

[Athena]

Février
2014

Le mag' *scientifique*

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

Éthologie
Face à Rackham
le Rouge

Le Dossier
Quand Cupidon s'invite
dans le règne animal...



Édito

Un peu de douceur...

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

2



*C'est la saison
des amoureux !*

Dans un monde de brutes ! Ouvrez un journal, regardez la télévision, consultez Internet et vous verrez des tempêtes, des naufrages, des faillites, des émeutes, des querelles politiques... Pas grand-chose de réjouissant quoi qu'il en soit. C'est pourquoi, 14 février et Saint-Valentin obligent, il sera beaucoup question d'amour, de séduction et de progéniture dans ce numéro. Si certains arbres commencent déjà à sortir leurs bourgeons, la saison des amours dans le règne animal pourrait bel et bien commencer plus tôt que prévu également. Dans le dossier de ce mois, vous découvrirez les parades nuptiales les plus insolites, étranges ou drôles. Anthropomorphisme ou non, vous verrez que certains comportements animaux présentent quelques similitudes frappantes avec ce qui se passe chez nous, les humains... Mais je vous laisse vous faire votre propre opinion !

Chez les amphibiens en tous cas, on préfère roucouler en paix ! Dérangez-les et la progéniture en pâtira. En effet, il semblerait que l'introduction de poissons dans les mares et étangs perturbe le système de reproduction, notamment des tritons. Outre la destruction de leur habitat et la pollution, il s'agirait là de l'une des raisons pour lesquelles les populations régressent. Une hypothèse vérifiée par des chercheurs de l'ULg au cours d'une expérience mettant en présence des tritons et un poisson rouge. «Face à Rackham le Rouge», que se passe-t-il ? La réponse page 26 ! Mais revenons-en aux humains. De ce côté-là, pas d'alarme démographique à sonner: les naissances se portent plutôt bien. Qu'en est-il par contre du monde que nous leur laisserons ? Que peut-on faire aujourd'hui pour les générations futures ? Et pourquoi pas un développement durable ou plutôt, soutenable ? La marche est enclenchée... page 38. En attendant le printemps, réchauffez-vous le cœur avec un peu d'espoir, de légèreté et de douceur... Bonne lecture ! ■

Géraldine

! Appel à témoins

N'oubliez pas notre appel à témoins paru dans le n°297 de janvier !

Nous avons besoin de vous pour le numéro spécial 300 et pour fêter ensemble les 30 ans d'Athena.

Si vous l'avez raté:

<http://athena.wallonie.be>

ATHENA 298 • Février 2014

SPW | Éditions

Tiré à 18 000 exemplaires, Athena est un magazine de vulgarisation scientifique du Service Public de Wallonie édité 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

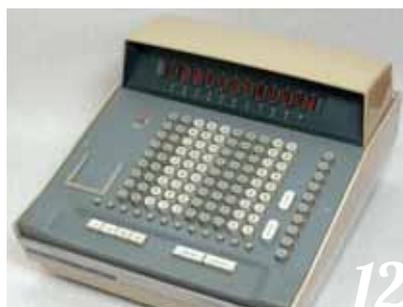
Place de la Wallonie 1, Bât.III - 5100 JAMBES

• par téléphone

au 081 33 44 93

• par courriel à l'adresse

raffaella.ruggiero@spw.wallonie.be



Sommaire

| | |
|--|----|
| Actualités | 04 |
| Focus sur Celabor | 10 |
| Série De l'abaque à l'ordinateur: l'épopée du calcul | 12 |
| L'ADN de ... Pierre BIHAIN • Sage-femme | 16 |
| Le Dossier Quand Cupidon s'invite dans le règne animal... | 18 |
| Internet Les meilleures applis pour tablettes | 22 |
| Éthologie Face à Rackham le Rouge | 26 |
| Biologie | 30 |
| Médecine Les Rolls du fonctionnement cérébral | 34 |
| Société Pour un développement durable... et soutenable | 38 |
| Physique | 42 |
| Astronomie | 44 |
| Espace | 46 |
| Agenda | 50 |

Éditeur responsable
Michel CHARLIER,
Inspecteur général
Ligne directe: 081 33 45 01
michel.charlier@spw.wallonie.be

Rédactrice en chef
Géraldine TRAN
Ligne directe: 081 33 44 76
geraldine.tran@spw.wallonie.be

Graphiste
Nathalie BODART
Ligne directe: 081 33 44 91
nathalie.bodart@spw.wallonie.be

Impression
Imprimerie IPM
Rue Nestor Martin, 40 à 1083 Ganshoren

ISSN 0772 - 4683

Collaborateurs
Virginie Chantry
Jean-Michel Debry
Christiane De Craecker-Dussart
Paul Devuyt
Henri Dupuis
Philippe Lambert
Yaël Nazé
Théo Pirard

Jean-Claude Quintart
Jacqueline Remits
Christian Vanden Berghen

Dessinateurs
Olivier Saive
Vince

Comité de rédaction
Laurent Antoine
Michel Charlier

Relecture
Élise Muñoz-Torres
Ludivine Verduyck

Couverture
Première
Bullfrog, Somerset, Ohio 2007
Crédit: M. BEHRENDT



Dans 5 ans...

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

4

Si les technologies de l'information et de la communication ont changé nos vies, les bouleversements ne font sans doute que commencer. D'après IBM, dans 5 ans, chaque machine qui nous entoure sera capable d'apprendre par elle-même, ouvrant la porte à des innovations insoupçonnées. Pour *Big Blue*, cette évolution annonce l'ère du cognitif avec des systèmes qui perçoivent, apprennent et s'adaptent aux changements. Du coup, IBM ose avancer 5 prédictions ! La première concerne le commerce local, appelé à détrôner le shopping *online* grâce à des commerçants futés, misant sur leur boutique physique pour offrir aux chalandes une expérience incroyable et invivable *online*: analyse du *Big Data* (1) et nouvelles applications, à ceux-ci de bénéficier du meilleur produit et de la meilleure expérience de vente en magasin. Par cette nouvelle dynamique, les produits seront livrés ou retirés plus rapidement et ce, indépendamment de l'emplacement actuel du consommateur. Ainsi, dans 5 ans, attendre 2 jours pour une livraison s'apparentera à une éternité !

Côté éducation, la classe du futur procurera aux enseignants des outils pour tous les élèves, allant de la maternelle jusqu'à leur arrivée sur le marché de l'emploi. Ce sera en identifiant les modes d'apprentissage parallèles et en prédisant la performance et les besoins

d'apprentissage que l'école arrivera à personnaliser le matériel éducatif pour coller aux objectifs personnels de chaque élève.

Dans 5 ans aussi, *Big Data* et systèmes cognitifs permettront aux médecins d'exploiter notre ADN afin de nous garder en bonne santé. Construits dans le *cloud*, ces systèmes élaboreront une médecine personnalisée à une échelle et une vitesse inouïes. Assistés d'ordinateurs pour diagnostiquer avec précision le cancer, les médecins créeront des plans de soins personnalisés pour des millions de personnes dans le monde entier. Mieux encore, ces ordinateurs aideront le médecin à découvrir comment la tumeur affecte son patient, jusqu'au niveau même de l'ADN !

Autre bonne nouvelle, toujours selon IBM, chacun de nous disposera dans quelques années de son propre gardien numérique, qui protégera notre vie privée et les produits supportés par notre informatique. Ce «garde du corps» traitera les données contextuelles, situationnelles et historiques afin de contrôler l'identité d'une personne sur différents appareils.

Enfin, la ville intelligente facilitera notre vie grâce à des ordinateurs capables de comprendre pourquoi des milliards d'événements se produisent. Avec les appareils mobiles et les réseaux sociaux, les habitants établiront une relation

avec la ville qui, de manière dynamique, répondra à leurs besoins et attentes.

Un nouveau monde se profile sous la convergence du *Cloud Computing*, du *Big Data* et de l'auto-apprentissage des machines. Un monde qui se façonne grâce aux interactions entre individus, machines et données, rendant nos ordinateurs toujours plus intelligents et adaptables à l'utilisateur. De quoi nous aider à déchiffrer et comprendre toujours plus et à résoudre toujours plus de problèmes ! ■

<http://www.ibm.com>

(1) Chaque jour, nous générons 2,5 trillions d'octets de données. À tel point que 90% des données dans le monde ont été créées au cours des 2 dernières années seulement. Ces données proviennent de partout: de capteurs utilisés pour collecter les informations climatiques, de messages sur les sites de médias sociaux, d'images numériques et de vidéos publiées en ligne, d'enregistrements transactionnels d'achats en ligne et de signaux GPS de téléphones mobiles, pour ne citer que quelques sources. Ces données sont appelées *Big Data* ou volumes massifs de données.

Actus...

d'ici et d'ailleurs

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

Photos: © Philips Company Archives, Eindhoven (p.5), Larousse/Acarien (p.7), Fotolia/Allumettes (p.9)

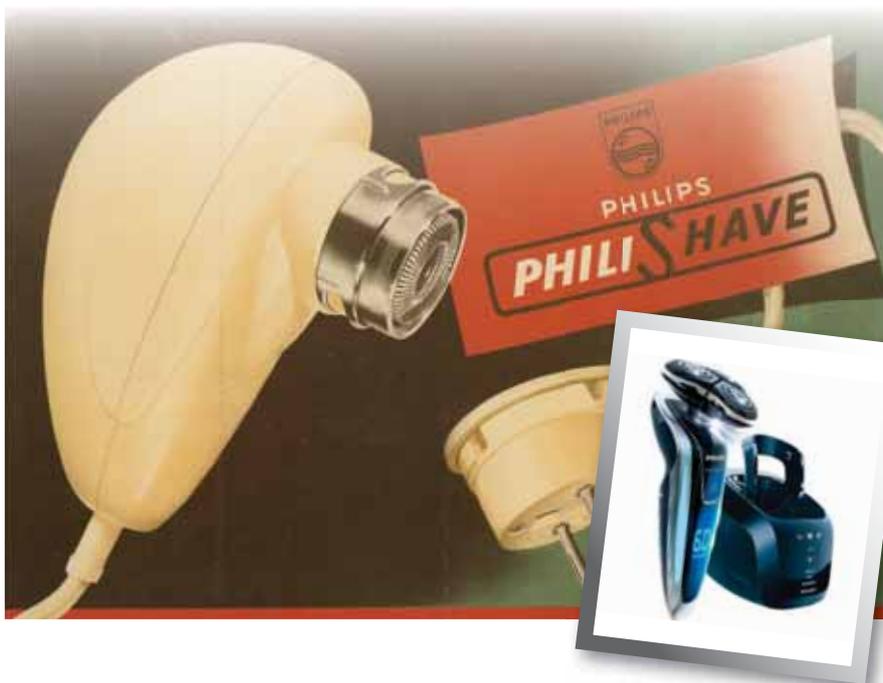
Un siècle de recherches continues

Impossible de passer sous silence cet anniversaire tant les innovations de Philips ont révolutionné le monde et bouleversé nos habitudes. Citons rapidement: le tube à rayons X *Rotalix*, arme déterminante dans le combat contre la tuberculose; la première radio Philips; le rasoir électrique *Philishave*; la première cassette audio; le premier disque compact; et plus récemment *AlluraClarity*, système de radiographie interventionnelle; *AirFloss*, technologie de soins buccodentaires de Philips *Sonicare* ou encore *Philips Hue*, un système d'éclairage personnel sans fil. Depuis l'invention de la première ampoule, Philips est ainsi à l'origine d'une avalanche d'innovations qui améliorent le quotidien de millions d'individus.

Conscients de l'importance de la recherche scientifique dans le déve-

loppement de nouveaux produits, les pères fondateurs de l'entreprise batave créèrent, à Eindhoven en 1914, le *Natuurkundig Laboratorium (Nat-Lab)* - ou *Philips Research* - qui compte aujourd'hui 6 centres internationaux en Amérique du Nord, en Europe et en Asie. Côté chiffres, *Philips Research* emploie plus de 1 500 chercheurs de 50 nationalités différentes, comptabilise quelque 100 000 brevets et a investi l'an dernier plus de 1,8 milliard d'euros en Recherche & Développement. Fondée à Eindhoven en 1891 par Gerald Philips et son père Fredrik, l'entreprise Philips est un géant global, présent dans 100 pays, comptant 114 000 salariés pour un chiffre d'affaires de 24,8 milliards d'euros. ■

<http://www.philips.be>



Air pur

Poursuivant ses investissements stratégiques, *Cockerill Maintenance & Ingénierie (CMI)* vient d'acquiescer 99,4% des parts d'*Europe Environnement*, entreprise française spécialisée dans les traitements de l'air et des gaz. Par ce deal, le wallon complète son arsenal de solutions environnementales, qui comprenait déjà des produits pour le traitement des effluents liquides industriels et des déchets solides; solutions en vue d'augmenter l'efficacité énergétique des installations industrielles.

CMI s'est également hissé dans le top européen de la simulation numérique haute performance avec l'inauguration de ses nouvelles installations sur le campus Ter@tec à Bruyère-le-Chatel, en région parisienne. Ce dernier investissement conforte l'entreprise dans les activités de modélisation et simulation de *CMI Defence*. À côté des systèmes pour véhicules blindés, *CMI* propose aussi des simulateurs pouvant reproduire virtuellement le théâtre des opérations et faire évoluer les équipages dans un espace-temps élastique, contrôlable, reproductible et analysable à l'envi. ■

<http://www.cmigroupe.com>;
<http://www.europe-environnement.com> et <http://www.teratec.eu>

Nutrition et cancer

Le sujet interpelle lorsqu'il concerne plus particulièrement les patients chirurgicaux atteints d'un cancer gastro-intestinal. Aussi, à l'heure où notre société ne tolère plus l'impasse, *Baxter* et l'*European Pathway Association (E-P-A)* prennent le sujet à bras le corps et fédèrent leurs forces au sein d'un projet appelé *CP4NutriGICan*, avec l'ambition de résoudre le soutien nutritionnel en oncologie. Financé par *Baxter Belgique* (Braine-L'Alleud), *Baxter Allemagne*, *Baxter France* et *Baxter Pays-Bas*, avec le support de *Baxter EMEA Nutrition Marketing*, ce projet souhaite faire de 12 hôpitaux de ces 4 pays européens des pôles d'excellence dans les problèmes de nutrition des patients chirurgicaux atteints d'un cancer gastro-intestinal. Et ceci, grâce à l'apport d'experts internationaux et interprofessionnels. Dans ce but, il fera appel à un échantillon de patients et à des hôpitaux participants, 3 dans chacun des 4 pays, qui collaboreront et chercheront ensemble des solutions pour améliorer leurs procédures de soins respectifs sur cette niche thérapeutique particulière dite des soins intégrés.

Méthode traduisant la médecine - basée sur l'expérience - en un soin transparent pour le patient, les soins intégrés sont définis comme une intervention complexe

dans la prise de décisions mutuelles et l'organisation de procédures de traitement au niveau d'un panel de patients bien défini, durant une période bien définie. Plus concrètement, ce type de soins est associé à une définition précise des objectifs et éléments de soins basée sur l'expérience, les meilleures pratiques et les attentes du patient; à la simplification de la communication entre les acteurs, patients, équipes de soins et familles; à l'adéquation des processus via la coordination des rôles et le sectionnement des activités de l'équipe de soins multidisciplinaire; à la documentation, le contrôle des écarts et des résultats; et enfin à l'identification des ressources adaptées.

Au quotidien, *CP4NutriGICan* s'appuiera sur une méthodologie concoctée par l'*European Pathway Association* en matière de soins intégrés pour développer, lancer et évaluer ceux-ci. Multiméthodes, l'approche reposera sur les projets de soins intégrés conduits et publiés par l'*E-P-A*. Les soins administrés aux panel de patients dans le cadre de *CP4NutriGICan* seront prestés et analysés sur une période de 30 mois. Ils seront suivis depuis leur admission en chirurgie jusqu'à 31 jours après leur sortie de l'hôpital. Inutile de dire que de



nombreux espoirs en termes d'améliorations de la qualité de vie des patients, sont attendus ici avec impatience par la communauté oncologique ! ■

<http://www.baxter.be>
et <http://www.e-p-a.org>

6

Cryothérapie et AVC

Le constat fait froid dans le dos: la moitié des personnes atteintes d'un accident cardiovasculaire cérébral décède sur le champ et un tiers, dans les 10 jours suivant leur admission à l'hôpital. Quant aux autres, ils survivent tant bien que mal, selon la gravité de leurs séquelles. Problème de santé majeur pour l'homme et les finances publiques, l'AVC ou thrombose cérébrale est la 2^e cause de décès chez les plus de 60 ans. On estime qu'il touche annuellement quelque 15 millions de personnes dans le monde dont 19 000 en Belgique.

En cas d'AVC, chaque minute compte ! D'où l'intérêt de *MORPHO™*, une solution développée par l'entreprise liégeoise *FflexX Technology* faisant appel au principe de l'hypothermie thérapeutique précoce par cryothérapie. Le produit a d'abord été utilisé

comme compresse thérapeutique capable de moduler le choc thermique et offrir jusqu'à 4 h de cryothérapie constante pour des interventions en orthopédie, traumatologie, rhumatologie, etc. Le dernier développement trouvé entend maintenant réduire les dégâts neurologiques lors d'un AVC.

La solution est simple. Elle peut se résumer en la pose, à l'intérieur d'un casque, d'une compresse *MORPHO™* afin de diminuer la température du cerveau et du corps du patient réanimé et réduire ainsi le nombre de décès et les séquelles les plus graves.

Ce dernier développement booste plus loin encore notre créativité en termes de soins à la personne. Aussi n'est-il pas étonnant de voir, aujourd'hui, la Wallonie figurer parmi les plus grands plateaux santé du monde ! ■

<http://www.fflexx.com>





Le Pro de l'Agro!

Dernier bilan plus que mirobolant ! Tout va bien pour WagrALIM, le pôle de compétitivité de l'agro-industrie wallonne qui éclate de santé et joue plus que jamais les pères nourriciers de l'économie régionale ! Ainsi, quelque 6 ans après sa fondation, le pôle rassemble 155 membres et possède à son actif 21 projets internes (auxquels on peut ajouter 13 projets externes) qui ont généré 60 produits et services nouveaux ainsi que 12 procédés auxquels s'ajoute la formation de plus de 7 500 personnes. Au total, on estime que cette rafale d'activités concerne plus de 2 000 emplois, nouveaux pour la plupart ! Ce qui n'est finalement que la partie visible de l'iceberg, sachant que des centaines d'autres emplois se greffent indirectement au secteur agroalimentaire, précise le ministre de l'Économie du Gouvernement wallon. Un secteur qui avec près de 21 000 emplois, représente 15% de l'emploi industriel en Wallonie.

Un excellent bilan et des chiffres encore plus prometteurs demain grâce à 4 nouveaux projets:

- Soutenu par *Wal.Agri*, *Meurens Natural*, *Oxylent* et *Gembloux Agro-Bio Tech*, le projet *Valaxson* développe, au départ du son de blé, des compléments et ingrédients alimentaires au pouvoir antioxydant et vaso-relaxant en vue de s'attaquer au fléau de l'hypertension.
- De son côté, le projet *Nutrivert* ouvre des horizons illimités dans l'alimentation des poissons de pisciculture avec la mise au point, par *Dumoulin*, *Belgian Quality Fish* et les unités de recherche de l'Université de Mons (UMONS) et de l'Université catholique de Louvain (UCL) d'un produit 100% végétal aux caractéristiques nutritionnelles proches de l'alimentation naturelle.
- Avec l'UCL, l'Université de Liège (ULg) et les sociétés *Detry*, *Gabriel* et *Quality Partner*, le projet *Polygal* permet à *Galactic* et *Oxylent* la mise au point des conservateurs naturels comme alternative efficace aux additifs synthétiques.
- Enfin, le projet *Laitherbe*, associant *Herve Société*, *SCAR*, *LDA Coop* et le *CRA-W*, lance une filière laitière

complète, sur base d'une alimentation en herbe, censée donner un lait de qualité aux débouchés à valeur ajoutée pour la production de lait de haute qualité fromagère.

Parallèlement à ces derniers projets, WagrALIM présentait une gondole de nouveaux produits: pralines aux extraits polyphénoliques de grenade, bières à conservation optimisée pour l'exportation, boisson lactée contenant du Pisane pour la santé intestinale des seniors, nouveaux ferments aux propriétés organoleptiques accrues et bio-emballages à base de polylactides. ■

<http://www.wagrallim.be>



Une alimentation à base d'herbe pour un lait de qualité !

Guerre aux acariens !

Bête noire pour nombre d'entre nous, l'acarien est un animal minuscule qui adore envahir nos intérieurs dès l'automne et prospérer dans nos chambres peu aérées et surchauffées ! Un biotope idéal - une chaleur comprise entre 20 et 25 °C et un taux d'humidité relatif oscillant de 70 à 80% - pour cet arachnide qui apprécie l'humidité de notre respiration et de notre transpiration et se nourrit de squames. Selon le service oto-rhino-laryngologie de l'Universitair Ziekenhuis Brussels, les acariens représentent chez nous l'allergène le plus fréquent. 30% de la totalité des patients souffrant d'allergies développent une allergie aux acariens (ou plutôt à leurs excréments) et 1 Belge sur 10 ressentirait une gêne quotidienne, allant jusqu'à entraver ses activités professionnelles ou domestiques. Selon une enquête anglaise, 77% des patients

atteints d'allergies au domicile sont essentiellement affectés dans leur chambre; 41% déclarant même souffrir davantage une fois au lit. Si les spécialistes vous diront d'emblée, qu'il est impossible de se débarrasser des acariens, il est néanmoins possible d'assainir l'environnement. Il est ainsi conseillé de ventiler les immeubles, d'aspirer régulièrement et soigneusement tapis et carpettes, d'éviter les tentures lourdes, d'opter pour un matelas antiallergique et des couettes synthétiques, de laisser fonctionner la hotte après avoir cuisiné au moins pendant une heure, histoire d'évacuer un maximum de vapeur à l'extérieur, etc. Des trucs et astuces simples qui éviteront bien des déboires aux personnes souffrant d'allergies. N'oublions pas qu'un gramme de poussière dans la literie contient déjà 100 acariens et qu'un seul matelas peut en refermer de 100 000 à 1 million ! ■

<http://www.oasis-allergies.org> 

Inversion des flux: quelle influence sur le climat ?

A lors qu'il y a un siècle, l'océan côtier aurait pu émettre jusqu'à 150 millions de tonnes de carbone par an, aujourd'hui, il en absorbe environ 250 millions ! Tel est le résultat auquel sont arrivés des chercheurs américains et belges sur base des dernières mesures disponibles. Cette inversion du flux d'échange de CO₂ de l'océan côtier pourrait s'expliquer par le rôle joué par les régions côtières dans le bilan global du carbone. Selon le professeur James Bauer, de l'Université d'Ohio, «L'océan côtier agit comme un puits pour le CO₂ émis par les travaux humains et modifierait ainsi le réchauffement global en absorbant des quantités significatives de ce gaz à effet de serre». «Comparé à l'océan ouvert, nous connaissons finalement moins bien le cycle du carbone de l'océan côtier que nous côtoyons pourtant tous les jours», ajoute Peter Raymond, professeur à l'Université de Yale. Il est vrai que la capture et l'émission de CO₂ n'est pas simple à appréhender dans les systèmes côtiers, compte tenu de leur diversité et de leur caractère particulièrement dynamique. Sans parler du gigantisme de l'extension des côtes, dont la longueur équivaut à plus de 40 fois la taille de la Terre !

Les chercheurs estiment qu'avant l'ère industrielle, les sédiments marins et la décomposition des plantes dans les eaux

Coup d'crayon

Illustration: Vince • vince@cartoonbase.com



Nouveauté insolite: l'entreprise japonaise Ravijour vient de créer, pour fêter ses 10 ans, un soutien-gorge intelligent. En effet, celui-ci ne se détache qu'en cas d'amour sincère ! Comment ? Bardé de capteurs, il mesure la fréquence cardiaque et envoie ensuite l'information à un smartphone qui, via une application, juge de l'intensité de l'excitation... Si elle est suffisante, un signal est envoyé au fermetoir du sous-vêtement... Il fallait y penser !

côtières conduisaient probablement à un dégazage net de CO₂. Aujourd'hui, c'est la croissance des plantes microscopiques, stimulée par l'apport des fertilisants d'origines agricoles depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale, qui favoriserait l'absorption de CO₂ atmosphérique. Publiée dans *Nature*, leur étude met aussi en exergue le fait que l'accumulation de CO₂ atmosphérique induite par l'usage de combustibles fossiles stimule la capture du CO₂ par l'océan côtier. Membre belge du team de recherche, Pierre Regnier,

professeur au Département des Sciences de la Terre et de l'Environnement de l'ULB, pense que «différents arguments suggèrent que les activités humaines le long des zones côtières auront un impact significatif sur le cycle global du carbone. Et que si l'océan côtier est difficile à étudier et à modéliser, il est important de l'inclure dans les bilans afin de mieux contraindre les projections des niveaux de CO₂ atmosphérique à l'horizon 2100». ■

<http://www.ulb.ac.be/facs/sciences/dste/>

Ensemble pour le thorium



C' est l'esprit de l'accord passé entre Solvay et Areva afin de valoriser cet élément présent de façon abondante dans la croûte terrestre en association avec des terres rares ou de l'uranium. L'accord précise les conditions d'une gestion responsable du thorium et inclut le déploiement d'un programme de Recherche et Développement qui étudiera son exploitation, notamment comme combustible, pour les centrales nucléaires, en complément de l'uranium et du plutonium.

Par cette alliance, Solvay se place en pole position de la course aux énergies de demain. Trois fois plus

abondant que l'uranium, le thorium est considéré comme le futur vert du nucléaire ou la source d'énergie du futur. Bref, celle attendue depuis toujours par la planète. Ainsi, selon certains spécialistes, son exploitation résoudrait nos problèmes d'approvisionnement énergétique pour au moins 10 siècles ! ■

<http://www.solvay.com>
et <http://www.areva.com>



Pour aller plus loin...

Pour soutenir ses efforts au sein d'un consortium pan-européen, *Bone Therapeutics* s'est vu gratifier, par le *Marie Curie Research*, d'une subvention de 3,8 millions d'euros. Faisant partie de la Commission européenne (7^e programme-cadre pour la Recherche et l'Innovation), la subvention Marie Curie entend stimuler la carrière des chercheurs en réponse aux besoins du monde scientifique européen. Avec cette récompense, la société wallonne financera ses travaux dans le cadre du projet européen *Bio-Inspire*, qui vise au développement d'une plate-forme technologique de matériaux biomimétiques et bioactifs et à la formation de personnel scientifique en ingénierie tissulaire. Dans ce contexte, *Bone Therapeutics* s'attache plus particulièrement

à l'identification des avantages thérapeutiques lors de l'utilisation combinée de support matriciel et de cellules en applications orthopédiques ainsi que l'organisation des essais cliniques.

Jeune pousse de l'Université libre de Bruxelles (ULB) créée en 2006, *Bone Therapeutics* est aujourd'hui la référence en matière de traitement des maladies ostéoarticulaires via thérapie cellulaire. Ses développements portent sur des produits cellulaires innovants dans la reconstruction et la régénérescence du tissu osseux, sur base d'une plate-forme technologique pour la production des cellules ostéoblastiques depuis des cellules souches adultes. ■

<http://www.bonetherapeutics.eu> et
<http://cordis.europa.eu/fp7/home/fr.html>

Le chiffre

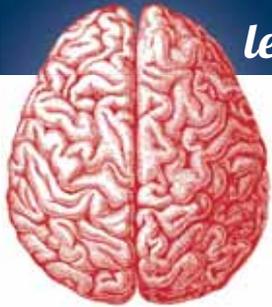
11 500

Inauguré par le Ministre de la Recherche du Gouvernement wallon, le nouveau supercalculateur de *Cenaero* est, avec ses 11 500 processeurs, l'outil le plus puissant de Wallonie, plaçant notre région parmi les leaders du calcul haute performance et de la simulation numérique. Mis à la disposition de plus de 500 chercheurs wallons, cet investissement de 4,3 millions d'euros doit permettre à chacun d'eux de rester leader de sa niche.

Installé à Charleroi, le nouvel outil servira également aux travaux de recherche appliquée et industrielle via les centres de recherche tel que *Cenaero* ou pour des applications industrielles d'acteurs locaux. Le plan de charge prévoit une utilisation de 60% par les universités de l'ensemble Wallonie-Bruxelles, 30% par le *Cenaero* et 10% par les industriels.

<http://www.cenaero.be>

35 millions pour attirer les meilleurs cerveaux en Wallonie



Un nom à retenir: BEWARE FELLOWSHIPS, le nouveau programme de la DGO6 cofinancé par l'Union européenne. Afin de promouvoir la mobilité des chercheurs étrangers (ou belges expatriés) vers la Belgique, le Département des Programmes de Recherche a mis en place 2 nouveaux mécanismes permettant de financer l'accueil des meilleurs chercheurs du monde entier en Fédération Wallonie-Bruxelles.

BEWARE FELLOWSHIPS (pour *BElgium WALLonia REsearch*) est cofinancé à hauteur de 15 millions d'euros par le programme COFUND de l'Union Européenne (FP7 - *Marie Curie Actions*). Deux mécanismes pour un même objectif: attirer ou rapatrier des chercheurs brillants en Wallonie afin de valoriser leur expertise tout en leur permettant d'acquérir de nouveaux talents.

BEWARE FELLOWSHIPS Industry

Ce programme permettra l'octroi de 57 mandats sur 5 ans, mandats dont le but est d'offrir la possibilité à une PME ou un centre de recherche agréé de bénéficier de l'expertise de chercheurs étrangers (ou belges expatriés) hautement qualifiés afin d'encourager le processus d'innovation au sein de l'hôte wallon.

→ La date limite pour le dépôt des candidatures est fixée au 31 mars 2014 à 14h.

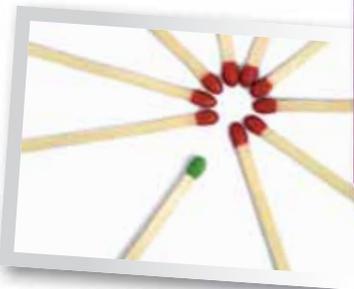
BEWARE FELLOWSHIPS Academia

Ce programme est axé sur le transfert technologique. Il s'étend également sur 5 ans et prévoit un total de 80 mandats pour des chercheurs en situation de mobilité afin de les attirer dans une université francophone et ce, en partenariat avec une entreprise wallonne. Sur les 2 ans couverts par le mandat, 6 mois devront être passés en entreprise.

→ La date limite pour le dépôt des candidatures sera fixée aux alentours du 15 avril 2014. ■

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

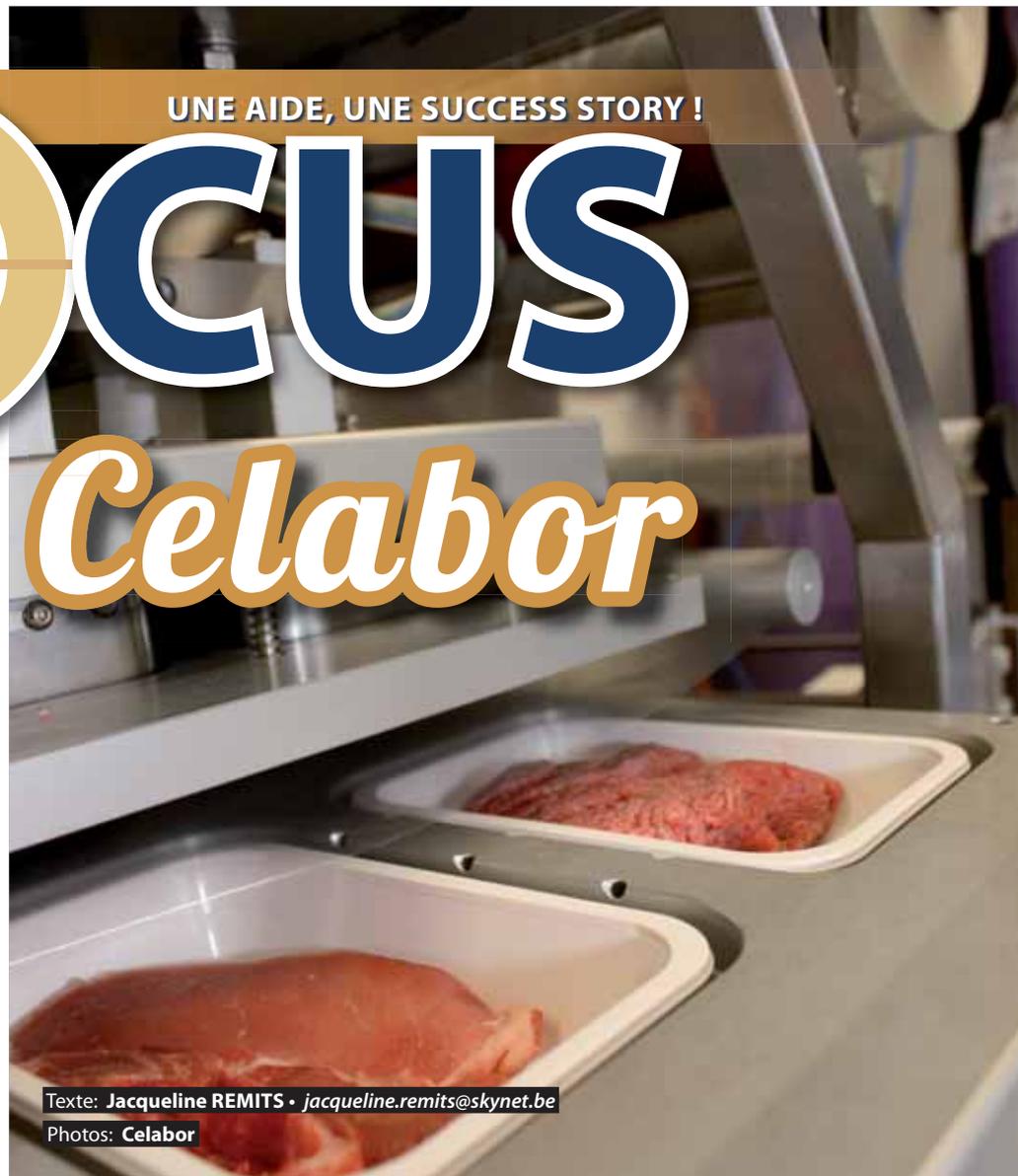
Contact: Didier Flagothier
(didier.flagothier@spw.wallonie.be ou 081 33 45 27)



UNE AIDE, UNE SUCCESS STORY !

FOCUS

sur: *Celabor*



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

Photos: **Celabor**

Carte d'identité

NOM

CELABOR SCRL

ANNÉE DE CRÉATION

1995

SECTEUR D'ACTIVITÉ

Assistance technique et scientifique
aux entreprises

CHIFFRE D'AFFAIRES

4 millions d'euros en 2013

NOMBRE DE PERSONNES EMPLOYÉES

50 (dont 60% aux Départements Emballage
et Agroalimentaire)

ADRESSE

Avenue du Parc, 38
4650 Herve

TÉLÉPHONE

087 32 24 54

SITE INTERNET

www.celabor.be

10

EMBALLAGES DANS TOUS LEURS ÉTATS

Le centre est très actif dans les domaines de l'agroalimentaire (nutrition et extraction), de l'emballage, de l'environnement et du textile. Il est bien introduit dans le plus grand secteur consommateur d'emballage que constitue l'agroalimentaire, avec près de 50% des emballages produits. *Celabor* est également reconnu comme centre de recherche de référence par *Wagralim*, le pôle de compétitivité wallon.

Quelles sont ses missions principales ? *«Nous favorisons l'innovation technologique et le développement de nouveaux produits ou procédés par la recherche et le développement. Nous menons de la R&D pour des entreprises. Nous participons également à des programmes de recherche financés par l'Europe et les Régions. Nous répondons aux besoins en analyses et tests dans nos labs performants. Nous aidons également à la résolution de problèmes et/ou litiges au travers d'une activité de conseil et d'expertise. Enfin, nous dispensons des formations.»*

Celabor a investi récemment 1,3 million d'euros dans le domaine de l'emballage. Depuis 10 ans, la conduite de nombreux projets de recherche, subsidiés ou privés, a donné au centre une grande expertise dans la caractérisation des matériaux «barrières» grâce à des équipements de pointe. *«Nous disposons d'un matériel permettant de caractériser les impacts mécaniques sur les emballages lors de tests de chocs et de chutes, précise Sébastien Cajot. Des bancs de traction aident à définir les propriétés mécaniques des emballages. Grâce à un soft de conception et une table de découpe, nous pouvons concevoir et fabriquer de petites séries de prototypes. Une thermoformeuse va mettre en œuvre des films plastiques et les transformer en barquettes, par exemple. Avec des équipements d'emballages pilotes, nous nous rendons dans des entreprises qui nous solli-*

Centre de recherche installé dans le parc industriel de Petit-Rechain, près de Verviers, *Celabor* a pour cœur de métier d'apporter son assistance scientifique et technique aux entreprises. De quelle manière ? *«Nous les aidons à résoudre certains problèmes, nous favorisons l'innovation technologique et nous répondons à leurs besoins en tests et analyses en laboratoire»*, détaille Sébastien Cajot, responsable du département Emballage.

citent pour des essais et tests d'emballages dans les conditions réelles de l'entreprise ou des essais de conditionnement sous vide ou sous atmosphère modifiée pour améliorer les délais de limite de consommation.»

Pour les problèmes concernant les aliments emballés, le département Emballage travaille en collaboration avec le département Agroalimentaire. «Pour les produits de consommation, l'emballage est le premier contact du client avec le produit. L'emballage remplit un rôle fonctionnel et esthétique. Bien conçu, il permet au produit de se démarquer.»

GUIDANCE TECHNOLOGIQUE BIEN EMBALLÉE

Depuis 2002, grâce à l'appui financier de la Région wallonne, Celabor mène une activité de guidance dans le domaine de l'emballage. «L'objectif est de soutenir et de favoriser l'innovation technologique dans ce secteur. Ce service est destiné aux entreprises qui fabriquent ou utilisent des emballages ou des matières d'emballage. Le guideur a pour mission d'accompagner les PME par un appui scientifique de veille technologique et législative, la promotion du recours aux technologies innovantes et celle de la participation à des projets de R&D.»

La diversité et la technicité des emballages intègrent toujours plus de fonctionnalités. «L'émergence de nouvelles matières premières d'emballage de nature plus durable (microcellulose, biopolymères, composites renforcés de fibres naturelles) nécessite des compétences spécifiques et une action auprès des entreprises pour les sensibiliser aux dernières innovations technologiques en la matière.»

Par ailleurs, la problématique de l'interaction contenant - contenu dans le

domaine alimentaire est très complexe. «Depuis peu, une nouvelle législation européenne permet une utilisation d'emballages actifs et intelligents jusque-là interdits. La durée de conservation des aliments emballés est cruciale pour les nombreuses entreprises agroalimentaires. Un jour de gagné permet d'exporter dans un rayon augmenté de 750 km au moins. L'emballage et le type de conditionnement sont capitaux pour la conservation.»

La préservation de l'environnement et le problème du réchauffement climatique imposent de nouvelles contraintes aux entreprises. «La guidance entend notamment promouvoir le recours aux emballages réutilisables, biodégradables ou compostables, souligne Sébastien Cajot. L'action, menée de façon proactive, a pour but de donner aux PME l'impulsion nécessaire pour entreprendre une démarche visant l'innovation ou l'amélioration des processus ou des produits liés à l'emballage.»

En 2 ans, une cinquantaine de prestations ont été réalisées pour plus d'une centaine d'entreprises par Celabor et d'autres partenaires de cette guidance, notamment le Certeck. Créé en 1996, ce centre de ressources technologiques, qui emploie une trentaine de personnes, propose une large gamme de tests physiques et chimiques permettant d'analyser les polymères et leurs nombreux composants potentiels. Il possède également des équipements pilotes de mise en œuvre. La mission du Certeck est de fournir de l'aide, du support et des services aux PME comme aux grandes entreprises. Il offre des analyses et des mesures *ad hoc*, la résolution de problèmes, la recherche sous contrat et des capacités de développement de produits et de procédés. Avec pour objectif ici aussi, des solutions innovantes pour des entreprises performantes. ■



Celabor apporte également son expertise dans le secteur du textile: élaboration de recettes de teinture et détermination de colorants; résistance des colorants au lavage,...

Guidance technologique en résumé :

Type de promoteur:

Centre de Recherche agréé (CRa).

Partenariat:

Autorisé (CRa uniquement).

Objet:

Réalisation de prestations d'audits technologiques de problèmes liés à des procédés ou des produits dans le but de promouvoir l'innovation technologique dans les PME.

Les missions de ces services de guidance:

- assurer une veille technologique;
- accompagner les entreprises dans leurs choix technologiques et les aider à résoudre des problèmes techniques impliquant le recours à des technologies innovantes;
- promouvoir les entreprises auprès des institutions susceptibles de les accompagner/financer dans leur démarche d'innovation.

Taux d'intervention:

L'intervention maximale de l'aide est fixée à 75% des dépenses admissibles avant impôts ou autres prélèvements.

Dépenses éligibles:

- les dépenses de personnel
- les frais généraux
- les dépenses de fonctionnement

Propriété des résultats:

Sans objet.

Délais:

Appel à proposition lancé tous les 2 ans. Avis positif ou négatif au maximum dans les 4 mois qui suivent la clôture de l'appel.



Plus d'infos:



Département des
Programmes de Recherche

Direction des Programmes
régionaux

Tél.: 081/33.45.34

emmanuel.delhaye@spw.wallonie.be

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

Série : INSTRUMENTS SCIENTIFIQUES: UNE AVENTURE CAPTIVANTE !



De l'abaque à l'ordinateur: l'épopée du calcul

12

Calculettes et ordinateurs, si familiers aujourd'hui, résultent d'une longue évolution, où se mêlent innovations scientifiques et techniques. Voici un bref survol des étapes essentielles à la mise au point d'instruments et machines à calculer (IMC) performants... au point d'imiter le cerveau humain !

Le calcul en particulier, le raisonnement en général, ont toujours joué un rôle crucial en nombre de domaines: sciences, techniques, ingénierie, industrie, commerce, navigation, stratégie, gestion,... et vie quotidienne. La recherche créative d'aides efficaces préoccupe donc l'homme depuis qu'il est capable de dénombrer. L'histoire de ces outils majeurs est passionnante mais complexe, vu la multitude des opérations, buts poursuivis, réalisations et emprunts mutuels.



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

Photos: **S. MCGEE HICKS**/Flickr'r (p.12), © 2005 **D. Monniaux**/Wiki - *Pascaline* (p.13),

Ezrdr/Wiki - *Arithmomètre* (p.13), **Zephyris**/Wiki (p.13), **F. MARIANI**/Flickr'r (p.15)

CALCUL NON MÉCANISÉ

Vers 3 000 avant J.C., Mésopotamiens, Sumériens, Égyptiens, etc. utilisent déjà l'abaque (table à calcul) pour enseigner l'arithmétique et effectuer les opérations (administration, commerce, astronomie). Le Moyen Âge remplace cailloux et coquillages par des jetons. L'abaque est utilisé jusqu'au 18^e siècle... Égyptiens et Grecs (Pythagore, Euclide,...) emploient aussi l'algorisme ou la pratique du calcul écrit. Selon certains, les Chinois inventent le boulier (-compteur) au 9^e ou 6^e siècle avant J.C. pour des calculs complexes (voir photo de titre). Vu ses qualités (autonomie, commodité, rapidité,...), il est toujours utilisé en Asie ! À partir du 5^e siècle, les savants indiens améliorent calcul

numérique, système décimal et usage du chiffre 0. En 628, Brahmagupta décrit les diverses opérations: l'arithmétique moderne est née. Du 7^e au 13^e siècle, les Arabes vulgarisent l'héritage gréco-indien par manuels d'arithmétique et d'algèbre. Les chiffres indiens deviennent arabes. Le système se répand en Europe via Gerbert d'Aurillac (938-1003) et Fibonacci (1175-1240). En 1614, Napier, dit Neper, invente les **logarithmes**, dont les tables facilitent le calcul de puissances et racines et sont utilisées jusqu'à l'apparition des **calculettes** (années 1970). Les **bâtons de Neper** (1617) simplifient la multiplication en Europe jusqu'au 19^e, car il sont faciles à fabriquer, portables et peu coûteux (voir photo 1). En 1657, Seth Partridge conçoit la **règle à calcul**, associant une réglette centrale coulissante aux règles logarithmiques de Gunter (1620) et d'Oughtred (1621). On l'utilisera pour

les calculs rapides et approchés jusque dans les années 70 (voir photo 2).

BELLES MÉCANIQUES

Le 1^{er} IMC mécanique serait l'horloge à calcul de Schickard (1623). Il en reste croquis et explications. En 1642, Pascal construit sa «Pascaline» (voir photo 3), 1^{er} IMC mécanique conservé, fait en plusieurs exemplaires et basé sur un astucieux système d'engrenages et report automatique de retenues des dizaines. Limitée au comptage, elle ne permet ni multiplication, ni division directe, ni donc calcul scientifique, mais inspire d'autres IMC (Morland, Leibniz, Lépine, Felt). En 1694, Leibniz présente sa multiplicatrice ou **calculatrice** à étages. Pascaline perfectionnée effectuant multiplications (additions successives), divisions (soustractions successives) et extractions de racines carrées, c'est le 1^{er} IMC réalisant toute opération arithmétique mécanique. Mais vu ses mécanismes trop complexes pour la mécanique horlogère du temps, il n'a jamais bien fonctionné et n'est pas commercialisé. Néanmoins, par ses concepts techniques et **logiques** (système **binaire**, **calcul infini-tésimal** en 1676, après Newton en 1664), son apport est grand.

Thomas de Colmar réalise son arithmomètre en 1820 (voir photo 4). Perfectionnant la «Leibniz», il réalise efficacement la multiplication par additions successives, etc. Le 19^e voit les progrès des matériaux et de l'industrie de précision, la révolution industrielle, l'essor du commerce et des banques et donc le besoin d'une machine à calculer efficace, fiable et pratique. La «Thomas» est la 1^{re} fabriquée en série pour financiers, industriels, géomètres, militaires, etc. En 1857, Hill introduit un ingénieux procédé d'inscription: le levier à déplacement proportionnel. La caisse enregistreuse est conçue par Ritty dès 1879, construite par Patterson en 1882, complétée d'une imprimante par Burroughs en 1892 et électrifiée par Kettering en 1904. Le comptomètre de Felt (1885) est le 1^{er} IMC construit en grande série, avec clavier complet (introduit par Pamerlee en 1850) pour les 4 opérations, via

un système de crémaillères et report hors pair. La «Bollée» (1889) est, par un système complexe matérialisant la table de multiplication, le 1^{er} IMC à multiplier directement (voir photo 5). Steiger l'adopte pour sa «Millionnaire» en 1892.

Auparavant, Charles Babbage conçoit, entre 1812 et 1833, la 1^{re} machine différentielle, combinant IMC **numérique** et analytique, fonctions arithmétique et logique, et prenant donc des décisions selon les résultats. Il introduit les données, instructions et opérations par programmation sur cartes perforées des métiers à tisser de Jacquard et automates de Vaucanson. L'automatisation complète des IMC et de **l'informatique** débute. Il veut réaliser une machine pour calcul automatisé des tables numériques. Scheutz la construit en 1853. En 1834, Babbage conçoit la 1^{re} machine analytique, projet de **calculateur** universel réalisant toute séquence de calculs (**programme** écrit par Ada Byron en 1835-1843). En 1886, son fils Henry le construit et le présente amélioré en 1906. Signalons encore le clavier à 10 touches inventé par Dalton en 1902 et amélioré en 1910 par Monroe, qui en fait le standard. La «Curta» de Hertzstark (1948) est une calculatrice mécanique manuelle miniature basée sur la «Leibniz» (voir photo p.15). Pratique, elle règnera jusqu'à la calculette (années 1970). C'est une machine culte de collectionneur...

MÉCANOGRAPHIE...

Entre-temps, Boole fonde les théories mathématiques de la logique, des probabilités, de la science de l'information et de l'informatique, avec analyse du raisonnement humain et de ses lois. Via le langage binaire, l'algèbre de Boole (1847-1854) sous-tend la logique des **ordinateurs**, s'appliquant à tout dispositif tout ou rien: **relais électromécaniques (emc)**, circuits électriques, électroniques... En 1884, la machine de Hollerith intègre circuits électriques et électro-aimants, améliorant aussi le système des cartes perforées associées à l'algèbre booléenne. Elle accélère les statistiques et recensements américains de 1890. La **mécanographie** est née. Sa compagnie devient **IBM** en 1924. L'arithmomètre de Torrès est une machine à écrire reliée à une unité de calcul déri-



Bâtons de Neper.

1



2

Règle à calcul.



3

La Pascaline, machine à calculer de Blaise Pascal sans sous ni deniers, 1642.

13



4

Presque cent ans de perfectionnements sont représentés dans cet arithmomètre construit vers 1914.



5

Multiplicatrice directe de Léon Bollée, 1889.

vée de la «Thomas», mais électromécanique et réalisant les 4 opérations comme la calculatrice ! Il permet le 1^{er} test de comparaison électrique des nombres (capitale pour développer les ordinateurs) et conçoit leur représentation à virgule flottante pour IMC via 2 positions par nombre et un exposant. En 1937, Stibitz (*Bell Labs*) conçoit le 1^{er} additionneur binaire, combinant relais téléphoniques, système décimal-codé-binaire et **téléimprimeur**. Son IMC arithmétique et logique est réalisé en 1938: le «*Complex Number Calculator (CNC)*». En 1949, les *Bell Labs* effectuent le 1^{er} traitement à distance de données entre Hanovre (New Hampshire) et New York (330 km), avec le CNC et la ligne téléphonique. Auparavant, Zuse et Scheyer créent le «Z2», IMC

à relais fonctionnel et rapide (1939), puis le «Z3», 1^{er} calculateur universel programmable, avec programme d'entrée inscrit sur film photo perforé et le concept de Torrès de virgule flottante (1941). Le «*Harvard Mark 1*» d'Aiken et IBM (1944) est un calculateur électromécanique rapide et fiable, à rubans de papier perforé et commutateurs manuels.

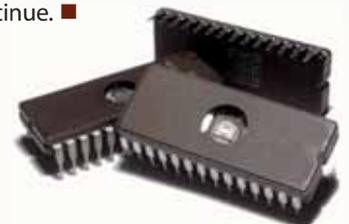
... ET ORDINATEURS

Dès 1936, la machine de Turing est le prototype idéal d'IMC logique théorique, accomplissant toute tâche, donc calculant tout nombre calculable par programme: concept clé en automatisation et informatique. En 1942, l'«*ABC*» ou «*Atanassoff Berry Computer*» est le 1^{er} IMC électronique expérimental non programmable, travaillant en binaire, fiable et utilisant la rapidité des lampes pour opérations arithmétiques et logiques. Eckert et Mauchly finissent l'«*ENIAC*» - «*Electronic Numerator, Integrator, Analyser and Computer*» - en 1946. Il comporte un compteur électronique, des mémoires pour stocker les résultats d'opérations en cours, des commutateurs manuels et un lecteur de cartes pour entrées, des lampes témoins (tubes électroniques) et des cartes pour sorties. Cet énorme IMC à haute vitesse de calcul est une réalisation électronique d'un calculateur électromécanique peu pratique et peu fiable, en base 10 et non programmable: comme sur un boulier, il faut introduire les opérations une à une ! Ce n'est donc pas un véritable ordinateur. L'«*EDVAC*» ou «*Electronic Discrete Variable Computer*», de l'Université de Princeton et von Neumann, est le prototype du 1^{er} ordinateur programmable, à vaste mémoire, unité de commande interne et logique binaire, imitant le cerveau humain («modèle de von Neumann»).

Le «*Manchester Mark 1*» de l'Université de Manchester (UK, 1948) est le 1^{er} véritable ordinateur ou IMC électronique programmable opérationnel, conçu, à l'instar de l'«*EDVAC*», en copiant le cerveau humain. L'architecture des ordinateurs est complète. Les suivants s'en démarqueront par raffinements technologiques et non par conception

différente: unité centrale de calcul (**CPU**), unités périphériques entrées - sorties, mémoire et programme. Les 1^{ers} ordinateurs commerciaux sont l'«*Univac*» (Remington Rand, 1951) et l'«*IBM 701*» (1952). Entre-temps, les *Bell Labs* inventent le transistor en 1947 et sortent le 1^{er} ordinateur de 2^e génération en 1956 («*TRADIC*»). Ses avantages sur les «lampes» sont divers: taille réduite, rapidité, fiabilité, sobriété, moindre échauffement. Le 1^{er} langage de programmation supérieur pour calculs et applications scientifiques est le «*FORTRAN*» (Backus, 1957).

En 1958, Kilby (*Texas Instruments*) invente la **puce électronique** et le **circuit intégré** (germanium - fils soudés), améliorés en 1959 par Noyce (silicium - pistes métalliques). Miniaturisant composants et circuits électroniques, ils lancent la 3^e génération d'ordinateurs dès 1964. On voit aussi la 1^{re} calculatrice électronique de bureau («*Anita*», *Bell Punch Co* - voir photo à gauche) et la fin de la production des gros IMC électromécaniques. En 1967, Kilby aboutit à la «*DataMath*», 1^{er} calculatrice (commercialisée par *Texas Instrument* en 1972). Vu son prix, sa maniabilité et son efficacité, elle remplace bientôt règles à calcul, petits IMC électromécaniques et tables de logarithmes. Apparaissent le **microprocesseur** (INTEL 4004-4 bits, 1971), les **micro-ordinateurs**, ordinateurs personnels (4^e génération, à microprocesseurs) et supercalculateurs de Cray. En 1985, le «*Cray-2*», le plus puissant IMC, utilise le calcul vectoriel. Les «*Cray*» stimulent la recherche en dynamique des fluides, océanographie, modélisation mathématique, prévision météo, etc. Les logiciels de calcul *Visicalc*, puis *Lotus 1-2-3*, *Multiplan* et *Excel* font de l'ordinateur un outil de travail pour l'ingénierie, l'industrie, le commerce... Dans les années 1990, l'«*ULSI*» («*Ultra Large Scale Integration*») réalise des puces à millions de composants (photo ci-dessous). Affluent ordinateurs portables, tablettes tactiles, GSM, montres et autres smartphones «intelligents» (avec micro-ordinateur miniature à **intelligence artificielle** et microcalculateur), etc. Les limites reculeraient encore avec les projets d'ordinateurs biologiques, optiques, quantiques... La course continue. ■



Pour en savoir plus:

- *Aventure de la machine à écrire & à calculer*, par M. Berdel, E&C, Montmorillon, 2009.
- *Dictionnaire des inventions & techniques*, par M.-E. Berthon, TEC & DOC, Paris, 2004.
- *Grandes inventions...*, 2 vol., par G. Messadié, Bordas, Paris, 1989.
- *Grandes inventions de l'humanité*, par M. Rival, Larousse, 2005.
- *Histoire des IMC*, par J. Marguin, Hermann, Paris, 1994.
- <http://www.artsetmetiers.net/pdf/DEPI-calcul.pdf>
- <http://www.physique.usherbrooke.ca/~afaribau/essai/navig.html>
- <http://www.larecherche.fr>



GLOSSAIRE

(BERDEL, 2009; BERTHON, 2004; Dictionnaire de l'information, 2008; FARIBAULT, s.d; LAROUSSE, 2013; MARGUIN, 1994; PEREZ, s.d)

| | |
|---|--|
| Bâtons, Bâtonnets ou Osselets de Neper («Napier's bones») | Disposition physique de la table de multiplication des chiffres de 1 à 9. Chacun est associé à la multiplication d'un des chiffres par tous les autres. 10 bâtons, numérotés de 0 à 9, portent les 9 premiers multiples de leur n° sur des carrés superposés. |
| Binaire | Numération binaire: a pour base le nombre 2 et n'a que 2 chiffres, 0 et 1. Système binaire: code binaire d'une machine n'utilisant que 2 symboles (1 = OUI et 0 = NON) correspondant aux 2 états d'un circuit ou d'une cellule électrique. |
| Calcul infinitésimal | Partie des mathématiques recouvrant principalement le calcul différentiel et le calcul intégral, fondée sur l'étude des infiniments petits et des limites. |
| Calculateur, Instrument ou Machine à Calcul (IMC) | Instrument ou machine de traitement de l'information effectuant automatiquement des opérations <i>numériques</i> , voire <i>logiques</i> ou analogiques. |
| Calculatrice | Petit <i>calculateur</i> effectuant automatiquement des opérations <i>numériques</i> . |
| Calculette | <i>Calculatrice</i> électronique <i>numérique</i> de poche, à <i>puces</i> et <i>circuits intégrés</i> , ordinaire ou scientifique. Chaque chiffre est une série de signaux électriques <i>binaires</i> . |
| Circuit intégré | Circuit électronique de quelques mm ² , à nombreux microcomposants passifs et actifs - résistances, transistors, condensateurs,... - interconnectés sur microplaquette semi-conductrice (silicium) par pistes en métal (voir <i>Puce</i>). |
| Informatique | (contraction d' <i>information</i> et <i>automatique</i>) Traitement automatique d'information; ensemble d'applications par matériels (<i>ordinateurs</i>) et logiciels (<i>programmes</i>). |
| Intelligence artificielle | Ensemble des théories et techniques pour réaliser des machines imitant le cerveau, automatisant les capacités humaines et permettant un dialogue selon un mode humain. |
| Logarithme (log) | (du grec <i>logos</i> , rapport, et <i>arithmos</i> , nombre) Fonction logarithme: fonction inverse de la fonction exponentielle: si $x = a^y$, $y = \log$ en base a de $x = \log_a x$. Log d'un nombre = exposant de ce nombre exprimé en puissance de 10: $\log 100 = \log 10^2 = 2$. |
| Logique (mathématique) | Théorie du raisonnement mathématique excluant matière et psychologie. |
| Mécanographie | (du grec <i>mékhanê</i> , machine, et <i>graphein</i> , écrire) Méthode de dépouillement, tri et/ou établissement de documents administratifs, comptables ou commerciaux, via utilisation de machines à <i>relais emc</i> traitant des cartes perforées. |
| Micro(-ordinateur) | <i>Ordinateur</i> construit autour d'une unité centrale («CPU») à <i>microprocesseur</i> , auquel on adjoint l'environnement logiciel (<i>programmes</i>) et matériel (écran, clavier, souris, imprimante,...) nécessaire au traitement complet de l'information. |
| Microprocesseur | <i>Processeur</i> («CPU») miniaturisé, à multiples composants électroniques sur 1 <i>circuit intégré</i> . |
| Numérique ou Digital | Se dit de la représentation d'informations ou grandeurs par des caractères tels que des chiffres ou des signaux à valeurs discrètes (variant de façon discontinue, par opposition à analogique, variant de façon continue). |
| Ordinateur (anglais: Computer) | (du latin <i>ordinator</i> , celui qui met en ordre, règle, ordonne) Machine automatique électronique de traitement de l'information, via <i>programmes</i> enregistrés (logiciels). Effectue calculs et opérations logiques en <i>binaire</i> et les enchaîne lui-même. |
| Processeur (informatique) («CPU») | (« <i>Central Processing Unit</i> ») Unité centrale d'un <i>ordinateur</i> capable d'interpréter et d'exécuter les <i>programmes</i> contenus dans la mémoire. Ex. unité de calcul. |
| Programme | Séquence de données et d'instructions (calculs, opérations <i>logiques</i> ,...) enregistrée en mémoire sur support et pouvant être traitée par <i>ordinateur</i> via <i>processeur</i> . |
| Puce (électronique) | Petite surface de matériau semi-conducteur (silicium,...) servant de substrat à 1 ou plusieurs <i>circuits intégrés</i> , comme dans un <i>microprocesseur</i> . Ensemble de microcomposants interconnectés pour réguler le passage du courant. |
| Règle à calcul(er) | IMC pour calculs rapides et approchés, fondé sur le calcul <i>logarithmique</i> , via graduations logarithmiques d'une règle à partie coulissante et curseur de lecture. |
| Relais électromécanique (emc) | Commutateur mécanique permettant, par action électromagnétique, d'ouvrir (1 = OUI) ou de fermer (0 = NON) un circuit électrique et d'appliquer le <i>binaire</i> à 1 IMC emc. |
| Téléimprimeur | Appareil émetteur et récepteur de télégraphie à clavier alphanumérique pour l'émission et assurant à la réception l'impression de caractères. |



L'ADN de...

Pierre BIHAIN

Sage-femme

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

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

Recto

16

Sage-femme, c'est une vocation depuis que vous êtes tout petit ? Comment l'idée d'exercer ce métier vous est-elle venue ? Plus jeune, j'avais entre autres comme hobby l'équitation et j'ai eu comme rêve d'un jour entrer dans la police montée. Puis, comme pas mal de jeunes garçons, j'ai rêvé de piloter des hélicoptères ou des avions. À la fin de mes humanités, j'ai aussi eu envie de faire médecine, mais finalement, en prenant en compte mes points forts et mes points faibles, j'ai choisi de m'orienter vers des études d'infirmier (méxico-sociales). C'est donc finalement assez tard que j'ai choisi ma voie mais avec comme envie, dès le début, de poursuivre par une spécialisation d'accoucheuse. À cette époque (1995), on ne parlait pas encore du titre de sage-femme (2007). La spécialisation d'accoucheuse m'a attiré dès que j'ai vu les programmes de cours. D'ailleurs, lorsque je me suis inscrit à Sainte-Julienne, j'ai demandé si un garçon pouvait la suivre car à ce moment-là, je savais que c'était ce métier-là que je voulais exercer.

Comment devient-on sage-femme ? La situation a changé à ce niveau-là. À l'heure actuelle, il est possible de faire un bac sage-femme après ses humanités (4 ans). Par contre, à mon époque, il fallait débiter par un graduat (3 ans) infirmier et puis poursuivre par une spécialisation d'accoucheuse (1 an).

Quel est votre parcours professionnel ? J'ai débuté à la Clinique Saint-Vincent de Rocourt (CHC) d'abord comme sage-femme en post-partum (hospitalisation après l'accouchement), au MIC (Maternity Intensive Care) ensuite avant de travailler en salle de naissance. En 2008, j'ai changé de site pour occuper le poste de sage-femme en chef à la maternité de la Clinique Saint-Joseph. Depuis janvier 2014, je suis revenu à Rocourt en qualité de sage-femme en chef du bloc accouchement.

Il y a encore très peu d'hommes qui exercent ce métier, comment cela s'explique-t-il selon vous ? Souhaiteriez-vous qu'un terme adapté aux deux genres soit «inventé» ? Je pense que cela s'explique par l'historique de la profession et par le fait que toujours actuellement, l'obstétrique au niveau du «nursing» reste du domaine féminin. Je ne souhaite pas qu'un nouveau

terme soit inventé mais par contre je trouverais ça bien que l'on puisse dire «un» sage-femme (normalement terme uniquement féminin).

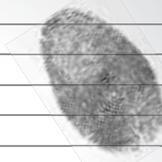
Quelle est votre journée-type ? Je n'ai pas vraiment de journée type. En tant que responsable, mon rôle se situe au niveau du management d'une équipe. Mes tâches: gérer les ressources humaines, aider l'équipe dans ses activités, réaliser et gérer l'horaire du personnel, gérer la répartition du travail pour les sages-femmes et les aides logistiques, contrôler leur activité, gérer les commandes de consommables (économat et pharmacie) et le matériel (commande en fonction des investissements, demande de réparation), organiser et participer à des réunions,...

Quelle est la plus grande difficulté rencontrée dans l'exercice de votre métier ? Être accepté en tant qu'homme par mes collègues féminines, surtout au début de ma carrière. Quand j'ai commencé à travailler en 1996, les différentes équipes du département obstétrique de la Clinique n'avaient jamais connu la présence d'un homme. J'avais donc le sentiment qu'il fallait être meilleur (qu'une femme) pour réussir. Non seulement il fallait que je fasse mes preuves en tant que sage-femme (compétences), mais aussi prouver que j'avais ma place en tant qu'homme sage-femme.

Quelle est votre plus grande réussite professionnelle jusqu'à ce jour ? D'avoir bousculé un petit peu les mentalités, d'avoir su m'imposer en tant qu'homme dans une profession presque exclusivement féminine et de connaître le plaisir de travailler avec des femmes. Être responsable de l'un des plus grands blocs accouchement de Belgique est également une belle réussite.

Quels conseils donneriez-vous à un jeune qui aurait envie de suivre vos traces ? Si c'est réellement ce qu'il a envie de faire, il ne doit surtout pas hésiter parce que c'est un métier très enrichissant. Maintenant, c'est une profession qui n'est pas particulièrement bien rémunérée malgré les responsabilités importantes qui lui incombent. Les horaires ne sont pas toujours évidents, il faut travailler les week-ends et en pauses. ■

NOM: **BIHAIN**
 PRÉNOM: **Pierre**
 ÂGE: **39 ans**
 ENFANTS: **2**



PROFESSION: **Sage-femme en chef du Bloc Accouchement de la Clinique Saint-Vincent (CHC) de Rocourt**

FORMATION: **Humanités scientifiques au Séminaire Saint-Joseph de Bastogne. Bachelier Infirmier puis bachelier sage-femme à l'Institut Sainte-Julienne (HELMO) de Liège. Master en Santé Publique - Orientation Gestion hospitalière à l'UCL.**

ADRESSE: **Clinique Saint-Vincent (CHC)
 Rue François Lefèbvre, 207 à 4000 Rocourt
 Tél.: 04/239 45 60**



Plus d'infos:

pierre.bihain@chc.be

<http://www.chc.be>

<http://www.steju.be>

<http://www.uclouvain.be>

Verso

Je vous offre une seconde vie, quel métier choisiriez-vous ? Je choisirais le même, sans hésiter !

Je vous offre un super pouvoir, ce serait lequel et qu'en feriez-vous ? Pouvoir voyager uniquement dans le passé et remonter jusqu'au temps zéro, s'il existe. Simplement dans le but de pouvoir mieux observer et connaître les événements du passé (la construction de l'univers,...). Pouvoir uniquement et simplement observer les choses en étant extérieur à celles-ci. En aucun cas n'avoir le pouvoir de modifier les choses. Par exemple, l'histoire de l'humanité, même si elle est jalonnée d'événements terribles, fait ce que nous sommes aujourd'hui. Modifier quelque chose à un moment donné, ce serait peut-être créer quelque chose de plus terrible plus tard.

Je vous offre un auditoire, quel cours donneriez-vous ? Je donnerais un cours d'astro-physique parce que cela voudrait dire que je suis compétent en la matière alors que ce n'est pas du tout le cas.

Je vous offre un laboratoire, vous plancheriez sur quoi en priorité ? L'élixir de jouvence pour ralentir les effets du vieillissement sur l'homme et ainsi augmenter son espérance de vie.

Je vous transforme en un objet du 21^e siècle, ce serait lequel et pourquoi ? Un robot de haute technologie ayant une apparence humaine.

Je vous offre un billet d'avion, vous iriez où et qu'y feriez-vous ? Aux États-Unis pour faire un circuit de New-York jusqu'à Los Angeles en passant par Washington... pour y visiter les lieux incontournables comme le grand Canyon, les chutes du Niagara,...

Je vous offre un face à face avec une grande personnalité du monde, qui rencontreriez-vous et pourquoi ? Barack Obama pour mieux connaître son parcours et comment on devient président des États-Unis en partant de «rien». ■



Quand *Cupidon* s'invite dans le *règne animal*...



Poseur le paon

Qui a dit qu'il fallait se pavaner pour séduire ? Le paon ! Avec la saison des pluies vient le temps des amours pour ce fier animal. Les mâles se dispersent et partent à la recherche d'un territoire à défendre. Ils s'installent dans un endroit stratégique où ils sont bien visibles et attendent qu'une paonne se montre à l'horizon pour commencer leur parade. Cette dernière consiste en plusieurs mouvements. Le mâle relève d'abord sa traîne pour faire la roue et tourne le dos à la femelle pour lui montrer son beau plumage coloré. Ensuite, il se dirige vers elle en faisant frémir ses plumes, ce qui s'accompagne d'un bruit très romantique qui n'est pas sans rappeler celui du vent dans les feuillages. Si la paonne est séduite par ce qu'elle voit, elle s'accroupit les ailes mi-ouvertes et ce sera pour le mâle le signe qu'il est parvenu à conquérir le cœur de sa dulcinée. Cela peut se produire jusqu'à 2 à 5 fois d'affilée avec des partenaires différentes.



Affamée: l'araignée

Quoi de plus charmant qu'une araignée ? Deux araignées qui s'accouplent peut-être... ou peut-être pas ! Il est de notoriété publique que la mante religieuse dévore le mâle lors de l'accouplement après l'avoir décapité, ce qui en fait, ne se produit que dans maximum 30% des cas. Et bien nos amis les arachnides ne sont pas beaucoup plus tendres et ne font pas non plus dans la dentelle. Chez certaines espèces, le mâle, dès qu'il atterrit dans la toile de sa promise, fait vibrer la soie en s'adonnant à un genre de danse. De cette façon, madame saura qu'il ne s'agit pas d'un moucheron ou autre insecte pouvant lui servir de déjeuner. Mais une fois fécondée, la femelle est prise d'une fringale incontrôlable et finit quand-même souvent par dévorer le mâle. À moins qu'il n'ait apporté à cette dernière une proie emballée de soie pour la distraire pendant qu'il prend la poudre d'escampettes. Voilà qui ne laisse pas indifférent !



Resquilleur le cerf



Pour le cerf, tout se fait à la force de la voix ou presque. En période des amours, il choisit un emplacement stratégique, par exemple une clairière, s'y installe parfois pour plusieurs nuits et brame pour décourager tous les adversaires alentours et attirer sa belle. Souvent, il triche et descend son larynx au fond de la gorge. De la sorte, il émet des sons plus graves qui le font paraître plus gros qu'il n'est en réalité. Si toutefois un concurrent a l'audace de chasser sur le même territoire, la bataille continue aux bois et le vainqueur gagne le cœur de la jolie biche.

Chez les animaux, l'instinct de survie est très développé, non seulement la survie au sens de l'individu ou du troupeau mais aussi la survie de l'espèce. Souvent, ce sont les mâles qui font le premier pas: leur leitmotiv est la reproduction. Pour cela, ils doivent montrer à leur galante qu'ils «assurent» et qu'avec eux, c'est «progéniture de haute qualité» garantie. Tous les moyens sont bons pour parvenir à leurs fins: chant, danse, défilé ou démonstration de force. Quand on y réfléchit, est-ce finalement si différent de l'art du flirt chez les humains ? À vous de juger !

Texte : Virginie CHANTRY • virginie.chantry@gmail.com

Photos: P. HANSELAER/Flick'r (p.18), D. DANIELS (p.18), © J. ROBINSON/Flick'r (p.19), Dritz92/Flick'r (p.19), Ivana M./Flick'r (p.19), G. SADET (p.20), J. Taylor/Flick'r (p.20), M. Sale/Flick'r (p.20), © 2005 N. WU (p.21)

Ce puissant et robuste animal, que l'on appelle aussi «boeuf d'Asie» et qui vit sur les hauts plateaux de l'Himalaya, est grégaire: les femelles et les petits vivent en harde d'un côté, les jeunes mâles en petits groupes de l'autre. Quant aux vieux mâles, ils préfèrent la solitude. Quand débute la période des amours, les jeunes mâles rejoignent les troupes de femelles. Ils possèdent un organe olfactif dans la mâchoire supérieure qui leur permet de sentir si une femelle est fertile. Ils se livrent alors à de violents combats pour remporter les égards de la «nak» ou «dri» avec qui le vainqueur pourra ensuite s'accoupler. Neuf mois plus tard, la femelle donne naissance à un petit qui restera à ses côtés pendant un an.



le yack

Détecteur de fertilité

Mieux connu sous le nom «d'abeille charpentière», le xylocope est un butineur solitaire, contrairement à sa cousine l'abeille. Les mâles se livrent entre eux à des courses de vitesse dans le seul but de se faire remarquer par les femelles et ce, parfois au péril de leur vie (imaginez s'ils rencontrent une fenêtre fermée). Le rôle du mâle se limite à la fécondation: tout le reste est assumé par la courageuse future maman. Ses mâchoires

bien développées lui permettent de creuser le bois sec et dégradé pour nidifier. À partir d'une seule entrée, la femelle xylocope creuse plusieurs artères parallèles. Chaque galerie de maximum 30 cm de long est divisée en cellules séparées par de la sciure de bois amalgamée avec de la salive. Dans chacune de ces cellules, la femelle dépose un œuf ainsi que du nectar et du pollen qui serviront de nourriture à la larve.



Ébéniste

le xylocope

Quand on imagine un kangourou, on l'accoutre souvent d'une paire de gants de boxe: dans les dessins animés, cet ami sur ressorts est costaud et combat sur les rings. La réalité n'est en fait pas très loin de la fiction. Le mâle a bel et bien des biceps développés dont il se sert pour lutter contre ses congénères. Quand 2 mâles s'affrontent, ils se saisissent mutuellement par les bras dans le but de se donner des coups de pattes tout en se stabilisant à l'aide de leur queue. Le gagnant obtient les faveurs de la dame, celle-ci étant instinctivement attirée par celui qui a les plus gros bras. Qui l'eut cru ?

Athlétique le kangourou gris



? Le saviez-vous ?

Voilà déjà le mois de février ! Le printemps approche et avec lui, le temps des amours. Qui dit «amour» dit «fête des amoureux» et bien entendu, «Saint-Valentin». Le premier Valentin relaté dans l'histoire était un prêtre mort en martyr un 14 février, vers 270. Il fut décapité par les Romains pour avoir secrètement célébré des mariages alors que l'empereur Claude II l'avait interdit. Ce dernier trouvait que les hommes mariés faisaient de mauvais soldats, rechignant à quitter femmes et enfants. Avant sa mort, Valentin, qui se prit d'amitié pour la fille de son geôlier, lui aurait rendu la vue. Juste avant de mourir et parce qu'elle avait pris soin de lui, il lui offrit des feuilles en forme de cœur avec l'inscription «ton Valentin». Depuis, le 14 février est devenu le jour des amoureux. Cependant, selon une croyance médiévale européenne, ce jour était également connu pour être le premier jour d'accouplement des oiseaux.

le flamant rose

Nageur synchronisé

Ce qui prime chez cet oiseau perché sur des échasses, c'est l'attrait de l'œil: la femelle est plus facilement attirée par un mâle coloré. Et cette couleur rosée, il la doit à son alimentation composée essentiellement d'invertébrés aquatiques qu'il trouve dans les eaux peu profondes dans lesquelles il vit. Les crevettes par exemple contiennent des caroténoïdes qui stimulent la synthèse d'anticorps. Les flamants bien rosés donneront donc une descendance plus résistante. La parade amoureuse se décrit en plusieurs phases. D'abord en groupe, les flamants marchent, tournent la tête et ouvrent brusquement leurs ailes. Ils poussent ensuite des cris rauques en étirant leur cou pour finir par des exercices d'assouplissement et des soins du plumage. Pendant ce rituel de groupe, les couples se forment discrètement et la danse continue à deux jusqu'à la recherche d'un peu d'intimité. Peut-être peut-on y voir une similitude avec l'être humain, qui aime souvent séduire sur le *dance floor* à coups de déhanchés... Lors de la dernière étape, les flamants d'un couple font semblant de se nourrir l'un l'autre, jusqu'à ce que la femelle plonge la tête dans l'eau, ce qui est le signe de son acceptation du mâle comme partenaire. Une colonie peut compter jusqu'à 20 000 couples qui resteront soudés pendant toute la saison de reproduction.



Uni le zèbre

Cet équidé que l'on trouve essentiellement en Afrique vit en famille. Une famille est composée de 2 à 6 zébrilles et leurs zébreaux, hiérarchisés selon l'âge, et d'un mâle dominant, plusieurs familles pouvant se rassembler en troupeau. Le degré d'affinité entre zèbres est étroitement lié au toilettage mutuel au cours duquel ils se grattent le dos et l'encolure. Pour tâter le terrain avec la zébrille, le mâle l'approche doucement, la renifle et lui lèche le flanc. Si elle n'est pas d'accord, elle répond par des coups de sabots sinon elle se laisse faire. La période de gestation dure un an au bout duquel la zébrille donne naissance à un petit ou, rarement, à des jumeaux. Encore une fois, le mâle dominant doit prouver sa bravoure en se battant contre ses congénères, pour garder intacte sa famille et son rang au sein de cette dernière. Si le chef de famille venait à être remplacé, les autres membres, tellement attachés les uns aux autres, ne se sépareraient pas.



Cet oiseau coureur, qui n'est pas sans rappeler l'autruche, vit dans les plaines sèches, notamment d'Amérique du Sud. Quand vient l'été austral, les femelles forment de petits groupes et les mâles partent à la conquête d'un territoire qu'ils se disputent à coups de pattes et de morsures. Le vainqueur s'y installe et construit un nid en creusant dans le sol. À l'aide de sauts, de saluts et de postures étranges, il tente d'attirer plusieurs femelles, au maximum une dizaine, qui viendront tour à tour pondre dans son nid. Il les chasse ensuite pour couvrir lui-même les œufs fécondés et s'occuper de sa progéniture pendant environ 6 mois. Inspirant, non ?

Papa poule

le nandou



Les ondes sonores émises par le mâle et le chant qu'elles constituent font partie du rituel de séduction chez la baleine. La femelle peut ainsi repérer un partenaire potentiel à plusieurs dizaines de km à la

ronde. Si plusieurs prétendants sont en compétition, elle nage d'abord en leur compagnie à tous, joueuse et séductrice à souhait. Les mâles tentent au mieux de la conquérir en lui montrant leurs talents: figures aquatiques, sauts et parfois affrontements violents. Après quelques heures, voire quelques jours, elle finit par en choisir un et s'éloigne avec lui pour entamer une longue promenade aquatique et romantique à ses côtés.



la baleine tombeuse

le jardinier satiné

Ce petit oiseau australien ne lésine pas sur les moyens pour séduire sa promise: il construit avec des brindilles ce que l'on appelle un «berceau». Mais cela se rapproche plus de l'œuvre d'art que du simple abri. Il en décore minutieusement l'extérieur avec toutes sortes d'objets trouvés dans la nature comme des fleurs, des plumes ou des morceaux de coquille. De plus, il peint l'intérieur à l'aide d'une préparation bleutée composée de salive et de baies écrasées: cette couleur est celle de son plumage et semble attirer la femelle. Celle qui trouvera cette construction a son goût choisira l'artiste comme élu de son cœur et aura même tendance à revenir vers lui à chaque saison des amours. Quant au berceau de son cousin, le jardinier à nuque rose, il est composé, sur 60 cm, de 2 parois verticales et d'une plate-forme à une extrémité. Le sol de cette structure est recouvert de cailloux et de coquillages. Petit plus très malin: les «pavés» sont disposés par l'oiseau de telle sorte que les plus gros sont au fond et les plus petits à l'avant. Il y a donc un gradient de taille et le mâle, lorsqu'il attend une conquête sur la terrasse, est mis en valeur par ce bel effet de perspective.



Emblème du Guatemala qui a donné son nom à la monnaie locale, le quetzal est un oiseau aux couleurs resplendissantes qui vit en Amérique centrale. La légende dit de lui qu'il a voulu devenir roi et qu'à cet effet, il a volé les plus belles plumes de tous les autres oiseaux. Comme il se sert de ses plumes, qui font sa beauté, pour recouvrir son nid et protéger sa progéniture, il était considéré par le peuple maya, entre autres, comme un animal sacré. Ils voyaient en ce geste le sacrifice du dieu créateur, Quetzalcoatl, le «serpent à plumes». La parade du mâle vise à mettre en valeur ces longues plumes colorées lors de diverses acrobaties aériennes au cours desquelles il vole vers le ciel et plonge ensuite brusquement vers le sol faisant ainsi onduler sa jolie queue. Si la femelle est séduite, elle imite ses figures aériennes. Le couple monogame creuse ensuite, dans le bois pourri d'un arbre, un nid qu'il utilisera chaque année. Malheureusement, la déforestation menace cette espèce en voie de disparition.

Éclatant le quetzal



Voilà quelques parades amoureuses animales qui pourraient bien inspirer certains de nos congénères... Après un tri bien entendu, les combats de boxe et autres luttes viriles étant à proscrire. Mais vous, quel genre de séducteur êtes-vous ? Plutôt un tombeur ou un poseur ? Brillez-vous par votre ingéniosité ou vos talents pour la danse ? En tout cas, nous pouvons dormir tranquilles: la pérennité des espèces animales est assurée ! Au fait, aviez-vous remarqué que les caractéristiques des animaux cités forment l'acrostiche de «parade nuptiale» ? Bonne Saint-Valentin à tous !

(Les références bibliographiques sont disponibles auprès de virginie.chantry@gmail.com).

Architecte la loutre d'Europe



Chez ces mignonnes créatures hydrophiles, mâles et femelles vivent la plupart du temps séparés. Avant l'accouplement, qui aura lieu sous l'eau, la femelle construit une tanière souterraine, appelée «catiche», dans le creux d'un arbre ou la faille d'un rocher. Elle lui servira de foyer en attendant la venue de ses loutrons et ensuite leur sevrage. Cet abri possède une chambre et 2 entrées, l'une sous l'eau et l'autre en surface, sur la terre ferme. L'intérieur est composé d'herbes, de roseaux et de mousse. Le mâle qui a jeté son dévolu sur la femelle rôde près de la catiche et parfois même, inspecte cette dernière. Après une possible période de refus de la femelle suivent des jeux amoureux divers: le couple pousse des cris aigus, joue à cache-cache, roule sur le sol ou fait quelques brasses. Si le mâle et la femelle s'habituent trop l'un à l'autre, les jeux vont prendre le dessus sur la séduction et la rencontre restera inféconde.

Lascive la demoiselle

Dans la vie des demoiselles, le mâle (je vous assure que le mâle demoiselle existe bel et bien) règne sur un territoire bien défini le long d'un cours d'eau. Si une femelle pénètre dans son fief, il lui vole autour pour tester l'alchimie qui existe entre eux. Il lui présente également son abdomen pour être reconnu comme un membre de la même espèce, la confusion étant possible vu le nombre d'insectes similaires (par exemple la libellule). S'il réussit le test et que le courant passe entre eux, ils entament un vol en tandem pendant lequel ils s'arrirent l'un à l'autre et s'accouplent en formant un cœur avec leur corps. Ils descendent ensuite se poser sur une plante aquatique pour que la femelle puisse y pondre ses œufs.





Les meilleures applis pour tablettes

22

Texte: **Christian VANDEN BERGHEN** • cvb@easi-ie.com • <http://www.easi-ie.com>
http://www.twitter.com/easi_ie • <http://www.inventerlefutur.eu>
<https://www.facebook.com/EASI.expertsduWeb> • Skype: **christot**

Illustrations: **O. SAIVE/ Cartoonbase**

Il y a quelques mois, nous avons consacré un article à l'iPad et autres tablettes. Le Père Noël a eu la bonne idée d'en offrir à de nombreux enfants sages et à leurs parents. Nous avons donc pensé qu'il serait utile de présenter une sélection d'applications susceptibles d'intéresser les lecteurs d'*Athena*. Cette sélection est bien évidemment subjective et pourrait être infiniment plus large. Elle a au moins le mérite d'exister...

Pour installer des applications, qu'il s'agisse d'une tablette *Apple* ou d'un modèle *Android*, le principe est toujours le même: il faut se rendre dans le magasin (*store*) en cliquant sur l'icône *ad hoc* installée par défaut. Un champ de recherche permet d'y trouver des milliers d'applications. La procédure d'installation est simple et clairement indiquée dans le *store*.

Toutes ne sont pas gratuites. Et souvent, celles qui le sont ne sont que des versions bridées de versions payantes. Nous ne signalons le prix des applications payantes que de manière

indicative car des variations sont fréquentes. Certaines applications sont même offertes certains jours.

De même, nous n'indiquons pas systématiquement si les applications fonctionnent sur *Apple* ou *Android* parce que c'est le plus souvent le cas. Et si ce n'est pas, c'est sans doute une question de jours ou de semaines.

LES APPLICATIONS DE BASE

Une tablette est rarement utilisée seule. La plupart du temps, elle est associée à un ordinateur et/ou un smartphone. Beaucoup d'entre nous fonctionnons avec un PC équipé de *Windows*, un smartphone *Android* et une tablette *Apple*. Il est donc essentiel d'utili-

ser des applications qui permettent une synchronisation simple et rapide, sans devoir connecter tous les appareils au moyen de fils. En d'autres termes, il est préférable de privilégier les applications multiplateformes.

Ceux qui utilisent *Gmail* pour leur courrier électronique n'auront aucun problème pour connecter leur tablette *Android* à leur compte puisqu'on est dans l'environnement *Google*. Dès l'allumage, *Android* vous prend par la main et règle la connexion en quelques étapes. La connexion est à peine plus compliquée avec un *iPad*. Dans ce cas, il faut cliquer sur l'icône «Réglages», puis sur «Mail, Contact, Calendrier» et ensuite, «Ajouter un compte». Choisissez l'icône de *Google*, *Outlook* ou autre selon l'outil que vous utilisez sur votre ordinateur. Cette procédure permettra de synchroniser le courrier, les contacts et l'agenda en quelques minutes.

1 Calendrier

L'application «Calendrier» de l'iPad est des plus basiques. Nous lui proposons plusieurs alternatives:

Calendars 5 (6,99 euros)

De loin supérieur au calendrier de base fourni par Apple, *Calendars* est aussi un gestionnaire de tâches.

CalenMob (version gratuite et payante à 5,99 euros)

Ce calendrier ressemble comme deux gouttes d'eau à celui que propose Google en ligne. La première synchronisation ne demande que quelques minutes. Les suivantes sont quasi instantanées.

N'oubliez pas de demander l'affichage du ou des calendriers de votre choix. Généralement, cela se fait en cliquant sur l'icône qui se trouve tout en haut à gauche des applications.



🌐 Navigateur

Le navigateur par défaut de l'iPad est Safari. Celui des tablettes Android dépend de la marque. Dans les 2 cas, nous vous recommandons deux autres navigateurs.

Google (gratuit)

Le navigateur de Google peut être commandé par la voix. Il affiche également la météo et les itinéraires en fonction de vos rendez-vous et de l'endroit où vous vous trouvez.

Dolphin (gratuit)

Dolphin est un navigateur peu connu et pourtant extrêmement efficace et doté de fonctionnalités intéressantes comme par exemple, l'envoi de l'adresse de la page web visitée vers un autre appareil (téléphone ou ordinateur), la publication sur Facebook et Twitter, l'envoi vers Evernote ou par email. À tester !

✉ Email

Là encore, les applications d'origine sont assez pauvres. Si vous utilisez Gmail, utilisez l'application éponyme gratuite. Mais il y en a bien d'autres comme:

Mailbox (gratuit)

Cette application simplifie la gestion des emails en regroupant tous les comptes Gmail en un seul.

Safe Gmail (gratuit et version payante)

Si vous souhaitez une boîte mail mieux protégée que ce que l'application native propose, cette application devrait vous rassurer.

DES APPLICATIONS POUR COMMUNIQUER

Une tablette n'est pas un smartphone, mais la frontière entre les appareils tend à s'estomper. C'est pourquoi la tablette est de plus en plus souvent utilisée pour communiquer. Voici 3 applications intéressantes:

Whatsapp (gratuit)

Whatsapp est un des services de messagerie instantanée les plus utilisés par les internautes (400 millions d'utilisateurs dans le monde). Il vous permet d'échanger des messages sans

avoir à payer vos SMS. Cette application permet de créer des groupes de discussion, d'envoyer des images, des vidéos et des messages audio.

Viber (gratuit)

Viber est une application qui permet de passer des appels gratuitement entre utilisateurs. Il est également possible d'envoyer des messages textes et des photos.

Skype (gratuit)

Retrouvez sur votre tablette le plaisir que vous connaissiez déjà sur votre ordinateur de téléphoner gratuitement. La caméra de votre tablette permet évidemment des échanges visuels.

DES APPLICATIONS DE STREAMING

Vous avez des films, de la musique ou de la vidéo sur votre ordinateur et vous aimeriez en profiter sur votre tablette ? Rien de plus simple avec les applications de streaming. Leur utilisation se fait en 2 étapes: il s'agit d'installer l'application sur la tablette et sur l'ordinateur sur lequel se trouvent vos fichiers multimédias.

Pour que cela fonctionne, il faut évidemment que l'ordinateur et la tablette soient branchés sur le même réseau wifi !





24

Qui aurait cru que nos ordinateurs allaient se miniaturiser à ce point... à peine plus grands qu'un paquet de mouchoirs ! Et les évolutions en matière d'applications progressent tout aussi vite que les tablettes elles-mêmes. Rien que sur l'App Store d'Apple, il existe plus d'un million d'applications à télécharger ! Il y en a pour absolument tous les goûts : prise de notes, encyclopédies, cours de langue, calculatrices, compteurs de calories, entraînements sportifs, réseaux sociaux, photographie, ... Vous n'en trouverez certes qu'un petit échantillon ici, mais qui vous seront extrêmement utiles ! À vos téléchargements !

Air Playit HD (gratuit)

Cette formidable application s'installe et se paramètre en quelques minutes. Son gros avantage est qu'elle peut servir de serveur afin de pouvoir lire vos fichiers même lorsque vous n'êtes plus connecté. Dans ce cas, les fichiers de votre choix sont téléchargés sur la tablette.

Air Video (2,69 euros)

Certes, cette application est payante, mais elle présente l'avantage de jouer en streaming les achats de fichiers multimédias effectués sur iTunes.

DES APPLICATIONS POUR WIKIPEDIA

La consultation de *Wikipedia* sur une tablette constitue une des pratiques les plus courantes pour la plupart d'entre nous. Il est évidemment possible d'utiliser le navigateur pour consulter le site de l'encyclopédie, mais des applications rendent son utilisation tellement plus agréable qu'il serait dommage de s'en priver. Ces 2 applications se valent et ne diffèrent que par des détails.

Wikipanion (gratuit)

La version payante à 4,99 euros n'apporte pas grand-chose de plus.

Wikipedia (gratuit)

Ceci est l'application « officielle » de l'encyclopédie.

Si vous disposez de la 3G ou d'une connexion wifi, vous pouvez utiliser la géolocalisation pour découvrir des articles consacrés aux points d'intérêt qui vous entourent. Vous pouvez par ailleurs envoyer des adresses d'articles par email, placer des signets, etc.

DES APPLICATIONS POUR CALCULER

Si la calculette intégrée dans votre smartphone ne répond pas à l'ensemble de vos besoins, pourquoi ne pas installer une des applications suivantes sur votre tablette ?

MyScript Calculator (gratuit - pour iPad)

Cette application permet d'écrire les opérations, avec le doigt ou un stylet. Elle reconnaît parfaitement l'écriture manuscrite. Magique !

handyCalc Calculator (gratuit - pour Android)

Cette formidable application de calcul scientifique fait aussi office de convertisseur d'unité.

DES APPLICATIONS POUR NOTER ET ÉCRIRE

Il suffit de se rendre dans un amphithéâtre ou de participer à une réunion pour constater que la tablette est devenue l'outil de prise de note favori. De très nombreuses applications gratuites sont à votre disposition. En voici 2 :

Notability (2,69 euros)

Voici une formidable application de prise de notes qui donne presque l'illusion du papier tellement l'écriture est fluide. Elle permet de combiner la prise de notes au clavier ou à la main (à l'aide d'un stylet vendu séparément) et le

dessin. Le «papier» est proposé en plusieurs couleurs, ligné, quadrillé ou uni. Les notes peuvent être sauvées sous différents formats, dont le PDF, avant d'être envoyées par email ou synchronisées avec un service de *cloud computing* comme *DropBox*. Cette application vaut largement son prix (qui est d'ailleurs fort variable selon des critères mystérieux).

Penultimate (gratuit)

Cette application est davantage utilisée pour dessiner que pour écrire. Mais elle se révèle idéale lorsqu'il s'agit de dessiner rapidement un croquis qu'il est ensuite possible d'envoyer par email.

DES APPLICATIONS POUR LIRE

Il n'est pas nécessaire de posséder une liseuse *Kindle* si vous avez la chance d'avoir une tablette puisqu'il existe une application gratuite permettant de lire les livres sur les tablettes *Apple* et *Android*.

→ Comment cela fonctionne-t-il ?

C'est tout simple: soit vous recherchez des ouvrages sur *Amazon* et vous demandez que vos commandes soient envoyées sur votre tablette. Soit vous souhaitez lire des documents PDF ou *ePub* que vous avez créés vous-même et vous les envoyez vers *Kindle* pour les utiliser ensuite sur votre tablette. Dans ce cas, il suffit de créer une adresse email spéciale pour envoyer vos documents. La procédure est décrite très clairement sur le site d'*Amazon* à l'adresse <http://goo.gl/lv7iLo>. *Amazon* vous offre 5GB d'espace de stockage pour vos fichiers personnels.

Tous les livres (surtout en français) ne sont pas disponibles sur *Kindle*. Les livres au format électronique sont toujours moins chers. De très nombreux classiques sont gratuits sur le site d'*Amazon*. Vous les trouverez sur la page <http://goo.gl/dtWlJu>.

Plusieurs sites et/ou newsletters annoncent les baisses de prix de certains livres et même leur gratuité (parfois momentanée). Il suffit de lancer une recherche dans un moteur de recherche sur une requête de type: «ebooks gratuits».

Les tablettes *Apple* fournissent d'origine une application gratuite appelée *iBooks*. Elle est fort intéressante car elle permet d'annoter et de surligner le texte, mais aussi de l'envoyer par email ou vers les réseaux sociaux.

DES APPLICATIONS DE CARTES MENTALES

Les programmes de cartes mentales pour ordinateur proposent généralement une application pour les tablettes. Mais il existe aussi des applications spécifiques, toutes payantes. En voici 2 particulièrement intéressantes:

iThoughtsHD (9,99 euros)

Cette application permet d'exporter des cartes vers d'autres applications, dont *FreeMind*, *NovaMind*, *XMind*, *Mindmanager*, *iMindmap* et *Mindview*. Elles peuvent ensuite être retravaillées plus facilement sur un ordinateur. Il est également possible de synchroniser ses cartes avec *Dropbox* ou *Box.net*.

iMindMap Mobile Pro (3,99 euros)

Cette application, inspirée directement des principes de Tony Buzan, permet de dessiner des cartes qui ressemblent à celles qui ont été réalisées «à la main».

DES APPLICATIONS EN VRAC

Duolingo (gratuit)

Vous souhaitez apprendre une langue étrangère ? *Duolingo* est fait pour vous. L'effort d'acquisition est progressif et adapté au temps dont vous disposez.

Google Earth (gratuit)

Bien évidemment, *Google Earth* propose son application et elle est tout simplement géniale. L'utilisation des doigts pour voyager, zoomer, retourner la rend encore plus agréable à utiliser que sur un ordinateur.

Life (gratuit)

La légendaire collection de photos du magazine de reportage *Life* est désormais disponible en haute définition pour votre tablette. Une prodigieuse remontée dans le temps.

Ted (gratuit)

Le principal intérêt est que chacun y trouve de quoi apaiser sa soif de savoir. Ces conférences de haut niveau en libre accès, souvent sous-titrées, abordent tous les domaines des sciences (au sens le plus large du terme).

Flipboard (gratuit)

Cette superbe application permet de feuilleter, littéralement comme un livre, des milliers de pages contenant des articles ou des photos provenant de plusieurs centaines de sources.

Newsify (gratuit)

Lisez vos flux RSS préférés dans un format *newspaper* adapté à l'*iPad*. Synchronisé avec un agrégateur de flux RSS (*Feedly* par exemple), *Newsify* organise vos articles de blogs ou de sites de façon tout à fait adaptée au format de la tablette et en fonction de vos catégories.

Si l'on en croit les chiffres revendiqués par *Apple*, il y aurait plus d'un million d'applications à télécharger sur l'*App Store*. Notre petite sélection peut sembler bien insignifiante, mais nous les avons toutes testées, triturées et parfois... désinstallées. À vous de jouer maintenant ! ■



Face à

Rackham Le Rouge

Les populations d'amphibiens sont en régression, à telle enseigne que des espèces sont menacées. Une des causes du phénomène est l'introduction de poissons dans les mares et étangs. Au cours d'une expérience récente, des chercheurs de l'Université de Liège ont étudié expérimentalement comment la présence d'un poisson rouge dans un aquarium spécialement aménagé peut influencer sur les comportements de reproduction des tritons...

26



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

Photos: **LadyDragonfly**/Flickr'r (p.26), **M. REINBOLD**/Flickr'r (p.26),

M. DENOËL (p.27), **J. AIHARTZA**/Wikimedia (p.28), **E. PEARCE**/Flickr'r (p.29)

Les temps sont durs pour les amphibiens ! Leur déclin planétaire est une réalité incontestable qui menace certaines espèces de disparition. S'additionnant les unes aux autres selon diverses combinaisons façonnées par les caractéristiques propres à chaque région concernée, plusieurs causes expliquent le phénomène. L'une des principales est sans nul doute la disparition des habitats. Le territoire recèle de moins en moins de mares et d'étangs susceptibles de servir de sites de reproduction. En milieu agricole, les cultures intensives et le drainage des terres y sont pour beaucoup. La déforestation doit également être pointée du doigt, car la reproduction et l'alimentation de certaines espèces, telles les salamandres, s'en trouvent affectées. L'urbanisation croissante joue aussi un rôle non négligeable dans la disparition des habitats.

En outre, leur fragmentation se révèle délétère. Quant à la pollution, en particulier celle qui découle de l'utilisation d'engrais et de pesticides, elle est très néfaste pour les amphibiens; leur peau, perméable chez la majorité des espèces, contribuant à assurer leur fonction respiratoire.

Bien qu'elle puisse paraître anecdotique à première vue, une autre cause importante de la raréfaction, voire de l'extinction de certaines populations d'amphibiens, est l'introduction de poissons dans le milieu naturel. Comme le souligne le docteur Mathieu Denoël, chercheur qualifié du FNRS au sein du *Laboratoire d'éthologie des poissons et amphibiens* de l'Université de Liège (ULg), l'introduction d'espèces exotiques dans l'environnement naturel représente d'ailleurs une des causes majeures de la perte globale de biodiversité dans le monde.



Dans quelles circonstances l'homme devient-il l'instigateur de l'arrivée de poissons dans les mares ou dans les étangs qui en étaient dépourvus ? Tantôt ce sont des considérations esthétiques : à ses yeux, le poisson rouge ou d'autres espèces voyantes «coloreront» à bon escient le milieu naturel. Tantôt il désire doter une mare ou un étang d'un nouvel animal de compagnie. Tantôt encore, il voudra pallier ce qu'il estime être l'absence ou l'insuffisance de biodiversité d'un milieu naturel. À cela s'ajoute le rejet de poissons par des pêcheurs ou leur introduction, en vue d'activités de pêche, dans des étangs dont ils étaient absents jusque-là ou qui auraient pu accueillir des amphibiens. *«Le plus souvent, c'est un manque d'information qui amène les gens à agir de façon inadéquate, commente Mathieu Denoël. Il n'en reste pas moins que les amphibiens sont confrontés à une nouvelle menace. Dans nombre de cas, ils disparaissent de leur milieu naturel; dans d'autres, ils parviennent à s'y maintenir grâce à des stratégies anti-prédatrices.»*

L'ENTRÉE DES ARTISTES

Avant que l'intervention de facteurs anthropiques ne perturbe leur mode de vie, les amphibiens occupaient des mares, des étangs ou des lacs exempts de poissons. Ils ne durent donc pas y développer de stratégies de cohabitation. *«Dans la mesure où il apparaît qu'il peut parfois y avoir coexistence dans le milieu naturel entre poissons et amphibiens, il était intéressant d'essayer de comprendre comment les espèces natives réagissent sur le plan comportemental face aux espèces introduites»,* fait remar-

quer Laurane Winandy, aspirante FNRS au sein du *Laboratoire d'éthologie des poissons et amphibiens*.

C'est ici que le Triton alpestre (*Ichthyosaura alpestris*) et le poisson rouge (*Carassius auratus*) entrent en scène. Avant de décrire la trame de la pièce, présentons d'abord les acteurs. Les tritons sont des amphibiens menant une vie terrestre la majeure partie de l'année. Ils hibernent tout l'hiver mais quand vient le réchauffement printanier, sonne l'heure de la reproduction. Celle-ci, qui a lieu principalement durant cette saison, se passe en milieu aquatique. Le triton gagne une mare et y demeure pendant toute la «période des amours». En cela, il se distingue d'autres amphibiens, tels les crapauds et les grenouilles, qui n'y restent le plus souvent que pour une courte période. *«Chez les crapauds, la coexistence avec les poissons est plus fréquente car leurs têtards sécrètent une toxine qui les préserve de la prédation»,* rapporte Laurane Winandy.

En Belgique, on recense 4 espèces de tritons, la plus menacée étant le Triton crêté, lequel a perdu une grande proportion de ses populations sur le sol wallon au cours des dernières décennies. Le Triton alpestre, lui, est plus tolérant, mais ses populations sont aussi en déclin. Découvert au 18^e siècle dans les Alpes autrichiennes - d'où son nom -, il est en fait répandu jusqu'au bord des mers, en Belgique et ailleurs.

«Comme la plupart des espèces animales, les tritons occupent une place le long de

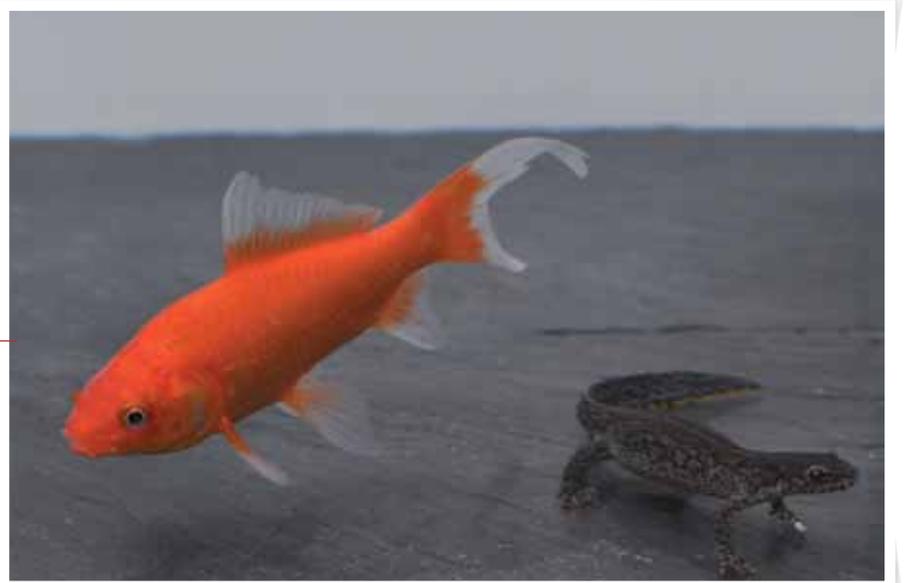
la chaîne trophique (1), précise Mathieu Denoël. Ils servent de relais entre les écosystèmes aquatiques et les écosystèmes terrestres, notamment en effectuant des transferts d'énergie et en se nourrissant de petits invertébrés (moustiques, vers de vase...). De la sorte, ils participent à la régulation des populations naturelles d'autres espèces. Ils sont au cœur d'un équilibre qui s'est construit évolutivement sur de longues périodes. Or, cet équilibre se trouve altéré. Pour l'heure, on ignore cependant le résultat final de la disparition d'une espèce sur les écosystèmes.»

Venons-en au second acteur : le poisson rouge de l'espèce *Carassius auratus*. D'une taille pouvant dépasser les 20 cm en milieu naturel - il souffre de nanisme dans les aquariums -, ce poisson habituellement utilisé à des fins ornementales ne peut manger des tritons adultes (2) en raison de la largeur insuffisante de sa bouche. En revanche, il en consomme les œufs et les larves. Il s'agit de l'espèce ornementale la plus régulièrement introduite dans les mares et les étangs. Très résistante aux hivers froids, elle s'adapte aisément à ces milieux.

PLUTÔT DANS LA CHAMBRE

La pièce peut maintenant être jouée. Point de départ : de nombreuses études réalisées dans différents environnements naturels, avec ou sans poissons rouges,

Le poisson rouge ne peut manger les tritons adultes en raison de la largeur insuffisante de sa bouche. En revanche, il en consomme les œufs et les larves. De nombreuses études ont montré que la présence de tels poissons, fussent-ils de petite taille, entraînait un déclin des populations d'amphibiens.





En période nuptiale, les mâles acquièrent des couleurs encore plus visibles et une petite crête le long du corps. Pour se reproduire, chaque mâle se poste devant une femelle en lui exhibant ses couleurs et ondule la queue de manière à lui envoyer une substance qui l'attire et la séduit. Si l'effet fonctionne, la femelle est comme hypnotisée et suit docilement le mâle qui largue alors un petit sac contenant ses spermatozoïdes: c'est le spermatophore. Il avance un peu puis s'arrête au bout de quelques centimètres de manière à ce que le paquet se retrouve au niveau du cloaque de la femelle et s'y colle.

Ces petits ballets sont répétés pendant plusieurs semaines. La femelle fécondée se met alors à pondre ses œufs un à un dans la végétation aquatique. Elle pond chaque œuf (transparent et d'un diamètre d'environ 2 mm) sur une feuille de plante aquatique ou tout autre support végétal inondé (feuille morte, herbe). L'œuf étant collant, elle replie le végétal autour de celui-ci avec ses pattes arrière et lui confectionne ainsi une espèce de petit écrin où il sera caché des prédateurs.

28

ont montré que la présence de tels poissons, fussent-ils de petite taille, entraînait un déclin des populations d'amphibiens. Toutefois, le mécanisme mis en œuvre restait inconnu. Cette énigme allait susciter la curiosité des chercheurs du *Laboratoire d'éthologie des poissons et amphibiens*. «Une manière pour les amphibiens de persister dans un environnement altéré est de développer des stratégies anti-prédatrices, notamment au niveau comportemental, indique Laurane Winandy. En effet, il est démontré que le comportement d'évitement permet de diminuer la probabilité d'être détecté par un prédateur potentiel mais les conséquences sur le comportement sexuel restent très peu connues. Dans l'étude que nous avons menée, nous avons testé l'hypothèse que le Triton alpestre uti-

lise plus souvent des cachettes et exhibe moins de parades sexuelles en présence d'un poisson rouge.»

Pour mener à bien cette expérience de laboratoire dont les résultats ont été publiés très récemment dans la revue *PLoS ONE*, les chercheurs liégeois eurent recours à 24 aquariums. Douze d'entre eux abritaient 4 tritons (2 mâles et 2 femelles) et un poisson rouge d'une quinzaine de centimètres de long. Les 12 autres étaient voués à la seule présence de 2 tritons mâles et 2 tritons femelles. En outre, dans chaque aquarium était aménagée une cachette composée d'une ardoise posée contre une paroi et d'un grillage pour que le poisson rouge ne puisse y avoir accès.

Le but poursuivi était donc de déterminer si la présence d'un poisson rouge dans l'aquarium était de nature à perturber la reproduction des tritons et par extrapolation, à participer à la régression de leurs populations en milieu naturel. Plus précisément, l'intérêt de Laurane Winandy et Mathieu Denoël portait sur les interactions entre les 2 espèces. Primo, de quelle manière le triton allait-il utiliser l'habitat (en particulier la cachette) selon que le poisson fût présent ou non ? Secundo, dans quelle mesure la cohabitation avec ce dernier influait-elle sur la fréquence et le lieu des parades sexuelles ?

L'expérience s'est étendue sur 12 semaines au cours desquelles furent appliquées les méthodes dites de «scan» et de «focal sampling». En clair, chacun des 24 aquariums a fait l'objet de 20 sessions d'observations instantanées (les

scans) par semaine ainsi que de plusieurs centaines de films vidéo sur l'ensemble de la période de reproduction (les focales). «L'objectif était à chaque fois de regarder où se trouvaient les individus dans l'aquarium et ce qu'ils faisaient, en particulier au niveau des comportements sexuels», rapporte Laurane Winandy.

Résultats de ces observations ? Les tritons utilisaient bien plus souvent la cachette dans les aquariums où ils cohabitaient avec un poisson rouge. Par ailleurs, leurs parades sexuelles se sont révélées nettement moins nombreuses. Toutefois, le phénomène était plus marqué, et de loin, dans la zone ouverte en contact avec le poisson rouge.

UNE INTERVENTION INTEMPESTIVE

Comment expliquer cette réalité alors que la taille des *Carassius auratus* ne leur permet pas de s'attaquer aux tritons adultes ? Ceux-ci anticipent-ils le danger couru par leurs œufs ? «Le premier élément à mettre en exergue est le stress éprouvé par les amphibiens face à un animal inconnu qui pourrait les menacer, souligne Laurane Winandy. Ensuite, le poisson est un animal gourmand qui aime tout goûter. Aussi, sans être violent - aucun triton n'a été blessé -, a-t-il tendance à aller au contact des amphibiens et à aspirer leur peau, comme s'il leur faisait un suçon. Cela ne peut que les perturber.» Par ailleurs, comme le rappelle la chercheuse, les parades sexuelles des tritons mâles sont très voyantes et basées sur des leurres. Par exemple, une technique consiste à simuler la présence de nourriture, ce qui attire l'intérêt des femelles, mais peut également attirer le poisson, lequel peut alors perturber la parade et éventuellement l'interrompre. À cela se greffe le fait que les «exhibitions» du mâle peuvent durer plusieurs minutes, voire une heure. En d'autres termes, beaucoup d'occasions sont offertes au poisson d'y mettre fin par une intervention intempestive.

Autre élément important: lorsque la femelle est réceptive, le triton mâle peut décider de déposer des spermatozoïdes (3) qu'elle utilisera ou non pour la reproduction. Dans de nombreux

cas, elle ne les acceptera pas et ils se dégraderont. Que le poisson les mange n'aura alors aucune incidence pour les tritons. Par contre, qu'il s'en empare en pleine parade nuptiale, soit au moment où ils viennent d'être déposés, soit au moment où, pris par la femelle, ils pendent encore à son cloaque, est délétère pour la reproduction. Il faut assurément y voir une des raisons de la forte diminution d'activité sexuelle des tritons dans la partie ouverte de l'aquarium.

Quand on compte le nombre de parades sexuelles à l'intérieur de la cachette de chaque aquarium, on ne relève pas de différence entre le groupe contrôle (pas de poisson) et le groupe où un poisson a été introduit. «Néanmoins, ces chiffres sont trompeurs, indique Laurane Winandy. Pourquoi ? Parce que dans le second groupe, les tritons se tiennent beaucoup plus souvent dans la cachette que leurs congénères du groupe contrôle (50% du temps contre 25%), ce qui accroît la probabilité de parades nuptiales dans l'abri. Si l'on pondère les données en établissant un rapport entre le nombre d'activités sexuelles et le nombre de tritons présents, on doit conclure que même dans la cachette, les tritons paraissent moins quand il y a un poisson dans l'aquarium. Cela signifie que la présence d'un intrus à proximité les soumet à un stress général.»

Tout au long des 12 semaines de l'expérience, les éthologues liégeois n'ont observé aucun phénomène d'habituation des tritons à la présence d'un poisson. Dans une étude précédente publiée dans *Ethology*, où il n'y avait pas de contact direct entre les 2 espèces (le poisson se trouvait dans un aquarium implanté lui-même dans un plus grand aquarium réservé aux amphibiens), l'inverse s'était produit. Durant les premiers jours, les tritons

du «groupe poisson» se réfugiaient beaucoup plus souvent dans la cachette que ceux du groupe contrôle, mais cette tendance s'était effacée par la suite, prouvant ainsi qu'ils arrivaient à évaluer un danger potentiel.

PAYER L'ADDITION

Du laboratoire au milieu naturel, il y a un pas que les chercheurs veulent franchir. Ils ont un fer au feu: étudier comment, dans les mares et étangs, la diversité de l'habitat (et partant, l'abondance et la structure des cachettes) peut contribuer à limiter l'impact de la présence de poissons sur l'activité sexuelle des amphibiens. «En effet, il est probable que la multiplication des refuges ait un impact positif sur la reproduction des tritons dans les milieux où des poissons ont été introduits, considère Mathieu Denoël. Dans les mares, les principaux abris des amphibiens sont constitués par des infractuosités ou par la végétation. Or, cette dernière est parfois consommée par les poissons. Dès lors, sans doute faudrait-il aménager les habitats empoisonnés de telle sorte que des cachettes pérennes restent disponibles dans l'éventualité où retirer les poissons serait impossible.»

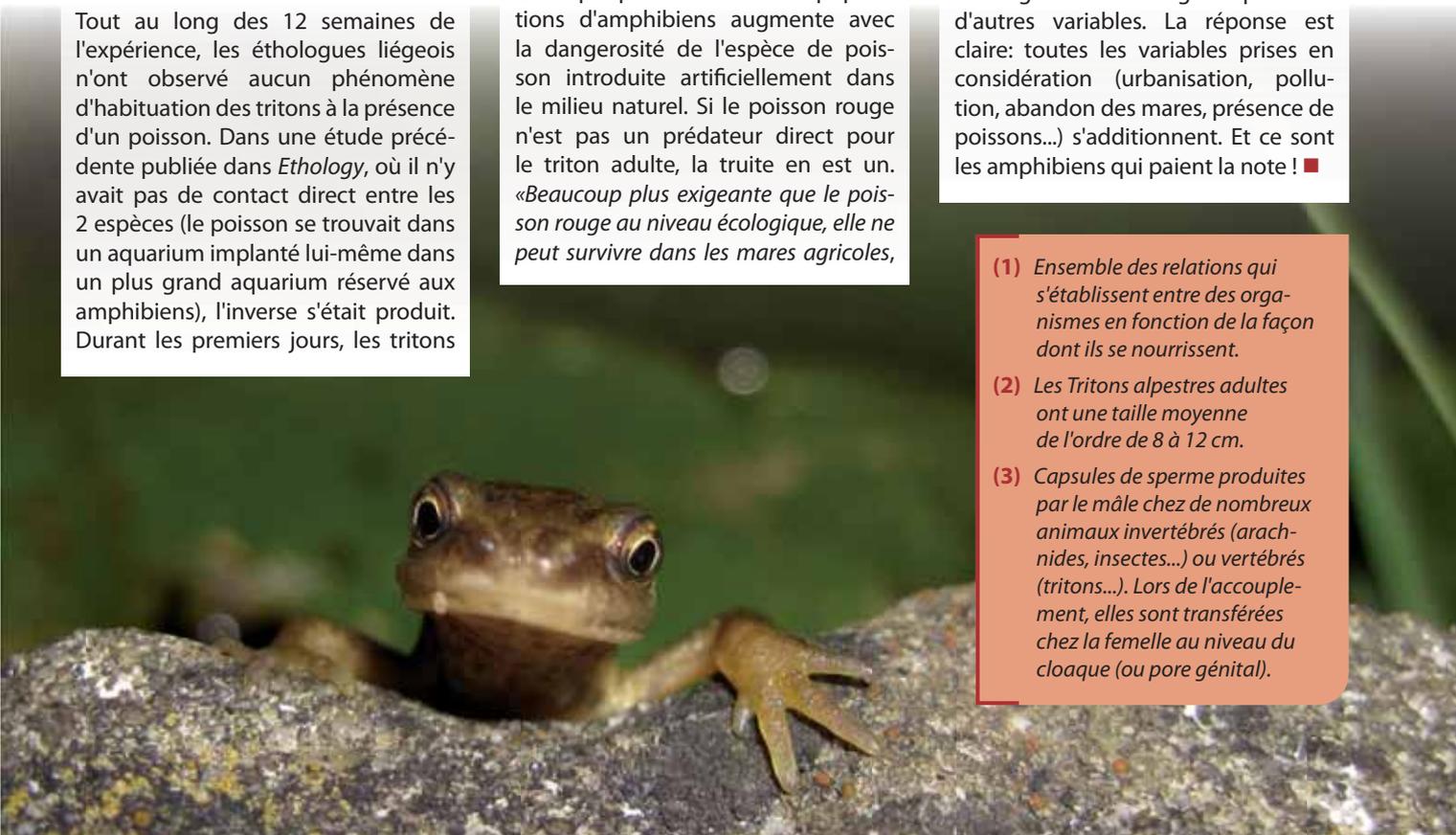
Le risque pour la survie des populations d'amphibiens augmente avec la dangerosité de l'espèce de poisson introduite artificiellement dans le milieu naturel. Si le poisson rouge n'est pas un prédateur direct pour le triton adulte, la truite en est un. «Beaucoup plus exigeante que le poisson rouge au niveau écologique, elle ne peut survivre dans les mares agricoles,

dit le docteur Denoël. En revanche, le problème peut se poser dans les lacs alpins, par exemple. De même, de petits poissons carnivores comme les perches soleil peuvent occasionner également beaucoup de dégâts au sein des populations d'amphibiens.»

Nous l'avons mentionné, plusieurs facteurs sont impliqués dans le déclin des populations de tritons. Dans un article paru en 2013 dans *PLoS ONE*, les chercheurs du *Laboratoire d'éthologie des poissons et amphibiens* ont montré que les mêmes facteurs environnementaux affectaient tant les espèces rares (Tritons crêtés) que les espèces communes (Tritons ponctués). La nuance est que l'on s'aperçoit plus tardivement du déclin de ces dernières, étant donné qu'il demeure moins aisément perceptible dans un premier temps.

Il s'avère ardu d'estimer le poids relatif de chacun des facteurs causaux dans l'érosion progressive des populations d'amphibiens. L'équipe du docteur Denoël a effectué des études sur le terrain dans la région de Herve et du bassin de la Vesdre, où elle a examiné les caractéristiques environnementales (en ce compris la présence d'espèces de poissons) de plusieurs centaines de mares. Des modèles statistiques lui ont permis de déterminer quelles sont les variables individuelles qui demeurent significatives malgré la présence d'autres variables. La réponse est claire: toutes les variables prises en considération (urbanisation, pollution, abandon des mares, présence de poissons...) s'additionnent. Et ce sont les amphibiens qui paient la note ! ■

- (1) Ensemble des relations qui s'établissent entre des organismes en fonction de la façon dont ils se nourrissent.
- (2) Les Tritons alpestres adultes ont une taille moyenne de l'ordre de 8 à 12 cm.
- (3) Capsules de sperme produites par le mâle chez de nombreux animaux invertébrés (araignées, insectes...) ou vertébrés (tritons...). Lors de l'accouplement, elles sont transférées chez la femelle au niveau du cloaque (ou pore génital).





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

Photos : D. PARRY/PA Wire (p.32), Y. KOIDE/Wikimedia (p.33)

À quoi servent les appendices des animaux ? À quoi sert leur venin ? À quoi sert le sucre ? À quoi sert un hamburger «cuisiné» à partir de cellules souches ? Certaines protéines auraient-elles un rôle à jouer dans les tendances suicidaires ? Autant de questions auxquelles les chercheurs du monde entier tentent de répondre. Parfois avec succès, parfois en attente de confirmation... Bonne lecture !

30

Appendices sans effet ?

Afin de les rendre plus attractifs - aux yeux de femelles énamourées en tout cas - l'évolution a cru bon de doter les mâles de très nombreuses espèces animales d'appendices parfois volumineux pour lesquels on se demande parfois s'ils ne sont pas plus nuisibles que favorables. Dans certains cas, ces excroissances servent aussi d'armes de joute dont la fonction est de dresser une hiérarchie entre mâles en compétition pour les faveurs d'une ou de plusieurs belles. On pense à cet égard aux cerfs et à leur ramure, dont on sait qu'elle peut aussi provoquer leur perte.

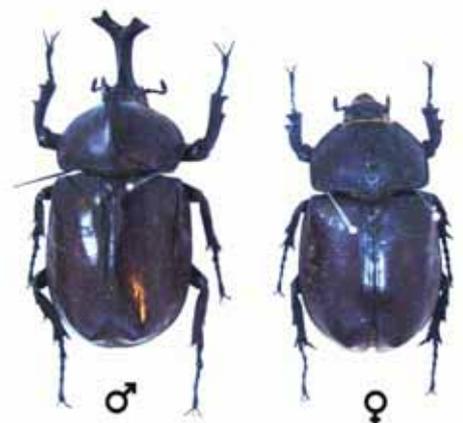
Mais dans le monde animal, les exemples peuvent également se trouver chez des mâles nettement plus petits. Certains coléoptères en particulier disposent d'excroissances surprenantes par leur forme et leur taille. Elles concernent la tête ainsi que le pronotum, cette partie de la

carapace qui correspond au thorax. Et logiquement, on peut se demander si cette débauche structurelle ne constitue pas un réel handicap pour ces animaux en matière de mobilité, mais surtout vis-à-vis de prédateurs.

Des chercheurs du Montana (États-Unis) ont voulu éprouver cette hypothèse et ont porté leur dévolu sur *Trypoxylus dichotomus* (encore appelé *Allomyrina dichotoma*), un coléoptère asiatique particulièrement bien doté de ce point de vue. Ils ont soumis des colonies de ces insectes à différents types de conditions et ont mesuré, par comparaison, les effets possibles de la présence d'excroissances sur la survie des mâles. Résultat ? Rien; que ce soit en matière d'aptitude au vol, de survie - notamment face à la prédation - ou de croissance, les mâles ne semblent pas pâtir de la présence de ce qu'on prend volontiers pour une encombrante panoplie. Voilà donc encore une perception

anthropomorphique qui s'effondre: les mutations qui ont mené à l'apparition des appendices démesurés ne sont pas défavorables. Au contraire, ils semblent favoriser l'attractivité des mâles porteurs. Du coup, le concept pourtant bien ancré du «pour vivre heureux, vivons cachés» perd encore un peu de son fondement. Pour ces coléoptères-là en tout cas ! ■

► *Nature* 2013; 502: 144



Un foie, deux sucres...

On ne peut plus ignorer aujourd'hui que les excès alimentaires en tous genres - graisses, sel et sucre - peuvent mener à des soucis divers, liés ou non à un tour de taille en pleine croissance si la dépense énergétique ne suit pas.

Le sucre, dans ce contexte, pose un peu problème: il est lié à tant d'aliments agréables, souvent consommés depuis l'enfance, qu'on a peine à imaginer qu'il puisse être nuisible. En réalité, le sucre est une source potentielle d'énergie à utilisation immédiate... pourvu bien sûr qu'on l'utilise ! Sinon, il est stocké en vue d'une utilisation ultérieure. Jusque-là, rien de bien neuf. À part qu'il y a sucre... et sucre. Le glucose est celui qui correspond le mieux à la définition d'un pourvoyeur d'énergie cérébrale et musculaire immédiate. À défaut, en cas de consommation excessive, il est stocké sous la forme d'un polymère, le glycogène. Mais ce sucre-là est souvent ingéré (dans le sucre de table, les sodas et beaucoup de préparations) sous une forme un peu plus complexe: le saccharose, fruit de sa liaison avec le fructose. C'est également sous cette forme que le sucre caché, issu du sirop de maïs et ajouté à des tas d'aliments préparés, est présent. Il s'agit dans ces cas-là d'une énergie additionnelle dont on n'a souvent ni besoin, ni conscience mais qui est bien là. Et qui, si elle n'est pas consommée, est stockée. Sous forme de glycogène ? Pour le glucose, oui; mais le fructose suit quant à lui une voie métabolique toute différente qui finit en accumulation... de graisse ! Dans le foie d'abord, dans différents tissus ensuite. Ce composé est en effet presque exclusivement dégradé dans le foie où la kétohexokinase (ou fructokinase) le modifie à demeure sous la forme de fructose-1-phosphate. Et ce produit simple de transformation se voit converti en lipides.

En cas d'excès ou de dérèglement, ces derniers peuvent induire dans le foie des anomalies fonctionnelles, voire des pathologies avec au terme, une stéatohépatite et une cirrhose. S'ils sont libérés dans le réseau circulatoire, ils peuvent aussi, après recapture dans des adipo-



cytes de localisations diverses, mener à un surpoids, à l'obésité et au syndrome métabolique enfin.

Est-il fréquent ce sucre-là ? Oui: dans les sodas et les sirops de maïs ajoutés, il représente 60% pour 40% de glucose. S'il est métabolisé à la faveur d'une saine dépense physique, il n'y a pas de problème. Dans l'alternative, on a compris que des risques sanitaires existent. Ils ont été vérifiés à l'occasion d'expériences menées sur des souris et des rats.

Est-ce sans recours ? Bien sûr que non et l'essentiel passe par la prévention; par davantage de dépense physique, par une ingestion raisonnée et modérée de sucreries, par la recherche d'aliments simples, naturels et surtout moins préparés. Par une lecture des étiquettes aussi. Bref, par une démarche de longue haleine qui prend le contrepied de la facilité. Sur base de ce simple constat, on peut donc présumer que c'est loin d'être gagné ! ■

► *Nature* 2013; 502: 181-182

BIOZOOM

Photos: S. HAMILTON/Flickr, J. S. MÜLLER/Flickr (vignette)



Ceci n'est pas un animal préhistorique, il existe bel et bien aujourd'hui encore. La Matamata, *Chelus fimbriata*, est une espèce de tortue d'eau douce de la famille des Chelidae qui vit en Amérique du Sud. Elle possède un cou immense (équivalent à la taille de sa carapace), son nez est une tige molle. Quant à sa gueule, on a l'impression qu'elle sourit tout le temps. Mais méfiance, ce sourire est carnivore !

**Genre, espèce,
race, même
combat ?**

On serait malheureusement tenté de le croire à en juger par le mauvais usage des termes qui en est souvent fait. Ceux-ci désignent certes des réalités complémentaires, mais bien différentes. Le **genre** regroupe des **espèces** qui ont de nombreux caractères en commun. C'est par exemple le cas d'*Homo*. Il n'y a certes plus qu'une seule **espèce** vivante du **genre** (*Homo sapiens*), mais d'autres ont existé dans le passé (*Neanderthalensis*, *habilis*, etc.). Depuis la classification de Linné, toute **espèce** est définie par son nom de **genre** et d'**espèce**: *Homo erectus* ou *Canis lupus* pour le loup. Les individus d'une même **espèce** sont en principe capables de se reproduire pour générer des individus fertiles dotés des caractères «spécifiques». Le terme de **race** n'a plus cours pour l'humain pour des raisons politico-sociales. En revanche, il conserve toute sa pertinence dans le monde animal où il permet de faire d'utiles distinctions. Chez le chien ou le chat par exemple, il existe de nombreuses **races** aux critères bien définis. Et qu'en est-il des plantes, elles aussi très variées ? Simple: elles ne se répartissent pas en races mais en **variétés**. Ces dernières, autant que les **races** , pouvant produire, par croisement des hybrides, des caractères intermédiaires. ■

32



Le professeur Mark Post avec un hamburger produit à partir de bœuf «cultivé».

Encore un gramme peut-être ?

L'information a fait le buzz en juillet dernier: une société néerlandaise a proposé à la consommation un hamburger créé à partir de cellules souches. Il s'agissait bien entendu d'en faire davantage un élément médiatique que scientifique, l'idée étant d'apporter la preuve que la chose était possible. Mais en l'occurrence pas à «n'importe quel prix» puisque la portion de 140 g de steak haché a été évaluée à 250 000 euros, soit un peu moins de 1 800 euros le gramme. Excusez du peu. Il est clair qu'à ce prix-là, on gagne avant longtemps à rester - ou devenir - végétarien.

Toute la problématique repose aujourd'hui encore sur des bases théoriques et empiriques. Pour le reste, l'objectif est de produire ce succédané à un prix nettement moindre en réduisant la production animale et, partant, l'impact écologique. Si la production de viande était évaluée à 228 millions de tonnes en 2002, on pense qu'elle pourrait atteindre plus du double (465 millions de tonnes) en 2050; une production qui justifie que des surfaces agricoles considérables soient aujourd'hui réservées au pâturage et à la production d'aliments pour bétail. Générer de la viande *in vitro* permettrait de réduire cette surface de plus de 90% et de la restituer à l'alimentation des humains. L'intention est belle mais une fois encore, reste pour longtemps encore dans le domaine de la prospective.

Comment fait-on un steak haché de synthèse ? On part d'une carcasse dont on racle les os; il y reste

toujours un peu de chair. On rapporte le tout dans un récipient stérile et on le traite à la collagénase, pour dissocier les cellules. On place ensuite celles-ci dans un incubateur afin d'assurer une multiplication aussi abondante et rapide que possible. C'est à ce niveau que les principales améliorations sont à apporter. Les cellules musculaires régressent, tandis que celles qui constituent le tissu connectif ou de remplacement - en clair des cellules souches - peuvent commencer à proliférer. En théorie, si on leur offre tous les moyens adéquats (milieu de culture riche, croissance en 3D), chacune de ces cellules peut se diviser une cinquantaine de fois. Au terme de cette croissance exponentielle, on est donc en droit d'attendre... 20 000 tonnes de «viande» de bœuf à partir de la biopsie originelle.

Il reste à la conditionner pour la rendre comestible. La colorer d'abord, pour lui donner un aspect carné; du jus de betterave, du safran et du caramel mélangés peuvent y mener. Il faut ensuite y ajouter des graisses pour donner l'onctuosité. Enfin, il faut «lier» le tout pour lui donner un vague aspect de viande hachée. Ça, c'est du domaine de la cuisine. Il faut ensuite que ça plaise, ce qui n'est pas le moindre à l'heure des «top chefs» en tous genres. Une absence relative de goût ou d'appétence liée à un prix qui risque de se montrer élevé ne sont pas de nature à booster la demande. Sauf si bien sûr, on n'a plus le choix. Mais qui peut le prédire ? ■

► Science 2013: 403-404



Un *venin* bénéfique

On sait depuis longtemps que les venins en tous genres sont des cocktails d'enzymes lytiques qui, à la faveur d'une injection dans le corps humain, se trouvent des cibles préférentielles avec des effets parfois aussi violents, douloureux que définitifs. Pour autant, ces produits complexes intéressent les scientifiques; pour leur trouver des antidotes, évidemment, mais pas seulement. Car ce qui peut interférer avec des médiateurs neurosensoriels ou l'un ou l'autre processus biochimique cellulaire, peut aussi constituer un traitement potentiel contre les dérives à effet pathologique de ces mêmes processus.

C'est précisément ce que viennent de découvrir des chercheurs australiens qui ont jeté leur dévolu sur *Scolopendra subspinipes mutilans*, un mille-pattes (scolopendre) particulièrement peu sympathique. L'animal peut mesurer jusque 25 cm de long et sa zone de répartition est assez largement subtropicale. Il n'est donc pas rare. Si sa morsure n'est normalement pas mortelle (bien qu'un cas soit documenté), elle est généralement douloureuse et peut provoquer un choc anaphylactique. L'animal est toutefois utilisé depuis longtemps par la médecine traditionnelle chinoise. Avec raison à l'évidence: on a isolé du venin de la sérotonine (un neuromédiateur du cerveau) et de la phospholipase hémolytique A, une enzyme active dans le métabolisme des acides gras.

Cette fois, c'est tout autre chose que les scientifiques ont découvert: c'est la vertu antidouleur du même venin. Ou d'un de ses composants au moins, constitué d'une chaîne de 46 acides aminés, qui se montre actif sur un des relais moléculaires de la chaîne de la douleur. Des essais ont été pratiqués chez des souris soumises à des produits chimiques ou à une source de chaleur aiguë. Résultat: la réponse au stimulus douloureux s'est avérée active et directement proportionnelle à la dose du produit injecté. En d'autres termes, le «traitement» peut être ajusté au degré de la douleur ressentie. Et il ne semble pas y avoir d'effets secondaires; chez la souris en tout cas.

Voilà donc un antidouleur qui n'attend plus qu'à être testé chez des humains à l'occasion de tests cliniques, à être synthétisé par voie chimique et mis sur le marché pharmaceutique si toutes les étapes antérieures se montrent concluantes. Ce qui devrait prendre sans doute un peu de temps. Mais heureusement, d'autres molécules dotées d'effets analogues sont déjà largement disponibles aujourd'hui! ■

► *Nature* 2013; 502: 145



Le *suicide* dans le sang

Si 10 à 20 millions d'individus tentent de mettre fin à leurs jours chaque année dans le monde, on sait que l'issue fatale n'est heureusement pas toujours au rendez-vous, le geste s'apparentant le plus souvent à un appel au secours. Des différences en matière d'issue se déclinent en termes de sexe, de tranche d'âge mais aussi de pathologies, principalement du registre psychiatrique.

Le trouble bipolaire fait partie de ceux-ci. C'est ce qui a récemment donné l'idée à des scientifiques américains de rechercher, à l'occasion de simples prises de sang, si certaines protéines présentes en quantité anormalement élevée, ne pourraient pas servir de marqueurs et donc de signes avant-coureurs de passage à l'acte. Neuf hommes atteints de ce trouble et candidats affirmés au suicide ont été sélectionnés à cette fin et leur production protéomique perceptible au niveau du sang a été comparée à celle d'hommes résolument non suicidaires. Cinq protéines sont sorties du lot. Rien n'interdit donc de penser qu'elles ont une possible implication dans l'issue fatale. On évalue même ce risque à 80%, chez ceux qui sont atteints du trouble bipolaire en tous cas.

Pour intéressante que soit cette identification, il faut d'abord - et comme à chaque fois - chercher à la confirmer chez une cohorte plus importante de sujets. Mais il faut également voir à quel niveau cellulaire agissent ces protéines; certains auteurs trouvant en effet «un peu court» de se limiter à la présence sérique accrue de 5 protéines pour identifier un risque comportemental majeur - fut-il celui qui est associé au suicide - sans chercher à savoir comment elles interviennent. En clair, la chimie du mal de vivre est peut-être un peu plus complexe que ça. Mais «ça» reste à identifier. ■

► *Science* 2013; 341: 827

et <http://scim.ag/suicideblood>

Les Rolls

du fonctionnement cérébral

34

L'exemple de la conduite automobile illustre bien le rôle des fonctions exécutives. Lorsqu'il fait beau et que la route est dégagée, un conducteur aguerri arrive à son lieu de destination en ayant conduit sur un mode automatique. Généralement, il lui sera d'ailleurs difficile de fournir des détails sur son trajet, car c'est à peine s'il se rappellera être passé à tel ou tel endroit, s'être arrêté à tel ou tel feu rouge. Imaginons maintenant que la route soit glissante et plongée dans une semi-obscurité. Le conducteur doit alors être beaucoup plus attentif afin de sortir rapidement de ses routines d'action en cas de problème. Ainsi, s'il discerne un enfant faisant mine de se précipiter pour traverser la route alors que le feu est au vert pour les voitures, il reprendra le contrôle conscient de la marche de son véhicule et appuiera sur la pédale de frein en s'assurant qu'il peut ralentir en toute sécurité. Il sera donc sorti du mode automatique (j'appuie sur l'accélérateur quand le feu est au vert) pour faire appel au système exécutif et en particulier, à une des fonctions qui le composent: la flexibilité, laquelle se traduit en l'occurrence par un changement du schéma d'action.

Directeur de recherches du FNRS au sein du Centre de recherches du cyclotron (CRC) et de l'Unité de neuropsychologie de l'Université de Liège (ULg), le professeur Fabienne Collette nous fournit un autre exemple mettant en jeu une fonction exécutive: l'inhibition. «Admettons que vous gariez votre voiture en stationnement interdit durant 2 minutes pour décharger un colis, dit-elle. Lorsque vous revenez à votre véhicule, un policier est en train de vous verbaliser. Votre premier comportement pourrait être de l'agresser verbalement parce que vous vous estimez victime d'une injustice. En général, vous allez plutôt inhiber ce comportement inapproprié, expliquer calmement

la situation et vous excuser dans l'espoir de faire sauter votre procès verbal.»

COMPORTEMENTS INTELLIGENTS

Les fonctions exécutives sont multiformes, ainsi que le soulignait en 1997 Patrick Rabbit, de l'Université de Manchester, dans son approche théorique de la question. Tantôt elles concourent à la formulation d'un but, à la planification et au choix des séquences de comportement à adopter pour l'atteindre, à la comparaison de l'efficacité de différentes straté-

Texte: Philippe LAMBERT • ph.lambert.ph@skynet.be
Photos: J. BERGESEN/Flickr (p.37)

Le plus souvent, nous agissons en nous reposant sur des procédures automatisées, des habiletés cognitives «surappries» largement inconscientes. De la sorte, nous pouvons focaliser notre attention sur d'autres cibles - en particulier sur ce qui peut être perçu comme complexe, nouveau ou dangereux. C'est à ce stade qu'interviennent les «fonctions exécutives», ensemble de processus cognitifs de haut niveau qui nous permettent de nous adapter à notre environnement lorsque les routines d'action ne peuvent suffire, mais qui s'effritent avec le vieillissement normal ou pathologique

gies, à la mise en œuvre du plan sélectionné jusqu'à son accomplissement final, à son amendement éventuel en cas d'échec. Tantôt elles participent à la recherche consciente d'informations spécifiques en mémoire ou à l'allocation des ressources attentionnelles permettant le passage d'une séquence de comportement à une autre mieux en phase avec les exigences de l'environnement. Tantôt encore, elles coordonnent la réalisation simultanée de 2 tâches, font obstacle à la mise en œuvre de comportements inappropriés, détectent des erreurs et les corrigent.

Toujours selon Rabbit, elles contribueraient également au maintien de l'attention soutenue sur de longues périodes de temps. De la sorte, elles rendraient possible l'exercice d'un contrôle élevé sur le déroulement de séquences de comportements prolongées.

Probablement les fonctions exécutives ne peuvent-elles être assimilées à l'«intelligence», d'autant que celle-ci demeure un concept brumeux à la définition incertaine, mais elles constituent assurément les supports essentiels des comportements dits intelligents, à telle enseigne que certains auteurs les assimilent au facteur g, sorte de dénominateur commun, réel ou factice (les avis divergent), à l'ensemble de ces comportements. «Les réseaux cérébraux impliqués dans la résolution de tests de Q.I. ou dans la réalisation de tâches sollicitant les fonctions exécutives se recouvrent très largement, commente Fabienne Collette. Il y a manifestement un substrat biologique commun.»

Toutefois, dès les années 1930, l'Américain David Wechsler, concepteur des tests de Q.I. les plus utilisés, se réfère à l'existence de «facteurs non intellectuels de l'intelligence», telle la motivation ou les émotions. Dans sa théorie des marqueurs somatiques, Antonio Damasio, de l'Institut pour l'étude neurologique de l'émotion et de la créativité à l'Université de Californie du Sud, abonde dans ce sens, montrant que les capacités émotionnelles constituent un élément non négligeable pour l'efficacité des processus de raisonnement et de prise de décision. Bref, si les fonctions exécutives sont primordiales pour la planification d'une activité, la prise de décision, l'inhibition d'informations non pertinentes ou encore la définition de stratégies, elles ne font pas cavalier seul.

FONCTIONNEMENT EN RÉSEAU

Sur la base d'études initiales ayant trait à des patients atteints de lésions au niveau des lobes frontaux, il fut suggéré que les fonctions exécutives siégeaient dans le cortex frontal. Par la suite, il apparut que cette approche était trop restrictive. «D'une part, explique Fabienne Collette, tous les patients frontaux n'ont pas des troubles exécutifs, cependant que d'autres dont les lésions cérébrales se situent ailleurs peuvent en présenter. D'autre part, les progrès des techniques d'imagerie cérébrale ont permis d'explorer les substrats neuro-anatomiques des fonctions exécutives chez des sujets sains: il en ressort qu'il faut raisonner en termes de réseau.»

En effet, des travaux menés en 2005 par la chercheuse de l'ULg ont clairement démontré que diverses tâches exécutives destinées à évaluer l'inhibition, la flexibilité mentale et la mise à jour de données étaient le plus significativement associées sur le plan statistique avec l'activation de régions pariétales impliquées notamment dans l'orientation de l'attention et, à un degré un peu moindre, avec l'activation des régions frontales. Aussi le substrat des fonctions exécutives serait-il un réseau fronto-pariétal.

En outre, des données très récentes semblent mettre en évidence que c'est le transfert efficace de l'information entre les régions cérébrales mises à contribution qui est la clé de voûte de bonnes capacités exécutives, ce qui souligne l'importance des connexions de la substance blanche (fibres nerveuses) entre le cortex pariétal et le cortex frontal. «Dans le vieillissement normal, les capacités exécutives s'érodent, indique Fabienne Collette. Il apparaît aujourd'hui que le phénomène est lié non seulement à une perte de substance grise (neurones), notamment dans des régions frontales, mais également à une dégradation au niveau de la substance blanche qui assure la transmission de l'information.»

Étant de haut niveau, chaque processus exécutif est multidéterminé: il fait appel à divers types de données - émotionnelles, mnésiques (accès à des connaissances stockées en mémoire), motivationnelles... Dès lors, toute perte d'efficacité d'un sous-processus (la mémoire de travail, par exemple) ou toute altération dans la transmission



Proactif ou réactif ?

Une des théories récentes relatives aux fonctions exécutives est celle du *dual mechanism of cognitive control (DMC)*, élaborée en 2007 par Todd Braver, du département de psychologie de l'Université de Washington. Elle postule que le fonctionnement exécutif n'est pas «figé» mais au contraire, qu'il peut adopter un mode proactif ou un mode réactif selon les caractéristiques exactes de la tâche à effectuer et de la situation.

Dans un article publié en juillet 2012 dans *PLoS One*, le groupe de Fabienne Collette a voulu vérifier les prédictions du DMC. Au centre de l'expérience, le test de Stroop, qui mesure la capacité d'un individu de résister à l'interférence et donc d'inhiber des informations non pertinentes. Dans sa version classique, le sujet doit dénommer la couleur dans laquelle sont écrits des mots désignant eux-mêmes une couleur. S'il est aisé de dénommer la couleur verte quand le mot écrit est «vert», l'opération est plus ardue quand le mot «rouge» est écrit en vert, par exemple.

Lorsque le test de Stroop proposé à des volontaires comportait de nombreux items interférents (le mot «jaune» écrit en bleu, le mot «rouge» écrit en noir, etc.), on observait que les participants se plaçaient en permanence en mode exécutif dans le but d'exercer un contrôle proactif. En quelque sorte, ils se disaient: «Je traite chaque information comme si elle était conflictuelle.» Par contre, si le test renfermait très peu d'items interférents, les participants se contentaient de réagir au cas par cas (mode réactif), jugeant qu'il n'était pas utile de consacrer d'importantes ressources attentionnelles pour demeurer en permanence en mode exécutif (proactif).

Que relevèrent les chercheurs sur le plan de la rapidité et de l'exactitude des réponses fournies ? Par rapport au mode réactif, le mode proactif se traduisait par un ralentissement dans le traitement des items les plus simples, mais par un traitement plus efficace des items interférents. En mode réactif, par contre, si les items simples étaient traités très facilement, les items interférents requéraient plus de temps qu'en mode proactif et étaient sujets à plus d'erreurs. «Autre constat issu de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf): les régions cérébrales activées étaient légèrement différentes selon le mode utilisé», précise Fabienne Collette.

| | |
|----------------|--|
| ❶ Dénomination | ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ |
| ❷ Lecture | ROUGE VERT BLEU ROUGE VERT ROUGE BLEU VERT BLEU ROUGE BLEU VERT ROUGE VERT ROUGE BLEU ROUGE VERT BLEU ROUGE |
| ❸ Interférence | VERT BLEU VERT BLEU ROUGE VERT ROUGE BLEU VERT ROUGE BLEU ROUGE BLEU VERT ROUGE BLEU VERT ROUGE BLEU ROUGE |

d'informations entre les sous-régions impliquées aboutit à une perte de performance du processus exécutif.

De nombreux arguments permettent de soutenir l'idée que les différentes fonctions exécutives recrutent chacune, au sein du cortex frontal et du cortex pariétal, des régions relativement spécifiques. Par exemple, on a montré que l'inhibition, la flexibilité et la mise à jour de données ne faisaient pas intervenir les mêmes régions frontales. D'autres études, moins nombreuses, ont également souligné une hétérogénéité des régions pariétales activées selon les processus exécutifs mis en œuvre.

UN EFFORT DE COMPENSATION

Les travaux de la neuropsychologue de l'ULg ont pour cible principale les relations entre le fonctionnement exécutif et le vieillissement normal ou pathologique (maladie d'Alzheimer). À l'occasion de tâches de laboratoire, on observe que le fonctionnement exécutif des personnes âgées (60-65 ans et plus) sans pathologie est un peu moins bon que celui de sujets plus jeunes. Comme le fait remarquer Fabienne Collette, tout indique par ailleurs qu'une dégradation très subtile est déjà à l'œuvre plus tôt. L'inhibition, quand elle ne relève pas de processus quasi automatiques, est une des fonctions exécutives le plus couramment altérées avec l'avancée en âge. Ainsi, chez les personnes concernées, le test de Stroop révèle un ralentissement du traitement de l'information et un nombre accru d'erreurs. De même, la flexibilité globale, celle qui, nous permettant de passer d'une tâche à une autre, nécessite le maintien en mémoire de travail des plans mentaux conçus pour la réalisation de chacune des 2 tâches, s'érode avec le vieillissement. En revanche, la flexibilité spécifique, où le passage d'une tâche A à une tâche B ne requiert pas du sujet qu'il retienne le plan de travail de la tâche initiale, semble mieux conservée. L'attention divisée (effectuer 2 tâches en parallèle) pâtit aussi de l'avancée en âge, mais pas de façon systématique. Et d'autres fonctions exécutives, moins étudiées en laboratoire, suivent probablement la même courbe d'effritement de leurs performances.



Quelle est la traduction neurophysiologique de cette érosion ? «Il apparaît que dans les tâches exécutives, les personnes âgées recrutent différemment leur cerveau que les sujets jeunes, comme si elles essayaient de compenser leurs difficultés», rapporte Fabienne Collette. Concrètement, l'imagerie cérébrale fonctionnelle montre qu'elles "suractivent" certaines régions du cerveau par rapport aux individus jeunes ou que tout en activant ces régions, elles recrutent en plus des régions controlatérales.»

La théorie du *dual mechanism of cognitive control* (voir encadré) prédit que les personnes âgées ont tendance à privilégier spontanément le contrôle réactif au détriment du contrôle proactif, plus coûteux en ressources attentionnelles. Est-ce bien le cas dans les faits ? Le groupe de Fabienne Collette a montré, via une tâche expérimentale, que les personnes âgées recourent effectivement moins facilement au contrôle proactif que les personnes jeunes. Néanmoins, cette vérité en cache une autre. Lorsque les chercheurs comparaient des individus jeunes et âgés dont la vitesse de traitement de l'information et le score moyen en intelligence fluide (la capacité à résoudre des problèmes) (1) étaient semblables (2), la différence disparaissait entre jeunes et âgés dans la façon de mettre en place les processus proactif et réactif. Que faut-il en déduire ? «Plutôt qu'un déficit exécutif en tant que tel, peut-être sont-ce d'autres variables qui sous-tendent ces résultats, telles de moins bonnes ressources générales pour le traitement de l'information, dit Fabienne Collette. Nous comptons

approfondir cette question. Ainsi, nous allons notamment entreprendre des études en IRMf chez des personnes âgées dans le but de déterminer comment le niveau de leurs ressources de traitement de l'information influe sur leur fonctionnement cérébral.»

SYNDROME DE DÉCONNEXION

Autre fer au feu des chercheurs liégeois: la génétique. On sait que la dopamine est un régulateur des fonctions exécutives. Dans un article paru en janvier 2014 dans la revue *Cortex*, ils montrent, chez des sujets jeunes, qu'un taux plus élevé de dopamine au niveau cortical module l'activation des régions sous-tendant le contrôle proactif, en particulier les aires frontales. Les participants à l'expérience étaient répartis en 3 groupes selon la variante allélique (3) du gène de la COMT (catechol-O-méthyltransférase) dont ils étaient porteurs (VV, MM et VM respectivement); chaque variante étant associée à une plus ou moins grande dégradation de la dopamine disponible. Ainsi, moins actif que les autres, l'allèle MM du gène permet le maintien d'un taux supérieur de dopamine. De la sorte, il améliorerait la façon dont les sujets recrutent les régions cérébrales impliquées dans le contrôle proactif.

«Comme la concentration de dopamine diminue chez les personnes âgées, nous allons étudier prochainement dans quelle mesure certains gènes - spécialement le

gène de la COMT - pourraient contribuer à l'érosion des capacités exécutives lors du vieillissement», ajoute Fabienne Collette. Venons-en à la maladie d'Alzheimer. Au départ, elle fut considérée comme une pathologie affectant initialement la mémoire en raison d'une atteinte de l'hippocampe, puis de la jonction temporo-pariéto-occipitale. Par la suite, on s'est rendu compte que les capacités exécutives des patients étaient également touchées de façon précoce. Comment l'expliquer ? À Liège, l'équipe de Fabienne Collette a comparé 2 groupes de patients dont le niveau global de démence était similaire. Le cerveau des premiers présentait une atteinte postérieure classique; celui des seconds aussi, mais s'y greffait en plus une atteinte frontale. À travers une batterie de tâches, les chercheurs confirmèrent tout d'abord que les troubles exécutifs constituent une composante majeure de la maladie d'Alzheimer. Mais, chose étonnante, l'ampleur de ces déficits était la même dans les 2 groupes.

«Cela signifie que ce qui explique les troubles exécutifs chez les patients Alzheimer est principalement le fait que l'information ne passe plus correctement entre les régions antérieures et postérieures du cerveau, commente la neuropsychologue. Avec le développement de techniques récentes en IRM, telle la technique des tenseurs de diffusion, il devrait être possible de déterminer si le problème découle d'une dégradation de la substance blanche ou d'une désynchronisation entre les activations cérébrales.» Une chose est certaine: les résultats obtenus par les chercheurs liégeois épousent l'hypothèse de Robin Morris, de l'*Institute of Psychiatry* du *King's College London*, selon laquelle la maladie d'Alzheimer serait avant tout un syndrome de déconnexion. ■

- (1) L'intelligence fluide se distingue de l'intelligence cristallisée, qui regroupe nos connaissances sur le monde.
- (2) Concrètement, il s'agissait des sujets âgés les plus performants et des sujets jeunes les moins performants.
- (3) Un allèle est la variante d'un gène. Il assure la même fonction que le gène initial mais selon ses modalités propres.

Pour un développement durable... et soutenable



«*Quitter un type de développement et se diriger vers un autre qui reste à imaginer et à concrétiser*», telle est l'ambition de la Fondation pour les Générations Futures. Pourquoi ne pas s'orienter vers un développement soutenable ?

38

Texte : Paul Devuyst

Photos : S. DE MESMAEKER (p.39), FGF-BlueHouse2012 (p.39), FGF_BlueHouse2013 (p.40), HERA2013 (p.41)

Une certaine confusion des esprits règne encore sur les contours d'une notion présentée en son temps comme une innovation majeure de la pensée et de l'action quant au devenir des sociétés humaines. Il s'agit de la traduction française du «*sustainable development*». En réalité, plusieurs qualificatifs s'offrent à nous: durable (celui qui est le plus généralement adopté), responsable ou pourquoi pas... soutenable ? Même si aucun de ces termes n'est exactement l'équivalent de l'anglais.

Le développement durable est proposé classiquement comme l'équilibre entre les 3 pôles environnemental (ou écologique), social et économique. Il est aussi le fruit d'une longue construction assez bien retracée dans la littérature; une conception réduite à des contraintes certes incontournables (limitation des rejets des déchets de toute nature, lutte

contre l'effet de serre, etc.). Un développement durable et «soutenable», supposant des aspirations, des choix partagés, des innovations au service de la société et des satisfactions, mobiliserait peut-être mieux l'intérêt individuel et collectif, le désir de création et l'envie d'avancer vers l'avenir en tendant la main aux générations futures.

LA FONDATION POUR LES GÉNÉRATIONS FUTURES

«*Quitter un type de développement pour se diriger vers un autre qui reste à imaginer et à concrétiser loin de nos pratiques actuelles, n'est réalisable ni facilement ni rapidement. Pour y contribuer, la Fondation pour les Générations Futures entend*

promouvoir des modes de vie qui soient respectueux de l'homme et de la nature», explique Sabine Verhelst, responsable des programmes.

La vision que porte cette Fondation, née en 1998 (c'est-à-dire au lendemain du Sommet de la Terre réuni à Rio de Janeiro), ainsi que la mise en œuvre des objectifs qu'elle s'est fixés, font référence à un développement «soutenable» et aux valeurs sur lesquelles il s'appuie. Il est entendu que par ce terme, la Fondation comprend «*un développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs*» (1).

Dans l'esprit de Benoît Derenne, fondateur et directeur exécutif de la Fondation, le terme «développement» met



l'accent sur le concept de satisfaction des besoins de tous, avec une attention particulière pour les plus démunis. Le terme «soutenable» met quant à lui l'accent sur les limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre à nos besoins actuels et futurs. Un mode de développement soutenable doit, dans ses choix et pratiques, adopter une approche globale, à 360 degrés. Autrement dit, il s'agit de conjuguer simultanément et harmonieusement 4 dimensions ou «4 P»: l'humain (*People*); l'environnemental (*Planet*); la prospérité, notamment économique (*Prosperity*); et la prospérité organisationnelle (*Participatory governance*), explique encore notre interlocutrice. Pour réaliser ces objectifs, la Fondation a choisi 3 modes d'actions: identifier (afin d'inspirer) et soutenir des projets concrets, valoriser tant la réflexion issue des acteurs sociaux que celle du monde universitaire et enfin, innover dans le champ de la participation citoyenne.

C'est ainsi que l'on retrouve la Fondation à la base du G1000, une nouvelle forme de participation démocratique. Il s'agit d'une délibération de grande envergure permettant à une grande diversité de citoyens d'un pays en crise de s'exprimer en toute franchise afin d'ouvrir des fenêtres de la vie démocratique pour y faire entrer une bouffée d'oxygène. Une belle manière en somme de s'impliquer pour aider les représentants du peuple à chercher des solutions. Autre proposition: devenir un pro des 4 P en adhérant au «Kit Développement durable» (2) et en s'engageant dans une des 3 versions suivantes: développer un projet, préparer un camp de jeunesse ou organiser un évènement.

LES APPUIS

AUX PROJETS

Le rôle du premier moyen d'action de la *Fondation pour les Générations Futures* est cependant de rechercher des jeunes étudiants, des écoles, des entrepreneurs, des associations ou des autorités locales qui ont cette vision à 360 degrés et ensuite, de les mettre en lumière afin qu'ils servent d'émulation. Pour ce faire, la Fondation a créé un «*Grand Prix des Générations Futures*», un Prix «*Hera*» qui couronne des thèses de doctorat et des mémoires de fin d'études ayant intégré l'approche transversale propre au développement durable et, depuis 2 ans, «*The Blue House*», un prix pour une construction durable et abordable.

Le *Grand Prix des Générations Futures 2013* a été remis le 11 juin dernier à la chocolaterie *Belvas*. Située dans le Hainaut (Ghislenghien), elle est devenue, il y a 8 ans, une des rares chocolateries «équitables» d'Europe. Son chocolat haut de gamme est labellisé «*Max Havelaar*», ce qui garantit un salaire juste aux producteurs des matières premières utilisées. Depuis, *Belvas* s'est également tournée vers le bio. Ses nouvelles installations ont été conçues pour diminuer drastiquement l'empreinte écologique de sa production (destinée pour plus de la moitié à l'exportation) et ont permis de créer 15 emplois fixes en Belgique plus une dizaine de saisonniers.

Le jury a également décerné une mention spéciale à l'hôtel brugeois *t'Roodhof*

pour son projet de réinsertion socio-professionnelle d'une trentaine de personnes généralement exclues du marché classique du travail. Tandis que l'asbl *Les Grignoux*, une entreprise culturelle d'économie sociale (en province de Liège) gestionnaire de 3 cinémas d'art et d'essais, 3 galeries d'art, un café et une brasserie, a remporté le Prix du Public.

THE BLUE HOUSE

Ce Prix tient désormais (il en était cette année à sa deuxième édition) une place essentielle dans le foisonnement actuel des prix d'architecture et de construction car il anticipe un des défis majeurs de notre époque: offrir à tous la possibilité d'acquérir un logement décent, accessible financièrement et durable au sens le plus complet.

Ce Prix de 5 000 euros suppose également d'intégrer dans le projet une «vision à 360 degrés», c'est-à-dire un bâtiment qui privilégie le bien-être et la santé de ses habitants (*People*), qui participe à la préservation des ressources naturelles de la planète (*Planet*), qui contribue à l'économie locale et favorise des investissements durables (*Prosperity*) et dont les habitants, partenaires et voisins participent au processus de construction ou de rénovation (*Participation*).



L'ESPOIR – MOLENBEEK /Damien Carnoy Lauréat 2012 de The Blue House.

L'Espoir est un projet collectif de 14 familles à bas revenus pour répondre à la crise du logement à Bruxelles. Le bâtiment, situé au cœur de Molenbeek, est 100% passif.



40

Ce sont finalement 80 personnes qui ont participé à ce projet concrétisé en 2013 dans les 2 immeubles de Brutopia qui regroupent autour d'un jardin commun 27 appartements passifs et 2 appartements basse énergie. L'achat groupé du terrain et la construction collective sans promoteur externe a permis de réduire les coûts de 20 à 30 %. Écologie, solidarité, multifonctionnalité et mixité sociale ont guidé Brutopia dès le départ et ont permis la réalisation de ce projet de «cohousing» hors du commun.

- (1) Définition proposée en 1987 par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement dans le rapport «Notre avenir à tous», dit «Rapport Brundtland», soumis à l'Assemblée générale des Nations-Unies en 1987.
- (2) Cet outil peut être consulté sur www.kitdeveloppementdurable.org

En 2012, le Prix avait été décerné à un projet collectif baptisé «L'Espoir-Molenbeek», présenté par Damien Carnoy. Destiné à 14 familles à bas revenus pour répondre à la crise du logement à Bruxelles, le bâtiment était 100% passif, c'est-à-dire très bien isolé, équipé de capteurs solaires thermiques et de récupérateurs des eaux usées. Il s'agissait de la construction en bois de 14 maisons sur 7 parcelles possédant des jardins au rez-de-chaussée et de balcons à l'étage et dont les acteurs furent impliqués durant toutes les étapes de la construction.

«Construire et habiter de manière durable et abordable en ville: c'est possible aujourd'hui !», voilà le message synthétisé que le jury du prix *The Blue House* a voulu délivrer à travers la désignation de 3 réalisations exemplaires, finalistes en 2013. Tous illustrent 3 manières différentes de contribuer à fabriquer la ville du futur et à favoriser le développement d'un mode de vie durable.

Construire durable peut également être architecturalement beau et de qualité, et participer à l'embellissement d'un quartier. La conception du durable peut être interprétée de multiples manières mais elle se doit de respecter le choix de vie des habitants et de répondre à leurs besoins de confort et de bien-être. Des solutions existent pour minimiser les coûts à plusieurs niveaux, que ce soit à court ou à long terme. Une piste particulièrement intéressante à explorer se trouve du côté de la mutualisation des moyens, de la solidarité et de la participation. Elle est source d'idées innovantes, d'économies financières et d'enthousiasme partagé. Bâtir le futur ne peut se faire seul, que ce soit au niveau des architectes et entrepreneurs que des maîtres d'ouvrages.

Le lauréat «*Brutopia*» est une magnifique initiative citoyenne réunissant 80 personnes dans la construction en autopromotion de 29 appartements passifs ou basse énergie, réalisée à Bruxelles par une association momentanée de 2 bureaux d'architecture, *Stekke & Fraas* et *AAAArchitectures*, en collaboration avec les entreprises *Louis De Waele*.

L'un des finalistes, «*Gestapelde Stad*» est un immeuble multi-

fonctionnel construit à Anvers par *Cuypers & Q architecten*, en collaboration avec les entreprises générales *F. Willems*; le dernier finaliste, «*Un Brin de Paille*» est une modeste maison unifamiliale inventive et écologique, réalisée à Uccle par l'architecte *Matthieu Delatte* et l'entreprise *Paille-Tech*.

POUR LES «CERVEAUX»: HERA

La *Fondation pour les Générations Futures* a aussi pensé aux «cerveaux» d'une future société durable au travers d'«HERA» (pour *Higher Education & Research Awards for Future Generations*), un Prix d'excellence à destination d'une thèse de doctorat (d'une valeur de 7 500 euros) et un Prix destiné à récompenser une thèse au niveau des Master's (d'une valeur de 2 500 euros). En outre, la Fondation organise des rencontres facilitant le dialogue entre les mondes académique, politique, économique et associatif. Cette initiative est notamment soutenue par le Ministre de la Recherche et du Développement durable de la Wallonie, le Ministre de la Recherche de la Fédération Wallonie-Bruxelles et le Ministre de la Recherche Scientifique de la Région Bruxelles-Capitale.

C'est ainsi qu'en avril dernier, le second *Doctoral Thesis Award for Future Generations* fut décerné à Jean Hugé pour sa thèse de doctorat intitulée «*Are we doing the right things the right way? Discourse and Practice of Sustainability Assessment in North and South*», qui traite de l'évaluation préalable des effets des décisions politiques au moyen de l'étude d'incidence pour le développement durable. Le lauréat, qui est actuellement *Research Manager* à l'Université d'Anvers, a défendu sa thèse en 2012 en cotutelle à l'Université libre de Bruxelles et à la *Vlaamse Universiteit Brussel*. Bio-ingénieur de formation, il a un Master en Coopération au Développement de l'Université de Gand et a travaillé à des projets de coopération au développement, de politiques énergétiques et régionales de développement durable en Belgique et en Afrique.

Le jury avait également retenu les thèses de



Mateo Cordier (Faculté Solvay Brussels School), relative à la question des choix à effectuer pour un aménagement du territoire durable qui concilie rationalité économique et volonté de protection des écosystèmes; de Julie Hermesse (Université catholique de Louvain) qui intègre une approche anthropologique dans un contexte de gestion des risques de catastrophes naturelles (ici le cas de l'ouragan Stan qui toucha la municipalité de l'Altiplano Mam du Guatemala) et de changements climatiques; et enfin, la thèse de Coline Ruwet (Université catholique de Louvain) qui traite du caractère démocratique, participatif et transparent du processus d'élaboration d'une norme de «responsabilité sociétale des organisations» pour réaliser un développement durable (ISO26000).

POUR LES MASTER'S

Parmi les nombreuses candidatures (dont 6 de l'Université de Liège !) pour l'attribution des «Master's Thesis Award en Architecture durable», le jury a retenu comme lauréat 2013 le mémoire de Denis Piron (Ingénieur civil Architecte de l'Université de Liège). Son travail analyse un tronçon du Chemin Principal Andin «Qhapaq Ñan», au Pérou, selon 3 thèmes: le paysage, l'urbanisation et le patrimoine. Il faut savoir que le Chemin Principal Andin

HERA Doctoral Thesis Award for Future Generations:

De g. à dr. Jean Hugé (Lauréat), Julie Hermesse (Nominée), Coline Ruwet (Nominée) et Mateo Cordier (Nominé).

est aujourd'hui candidat au patrimoine mondial de l'UNESCO.

En outre, les travaux de Laura Campeny (Université de Liège) sur «Les Jeux Olympiques, d'un urbanisme événementiel à un urbanisme durable» (en prenant comme exemple les Jeux Olympiques de Barcelone en 1992) et d'Amélie Marot (HEC-Liège) sur les «Impacts environnementaux des matériels de construction. Une étude sur l'usage de bardages en bois d'essences indigènes et étrangères en Belgique» ont retenu toute l'attention du jury. Une mention spéciale fut attribuée au mémoire d'Olivier Dufond (Université libre de Bruxelles-La Cambre-Horta) sur «La lenteur en architecture à travers le processus de conception et de réalisation».

Lors de la cérémonie de remise des Prix HERA, une poster-session a permis de présenter quelques approches transversales pour intégrer le développement durable dans la recherche en Fédération Wallonie-Bruxelles. De quoi en inspirer plus d'un... ■



Prix HERA 2015

Le succès de l'édition 2013 des «Hera Awards» conforte la Fondation pour les Générations futures et ses partenaires dans la poursuite de leur mission de promouvoir une approche transversale du développement durable au sein de la recherche et du monde académique.

Un appel aux nouvelles candidatures sera donc bientôt lancé et le règlement sera disponible auprès de Madame Sabine Verhelst, Rue des Brasseurs 182, 5000 Namur.

Tél.: 081/22.60.62

E-mail: s.verhelst@fgf.be

Pour en savoir plus sur la Fondation pour les Générations Futures : www.FGF.be

HERA Master's Thesis Award en Architecture durable:

Ci-dessous: Denis Piron (Lauréat).

Qhapaq Ñan signifie en Quecha, le chemin des incas ou Chemin Royal. Il désigne le tronçon central andin reliant San Juan de Pasto à Santiago du Chili via Cusco.



Asacusa!

... ou plutôt abracadabra, serait-on tenté d'écrire, tant on pourrait croire que l'exploit (un de plus !) réalisé au CERN tient davantage du tour de magie que de l'expérimentation scientifique: un premier faisceau d'antimatière a été produit !

42

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

Photos: M. BRICE/CERN (p.42), CERN (p.43)

L'annonce (1) de la production d'un faisceau d'atomes d'antihydrogène dans l'expérience *Asacusa* confirme, s'il le fallait encore, qu'il y a bien une vie au CERN après la découverte du boson de Brout-Englert-Higgs et la remise du Prix Nobel de physique aux 2 derniers cités. Elle est aussi l'occasion de rappeler les progrès récemment accomplis dans l'étude de l'antimatière.

Si le concept d'antimatière remonte à la fin des années 1920 et à l'intuition de Paul Dirac, ces 2 dernières décennies, c'est le CERN qui a pris un ascendant certain dans l'étude de cet «autre univers» disparu (2). La production d'antiparticules a été assez rapide grâce à la construction d'accélérateurs de particules après la Seconde Guerre et on les maîtrise assez bien (qu'on songe à l'utilisation des positons - les électrons positifs - en médecine). Par contre, produire un atome d'antimatière (donc un assemblage de plusieurs antiparticules)

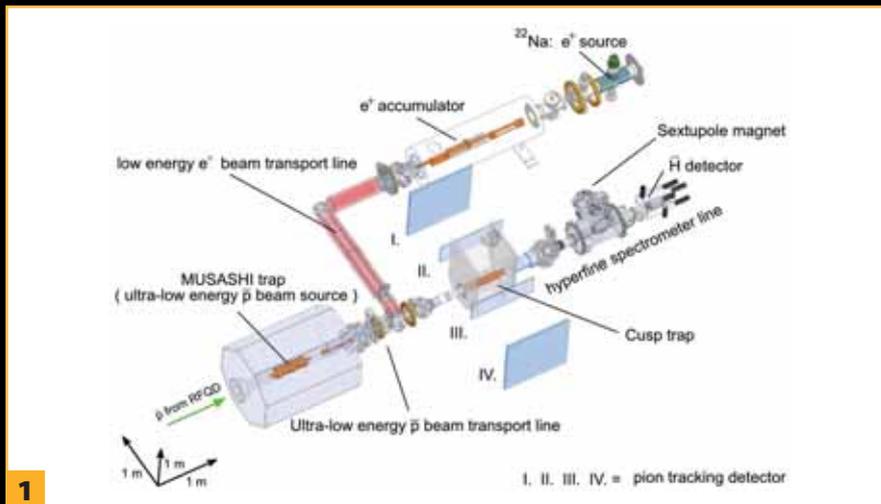
a demandé beaucoup d'efforts et ce n'est qu'en 1995 que le CERN a réussi cet exploit: 9 malheureux atomes d'antihydrogène y ont été créés... pour disparaître aussitôt ! On aura compris que si les physiciens se focalisent sur l'hydrogène et son opposé, c'est pour des raisons de facilité, celui-ci étant l'atome le plus simple - un proton, un électron -, le plus abondant dans l'univers, le plus étudié et sans doute, le mieux connu. Car les antiatomes ne sont pas créés pour le plaisir de l'exploit technologique, mais pour comparer certaines de leurs propriétés avec les propriétés équivalentes des atomes. Mieux vaut donc travailler avec un atome qu'on connaît bien, à savoir l'hydrogène.

Après cette première réussite, il faut attendre 15 ans avant qu'un nouveau pas important ne soit franchi: en 2010, toujours au CERN, des atomes d'antihydrogène sont cette fois piégés. C'est une étape essentielle car produire des antiatomes, c'est bien mais si c'est pour les voir disparaître aussitôt par annihila-

tion avec de la matière, cela ne sert pas à grand chose. Et toute la difficulté est de leur permettre d'exister quelque temps. Cette année-là (voir *Athena* n° 266, pp. 35-36), 38 d'entre eux avaient été piégés un 10^e de seconde ! L'effort pourra peut-être paraître dérisoire, mais la machinerie du CERN était lancée et allait aligner les performances. Il n'a en effet fallu que quelques mois pour réaliser un saut quantitatif important: en juin 2011, 300 antiatomes se retrouvaient piégés pendant un millier de secondes, de quoi commencer à les étudier.

SPECTRE ET GRAVITÉ

Que faire, en effet, de ces antiatomes ? On l'a dit, les comparer à leurs homologues de matière. Et surtout, les passer au crible du fameux théorème de la symétrie CPT (charge, parité, temps), valable pour toutes les théories quantiques, dont le modèle standard des



1. Schéma de principe de la production du faisceau d'anti-atomes d'hydrogène. Les positons (e^+) proviennent d'une source de ^{22}Na ; ils sont accumulés et refroidis puis transportés vers le lieu de rencontre avec des antiprotons (\bar{p}); là, quelques atomes d'antihydrogène sont formés ($\bar{\text{H}}$) et certains dirigés en faisceau vers le spectromètre afin d'y être analysés.

particules. Il stipule que si toutes les particules étaient changées en leur antiparticule, rien ne permettrait de voir ce changement. Autrement dit, particules et antiparticules doivent se comporter identiquement. Une des expériences consiste donc à analyser les transitions atomiques d'un antiatome d'hydrogène et voir si elles sont identiques à celles - qu'on connaît très bien - d'un atome. Ces atomes se composent d'un électron «tournant» autour d'un noyau (un seul proton). Si on excite un tel atome, par exemple en l'éclairant par un laser, l'électron passe sur une orbite plus haute avant de revenir à son état initial en émettant de la lumière, dont la fréquence est caractéristique du type d'atome étudié et lui seul (en l'occurrence ici de l'hydrogène). Selon la théorie, l'antihydrogène doit donc émettre à la même fréquence et son spectre doit être le même que celui de l'hydrogène.

Une première mesure de ce spectre, certes pas encore concluante, a été faite en mars 2012. L'expérience a cependant montré qu'on disposait des techniques pour commencer à étudier différentes propriétés de l'antiatome. C'est d'ailleurs ce qui s'est produit un an plus tard, en mars 2013, lorsque le CERN a pu mesurer avec une très grande précision le moment magnétique (3) d'un antiproton. Conclusion: les moments magnétiques du proton et de l'antiproton sont exactement opposés, c'est-à-dire égaux en intensité mais opposés du point de vue du spin. La symétrie CPT est donc bien validée de ce point de vue.

Une autre question se pose à propos de l'antimatière: comment se comporte-t-elle face à la gravitation? Là aussi, est-ce exactement comme la matière le fait? Une réponse à cette question pourrait

être apportée en étudiant la répartition de la densité d'un gaz d'anti-atomes selon l'altitude dans un piège. On n'y est pas encore parvenu, mais la réussite de l'expérience *Asacusa* (*Atomic Spectroscopy And Collisions Using Slow Antiprotons*) est peut-être un pas supplémentaire dans la bonne direction.

ASACUSA

Les résultats tels qu'ils sont présentés pourraient prêter à sourire: «la collaboration *Asacusa* rend compte de la détection non ambiguë de 80 atomes d'antihydrogène à 2,7 m de leur lieu de production». Quelques dizaines d'atomes qui ont parcouru moins de 3 m, peut-on parler de faisceau? Eh bien oui, et cela est très important. Il faut en effet savoir que la seule manière de piéger des anti-atomes et de les faire exister un certain laps de temps est de les stocker dans des champs magnétiques... lesquels perturbent les mesures de leurs niveaux d'énergie, donc leurs propriétés spectroscopiques. Toute la difficulté était donc d'en conserver «loin» de ces champs. C'est ce qui vient d'être réussi, ouvrant ainsi la voie à une comparaison fine des spectres des atomes d'antihydrogène. Et comme on a pu le remarquer, les dates de publications de résultats importants se rapprochent de plus en plus... De quoi être optimiste et se dire que d'ici peu, on pourra établir si hydrogène et antihydrogène présentent des différences permettant d'expliquer pourquoi la matière l'a emporté sur l'antimatière. ■



2. Masaki Hori règle les éléments optiques.

- (1) A source of antihydrogen for in-flight hyperfine spectroscopy, N. Kuroda et al. Nature Communications 5, Article number: 3089 doi:10.1038/ncomms4089/ Published 21 January 2014.
- (2) Selon la théorie du Big Bang, matière et antimatière auraient existé en quantités égales au début de l'univers puis la seconde a disparu, sans que l'on comprenne pourquoi. Les physiciens essaient donc d'expliquer d'où provient cet «excédent de matière»... c'est-à-dire notre univers.
- (3) Grandeur vectorielle mesurant l'intensité d'une source magnétique (un courant ou un aimant par exemple).

À la Une du Cosmos

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

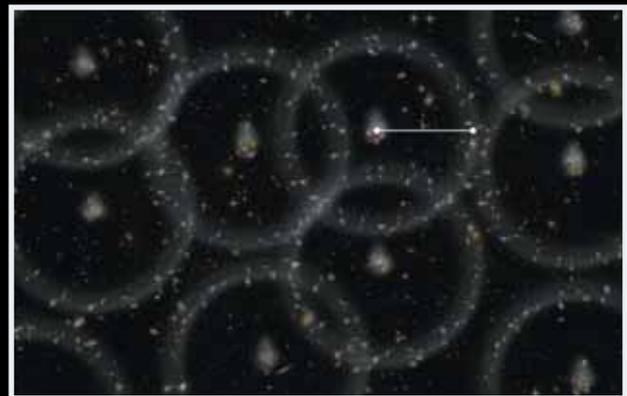
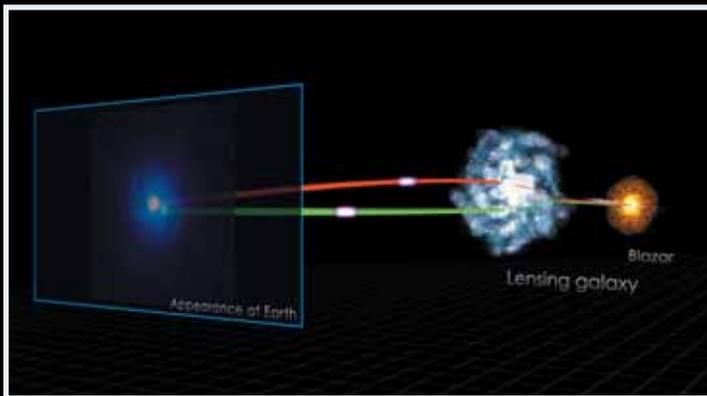
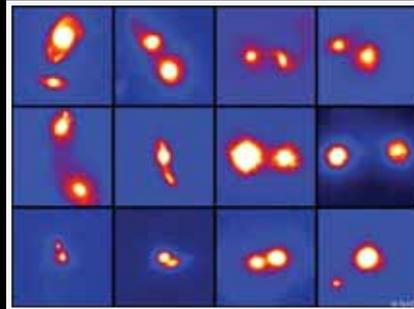


Les étoiles hypervéloces se déplacent à plus d'un million de km/h. Certains les imaginent être expulsées du centre galactique, à cause des interactions avec le trou noir central, mais ce n'est pas toujours le cas: les interactions au sein des couples stellaires sont également en cause...

Photo: Vanderbilt

Lorsque deux galaxies fusionnent, le trou noir de l'une d'elles s'active, rarement les deux. Ce sont les conditions locales plutôt que les propriétés des galaxies qui semblent déterminer cette activation.

Photo: Subaru



À gauche: Le trajet de la lumière peut être modifié en présence de matière: les masses peuvent ainsi jouer le rôle de «lentille gravitationnelle»... Cet effet est bien connu en lumière visible, mais le télescope spatial FERMI a réalisé les premières mesures d'une telle lentille gravitationnelle dans le domaine des rayons gamma ! Photo: NASA. • À droite: La mesure de plus d'un million de galaxies dans le cadre du projet BOSS du SDSS-III a permis de déterminer les distances intergalactiques jusqu'à six milliards d'années-lumière avec une précision d'un pour cent. Photo: LBNL.

Le célèbre théoricien Stephen Hawking vient de jeter un pavé dans la mare: il n'existe, selon lui, pas de trous noirs - au mieux, ils seraient «gris». Il remet donc en cause des notions fondamentales concernant ces objets particuliers.

Photo: NASA



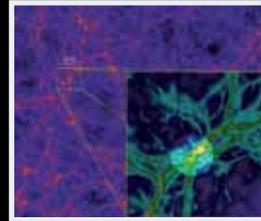
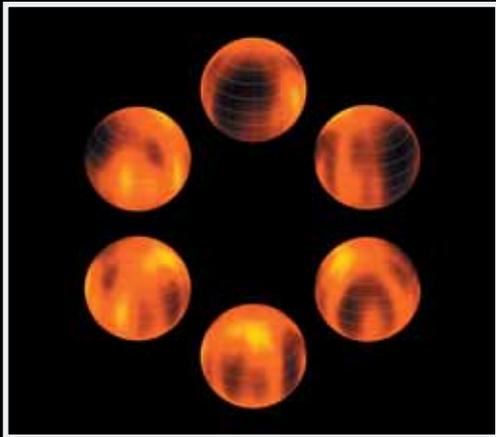
Après Europe le mois dernier, voici encore de la vapeur d'eau s'échappant d'un objet, cette fois-ci l'astéroïde Cérès. Cette observation inédite du télescope européen Herschel est d'une grande importance pour l'étude de la distribution de l'eau dans le Système solaire. La mission Dawn étudiera bientôt de plus près cet objet, qui représente à lui seul 20 pour cent de la masse des astéroïdes de la ceinture principale.

Photo: ESA



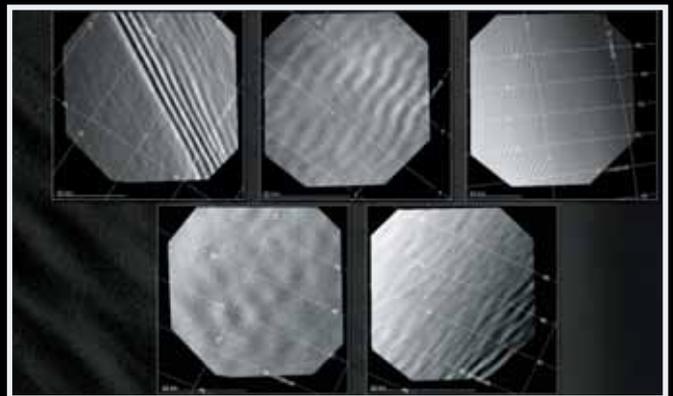
Le télescope Keck I a permis de photographier une gigantesque nébuleuse illuminée par le quasar UM287 et s'étendant sur deux millions d'années-lumière. Les astronomes y voient le réseau de filaments censés relier les galaxies et formant la trame de l'Univers.

Photos: S. Cantalupo, UCSC; A. Klypin and J. Primack - insert: S. Cantalupo



On s'occupe de météo non terrestre: nuages sur exoplanètes, pluies de fer liquide dans les naines brunes... Evidemment, c'est mieux si on a des images - ça tombe bien: la première carte météo d'une naine brune, Luhman 16B située à seulement 6 années-lumière, vient d'être dévoilée.

Photo: ESO



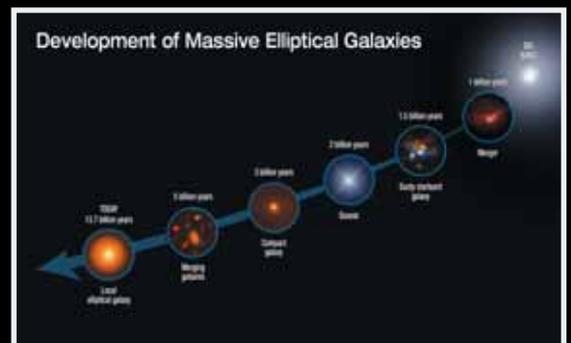
À gauche: Le télescope spatial a permis de découvrir dans l'Univers très lointain - et donc jeune: des galaxies anormalement brillantes; une abondante population de petites galaxies; des galaxies très faibles, révélées grâce aux lentilles gravitationnelles. Photo: HST • À droite: L'analyse d'images prises par la sonde européenne Venus Express met en évidence des trains de vaguelettes dans la haute atmosphère de Vénus. Ces vagues associées aux reliefs (montagnes d'Ishtar Terra) semblent confirmer la présence d'ondes de gravité détectées dès 1985 par les sondes Vega. Photo: ESA



Le cœur d'une étoile rouge supergéante appartenant au Petit Nuage de Magellan pourrait être une étoile à neutrons, mais cette découverte potentiellement révolutionnaire d'un objet hybride doit cependant être confirmée.

Comment naissent les galaxies? De nouvelles recherches lèvent un peu le voile sur cette question. D'un côté, le projet participatif GalaxyZoo a montré que la présence d'une «barre» indiquait une galaxie spirale mature: il y a 8 milliards d'années, seulement 11% des spirales étaient barrées, alors que 2/3 le sont aujourd'hui. D'autre part, on avait repéré des galaxies adultes, très massives, dans l'Univers jeune et leur origine semble élucidée: des collisions de galaxies ayant entraîné une formation abondante d'étoiles.

Photo: HST





Texte: Théo PIRARD • Photo: ESA

L'événement spatial de cette année 2014 sera sans aucun doute le rendez-vous de l'Europe avec le cœur d'une comète ! Le 11 novembre prochain, la sonde Rosetta de l'Esa (European Space Agency) doit y accrocher son compagnon Philae, un micro-robot de 100 kg, pour une collecte d'images et données inédites. Il s'agira d'une « première » historique dans la découverte d'un témoin clé des origines du système solaire. Après Saturne, la planète géante aux anneaux, les astres les plus spectaculaires sur la voûte céleste sont les comètes à la « chevelure » brillante sous l'effet de la lumière du Soleil. Avec leurs longues queues, elles passaient pour des phénomènes mystérieux. Du coup, nos ancêtres les interprétaient le plus souvent comme les signes d'une bonne nouvelle des dieux du ciel. Ainsi l'étoile de la crèche de Noël est considérée par d'aucuns comme une comète... On en dénombre aujourd'hui plus de 2 000 mais on continue d'en découvrir de nouvelles. Certaines, en frôlant trop près le Soleil, disparaissent sous l'effet de sa chaleur. En ce 21^e siècle, la technologie des systèmes spatiaux nous permet d'inspecter les comètes in situ...

L'Europe a fait de l'étude des comètes une priorité de son programme scientifique dans l'espace. L'Esa a d'ailleurs signé, avec la plus célèbre d'entre elles, son premier exploit dans l'exploration interplanétaire...

46

Dans les années 80, la sonde européenne *Giotto* a croisé la comète observée par le célèbre astronome anglais Edmond Halley (1656-1742). Réalisée par une industrie européenne encore débutante dans l'espace, elle fut précipitée autour du Soleil par une fusée *Ariane 1* le 2 juillet 1985, pour aller à la rencontre de la fameuse comète de Halley, qui revient tous les 76 ans en s'éloignant à quelque 5,3 milliards de km. Le 14 mars 1986, *Giotto* survola son noyau à moins de 600 km. Sa caméra multi-couleurs, qui avait été testée et calibrée sous vide par le *Csl* (Centre spa-

tial de Liège), prit des clichés désormais historiques. Ils montraient une structure rocheuse, riche en carbone, ayant la forme d'une patate allongée d'où jaillissaient des jets de poussières. Ses instruments levaient le voile sur la composition des matériaux éjectés: 80% d'eau, 10% de monoxyde de carbone, en plus de méthane et d'ammoniac... Poursuivant sur sa lancée, la sonde passa, le 12 juillet 1992, à 200 km de la comète Grigg-Skjellerub mais ne put prendre aucune image.

Avec Rosetta, l'Esa compte cette année écrire un nouveau chapitre du feuilleton cométaire. Comment va se dérouler cette suite à la mission Giotto ?

L'odyssée de la sonde *Rosetta* dans le système solaire commence par son lancement réussi grâce à une fusée *Ariane 5*

le 2 mars 2004. Durant les 10 années de son périple, elle a survolé Jupiter, Mars, puis 2 astéroïdes. Son appareillage fut mis en sommeil en juin 2011 afin d'épargner le peu d'énergie fournie par ses panneaux solaires. Le 20 janvier dernier, après 31 mois d'hibernation, la sonde réussissait son réveil. Elle se trouvait en parfaite forme pour entamer l'exploration de la comète Tchouryoumov-Guerassimenko sur laquelle elle a mis le cap. Elle s'en approchera dès juin prochain pour se satelliser autour d'elle le 7 août. L'apothéose est attendue le 11 novembre avec le largage du micro-robot *Philae* qui ira se planter sur son noyau et récolter une avalanche d'images et de données sur l'environnement d'une comète.

Quel intérêt a-t-on de mieux connaître ce qui se trouve au sein des comètes ?

Ces astres vagabonds, parfois imprévisibles, sont des témoins de la formation des planètes et astéroïdes. En orbite solaire, ils vont se ressourcer en blocs de glace aux confins de notre système. Les comètes peuvent atteindre des régions qu'ont détectées et baptisées 2 astrophysiciens néerlandais. À savoir la Ceinture de Kuiper et plus loin, le Nuage d'Oort. L'étude du noyau d'une comète et des jets de glaces et de poussières doit faire progresser notre enquête sur la matière primitive, celle de nos origines. On espère avoir la réponse à l'hypothèse selon laquelle les comètes auraient amené l'eau, et donc la vie, sur notre Terre. ■



1964-2014:

50 ans d'Europe spatiale

Cette année, l'Europe va fêter un demi-siècle d'efforts pour avoir sa place dans le nouveau monde de l'espace. L'occasion de dresser le bilan et de s'interroger: quo vadis, Esa ? (Agence spatiale européenne, où vas-tu ?)

Alors que Moscou et Washington faisaient la course à la Lune à coups de roubles et de dollars, l'Europe a pris forme sur des bases modestes avec la création de l'*Esro* (European Space Research Organisation). Cette institution intergouvernementale est mise sur pied le 20 mars 1964 par 10 États, dont la Belgique, à l'affût du progrès scientifique et d'innovation technologique dans le cadre européen. Sa première mission est de développer des systèmes spatiaux pour la science, avec des expériences à bord de fusées-sondes et au moyen de satellites. L'*Esro* allait grandir, dotant l'Europe d'une infrastructure pour les tests sous vide et pour leur contrôle sur orbite. Ainsi, en 1968 voyait le jour, près du village ardennais de Redu, une station de poursuite de satellites, aujourd'hui *Centre Esa* de Redu. L'*Esro* prenait de l'assurance en s'intéressant aux applications par satellites (météorologie, télécommunications).

Texte: Théo PIRARD • theopirard@yahoo.fr

Photo: NASA

Le 31 mai 1975, grâce à une initiative belge que fit adopter le Ministre belge Charles Hanin (1914-2012), l'*Esro* se métamorphosait en *Esa* (European Space Agency). Cette agence se donnait de nouvelles grandes ambitions: le transport spatial avec *Ariane* et les vols spatiaux avec *Spacelab*. Aujourd'hui, elle compte une vingtaine d'États membres (18 pays faisant partie de l'Union, plus la Norvège et la Suisse). Elle coopère avec les agences spatiales dans le monde, notamment avec la *Nasa* (sondes *Solar Orbiter* près de notre étoile et *Juice* autour de Jupiter) et avec *Roscosmos* (*ExoMars* en 2016 et 2018). Sans perdre de vue qu'elle est partenaire de l'*Iss* (*International Space Station*), qui est habitée en permanence par 6 astronautes et cosmonautes, dont au moins un(e) Européen(ne) chaque année. Le Canada, comme membre associé de l'*Esa*, contribue à plusieurs de ses missions. D'autres États dans le monde, qui ont un potentiel spatial, sont intéressés par ce statut comme l'Ukraine, Israël, l'Afrique du Sud ou l'Australie. Dans l'immédiat, l'*Esa* entend s'ouvrir à tous les membres de l'Union, laquelle est devenue son principal contributeur avec les constellations *Galileo* (navigation civile) et *Copernicus* (observations pour l'environnement et la sécurité).

**BEAU PALMARÈS
DE COOPÉRATION
INTERNATIONALE**

47

L'*Esa* a réussi à faire sa place comme acteur n°1 du spatial européen. Ce rôle lui est reconnu par les agences nationales de l'espace les plus influentes que sont le *Cnes* (*Centre national d'études spatiales*), le *Dlr* (*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt*), l'*Asi* (*Agenzia Spaziale Italiana*) et la *UK Space Agency*. La Belgique est représentée par le *Bhrs* (*Belgian High Representative for Space Policy*) et *Belpo*. Qui eût imaginé, il y a 50 ans, que l'*Esa* deviendrait la référence dans le monde pour la coopération internationale dans l'espace ? En mettant à son actif de magnifiques tours de force qui, comme défis scientifiques et technologiques, ont fait éclore des instituts et entreprises de haut niveau, avec des produits, services et emplois de grande valeur ajoutée:

- le leadership pour l'accès commercial à l'espace, avec la société *Arianespace* qui exploite, au Centre spatial guyanais, les lanceurs *Ariane*, *Soyouz* et *Vega*;
- la mise en œuvre sur l'*Iss* du laboratoire polyvalent *Columbus* pour des expériences en impesanteur et des observations du Soleil;

- les ravitaillements automatiques de la station avec les *Atv (Automated Transfer Vehicle)*, dont le dernier exemplaire volera cet été sous le nom du cosmologiste belge Georges Lemaître (1894-1966);
- les missions d'astrométrie *Hipparcos* et *Gaia*, d'astrophysique *Herschel* et *Planck* à 1,5 million de km de la Terre;
- l'arrivée de la capsule *Huygens* (avec de l'électronique carolorégienne) dans l'atmosphère et à la surface de Titan-sur-Saturne, à 1,5 milliard de km de nous;
- le développement de satellites météorologiques géostationnaires (*Meteosat*) et polaires (*Metop*) pour l'organisation européenne *Eumetsat* qui facilite et améliore les prévisions du temps à l'échelle mondiale;
- le support technologique apporté à l'industrie des systèmes spatiaux en Europe pour réaliser des satellites de télécommunications, de télévision et de télédétection de plus en plus performants (1);
- l'exploitation, durant près de 10 ans (de 2002 à 2012), d'*Envisat*, l'observatoire le plus important des conditions environnementales sur notre planète... À noter que ce satellite de 8 t, en s'arrêtant brutalement de fon-

ctionner, est devenu le débris le plus embarrassant sur la trajectoire des satellites de télédétection. ■

(1) Sait-on que l'Europe est leader dans les systèmes commerciaux de satellites pour les télécommunications et la télévision, ainsi que pour les observations à usage dual (civil et militaire) ? On a les opérateurs Ses (Luxembourg), Eutelsat (France), Inmarsat (Royaume-Uni), Telespazio (Italie), Hispasat (Espagne), Telenor (Norvège), Avanti (Royaume-Uni), Astrium Services/Airbus Defence & Space (France, Allemagne, Royaume-Uni).

Rôle grandissant des institutions de l'Union

Pour 2014, l'*Esa* dispose d'un budget de 4,1 milliards d'euros pour financer - principalement - ses programmes d'observation de la Terre (22,3%), de navigation (15,4%), de lanceurs (15,1%), de missions scientifiques (12,3%) et de technologie pour les vols habités (9%). Si la France et l'Allemagne sont ses principaux contributeurs - la Belgique est le 5^e avec 188,6 millions d'euros -, l'Union fait partie du trio de tête avec 624 millions. L'*Esa* doit de plus en plus tenir compte de la Commission européenne qui se dote d'outils spatiaux de portée globale: *Galileo*, *Copernicus*, *Horizon 2020* - Espace. Il faut considérer cette autre dimension, politiquement prescrite dans le Traité de l'Union (Lisbonne), comme aubaine stratégique pour redynamiser l'Europe dans l'espace.

Ce 1^{er} janvier entré en action le Cadre financier pluriannuel de l'Union. Approuvé par le Parlement européen le 19 novembre puis entériné par le Conseil Compétitivité le 2 décembre, le budget de près de 960 milliards d'euros pour la période 2014-2020 consacre plus de 11,5 milliards aux missions de l'Union dans l'espace: 6,3 milliards pour le *Gnss (Global Navigation Satellite System)* avec *Egnos* et *Galileo*; 3,8 milliards au système *Copernicus* (alias *Gmes*) de surveillance pour l'environnement et la sécurité; 1,4 milliard aux activités «Espace» d'*Horizon 2020* en Recherche & Technologie. L'effort spatial de l'Union représente une moyenne annuelle de 1,64 milliard d'euros, soit le 1/3 du budget annuel de l'*Esa*.

Il faut remettre dans son contexte politique ce rôle, désormais primordial, de l'Union dans le développement et l'exploitation de systèmes spatiaux au service de l'Europe. Le Traité de Lisbonne, en vigueur depuis le 1^{er} décembre 2009, reconnaît à l'Union le pouvoir d'élaborer une politique spatiale européenne. Il précise que les Parlement et Conseil européens établissent les mesures nécessaires, qui peuvent prendre la forme d'un programme spatial euro-

péen. De manière pragmatique, il prescrit que «l'Union établit toute liaison utile avec l'*Esa*, l'Agence spatiale européenne». Pour 2014-2020, les ambitions de l'Union dans l'espace s'amplifient et se renforcent. Une main-mise de la Commission sur l'*Esa* n'est pas à exclure si celle-ci tarde à ne pas évoluer vers un mode de fonctionnement assoupli et rajeuni, plus pragmatique et plus compétitif.

D'aucuns mettent en évidence le manque d'expérience de la Commission DG (Direction Générale) Entreprise pour ce qui est du management de systèmes spatiaux complexes. On fait état d'une absence de culture et d'un manque d'expertise pour mener de façon judicieuse sa stratégie pour l'espace. On va jusqu'à déplorer sa façon de prendre des décisions à l'emporte-pièce dans sa gestion des systèmes spatiaux comme s'il s'agissait d'un programme d'infrastructures tout à fait conventionnel. Son Unité Espace a engagé des spécialistes provenant de l'*Esa* et d'agences nationales. Sa particularité est qu'elle a des comptes à rendre sur le plan politique auprès du Parlement et du Conseil de l'Union. Le risque est que ses excès de bureaucratie soient préjudiciables à un renouveau de l'Europe dans l'espace sous l'impulsion de l'*Esa* ! Il ne saurait être question d'inféoder l'agence à la Commission. Mais il est grand temps que le spatial européen retrouve une efficacité libérée des manœuvres politico-industrielles et contraintes bureaucratiques afin de rester un moteur vivant de la technologie et un stimulant dynamique de l'innovation.

Devant la montée en puissance des concurrents chinois et indiens, une urgence s'impose: l'*Esa*, comme drapeau de l'Europe spatiale, doit plus rapidement renouveler, voire rajeunir ses effectifs. Bien des jeunes se heurtent à une muraille de procédures administratives lorsqu'il s'agit d'y être admis. Il importe de rendre plus flexible l'ouverture de l'agence aux jeunes, aux idées audacieuses et aux projets innovants...

Brèves spatiales...

d'ici et d'ailleurs

Texte: Théo PIRARD • Photos: NASA, Spacebel, Thales Alenia Space, ISRO

Vente d'un satellite belge au Vietnam. Le 20 janvier, après 30 mois de patientes négociations, Spacebel, à la tête d'un consortium belge, signait à Hanoï avec le Vast (Vietnam Academy of Science & Technology) le contrat pour le développement et l'exploitation d'un petit satellite d'observation hyperspectrale. Baptisé *Vnredsatsat-1B*, cet observatoire de 130 kg, pas plus grand qu'une machine à laver, étudiera pendant au moins 5 ans l'environnement sur le territoire vietnamien. Son lancement est prévu en 2017. Placé sur orbite à 640 km, le satellite de télédétection fournira, dans une quarantaine de bandes spectrales, des images qui serviront à dresser l'état des cultures et forêts, surveiller la qualité des eaux côtières et fluviales, gérer au mieux les zones d'habitat et les terres inondables...



Il constitue un outil primordial pour une nation émergente dont la population ne cesse de croître. Aux côtés de Spacebel, on a l'Université de Liège avec le Csl (Centre spatial de Liège) ainsi que des PME liégeoises qui ont démontré leur expertise dans la technologie des systèmes spatiaux à bord de satellites européens: *Amos* et *Deltatec*. ■

Choix français de Visiona Technologia Espacial. Le Gouvernement brésilien a décidé de coopérer avec des partenaires français pour le développement de son système *Sgdc* (Satellite Geostacionario de Defensa y Comunicaciones estrategicas) de satellites destinés aux communications de sa Défense (bandes X) et aux transmissions à haut débit (bandes Ka). Ce sont Thales Alenia Space pour le satellite (*Spacebus 4000*) et Arianespace pour son lancement (*Ariane 5*) qui ont été sélectionnés par *Visiona Technologia Espacial*, l'entreprise conjointe d'*Embraer* et de

Telebras. L'offre de la France pour réaliser et satelliser *Sgdc-1* - lancement prévu en 2016 pour être positionné à 75 degrés Ouest - se trouvait en compétition avec des propositions du Japon (*Mitsubishi Electric*) et du Canada/USA (*Mda/Space Systems Loral*). Il s'agit de contrats pour 300 millions d'euros, avec transfert technologique à la clé, car *Visiona* entend devenir un fabricant de systèmes d'applications spatiales. *Thales Alenia Space Belgium*, alias *Etca* (Charleroi), est impliqué dans la réalisation du satellite gouvernemental brésilien. ■

Vue d'artiste du *Sgdc-1*.

L'Inde autonome pour l'accès à l'orbite géostationnaire. Quinze minutes «de terre», le 5 janvier dernier, pour la première satellisation de l'année. Le lanceur *Gslv-MkII* a pu démontrer la fiabilité de son étage supérieur à propulsion cryogénique. Il a réussi à placer correctement sur orbite de transfert géostationnaire le satellite «made in India» *Gsat-14*, destiné aux télécommunications.

À l'issue de ce vol spatial d'un quart d'heure, les ingénieurs et techniciens de l'*Isro* (Indian Space Research Organisation) ont manifesté leur enthousiasme et exprimé leur fierté. Après 10 ans d'efforts, l'Inde a réussi à maîtriser la propulsion utilisant des ergols hyper-froids (hydrogène et oxygène liquides). Elle est la 6^e nation à avoir développé cette maturité technologique après les USA, l'Europe, la Russie, la Chine et le Japon. ■



À vos AGENDAS!

Le Festival du film scientifique

Du 24 au 29 mars 2014

Avec le soutien
de la **DGO6**

À Bruxelles...

Né en 1961, le Festival du film scientifique de Bruxelles a été remis au goût du jour en 2011 par des étudiants bénévoles de l'Université libre de Bruxelles (ULB). Cette 4^e édition, qui se déroulera parallèlement au Printemps des Sciences, se veut un événement ouvert à tous, aux passionnés de sciences comme aux professionnels ou aux simples curieux. Sensibiliser les jeunes du secondaire aux filières scientifiques, leur faire découvrir le métier de chercheur, leur redonner goût aux sciences de manière « ludique » tout en présentant une sélection de films de qualité et faire se rencontrer des publics de tous horizons autour d'un intérêt commun pour la science et l'audiovisuel, voici quelques-uns des objectifs de cet événement bruxellois.

Au programme: des films bien entendu - 3 en soirée pour le grand

public et des projections en journée spécialement dédiées aux écoles -, des interventions après projection de spécialistes, des conférences, une expo photos,... Petite nouveauté histoire d'attirer un public plus large: la sélection est ouverte aux sciences humaines. Il y en aura donc pour tous les goûts et pour tous les âges !

Où ? Au Campus du Solbosch (salle Dupréel) - Avenue Buyl, 22-24 à 1050 Bruxelles (Ixelles).

Pour qui ? Grand public et élèves du secondaire.

Tarif ? 1,5 euro/séance; 1 euro pour les étudiants; gratuit pour les écoles (réservation obligatoire). Il existe également des pass pour toute la semaine.



Infos & inscriptions ?

<http://www.ffsbrxl.be>
Tél.: 0494 85 60 22
ou via Facebook.

50

Le Festival ImagéSanté

Du 17 au 22 mars 2014

Avec le soutien
de la **DGO6**

À Liège...

La 11^e édition du *Festival International du Film de Santé de Liège - ImagéSanté*, organisé par le C.H.U., l'Université de Liège et le Département Santé & Qualité de Vie de la Province de Liège, connaît un succès croissant, et est devenu l'un des plus importants événements mondiaux en la matière. *ImagéSanté 2014*, sous le parrainage d'Emmanuelle Béart, consacrera pas moins de 4 jours à la projection d'une centaine de films en compétition, sans oublier la retransmission d'interventions chirurgicales en direct, le programme spécial «Jeunes», les conférences et tables rondes...

Parce que notre santé nous concerne tous, l'objectif du Festival est de promouvoir la formation et l'information en matière de santé par l'intermédiaire de films documentaires, d'ateliers et de

conférences. Forum international de rencontres entre les professionnels de la santé, le cinéma et le grand public, *ImagéSanté* constitue un stimulant à la création de documents audiovisuels de qualité, innovateurs tant au niveau national qu'international. *ImagéSanté* veut aussi, par des retransmissions d'interventions chirurgicales en direct, dédramatiser auprès du grand public certains actes chirurgicaux. Par ces 2 aspects fondamentaux de sa programmation, le Festival du film et les retransmissions, *ImagéSanté* est devenu un événement essentiel qui offre un regard croisé entre le cinéma, la science et la santé.

Toutes les infos, programmation des films, retransmissions et événements se trouvent sur le site Internet: <http://www.imagesante.org>



En présence
d'Emmanuelle BÉART,
Marraine du Festival

Nouveautés au



l'exposition *Le grand jeu du Docteur Maboul* pour découvrir les organes, une activité «labo» pour mieux connaître les besoins de la peau et créer sa crème.

Pendant les vacances de carnaval, découvrez en famille «*Mon corps, ma santé*»; participez aux animations autour de

Infos et programme ?

<http://www.pass.be>



Sortis de PRESSE

Histoire de la cuisine Une Philosophie du goût

Jourdan

Jean C. Baudet

Destiné au grand public de ceux qui mangent, gourmands, gourmets ou gastronomes, et au public des cuisiniers et des restaurateurs, cet ouvrage est une passionnante histoire de la cuisine, des petits plats, des grands, et des cuisiniers qui ont laissé leur nom dans l'histoire, c'est-à-dire dans nos assiettes. Car il ne suffit pas de manger, il faut encore savoir ce que l'on mange. Aussi, suivre les traces de la cuisine à travers les âges est-il passionnant.

On saura d'où viennent nos principaux plats, comme la choucroute ou le baba au rhum, ce que mangeaient Louis XIV ou Napoléon, quelles sont les origines des restaurants les plus célèbres, des plats les plus glorieux, des chefs les plus étoilés. On méditera aussi sur la condition humaine, depuis la Préhistoire et ses premières cuissons, jusqu'à notre époque de retour aux «légumes oubliés». Car, au fait, l'Homme est le seul animal qui prépare sa nourriture et qui mange chaud ! La cuisine est, vraiment, le propre de l'Homme.

Une lecture qui ouvre l'esprit et bien entendu, l'appétit. Avec une bonne dose d'anecdotes, quelques tours de moulin de

philosophie, un bouquet garni d'érudition pas trop pesante, et une pincée de sel.

Né à Bruxelles en 1944, Jean C. Baudet est l'auteur d'ouvrages d'histoire des sciences et de philosophie. En 1978, il a fondé la revue *Technologia* consacrée à l'histoire de la science, de la technologie et de l'industrie, qu'il dirigera jusqu'en 1989. De 1985 à 1993, il a enseigné l'histoire et la philosophie de la technologie au sein du Programme inter-universitaire d'histoire des sciences et des techniques du FNRS. Administrateur du Comité Sluse des historiens des sciences de Belgique, membre du Comité de rédaction de la *Revue Générale*, il est aussi sociétaire de l'*Association des écrivains belges*. ■

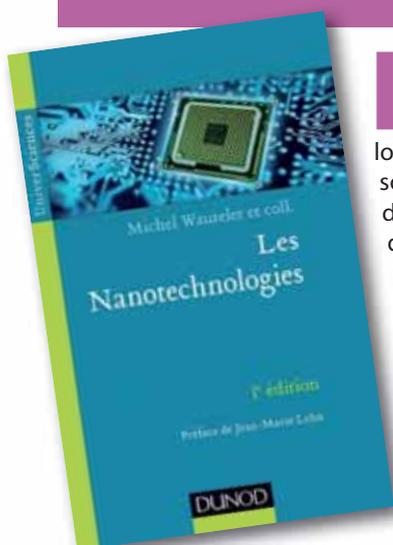


51

Les Nanotechnologies

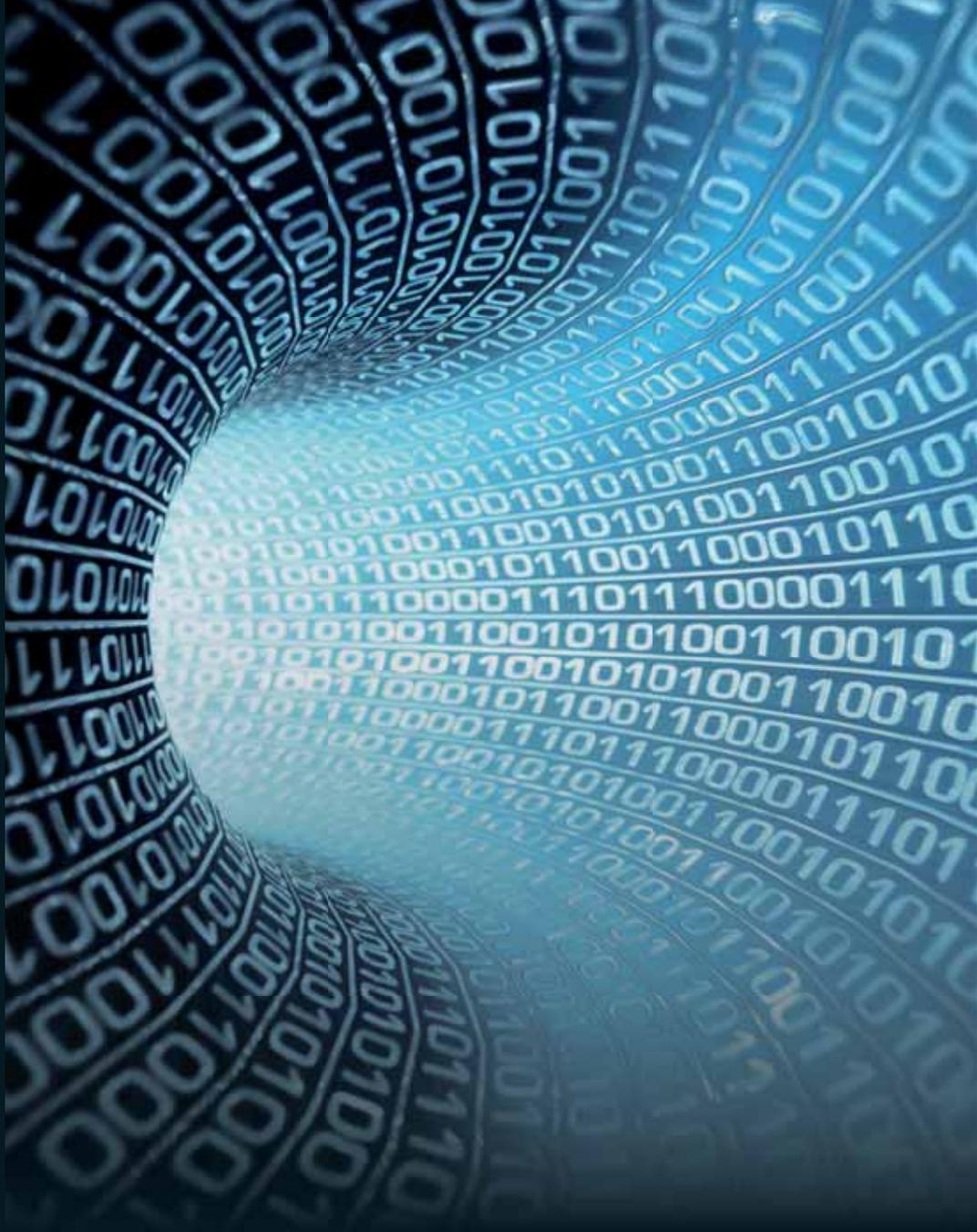
Dunod

Michel WAUTELET et coll.



Le premier programme nanotechnologique a été lancé en 2001. Depuis lors, les nanotechnologies sont devenues un secteur d'activité fondamental. Actifs dans ce secteur, des enseignants et chercheurs issus de l'Université de Mons et de *Materia Nova* se sont unis, sous la direction du professeur Michel Wautelet, pour

rédigier un ouvrage de synthèse, *Les Nanotechnologies*, dont la troisième édition vient de sortir de presse. Comment les nanotechnologies peuvent-elles aider à guérir un malade? Quels matériaux nanotechnologiques sont utiles pour le photovoltaïque? Ces questions et bien d'autres encore trouveront leurs réponses dans cet ouvrage, également traduit en allemand et en anglais. Présentant les bases scientifiques des nanotechnologies, ainsi que ses applications actuelles dans des secteurs aussi variés que l'électronique moléculaire et plastique, le photovoltaïque, les nanocomposites, le nanomagnétisme, il intéressera les étudiants et enseignants en sciences, mais aussi les esprits curieux. ■



Visitez nos sites:

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