torstein Helleve, traduit du norvégien par Jean-Baptiste Coursaud, illustrations d'Esther Van Hulsen, Albin Michel Jeunesse, 72 pages, 14,50 euros.

Cet épatant docu-fiction grand format présente Ida, un petit primate dont le fossile a été retrouvé dans un lac en Allemagne au début des années 1980 et envoyé à Oslo pour y être étudié. Dans une première partie, on suit d'abord, sous la forme d'une courte fiction, la vie quotidienne de la jeune singe, à une époque où l'homme n'avait pas encore fait son apparition sur la Terre, jusqu'à ce qu'elle devienne le fossile qui sera retrouvé 47 millions d'années après. La seconde partie est plus classiquement documentaire, présentant par chapitres comment il a été possible de retracer avec autant de précision la courte existence d'Ida, faisant un point sur le travail des paléontologues et l'état en ces temps reculés de ce qui deviendra l'Allemagne. Un très beau travail et une approche passionnante, parce que vivante, d'un sujet qui apparaît parfois difficile aux enfants.

À partir de 8 ans. ■



Ephémère, texte et illustrations de Frédéric Marais, Les fourmis rouges, 32 pages, 16,50 euros.

L'éphémère porte bien son nom: cet insecte ne vit en effet qu'un seul jour. Son destin nous est conté dans un album remarquablement illustré de sobres aplats en couleurs vives (il paraît dans une toute nouvelle maison d'édition française, *Les fourmis rouges*). Sa particularité est qu'il n'a pas de bouche: inutile que cet insecte fragile et gracieux se nourrisse. Il a juste le temps de se reproduire et c'est pour lui l'heure de mourir... mangé ! Le héros de l'album éponyme tentera, lui, de prendre en main son destin. Deviendra-t-il immortel ? Non, la fin nous ramène à la dure réalité de tous les êtres vivants. Un album documentaire qui aborde aussi les questions de la mort et du sens de la vie.

Dès 5 ans. ■

Bonus



Les fleuves autour du monde, textes d'Elisabeth Combres, cartographie de Paul Coulbois, illustrations de Marguerite Courtieu, Gallimard Jeunesse, 64 pages, 16,90 euros.

Ils sont classés par continent, les 22 fleuves dont nous sont offerts les portraits. Bien sûr, tous ne sont pas là. Pour l'Europe par exemple, on ne trouve que le Rhin, le Danube et la Volga. Mais bon, chacun des cours d'eau est choisi pour illustrer un aspect de la géographie: voie de communication, berceau d'une civilisation, frontière, lieu sacré, réserve nourricière, ressource énergétique... 120 photos et 30 cartes proposent les cours des différents fleuves, leurs barages, leurs environs. De quoi ne plus jamais appréhender ces immenses masses liquides de la même manière. À noter que le livre se tient parfois reliure vers le haut pour mieux mettre les fleuves en valeur.

À partir de 8 ans. ■



«Chacune de nos lectures
laisse une graine
qui germe»

Jules Renard

C'est d'autant plus vrai pour les enfants,
à qui la lecture ouvrira les portes d'un monde
bien plus grand que celui qu'ils imaginent...

Bonnes lectures !

À vos AGENDAS!

Activités d'été «Réjouissances»

Juillet et août 2013

À Liège...

Stage "THE VOICE" ▶▶▶

Tu t'intéresses aux sciences ? Ces matinées scientifiques te proposeront différentes activités ludiques et amusantes par des expériences interactives et des ateliers où tu manipuleras du matériel de pro ! Suivant les stages, une visite de l'Aquarium-Muséum et/ou une visite de l'observatoire de Cointe sera organisée.

Les après-midi récréatives seront consacrées au monde musical et aux jeux. Le temps d'une semaine, deviens la nouvelle Star ! Au programme: jeux musicaux ou non musicaux, initiations à la musique, au chant et à la rythmique, et enregistrement en studio de ton propre CD. Cet été, THE Voice, c'est toi !

Quand ?

Du 1 au 5 Juillet et du 19 au 23 août de 9 à 17h (garderie à partir de 8h30).

Où ? À l'Institut zoologique Quai Édouard Van Beneden, 22 à 4020 Liège

Pour qui ? Les 9-12 ans

Tarif ? 80 €

Infos & inscriptions ?

À la Maison de la science
Tél.: 04/366.50.04 ou 04/366.50.15
E-mail: Maison.Science@ulg.ac.be

Stage Art et Matière ▶▶▶

Les enfants découvriront ici les nombreuses matières mises en œuvres par les artistes exposés dans le Musée en Plein Air. L'éventail des matériaux est vaste: métal, céramique, pierre, bois, plastique... À travers des jeux d'équipes et des activités de peinture, de dessin, de modelage ou encore des créations à partir de matériaux recyclés, les enfants vont appréhender l'art sous toutes ses formes et dans toutes ses matières !

Quand ? Du 8 au 12 juillet 2013 et du 19 au 23 août 2013, de 9h à 17h.

Où ? Au Sart-Tilman: au pavillon d'accueil (B1) en face du parking P14 à 9h et à 17h. Ou à Liège: à la gare des Guillemins à l'arrêt du bus 48 à 8h30 et à 17h30.

Pour qui ?

Les 6-12 ans

Tarif ? 85 € (75 € à partir du 2^e enfant de la même famille).

Infos & inscription ?

Au secrétariat d'Art&fact:
Tél.: 04/366.56.04
(du mardi au vendredi, de 9h à 13h)
E-mail: art-et-fact@misc.ulg.ac.be

Vous trouverez bien d'autres activités sur les sites:

<http://sciences.ulg.ac.be/agenda/>
<http://www.sciences.be>
<http://difst.wallonie.be>



50

Congrès pluraliste des Sciences

Du 20 au 22 août 2013

À Ixelles...

Envie d'échanger et de vous (in)former ? Le partage des savoirs et l'actualisation des connaissances sont au cœur du *Congrès pluraliste des Sciences*. Cette rencontre annuelle inter-réseaux organisée par et pour les professeurs de biologie, chimie, géographie et physique a pour objectif de proposer une série d'outils didactiques et pédagogiques autour du thème «De la lumière à la vie».

Une occasion unique de participer durant 3 jours à des ateliers, conférences, débats, démonstrations expérimentales, séances de coaching, visites de terrain; de découvrir les nou-

veautés des libraires et exposants mais aussi de s'émerveiller dans le cadre d'une exposition de photographies surprenantes. Pour cette 51^e édition, la conférence inaugurale sera consacrée le 20 août prochain à l'Antarctique. À ne pas manquer !

Où ? Université libre de Bruxelles Campus du Solbosch - Bâtiment S Avenue Jeanne, 44 à 1050 Bruxelles

Pour qui ?

Enseignants, étudiants, retraités,...

Tarif ? Gratuit pour les enseignants en activité ou candidats dans

l'enseignement obligatoire. 12 euros pour les autres participants.

Infos & inscriptions ? Les enseignants doivent obligatoirement remplir 2 formulaires: sur le site du congrès (www.congres-des-sciences.be) et sur le site de l'IFC (www.ifc.cfwb.be). Il y a lieu de s'inscrire pour chaque jour de participation. Les autres participants peuvent s'inscrire en ligne sur www.congres-des-sciences.be.



Sortis de PRESSE

Panorama de la physique

Belin

Gilbert PIETRYK

Ce livre offre un vivant portrait de la physique moderne (des années 1950 jusqu'aux découvertes les plus récentes), à travers 130 sujets, traités avec clarté sur une double page soigneusement illustrée: l'astrophysique; la physique nucléaire et des particules élémentaires; les mondes quantique, atomique, optique et moléculaire; ou encore, les cristaux et plasmas, la microélectronique et la nanophysique, la géophysique, l'optique non linéaire, l'informatique, etc. Au fil des thèmes traités, l'objectif des auteurs est de nous initier aux théories et résultats de la physique moderne, sans oublier les interactions avec la biologie, la chimie et la géologie par exemple. La physique suit évidemment les fils conducteurs de la science moderne, dont la formulation de lois valables en tout temps et en tout lieu. Mais aussi l'expérimentation, «*ce joug sous lequel doit passer toute théorie*»...



La physique, comme d'autres sciences, n'a jamais suscité autant de questions et débouché sur autant de nouvelles applications, de la métrologie à la vie courante. Pensons aux radiotélescopes, satellites, sismomètres, spectrographes, microscopes à effet tunnel et IRM. Ou encore aux horloges atomiques, lasers, téledétecteurs, LED, stockages optiques et GPS. Elle bouillonne de vie et a besoin de nouveaux talents, afin de poursuivre son développement et celui de l'Humanité. Puisse ce remarquable ouvrage susciter des vocations parmi tous les curieux qu'elle intéresse, voire fascine... ■

Texte: **Christiane De Craecker-Dussart**
c.decraecker@skynet.be

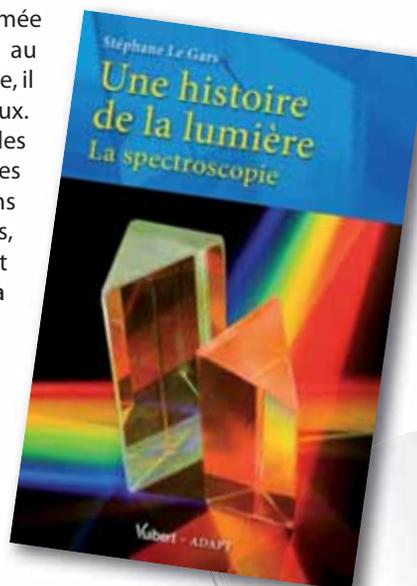
51

Une histoire de la lumière La spectroscopie

Vuibert

Stéphane LE GARS

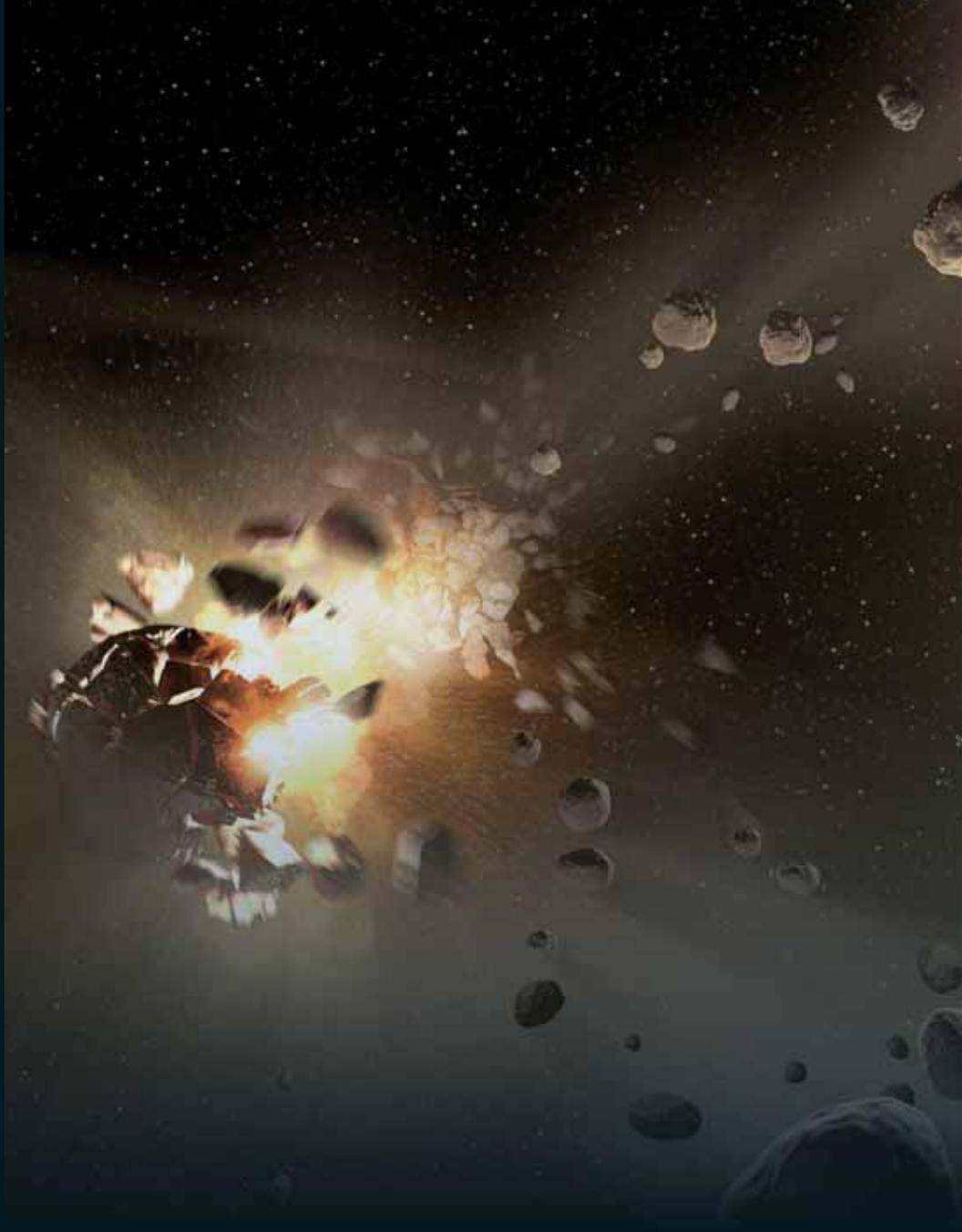
La lumière a toujours fasciné et suscité de nombreuses questions. Au 17^e siècle, elle a trouvé sur son chemin Isaac Newton, qui constate que la lumière blanche du Soleil n'est pas simple, mais formée de couleurs élémentaires, allant du rouge au violet, comme l'arc-en-ciel. Grâce à un prisme, il la décompose et obtient un spectre lumineux. L'impulsion est donnée, les expériences, les analyses, les découvertes se sont multipliées depuis: les IR, les UV, les raies détectées dans le spectre du Soleil,... Après les constatations, les explications. La position des raies n'est pas due au hasard, mais donne une idée de la constitution de la matière: chaque élément a un nombre précis de raies lumineuses déterminées. La voie est ouverte à un formidable instrument d'analyse: le spectroscope (voir *Athena* n° 283, septembre 2012). Il est désormais possible de déterminer la composition des astres, d'étudier la structure des molécules et des atomes, d'identifier des corps purs et des com-



posés nouveaux, de détecter la résonance magnétique nucléaire et d'en développer l'utilisation. Mais aussi de préciser les unités d'espace et de temps: le mètre est désormais étalonné en fonction de la vitesse de la lumière, la seconde est définie comme la durée d'oscillations d'un atome de césium 133.

La spectroscopie apparaît comme un pont entre la physique, la chimie et l'astronomie, avec tout ce que l'interdisciplinarité permet comme progrès, notamment l'émergence de nouvelles disciplines, comme la physique quantique et l'astrophysique. ■

Texte: **Christiane De Craecker-Dussart**
c.decraecker@skynet.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

