

# Athena

Le mag' **scientifique**

308

Février  
2015

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

## Dossier

**Le sport:** miroir grossissant  
de notre société

## Technologie

**Graphène:** le champion  
toutes catégories



# Édito

## En progrès mais peut mieux faire

Texte: **Géraldine TRAN** - Rédac'teuf • Photos: **ID Photo/vignette**



**C**omme tous les 2 ans, la Wallonie a reçu son bulletin des mains du *Conseil wallon de la Politique Scientifique (CPS)*. Quelle est la place de la Fédération Wallonie-Bruxelles dans le système wallon de recherche et d'innovation ? Quelles sont ses forces et ses faiblesses ? Et surtout, comment valoriser ces atouts et atténuer ces lacunes ? L'analyse repose sur 2 volets: l'aspect budgétaire et les actions menées.

Peut-être à contre-courant de l'image qu'elle renvoie, la Wallonie est assez bien positionnée en termes de recherche et d'innovation. Avec 2,46% du PIB, elle se situe même au dessus de la moyenne nationale des investissements en R&D et les progrès au niveau notamment de l'emploi, de la formation, des collaborations science/industrie ou du rayonnement international sont tangents. La Wallonie possède déjà des bases solides de par la qualité de la recherche fondamentale, les dépenses des entreprises pour la R&D (1,93% du PIB en 2011; objectif européen: 2%), le niveau de formation de la population (32,6% ont suivi des études supérieures contre 27,7% au niveau européen) ainsi qu'un bon taux de création d'emploi dans le secteur de la haute technologie.

Cependant, en dépit d'un dispositif wallon d'aide à la RDI riche et diversifié, certaines faiblesses ont la dent dure telles que les dépenses publiques en R&D (0,7%, en deçà de l'objectif européen de 1% et de la plupart des pays de l'UE-15), une valorisation commerciale de la recherche insuffisante ou encore, un taux d'innovation faible dans les PME. Le taux de personnel scientifique en R&D est quant à lui en augmentation mais reste inférieur à la moyenne belge et européenne. Deux explications possibles: la précarité du statut des chercheurs et un manque d'attractivité des filières scientifiques.

De ces constatations émanent une dizaine de recommandations, parmi lesquelles la mise en place d'une stratégie intégrée en vue d'attirer davantage de jeunes vers les études scientifiques et techniques et d'une évaluation systémique du dispositif d'aide à la RDI; le renforcement de la participation aux programmes européens; l'intensification de la veille pour identifier les domaines de recherche les plus porteurs ou encore l'amélioration de la visibilité des aides aux PME. La classe DGO6 et l'élève *Athena*, à son niveau et avec ses moyens, a un rôle à jouer et tiendra compte de ces remarques pour avoir un beau bulletin lors la prochaine période ! ■

*Géraldine*

### + Plus d'infos

Le rapport complet du CPS est disponible sur le site du Conseil économique et social wallon:

<http://www.cesw.be>

ATHENA 308 • Février 2015

SPW | Éditions

Tiré à 19 000 exemplaires, Athena est un magazine de vulgarisation scientifique édité par le Département du Développement technologique (Direction générale opérationnelle Économie, Emploi et Recherche - DGO6) du Service Public de Wallonie.

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

N° Vert du SPW: 0800 11 901 • [www.wallonie.be](http://www.wallonie.be)

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

Abonnement (gratuit)

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

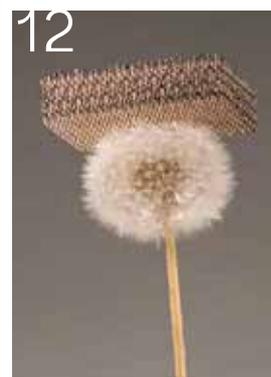
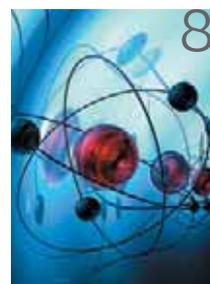
- **par courrier**  
Place de la Wallonie 1, Bât.III - 5100 JAMBES
- **par téléphone**  
au 081 33 44 97
- **par courriel à l'adresse**  
[raffaella.ruggiero@spw.wallonie.be](mailto:raffaella.ruggiero@spw.wallonie.be)

**Distribution en Belgique uniquement.**

- **Rejoignez-nous également sur:**
- [Facebook.com/magazine.athena](https://www.facebook.com/magazine.athena)

# Sommaire

- 4 **Actualités**  
Le monde de la recherche, des nouvelles technologies et des entreprises à la loupe
- 10 **Focus**  
Sur la success-story du projet Eva-Plex grâce à l'aide EUREKA
- 12 **Technologie**  
Graphène: le champion toutes catégories
- 16 **L'ADN de ...**  
Céline BOIVIN · Animatrice 3D
- 18 **Dossier**  
Le sport: miroir grossissant de notre société
- 23 **Barje**  
On est tous Barje, même Athena !
- 24 **Série**  
Du fermenteur à la PCR: les biotechnologies
- 28 **Internet**  
La formation en ligne ouverte à tous: les Moocs
- 32 **Géologie**  
Sol, air et eau sous surveillance
- 36 **Chimie**  
Découvrez ce que les molécules racontent
- 38 **Biologie**  
Plongez au cœur des cellules et de la vie
- 42 **Physique**  
Tout est relatif mais tout s'explique !
- 44 **Astronomie**  
Petite balade tête dans les étoiles
- 46 **Espace**  
Pour savoir tout ce qui passe en l'air et sur Terre !
- 50 **Agenda**  
À voir, à tester, à cliquer, à lire...



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

Rédactrice en chef  
Géraldine TRAN  
Ligne directe: 081 33 44 76  
[geraldine.tran@spw.wallonie.be](mailto:geraldine.tran@spw.wallonie.be)

Graphiste  
Nathalie BODART  
Ligne directe: 081 33 44 91  
[nathalie.bodart@spw.wallonie.be](mailto:nathalie.bodart@spw.wallonie.be)

Impression  
Imprimerie IPM  
Rue Nestor Martin, 40 à 1083 Ganshoren

ISSN 0772 - 4683

Collaborateurs  
José Bontemps, Jean-Michel Debry,  
Christiane De Craecker-Dussart,  
Paul Devuyt, Henri Dupuis, Julie Fiard,  
Thibault Grandjean, Philippe Lambert,  
Yaël Nazé, Théo Pirard, Salvo Principato,  
Jean-Claude Quintart, Jacqueline Remits

Dessinateurs  
Olivier Saive, SKAD, Vince

Relecture  
Élise Muñoz-Torres

Application mobile  
PAF !

Couverture  
Première  
Crédit: BELGA



Scannez le QR Code ci-contre grâce à une application de lecture QR Code et vous accéderez directement à l'Appstore ou à Google Play pour télécharger l'application tablette d'Athena.



Quatrième  
Crédit: La surface de la comète 67P «Churi» ESA

Toute reproduction totale ou partielle nécessite l'autorisation préalable de l'éditeur responsable.



# Dessine-moi une ville du futur...

Texte: Jean-Claude QUINTART • [jc.quintart@skynet.be](mailto:jc.quintart@skynet.be)

Photos: R. SCHNEIDER/Flickr (titre), SCI

**S**i nous aimons la nature et les environnements sauvages, nous sommes aussi de plus en plus nombreux à souhaiter vivre en ville. Aujourd'hui déjà, plus de la moitié de la population mondiale vit en ville et ce pourcentage grimpe même à 66% dans l'Union européenne. Ce mouvement s'accélérera encore puisqu'on estime qu'en 2020, nous serons plus de 70% à vivre dans des communautés urbaines ! Inutile de faire un dessin pour comprendre les problèmes que soulève cette concentration de population en termes de mobilité, d'habitat, de sécurité, d'énergie, de traitement des déchets et eaux usées, etc. D'où les réflexions actuelles en vue de créer des écosystèmes urbains, via des stratégies durables, pour un développement harmonieux des citoyens, entreprises et pouvoirs publics au sein des mégapoles de demain.

L'idée est de surfer sur les nouvelles technologies de l'information et de la communication pour rendre nos villes intelligentes au travers de 3 axes forts: la prospérité économique, le bien-être social et la protection de l'environnement. Un programme soutenu à tous les niveaux: international, européen, national et régional. Mais, si les initiatives se multiplient en la matière, celles-ci se cantonnent trop souvent à des solutions hautement techniques sans offrir de réelle vision stratégique intégrée et multidisciplinaire à long terme. De plus,

peu d'entre elles sont supportées par un institut universitaire et un partenariat entre ville et entreprises privées.

Pour pallier cette lacune, HEC-ULg lance le *Smart City Institute*, fédérant professeurs et chercheurs universitaires, experts dans le développement de villes intelligentes et partenaires privés et publics; *Accenture*, *Belfius* et la Ville de Liège. Selon les promoteurs de l'initiative, l'Institut aura pour mission de «participer au développement des villes durables et intelligentes en formant les gestionnaires de demain, en stimulant la recherche, l'entrepreneuriat et l'innovation, ainsi qu'en permettant la création de valeur durable entre les différents acteurs des écosystèmes intelligents via leur mise en réseau».

Un premier doctorat sur la gestion de ce type de cité a été lancé et un baromètre annuel des *smart cities* est en cours d'élaboration. Les étudiants de dernière année de HEC-ULg seront, par exemple, conviés à plancher sur une grande ville, et l'entrepreneuriat sera boosté via *City Lab*, un incubateur pour jeunes pousses et projets axés sur le thème des villes intelligentes. À ses débuts, celui-ci limitera ses travaux au développement social, économique et environnemental de l'agglomération liégeoise, s'inscrivant ainsi dans les ambitions de métropole intelligente des pouvoirs publics locaux. Dans ce contexte, le Député-Bourgmestre liégeois explique que «définir la

*ville de demain est un projet collégial car autorités publiques, universités, hautes écoles, citoyens et entreprises détiennent chacun une partie de la réponse. Le but commun étant d'améliorer la qualité de vie».*

Sur le même ton, *Accenture* estime que «les challenges et opportunités associés aux villes de demain sont particulièrement nombreux et que pour réussir, il est nécessaire d'agir en écosystèmes cross-industry, regroupant divers acteurs financiers, les télécoms, des industriels... en collaboration avec le monde universitaire et la puissance publique». Pour Nathalie Crutzen, directrice du *Smart City Institute* et chargée de cours à HEC-ULg, «approcher le thème des villes durables et intelligentes avec le regard de gestionnaires et d'économistes est complémentaire aux approches plus techniques développées dans la majorité des initiatives existantes». ■

<http://www.smartcityinstitute.be>



# Actus...

## d'ici et d'ailleurs

Texte: Jean-Claude QUINTART • [jc.quintart@skynet.be](mailto:jc.quintart@skynet.be)

Photos: SCK CEN (p.5), ALSTOM (p.6), Smart Gastronomy Lab (p.7), Tesla (p.9), Squonk11/Flickr (p.9)

### Après le boson, les neutrinos

**N**os chercheurs sont en forme, après la découverte du fameux boson de Higgs, ils travaillent maintenant, au sein d'un consortium de physiciens français et britanniques, à la recherche de nouvelles particules élémentaires: les neutrinos stériles, particules élémentaires ayant potentiellement un lien avec le boson de Higgs. «Si nous trouvons effectivement ces nouvelles particules élémentaires, cela pourrait répondre à une série de questions fondamentales sur l'origine de la masse et la stabilité de l'univers», explique l'équipe.

Leurs travaux se basent sur l'existence établie des neutrinos, grâce à leur découverte, dans les années 50, dans un réacteur américain. On les trouve aussi en abondance à l'intérieur du Soleil, mais ils sont difficilement détectables car ils n'interagissent pratiquement pas avec la matière. «Chaque seconde et sans que nous nous en apercevions, chaque centimètre carré de notre corps est traversé par quelque 50 milliards de neutrinos», ajoutent les chercheurs qui,

pour atteindre leur cible, envisagent de construire, d'ici 2016, un détecteur de neutrinos de plus de 2 tonnes. «Cette technologie révolutionnaire pourrait également servir à la surveillance à distance des réacteurs nucléaires dans le monde entier», estime les responsables du programme.

Dans le cadre de celui-ci, le détecteur de particules sera adossé au réacteur de recherche BR2 du Centre d'Étude Nucléaire de Mol (SCK-CEN). «Nous sommes fiers de collaborer à la réussite de ce projet passionnant et cette expérience sur les neutrinos stériles prouve que notre institution est capable d'offrir des perspectives des plus motivantes pour le développement de ce type de recherche fondamentale», déclare Éric van Walle, directeur général de SCK-CEN. Au-delà, cette participation confirme la valeur de nos installations de recherche et le savoir-faire du centre de Mol qui concurrence ainsi les instituts les plus remarquables du monde. ■

<http://www.sckcen.be>



### Ensemble contre le cancer !

**P**rofessionnel du diagnostic moléculaire dans la lutte personnalisée contre le cancer, MDxHealth (MDXH) a ouvert son exercice social 2015 en accordant à l'allemand OnCGnostics une licence de technologie épigénétique destinée à un test du cancer du col de l'utérus. «C'est avec enthousiasme que nous collaborons au test épigénétique GynTect® d'OnCGnostics qui aidera à diagnostiquer et à traiter ce type de cancer», déclare Jan Groen, administrateur délégué de MDXH. Selon la convention signée entre les parties, MDXH accorde à OnCGnostics une licence mondiale limitée, non-transférable et non-exclusive de sa technologie brevetée de méthylation spécifique pour le diagnostic du cancer de l'utérus et recevra des paiements échelonnés et des royalties sur les ventes nettes. Spin-off de l'Hôpital universitaire pour femmes d'Iena, OnCGnostics focalise ses travaux sur des tests de diagnostic *in vitro* pour la détection précoce et précise du cancer à l'aide de biomarqueurs épigénétiques brevetés. ■

<http://www.mdxhealth.com>  
et <http://www.oncgnostics.com>

Une campagne a récemment été lancée pour le dépistage du cancer du col de l'utérus... Le but est de poster une photo avec une trace de rouge à lèvres qui évoque l'importance du frottis...



# Le rail wallon

**H**ier, fer de lance de l'innovation et de la construction de matériel ferroviaire, la Wallonie persiste et signe aujourd'hui avec de nouveaux succès sur le rail grâce à la perspicacité d'*Alstom Charleroi* (*Alstom Group*), centre d'excellence en matière de systèmes de contrôle-commande et leader en développement de solutions compatibles *ERTMS* (*European Railways Traffic Management System*). Il s'agit ici d'un système standard de signalisation permettant l'interopérabilité ferroviaire, destiné à accroître la capacité du trafic, augmenter la sécurité et réduire les temps de trajet.

Dans cette niche hyperspécialisée, l'entreprise wallonne s'active actuellement sur *ATLAS*, programme de recherche qui entend aboutir à une

nouvelle solution pour le marché des grandes lignes ferroviaires. Cette technologie de dernière génération sera compétitive et compatible avec les évolutions récentes des normes *ERTMS* et sera en adéquation avec les besoins des nouveaux marchés ferroviaires tant en Europe que dans le reste du monde. D'un montant total de quelque 20 millions d'euros, ce programme a reçu de la Wallonie une subvention de 8 267 756 euros.

L'implantation carolorégienne compte actuellement un millier de salariés, dont une centaine de chercheurs qui travaillent à la mise au point de solutions électroniques puissantes pour convertisseurs auxiliaires destinés au catalogue de matériel roulant du Groupe. Ils planchent également sur les systèmes de signalisation et leur

intégration dans le réseau européen. L'entreprise exporte ses produits notamment en Australie, en France, aux Pays-Bas, en Allemagne, en Suisse, en Chine, en Corée, au Maroc ou au Venezuela. ■

<http://www.alstom.com>



## Coup de cœur !

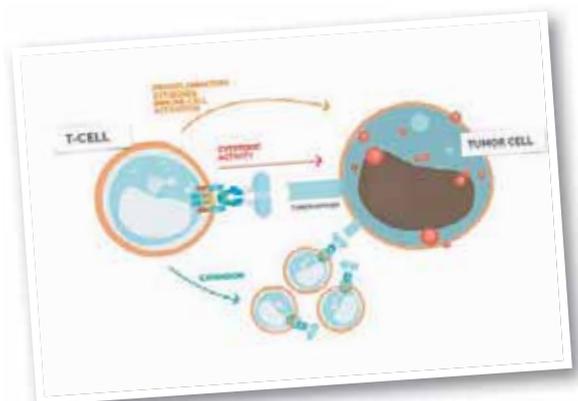
**C**ardio3 BioSciences (*C3BS*) a craqué pour l'américain *OnCyte* (division oncologie de *Celdara Medical*), au portefeuille de produits candidats en immuno-oncologie bien chargé. Avec cette acquisition, la société wallonne entre sur ce marché prometteur et se place en pole

position des thérapies cellulaires *CAR* (*Chimeric Antigen Receptor* ou Récepteur Antigénique Chimérique) grâce aux thérapies cellulaires *CAR T-Cell*. Mise au point par *OnCyte*, cette technologie exploite des récepteurs de cellules tueuses humaines dont le potentiel permet de cibler de nombreux cancers liquides et solides via un récepteur humain naturel ciblant les ligands dans la plupart de tumeurs. Approche innovante dans la lutte contre le cancer, qui repose sur le propre système immunitaire du patient, l'immuno-oncologie et les thérapies *CAR T-Cell* sont, de l'avis des experts, l'un des secteurs se développant le plus rapidement dans le traitement de cette pathologie.

«Nous sommes convaincus que cette technologie deviendra un actif solide dans notre portefeuille de solutions et avons la volonté de faire progresser les différents produits

candidats acquis, du stade préclinique aux essais cliniques, dans les prochains mois et prochaines années», explique Christian Homasy, directeur général de *C3BS*. Même engouement chez *OnCyte* où Jake Reder, co-fondateur et président directeur général déclare: «*C3BS est à nos yeux le partenaire idéal pour mener à bonne fortune le développement de cette technologie révolutionnaire et à réaliser tout son potentiel grâce à un savoir-faire scientifique adéquat*». ■

<http://www.c3bs.com>  
et <http://www.celdaramedical.com>



## Des petits plats high-tech

**B**elle journée pour le Ministre wallon de l'Innovation que celle du 22 janvier dernier, à qui revenait l'honneur d'ouvrir les portes du *Smart Gastronomy Lab*. Première mondiale, ce nouveau bijou de recherche appliquée wallonne est un laboratoire d'usage, de création collaborative et de prototypage destiné à faciliter l'expérimentation technologique et gastronomique. «Tout pour la bonne bouffe» résume parfaitement l'ambition de ce labo taillé pour mitonner de nouvelles recettes, de nouveaux produits, ustensiles, objets, équipements et applications avec la complicité d'experts issus de partenariats avec Gembloux Agro Bio Tech, le collectif *Génération W*, le *KIKK Festival* et le *Bureau économique de la Province de Namur (BEP)*.

Bref, l'initiative est au carrefour du culinaire, de la créativité high-tech et de la science. D'où son approche unique. Ainsi, les travaux profiteront des Technologies de l'Information et de la Communication pour booster la créativité, bénéficier des atouts du prototypage rapide, des outils intelligents, des applications et de l'état d'esprit animant l'univers «bits and bytes» ! Au *Smart Gastronomy Lab*, on travaillera comme dans la Silicon Valley, en misant tout sur la stimulation des neurones et des techniques pointues de management.

L'organigramme de l'initiative compte 5 laboratoires dédiés et interconnectés:

- 🔗 **CREATIVE LAB:** oasis de pensée créative doté d'outils et matériels propices au développement et à l'épanouissement des idées novatrices;
- 📱 **FABLAB** où les idées deviendront réalité au travers de prototypage rapide, atelier digital, etc.;
- 🔗 **CREATIVE KITCHEN:** cuisine expérimentale modulaire, numérisée et connectée;
- 🍷 **COOKING LAB** où seront créés et mitonnés les nouveaux produits;
- 🍽️ **RESTAURANT EXPERIMENTAL,** calqué sur le modèle classique ouvert 5 jours par semaine et doté d'outils de communication à la pointe de l'Art.

À cela se rajoute un espace ouvert de coworking avec bureaux, salles de créativité, etc. Les 2 premières facilités sont situées à Namur au sein du TRAKK; les 3 autres seront abritées, dès 2016, dans un nouvel immeuble du campus de Gembloux Agro Bio Tech.

L'initiative wallonne tentera également de répondre aux questions: les sciences cognitives et la technologie numérique



### SMART GASTRONOMY LAB

peuvent-elles servir le chef et l'agro-alimentaire ? Peut-on se soigner en mangeant ? Que trouverons-nous demain dans notre assiette ? Et se penchera sur les thèmes de l'impression 3D des aliments, la cuisine intelligente, etc. À n'en pas douter, l'aventure ne fait que commencer et le Ministre de dire «*qu'en faisant collaborer des chercheurs du monde agroalimentaire, des chefs, des industriels, des informaticiens, des designers, nous bâtissons actuellement un écosystème unique au monde et porteur d'une plus-value économique pour la Wallonie.*» ■

<http://www.smartgastronomy.be>



## Mamans branchées

**S**elon une étude du pharmacien en ligne *Newpharma*, les femmes représentent près de 3/4 des utilisateurs de leur site de commande online. D'après les responsables de l'entreprise, «*les cyber-mamans occupent une place toujours plus importante au sein de la clientèle.*» Et d'expliquer cette ruée sur les gondoles virtuelles par le fait que «*dans la plupart des cas, ce sont en effet les mères qui gèrent la pharmacie familiale.*» Chose étonnante, le sondage révèle que contrairement aux idées reçues, la discrétion assurée par la pharmacie en ligne, lors de l'achat de produits à caractère gênant ou intime, n'est considérée comme un atout majeur que pour 12% des personnes interrogées. Enfin, l'enquête montre une répartition linguistique à peu près représentative des proportions nationales avec 54% de néerlandophones contre 46% de francophones. ■

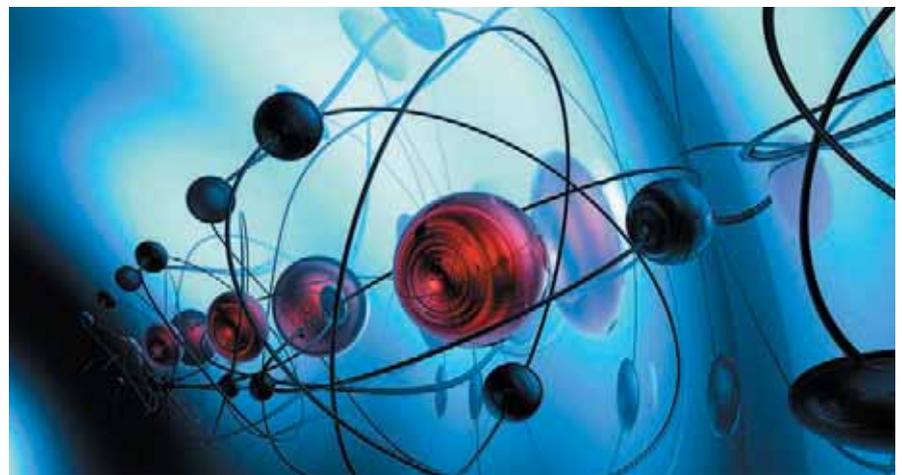
<http://www.newpharma.be>

# Ré-vo-lu-tion -naires !

**A**insi pouvons-nous qualifier la dernière avancée de l'Université catholique de Louvain (UCL) réalisée en collaboration avec l'Université libre de Bruxelles (ULB) et l'Université Antwerpen. Cette recherche porte sur une technologie destinée à tester la résistance des nanomatériaux. «Des micro-dispositifs d'essai mécanique dits "on chip" permettent la déformation, jusqu'à la rupture, des couches ultra minces, nano-fils et autres nanomatériaux. La procédure de déformation peut même être suivie in situ via un microscope électronique», explique l'équipe académique. C'est ici qu'entrent en jeu l'Université d'Anvers, réputée dans le monde entier pour sa maîtrise de la microscopie électronique en transmission, et l'ULB, spécialisée dans l'analyse cristallographique en transmission, qui ont observé et quantifié les mécanismes physiques élémentaires se produisant aux échelles nanoscopiques et atomiques.

Mais le savoir-faire et les moyens de l'équipe n'ont pas suffi, dans un premier temps, à formuler la réponse. C'est après de longues années de travail et grâce à leur obstination que des chercheurs sont parvenus à consolider la technologie *on chip* et développer une nouvelle technique expérimentale. Désormais, ils peuvent solliciter des nanomatériaux en tous genres, dans des conditions jamais explorées jusqu'ici. Ceci «sur base d'un principe extrêmement simple d'actuation ne demandant aucun équipement extérieur et permettant de tester en une fois des milliers d'échantillons», précise l'équipe. Ainsi, la déformation progressive (fluage) de films de palladium non-cristallins a pu être mesurée tout en observant à l'échelle atomique les mécanismes physiques à l'origine du phénomène ! Mieux encore, un mécanisme inattendu lié à des mouvements de dislocation a été observé, induisant une relaxation rapide, ce qui est rare pour des matériaux avec de si faibles tailles de grain.

Le résultat est à la hauteur des attentes. Si la technologie macroscopique demande des essais mécaniques afin de savoir si les matériaux utilisés seront aptes à rencontrer, sans se déformer ou se rompre, les



efforts appliqués, il en va de même pour les nanomatériaux, dont la petitesse des éléments transforme l'opération en un défi de taille ! «D'où l'importance de cette découverte, par exemple, dans le cadre de l'application de membranes palladium (Pd) dans les technologies hydrogènes, par exemple pour des capteurs d'hydrogène ou comme membranes de séparation», notent les chercheurs. Qui précisent que dans ces 2 applications, «la membrane ou la couche doit pouvoir supporter des chargements mécaniques sans se rompre et trop se déformer, ce qui suppose un contrôle des propriétés mécaniques et des

parades si celles-ci sont insuffisantes». D'autres questions sont également en cours d'investigation quant à cette technique qui permet aussi le couplage avec un courant électrique, un champ magnétique ou des effets thermiques. Bref, des travaux qui ont déjà fait l'objet d'une publication dans *Nature Communications* et dont on reparlera certainement. ■

<http://www.uclouvain.be>;  
<http://www.unatwerpen.be>  
et <http://www.ulb.ac.be>

## Et si on roulait à l'électrique ?

**S**i vous hésitez à signer le bon de commande, cette info finira peut-être de vous convaincre. En effet, l'américain *Tesla Motors* a confié à *SPIE Belgium* l'installation de bornes de chargement électrique de son *Model S*, véhicule électrique passant de 0 à 100 km/h en 3,4 secondes et dont l'autonomie est de 500 km.

Les 2 premiers *Supercharger* installés à ce jour en Belgique se trouvent sur le parking de l'*Hôtel Van der Valk* de Nivelles et du *Holiday Inn Express* de Gand. «*La Belgique est un marché crucial pour nous et Nivelles et Gand sont idéalement situées pour nos clients circulant entre Amsterdam, Londres et Paris via la Belgique et l'Allemagne*», note Kim Liebrechts, directeur de *Tesla Motors* pour le Benelux. ■

<http://www.spie-be.com>  
et <http://www.teslamotors.com>



## Maladie de Parkinson: nouvelles solutions en vue

«**I**l importe de garantir la continuité du leadership tout en creusant notre expertise dans nos domaines prioritaires que sont la neurologie et l'immunologie, ce afin d'accélérer la dynamique alors que nous entrons dans la prochaine ère de croissance», déclare Jean-Christophe Tellier, successeur en tant que CEO d'*UCB*, de Roch Doliveux. Dans l'entreprise depuis 2001, il a joué un rôle essentiel dans l'élaboration de la stratégie actuelle du groupe avec une contribution au développement de 3 de ses produits phares: le *Cimzia*®, le *Vimpat*® et le *Neupro*®.

À peine aux commandes de l'entreprise, Jean-Christophe Tellier annonce qu'*UCB* démarre une collaboration soutenue avec *Neuropore Therapies* en vue de développer et commercialiser des solutions visant à ralentir la progression de la maladie de Parkinson et des troubles apparentés. Installée à San Diego, *Neuropore Therapies* conçoit de petites molécules thérapeutiques innovantes pour traiter des maladies neurodégénératives, telles qu'Alzheimer. L'originalité de ses solutions est qu'elles ciblent un processus pathologique sous-jacent commun à ce type de maladies, à savoir l'accumulation d'agrégats oligomériques toxiques de protéines neuronales mal repliées dans la membrane cellulaire. En prévenant leur formation, la fonction synaptique peut être restaurée et les processus neurodégénératifs ralentis. ■

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

## Le chiffre

# 25

**D'**après une enquête Mobilité réalisée par *Agoria*, la Fédération de l'industrie technologique, depuis 2012, la durée moyenne du parcours domicile/travail a augmenté de 25% pour 9 salariés sur 10 travaillant à Bruxelles.

Ce qui nuit dangereusement à l'image de la capitale fédérale en termes d'attractivité sociale et économique. Ainsi, 2 entreprises sur 3 déclarent rencontrer des difficultés pour recruter ou garder du personnel et 60% d'entre elles estiment que cette situation pourrait les pousser à quitter Bruxelles ! Sachant que les entreprises technologiques bruxelloises représentent environ 31 000 emplois, Floriane de Kerchove, directrice d'*Agoria* Bruxelles souhaite interpeller les autorités afin «*d'enfin avancer sur nos différentes recommandations: garantir l'accessibilité des zones industrielles, renforcer les transports publics, miser sur une gestion intelligente du trafic et privilégier la collaboration interrégionale*».

Enquête complète à découvrir sur: <http://www.agoria.be>



# FOCUS

UNE AIDE, UNE SUCCESS STORY !

## sur: Eva-Plex

### Carte d'identité

NOM

Eva-Plex

ANNÉE DE CRÉATION

2006

SECTEUR D'ACTIVITÉ

Procédé innovant de revêtement  
anticorrosion pour l'acier

CHIFFRE D'AFFAIRES

Sans objet

NOMBRE DE PERSONNES EMPLOYÉES

20

ADRESSE

Rue de Chênée 53/2,  
4031 Angleur

TÉLÉPHONE

04 366 64 00 • 0473 98 36 62

E-MAIL

bruno.gay@umicore.com

SITE INTERNET

www.umicore.be

Texte: **Jacqueline REMITS** • [jacqueline.remits@skynet.be](mailto:jacqueline.remits@skynet.be)  
Photos: **Umicore** (p.11)

**A**u départ, le projet Eva-Plex émane de quelques têtes pensantes de la société Umicore, spécialisée dans les métaux non-ferreux et le zinc. Par la suite, Umicore s'alliera à d'autres partenaires. «La première phase du projet a démarré chez nous en 2006, commence Bruno Gay, chef de projet chez Umicore et coordinateur du projet Eva-Plex pour l'ensemble des partenaires. En 2009, nous avons demandé à plusieurs partenaires wallons de s'associer à nous pour poursuivre le développement. Parmi eux, la société Drever International, bureau d'études spécialisée dans la réalisation de fours, et le CRM,

Centre de Recherche Métallurgique, tous deux installés dans le parc scientifique du Sart-Tilman à Liège. Le centre de recherche CoRI (Coating Research Institute) à Limelette nous a rejoints comme sous-traitant.» En 2012, la première phase est achevée. «Nous avons alors entamé une deuxième phase, davantage focalisée sur le pilote industriel. Les partenaires sont restés les mêmes et nous avons intégré dans le groupe une autre entreprise, l'utilisateur final de la technologie, la société française Galva 45, une usine de galvanisation en Île-de-France.»

Quel est l'objectif du projet ? «Concrètement, il s'agit de développer une nouvelle technologie pour réaliser du revêtement sur de l'acier. Ce revêtement est à base de zinc et de fer. La technologie classique permettant de poser du zinc sur du fer est la galvanisation, développe Bruno Gay. Il en existe de 2 sortes. La galvanisation hot dip consiste à tremper une pièce d'acier dans du zinc liquide, ce que l'on peut faire en continu ou en batch (lots). Avec

l'autre méthode, l'acier est passé dans une solution aqueuse. C'est de l'électrolyse. Cette électro-galvanisation est appliquée également pour le continu ou pour le batch. Dans le monde du revêtement à base de zinc, on utilise généralement ces deux techniques. Soit le zinc est liquide, fondu à relativement haute température, entre 450 et 500 degrés. Soit, dans les procédés électrolytiques, la solution aqueuse se situe à température ambiante. Ces procédés sont assez lourds, chers et l'impact sur l'environnement est important. De plus, il est impossible de traiter certains produits en acier par ces technologies.»

### À TOUTE VAPEUR

Eva-Plex devrait résoudre ces problèmes. «Ce procédé a un faible impact environnemental, il se veut moins cher et est capable de produire des revêtements sur des pièces que les autres techniques ne

parviennent pas à réaliser. Il fait partie des techniques émergentes qui se développent sans utilisation massive de zinc fondu ou d'électrolyte, mais utilise le zinc en phase vapeur. De là, le nom d'Eva-Plex pour ce projet, qui vient d'"évaporation" et de "plating". Cette technique en phase vapeur est déjà utilisée industriellement pour le continu, mais ne l'est pas encore pour le batch. Dans la galvanisation en continu, des bobines de 25 tonnes passent, traitées au défilé, pour des marchés comme l'automobile ou l'électroménager. Le batch, ou procédé à façon, convient davantage pour des pièces déjà formées, comme des barrières Nadar, des pylônes, des rails d'autoroutes. L'acier n'est pas revêtu et le revêtement est posé après le formage. Il s'agit donc de gérer des pièces en trois dimensions. Les deux procédés coexistent à la fois en zinc fondu et en solution d'électrolyse.»

Par contre, il n'existait pas, jusqu'à présent, de procédés batch (aussi appelé «à façon»), en phase vapeur. «Les applications sont essentiellement automobiles, pour certaines parties de la carrosserie comme, par exemple, les liaisons au sol, c'est-à-dire la partie mécanosoudée qui permet la jonction entre les roues et la voiture. Il existe aussi des applications dans le domaine du duplex, un revêtement double sur l'acier. On y met du zinc et, sur le zinc, une peinture. Celle-ci est décorative et fonctionnelle et permet de varier la couleur des pièces ainsi traitées. Certaines sociétés sont intéressées de disposer d'objets à l'esthétique plus soignée. Ce procédé s'adresse au marché général pour des applications comme des barrières décoratives, des rambardes, du mobilier urbain, par exemple.»

Seuls lors de la 1<sup>e</sup> phase, les chercheurs d'Umicore ont créé une petite installation de laboratoire. Dès la 2<sup>e</sup> phase, une installation de laboratoire plus importante a été mise en place avec

les partenaires du projet, Drever, le CRM et le CoRI. «Durant cette 3<sup>e</sup> phase, nous avons créé un pilote industriel. En 2014, nous l'avons monté et nous avons réalisé des essais en Wallonie. Pour la fabrication des sous-ensembles de la machine, nous avons privilégié des opérateurs. En tout, une vingtaine de sous-traitants wallons sont intervenus sur le projet. Ensuite, nous avons envoyé ce pilote chez Galva 45 où il est actuellement en phase de remontage final. Nous le testerons en phase industrielle pour les traitements de pièces automobiles et d'autres pièces. D'ici 1 mois ou 2, le pilote sera opérationnel, ce qui permettra de développer des pièces en préséries.»

### PLUS DE MOYENS

### PLUS RAPIDEMENT

Pour le financement de ce projet, les partenaires unis dans Eva-Plex se sont orientés vers l'initiative Eureka. «Ce financement européen est en quelque sorte un label permettant à des pays européens de pouvoir travailler ensemble et d'être financés. Nous ne passons pas en ligne directe par la Commission européenne. En tant que coordinateur du projet, j'ai comme interlocuteur la Région wallonne. Ce financement permet de mettre davantage de moyens plus rapidement et de pouvoir compter sur un budget plus important, souligne le coordinateur du projet. Le budget total, financé en partie dans le cadre d'Eureka est de 4,85 millions d'euros, y compris la partie française de Galva 45. Autre avantage, lorsque nous défendons le projet auprès de notre hiérarchie, ce budget reçu constitue un atout et une chance de plus de le voir aboutir.» Démarré le 1<sup>er</sup> octobre 2012, le projet Eva-Plex s'achèvera le 1<sup>er</sup> octobre 2015. ■

## L'aide Eureka en résumé:

### Type de promoteur:

GE (grande entreprise), ENA (entreprise non autonome), PME, éventuellement UNIV, HE, CRa (centre de recherche agréé) ou OPR (organisme public de recherche).

### Partenariat:

Oui avec au moins un partenaire de pays membres de EUREKA.

### Objet:

Augmenter la compétitivité européenne par le soutien aux entreprises qui mettent en œuvre des projets paneuropéens afin de développer des produits, procédés et services innovants, avec l'aide des CRa et des UNIV.

### Taux d'intervention:

L'intensité maximale est de 100% des dépenses admissibles pour les UNIV et OPR; 75% pour les CRa; de 40 à 80% pour les entreprises en fonction de leur nombre, type et caractéristiques de la recherche.

### Dépenses éligibles:

- les dépenses de personnel relatives aux chercheurs et techniciens
- le coût du matériel utilisé
- les dépenses de sous-traitance
- les frais généraux
- les dépenses de fonctionnement

### Propriété des résultats:

Vous êtes propriétaire des résultats de vos recherches et en disposez dans le respect de la convention établie entre partenaires.

## + Plus d'infos



Département des Programmes de Recherche  
Direction des Programmes fédéraux et internationaux

Tél.: +32 (0)81 33 45 20  
nicolas.delsaux@spw.wallonie.be

<http://recherche-technologie.wallonie.be/eureka>



# Graphène :

le champion  
**toutes catégories**

Texte : Thibault GRANDJEAN • [grandjean.thibault@gmail.com](mailto:grandjean.thibault@gmail.com)

Photos : Dan Little © HRL Laboratories, LLC (p.12),

Delcampe.net (p.14), © SAMSUNG (p.15), © Amblin Entertainment (p.15)

**Il fait parler de lui depuis une dizaine d'années, et le moins que l'on puisse dire, c'est qu'on ne tarit pas d'éloges à son sujet: souple, léger, résistant, merveilleusement conducteur et j'en passe !**

**Son nom ? Le graphène. Un matériau constitué d'une seule couche d'atomes de carbone, et qui pourrait bien être la solution à (presque) tous nos problèmes...**

**A**ndré Geim est un scientifique pour le moins surprenant. Ce chercheur de 56 ans d'origine russe est professeur à l'Université de Manchester, au Royaume-Uni. Adeptes de la science décalée, il a publié un article en 1997 dans «*European Journal of Physics*» expliquant ses expériences sur la lévitation des grenouilles. Cet article lui vaudra en 2000 le prix Ig Nobel de physique, récompense parodique du prix Nobel primant les recherches les plus stupides ou les plus décalées.

Mais l'homme est également un brillant chercheur. Au cours de l'année 2002, il a commencé à s'intéresser au carbone et en 2003, à l'aide d'un peu de graphite et d'un morceau de scotch, est parvenu à créer une couche unique d'atomes de carbone. Le graphène était né. Cette

découverte lui vaudra, avec Konstantin Novoselov, le (vrai cette fois) prix Nobel de physique en 2010. Soit seulement 7 ans après sa découverte !

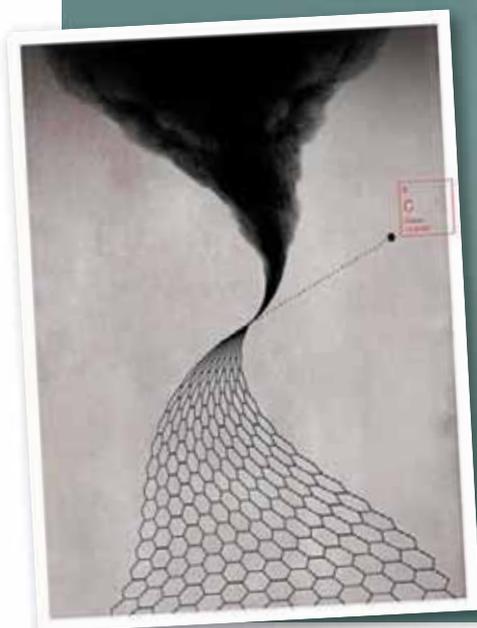
Il faut dire que le graphène possède nombre de qualités remarquables qui en font le premier candidat pour devenir le matériau du 21<sup>e</sup> siècle. Deux cents fois plus solide que l'acier à poids égal, pliable à volonté et extensible de plus de 20%, il est également transparent, imperméable à tous les gaz et extrêmement conducteur. La cerise sur le gâteau tient à la nature du graphène lui-même. Il ne s'agit après tout que de carbone, un des éléments les plus abondants de la planète. Mieux, le graphite de nos mines de crayon est en fait un cristal composé de... millions et de millions de couches de graphène. Une vraie mine d'or sous nos doigts !

**SILICIUM :**  
**1971 – 2015 ?**

Il n'en fallait pas plus pour nos gouvernements investissent massivement dans cette technologie. Plus de 8 000 brevets ont déjà été déposés dans le monde, États-Unis et Chine en tête. L'Union européenne, quant à elle, a lancé en 2012 le projet *Flagship Graphene*, doté d'1 milliard d'euros sur 10 ans, pour explorer tous les aspects de cette nanoparticule, de la physique fondamentale aux applications grand public. Le Royaume-Uni a investi à lui seul 60 millions de dollars en créant le *National Graphene Institute*, entièrement dédié à ce matériau.

Tous ces investissements ne sont pas anodins. Depuis plus de 50 ans, le silicium domine de la tête et des épaules le marché de l'informatique. La fameuse loi de Moore, qui prédit que la puissance de nos ordinateurs double tous les 18 mois, a lancé une véritable course à la miniaturisation. Avec l'explosion de l'Internet mobile et des *Big data*, les entreprises ont besoin de toujours plus de puissance pour sauvegarder nos données et fournir aux consommateurs une vitesse de connexion toujours plus rapide. La ligne d'arrivée n'est donc plus

## → Déclinez votre identité



**Nom:** Graphène

**Formule chimique:** C(n)

**Naissance:** découvert en 2004 par André Geim et Konstantin Novoselov, auréolé d'un prix Nobel en 2010.

**Signe distinctif:** cristal en 2 dimensions, de l'épaisseur d'un atome de carbone.

**Caractéristiques physiques:** en plus d'être transparent, il est à la fois souple et extrêmement solide. Une étude estime qu'un filet de taille suffisante pourrait supporter le poids de la Terre.

**Carrière scientifique:** chaotique. Avant sa naissance, les scientifiques ne croyaient tout simplement pas à son existence. Geim et Novoselov se sont d'ailleurs vu refuser 2 fois leur premier article par la revue *Nature*.

La première fois, l'un des relecteurs estimait qu'un cristal bidimensionnel ne pouvait exister. La deuxième, le comité de lecture jugea qu'il ne s'agissait pas d'une avancée scientifique majeure. Il est aujourd'hui une superstar, étudié par les plus prestigieux laboratoires.

# L'acier de Damas,

## enrichi en nanotubes de carbone

**V**oilà un acier qui a fait parler de lui lors des croisades, au début du second millénaire. Les armées de l'Occident tremblaient devant ces épées réputées indestructibles et tranchantes comme des rasoirs. Fabriqué selon un procédé tenu secret dans les forges de Damas, il est immédiatement reconnaissable à sa surface. Plus sombre que l'acier classique, il semble gravé de sillons arachnéens d'une finesse incroyable. Et c'est dans cette beauté que pourrait bien se cacher le secret de ces lames. En effet, en 2006, une équipe de chercheurs de Dresden, en Allemagne, a découvert la teneur particulière de cet acier en carbone. En s'y intéressant de plus près, de beaucoup plus près, ils ont remarqué que des tubes de taille nanométrique parcouraient l'acier. L'analyse a révélé qu'il s'agissait de nanotubes de carbone, soit une feuille de carbone de l'épaisseur d'un atome, enroulée sur elle-même.

Il semblerait d'ailleurs que ce ne soit pas le seul exemple d'artisanat incorporant les nanotechnologies qui nous vienne d'un passé lointain. Le bleu azur des Mayas tiendrait sa couleur à l'argile nanoporeux dont il est fait, auquel était ajouté le pigment. À la Renaissance, le vernis métallique qui recouvrait alors la poterie doit ses propriétés iridescentes à des nanoparticules de cuivre ou d'argent. Les artisans d'antan étaient apparemment, à leur manière, déjà nanotechniciens...



très loin, car la limite physique du silicium est bientôt atteinte.

C'est là que le graphène entre en jeu. Grâce à sa géométrie en nid d'abeille, et à sa finesse, seulement un atome d'épaisseur, les électrons s'y déplacent à toute vitesse. Bien plus vite que dans le cuivre ou le silicium. Il évacue également très bien la chaleur, un atout de poids quand on sait la quantité d'énergie dépensée par les centres de données de Google ou Facebook pour refroidir leurs serveurs.

Les chercheurs se sont pourtant heurtés à un inconvénient de taille. L'informatique actuelle repose sur la capacité des semi-conducteurs - dont fait partie le silicium - à transmettre ou non le courant électrique, formant ainsi le langage binaire de nos machines. Comme un robinet que l'on ouvrirait et fermerait à notre guise. Or le robinet du graphène ne peut pas être fermé. Impossible d'empêcher les électrons de circuler. Du moins en théorie car récemment, la firme IBM a affirmé avoir créé un transistor à base de graphène. Largement expérimental, il est encore fragile et impossible à utiliser tel quel dans nos ordinateurs.

Il ne faudrait pourtant pas que cet «échec» ne vienne ternir l'avenir brillant du matériau dans les nombreux champs qui composent aujourd'hui notre technologie. S'il n'est pas encore utilisable dans les processeurs, ses propriétés

électriques remarquables ne doivent pas être occultées et là encore, l'électronique mobile est aux premiers rangs. Dans la quasi-totalité de nos appareils, le stockage de l'électricité est basé sur des batteries lithium-ion, qui comprennent des électrodes en graphite. En incorporant du graphène dans ces électrodes, des scientifiques de l'Institut Nanosciences et Cryogénie de Grenoble et de l'Institut des Matériaux de Nantes, en France, ont non seulement multiplié par 10 leur capacité, mais ils ont également considérablement augmenté le nombre de cycles de charge/décharge des batteries.

Et comme un gramme de graphène possède une surface de 2 600 m<sup>2</sup>, les possibilités de concevoir des batteries très longue durée sont immenses. Actuellement, le fabricant de voitures électriques Tesla travaille sur une voiture possédant une batterie lithium-ion dopée au graphène qui aurait une autonomie de 800 km.

**UNE SOUPLESSE  
À TOUTE ÉPREUVE**

L'amélioration de nos technologies n'est pas la seule direction dans laquelle s'engagent les différentes équipes de recherche à travers le monde. Au Massachusetts Institute of Technology (MIT), l'un des plus prestigieux laboratoires du



monde, l'attention se focalise sur une encre enrichie au graphène. En combinant cette encre à la technique d'impression 3D, les chercheurs espèrent pouvoir construire toutes sortes d'objets «intelligents», embarquant directement à l'intérieur toute l'électronique nécessaire. La plasticité du graphène rend virtuellement possible son intégration dans tous les dispositifs actuels, sans craindre d'altérer ses propriétés avec l'utilisation.

C'est justement ces propriétés de forme qui intéressent les grandes firmes de la technologie mobile comme *Nokia* et *Samsung*. Selon elles, le graphène remplacerait avantageusement l'oxyde d'indium-étain dont sont faits les cellules photovoltaïques et les écrans de nos smartphones. Il s'agit d'un composé rare, très cher, toxique et très fragile. La résistance du maillage de carbone, associé à sa complète transparence et sa très bonne conductivité, en font le matériau

idéal pour l'électronique de demain. Des écrans pliables, que l'on peut ranger dans sa poche, comme des vêtements intelligents capables d'embarquer un ordinateur miniature, voilà qui fait rêver. Et ce n'est plus de la science fiction. *Samsung* promet déjà un smartphone déformable pour cette année. Le secret tient dans les LED, ces diodes lumineuses qui forment chacun des pixels de nos écrans. En remplaçant le métal contenu dans ces diodes par du graphène, on les rend à la fois extrêmement fines et malléables.

Il faut cependant rester prudent: s'ils affirment, chez *Samsung*, être capables de produire des surfaces de graphène d'1 m<sup>2</sup>, ce dernier n'est pas d'une

grande pureté. En raison de sa nature en 2 dimensions, épaisse d'un seul atome de carbone, toute particule qui rentre en interaction avec lui risque de modifier ses propriétés, et ainsi annuler ce pourquoi il est tellement révolutionnaire. La production de graphène de haute qualité, et de très grande pureté, est encore très coûteuse, et n'est possible qu'en infimes quantités. Mais de nombreux laboratoires s'attellent à améliorer le processus. Le blog de la prestigieuse revue *Nature* relate même

une expérience réalisée pour produire du graphène avec du graphite et un mixer de cuisine...

Au-delà du carbone, c'est tout un monde que la découverte d'un cristal bidimensionnel comme le graphène a ouvert à la science moderne. Et s'il était possible de faire la même chose avec d'autres atomes ? Les propriétés de la matière, à l'échelle nanométrique, diffèrent largement de celles qui nous étaient accessibles. Les nanoparticules envahissent déjà notre quotidien. Le titane dans les dentifrices, des peintures capables de générer de l'électricité sous l'influence de la lumière, la nanostructure de la feuille de lotus qui rend nos vitres auto-nettoyantes et super-hydrophobes... Les exemples sont innombrables et pour certains, déjà commercialisés.

Reste à élucider les dangers potentiels de ces particules sur notre santé. Car le sujet est loin d'être anodin. Si les nanoparticules sont largement étudiées pour créer des thérapies révolutionnaires, tous leurs effets pourraient ne pas être bénéfiques. Elles sont tellement petites qu'elles pourraient causer des dommages irréversibles à nos cellules et en particulier, à leur ADN. Affaire à suivre, donc... ■

## RETOUR VERS LE FUTUR

Ce 21 octobre, Marty MacFly est sensé débarquer directement de l'année 1985 à bord d'une Doloréane. Bien sûr, seulement si la saga «Retour vers le Futur» est inspirée de faits réels. Et si les célèbres objets du film voyaient effectivement le jour en 2015 ? Ce sera visiblement le cas de l'Hoverboard, le skateboard sans roues qui se maintient en lévitation. Selon un projet participatif kickstarter, le premier exemplaire devrait être prêt en octobre de cette année. En fait, pour se maintenir au-dessus du sol, l'hoverboard embarque 4 puissants électro-aimants. C'est la raison pour laquelle il ne fonctionne qu'au-dessus d'une plaque de métal.

Le projet a suscité un tel engouement que les promesses de financement ont largement dépassé les 250 000 dollars nécessaires. Mais pour acquérir cette petite merveille, vous devrez quand même déboursier près de 10 000 dollars. Et si l'engin est au-dessus de vos moyens, sachez que les fameuses Nike Air à laçage automatique présentes dans le film devraient également sortir en 2015. Nom de Zeus !



# L'ADN de...

## Céline BOIVIN

### Animatrice 3D

#### ◀◀ RECTO

Propos recueillis par **Géraldine TRAN** • [geraldine.tran@spw.wallonie.be](mailto:geraldine.tran@spw.wallonie.be)

Photos: **G. TRAN** (p.17), **FUTURIKON**/affiche (p.17)

**A**nimatrice 3D, c'est une vocation que vous avez depuis toute petite ? Comment l'idée d'exercer ce métier vous est-elle venue ? Je voulais travailler dans le milieu artistique depuis que j'ai commencé à gribouiller mes cahiers de cours, mais je ne savais pas vers quel métier m'orienter. J'avais envisagé de devenir dessinatrice de BD mais il était particulièrement difficile d'en vivre. Un jour, mon lycée a organisé un forum des métiers, des étudiants de SUPINFOCOM étaient venus avec un ordinateur et ils avaient refait la tête d'Hercule, le personnage du film de Disney, en 3D. J'ai vu leur écran et ça a été une révélation. Quand je suis rentrée chez moi, j'ai dit à ma mère que je voulais travailler dans le cinéma d'animation.

**C**omment devient-on animatrice 3D ? Pour le parcours secondaire, j'ai suivi la voie classique, un baccalauréat littéraire au lycée. Il ne fallait pas de distinction particulière pour entrer à SUPINFOCOM, juste présenter un dossier et réussir l'examen d'entrée. Le cursus à l'époque durait 4 ans: 2 années préparatoires puis 2 ans de formation en infographie. Je suis sortie diplômée en 2006 en tant que réalisatrice numérique, j'ai choisi ensuite de me spécialiser en animation 3D parmi d'autres domaines possibles comme le modeling, le texturing, le rendering... mais qui ne m'intéressaient pas.

**V**ous travaillez actuellement chez Nozon sur des projets publicitaires, mais quelle est votre journée-type ? La journée démarre vers 9h/9h30

et se termine vers 18h/18h30, sauf vers la fin des projets et pendant les périodes de rush où les journées s'allongent très rapidement, voire débordent sur le week-end. Lorsque j'arrive, je regarde si de nouveaux plans m'ont été assignés, on fait un débrief avec le superviseur d'animation pour voir si on a eu des retours de la part du réalisateur ou du client et ensuite, je travaille sur mes plans. La moyenne de production est de 3 secondes d'animation par jour, c'est un travail long et minutieux, qui demande d'être très concentré pour pouvoir coller au story-board.

**Q**uels sont vos rapports avec la science ? Quels sont vos premiers souvenirs «scientifiques» ? À la base je ne suis pas vraiment scientifique, mais plutôt littéraire... Il n'empêche que la science m'a toujours fascinée, notamment la biomécanique. La façon dont bouge le corps, quels muscles sont mobilisés, les forces en jeu, l'influence de la gravité... Toutes ces données sont très importantes dans mon métier puisqu'il me faut analyser et décomposer les mouvements pour pouvoir les reproduire sur ordinateur.

**Q**uelle est la plus grande difficulté rencontrée dans l'exercice de votre métier ? Coller aux exigences du client/réalisateur ! C'est parfois mission impossible. La plus grande difficulté vient du fait que parce que nous travaillons sur ordinateur, les gens n'ont rien de concret sous les yeux, comme un décor, un costume ou un maquillage. Résultat: ils pensent qu'il suffit d'appuyer sur un bou-

ton pour que tout apparaisse comme par magie. Ils ne se rendent pas compte que cela représente des heures et des heures de travail et qu'un changement, qui peut sembler infime à leur yeux, nous oblige parfois à tout recommencer.

**Q**uelle est votre plus grande réussite professionnelle jusqu'à ce jour ? Avoir travaillé sur le film Minuscule: la Vallée des fourmis perdues. C'était mon premier long-métrage, mais comme j'avais travaillé sur la saison 2, je connaissais déjà l'équipe. Ça n'a pas toujours été facile, mais le résultat final était vraiment chouette. Entendre les enfants dans la salle de cinéma rire et s'émouvoir pendant la diffusion du film est l'un des meilleurs moments de ma carrière.

**Q**uels conseils donneriez-vous à un jeune qui aurait envie de suivre vos traces ? Ne pas hésiter à consulter des sites spécialisés sur l'animation pour apprendre davantage. Le métier est relativement jeune, il y a donc énormément de professionnels qui se sont formés sur le tas et qui partagent leur savoir sur Internet. Les tutoriels permettent de progresser rapidement et de se mettre à jour concernant les nouvelles fonctionnalités des logiciels. Être autodidacte et faire un minimum de veille technologique est un immense atout. Il faut aussi savoir travailler en équipe et être rigoureux, car les animateurs sont au milieu de la chaîne de production, ils dépendent de beaucoup de personnes et inversement, beaucoup de personnes dépendent de leur travail. ■



ÂGE: 30 ans  
ENFANTS: Pas encore

PROFESSION: Animatrice 3D pour la société NOZON (Pôle Image de Liège)

FORMATION: Études secondaires au Collège Guillemot (Dunkerque, France) puis au Lycée Jean Bart (Dunkerque). Coursus de 4 ans (passé à 5 ans) à SUPINFOCOM (RUBIKA) à Valenciennes, en France.

ADRESSE: Nozon - Pôle Image de Liège  
Rue de Mulhouse, 36 à 4020 Liège

Tél.: 0471 22 67 23  
Mail: celine.boivin@free.fr



## VERSO >>>

**Je vous offre une seconde vie, quel métier choisiriez-vous ?** J'aurais aimé travailler dans le sport. Passer plusieurs heures par jour devant un ordinateur, ça n'est pas l'idéal en terme d'hygiène de vie. En tous cas, j'aimerais pouvoir être plus à l'extérieur et me dégourdir les jambes.

**Je vous offre un super pouvoir, ce serait lequel et qu'en feriez-vous ?** Je voudrais être ultra rapide, comme Vif-Argent dans le film X-Men: Days of Future Past. Cela me permettrait de pouvoir enfin faire tout ce que j'ai prévu de faire en une journée, au lieu d'avoir sans cesse l'impression de courir après le temps !

**Je vous offre un auditoire, quel cours donneriez-vous ?** Un cours sur le bien-être, pour prendre soin de soi-même et de son corps, se faire plaisir au quotidien, apprécier les petites choses, se fixer des objectifs réalisables et faire des projets qui aident à se valoriser.

**Je vous offre un laboratoire, vous planchiriez sur quoi en priorité ?** Un remède pour guérir le SIDA. J'ai grandi dans les années 90 et tous les soirs aux infos, les journalistes en parlaient, c'était catastrophique à l'époque, personne ne savait quoi faire. Ça m'a marquée enfant, on en parlait même dans les cours de récréation.

**Je vous transforme en un objet du 21<sup>e</sup> siècle, ce serait lequel et pourquoi ?** Un télétransporteur pour pouvoir découvrir des exoplanètes dans d'autres systèmes solaires.

**Je vous offre un billet d'avion, vous iriez où et qu'y feriez-vous ?** En Nouvelle-Zélande pour voir la reconstitution du village de la Comté. J'ai toujours été une grande fan du Seigneur des Anneaux et je rêverais de pouvoir visiter les lieux de tournage.

**Je vous offre un face à face avec une grande personnalité du monde, qui rencontreriez-vous et pourquoi ?** J'aurais aimé rencontrer Simone de Beauvoir. Elle a énormément contribué à l'amélioration de la condition féminine. Je trouve très courageux de sa part d'avoir publié le Deuxième Sexe à une époque où les mentalités étaient aussi réfractaires à l'émancipation des femmes.

**La question qui fâche: si je vous dis que bientôt, il n'y aura plus besoin de technicien pour la 3D car tout sera robotisé, vous me répondez ?** Que c'est pratiquement déjà le cas. Avec l'arrivée de la performance capture, on avait déjà prédit la mort de l'animation 3D, tout comme on avait prédit la mort de l'animation traditionnelle à l'arrivée de la 3D. Au final, on fait encore des films en animation traditionnelle et on aura toujours besoin de petites mains pour nettoyer les données de performance capture. ■

### + Plus d'infos

<http://www.nozon.com>  
<http://www.rubika-edu.com>

# LE DOSSIER

# Le sport:



Texte : Philippe LAMBERT • [ph.lambert.ph@skynet.be](mailto:ph.lambert.ph@skynet.be)

[www.philippe-lambert-journaliste.be](http://www.philippe-lambert-journaliste.be)

Photos: PRESSASSOCIATION (p.21), BELGA (p.21)

# miroir grossissant de notre société

**D'**aucuns, en particulier s'ils appartiennent aux instances dirigeantes des fédérations sportives ou si leur vision politique de la société ou leurs intérêts mercantiles les poussent à entretenir ce mythe, décrivent le sport sous les traits d'un fait universel planant loin au-dessus des oppositions politiques et de la lutte des classes, contribuant à la paix entre les hommes et à l'entente cordiale, œuvrant pour l'amitié, la résolution des conflits, l'harmonie sociale, etc. «*En caricaturant à peine, on peut considérer que, selon le discours du mouvement olympique et du mouvement sportif, le sport va résoudre tous les problèmes de la société: la drogue, la délinquance, l'intégration des populations immigrées... Ce qui est hautement contestable*», indique le professeur Jean-Michel De Waele, de la Faculté des Sciences sociales et politiques de l'Université libre de Bruxelles (ULB).

Connu pour sa dénonciation sans concession et sans nuance de la pratique et du spectacle sportifs, Jean-Marie Brohm, professeur émérite de sociologie à l'Université Montpellier III, évoque dans un article intitulé *Le sport: l'opium du peuple ?* ce qu'il appelle les «poncifs du catéchisme sportif»: égalité des chances, exemplarité de la valeur éducative, loyauté de la lutte olympique, universalité de la «culture sportive», message d'espoir pour tous les opprimés, rassemblement fraternel ou pacifique... Et il jette dans le même panier l'idée du sport perçu comme une fête, un plaisir, un effort libérateur ou un gage de santé. Il fonde sa démonstration sur le fait que l'activité sportive est presque toujours indissociable de la notion de compétition, quand bien même un individu effectuerait-il un jogging ou un parcours cycliste en solitaire. En effet, dès qu'il se chronomètre ou qu'il cherche

à améliorer une performance, il entre, selon Brohm, dans un rapport productif au corps, bannissant ainsi tout plaisir ou amusement. «*Le sport est un rapport aliéné au corps prenant une forme ludique, c'est-à-dire un rapport qui se détourne du corps-sujet de désirs pour passer à un corps objet performant*», dit-il encore. Pour le sociologue français, le sport consacre une réification du corps. Et d'établir un pont avec le marxisme dans sa dénonciation de l'impact délétère du machinisme capitaliste sur l'ouvrier.

## LE SPORT, NOUVEL OPIUM DU PEUPLE ?

Mais ici, nous entrons dans la sphère de l'idéologie. Bien qu'elle sollicite la «machine physique et mentale» et pour autant qu'elle évite les dérives qui gangrèment le sport professionnel et rejette toute propension à une forme de masochisme, la compétition est-elle nécessairement antinomique du concept de plaisir ? Le débat déborde largement de la sociologie et devient bien davantage l'affaire des neurosciences et de la psychologie. Par ailleurs, une autre question mérite d'être soulevée: sous diverses formes, telle la soif de pouvoir, la compétition n'est-elle pas consubstantielle à la nature humaine ? Auquel cas le sport moderne n'en serait qu'une manifestation en phase avec une époque. *In fine*, la cible des critiques de Jean-Marie Brohm serait alors indirectement la nature humaine elle-même...

Se référant au sport professionnel, le sociologue montpelliérain écrit: «*Aujourd'hui plus que jamais, la pratique du sport de haut niveau devient en elle-même une atteinte aux droits de l'homme:*

**Le sport est un phénomène social d'une telle ampleur qu'il semble cristalliser en son sein toutes les tendances de nos sociétés. Les jugements à son propos vont de l'angélisme béat à la condamnation la plus radicale. Mais sans doute, dans ses habits de sport-spectacle, n'est-il en fait que le reflet de la société néolibérale...**

*le corps du sportif est chosifié, transformé dès le plus jeune âge en chair à records, en "morceaux de viande" (...), en missile balistique. Il existe bel et bien un esclavagisme sportif, une exploitation négrière des athlètes.*» Propos durs, définitifs et outranciers par leur généralisation.

Avec le philosophe Louis Althusser et Michel Caillat, auteur de nombreux ouvrages de sociologie consacrés aux implications politiques, économiques et idéologiques du sport, Jean-Marie Brohm décrit celui-ci comme un puissant outil planétaire qui légitimerait l'ordre bourgeois, l'idéologie productiviste, les principes de rendement et de performance de la société capitaliste, et distillerait une idéologie réactionnaire et fasciste. Il estime de surcroît que le sport-spectacle, spécialement le football, contribue à la lobotomisation des masses, toutes classes sociales confondues, en les orientant vers des territoires stériles - les salaires des stars, leur look, les faits de match, etc. - éloignés de la «vraie» culture et des véritables enjeux. «*Comme la religion, il [le sport] est un opium du peuple, un dérivatif, qui divertit et fait diversion, permet de scotomiser (1) le réel*», affirme-t-il.

## UN FAIT SOCIAL TOTAL

Le «mouvement brohmien», si nous pouvons oser ce jeu de mots, est très mineur, mais il nous permet de mesurer à quel point la perception de la place

du sport dans la société se situe sur un continuum entre des extrêmes mutuellement répulsifs - l'angélisme, une vision socialement cataclysmique.

Certes, le sport peut être instrumentalisé, et il l'est d'ailleurs régulièrement, mais est-il pour autant responsable de tous les maux ? Pour le professeur De Waele, il est aussi stupide de formuler des opinions pleines de guimauve et démenties par les faits (le sport lutte contre le racisme, réconcilie les peuples...) que de l'accuser des pires vilénies. Il le perçoit en fait comme un miroir grossissant de nos sociétés. *«Le sport est neutre, dit-il. Il peut véhiculer des valeurs extrêmement positives, en ayant un but caritatif par exemple, ou aboutir à un déchaînement de violence. C'est le thermomètre de quelque chose dont il est le reflet et il faut se garder d'attribuer à ce thermomètre la responsabilité de la fièvre.»*

Aussi Jean-Michel De Waele étudie-t-il le sport à travers la question suivante: que nous dit-il sur nos sociétés ? Pour certains tenants de la «vision angélique» du sport, celui-ci serait inscrit au plus profond de la nature humaine, caractérisé par une forme d'innéisme qui voudrait que l'Homme ait toujours désiré se mesurer physiquement à ses semblables pour élire le plus fort, le plus rapide, le plus adroit. Cette approche est contestée par beaucoup. Mais, une fois encore, ne faut-il pas établir une distinction entre le sport tel que nous le connaissons et l'esprit de compétition, fût-il exacerbé de nos jours ? N'y eut-il pas des jeux olympiques antiques ?... Quoi qu'il en soit, le sport moderne est né en Angleterre au milieu du 18<sup>e</sup> siècle et est une émanation de la société industrielle, à travers laquelle il s'est diffusé.

*«Le sport est un fait social total»*, indique Jean-Michel De Waele. Pour lui, chaque société modèle le sport en fonction de ce qu'elle est. Ainsi, voués au capitalisme d'État, les anciens pays de l'Est avaient massivement investi dans des infrastructures sportives. Celles-ci ont largement disparu avec la chute du communisme, de sorte que dans ces États, le sport organisé s'en est difficilement remis. Par exemple, à l'instar d'autres domaines de la vie sociale et économique, le football polonais, roumain ou tchèque n'a pas réussi à sauter dans le train de la mondialisation; actuellement, les clubs de ces pays ne jouent plus aucun rôle en

vue dans le football international. Certes, pour expliquer les années fastes que connurent les footballeurs et athlètes de l'Est dans les compétitions internationales, on évoquera aussi le dopage étatique qui avait été institutionnalisé derrière le rideau de fer. Sans doute se singularisait-il par son ampleur, sa systématisation, mais, comme le soutient Jean-Michel De Waele, croire que les athlètes occidentaux ne recouraient pas aux produits illicites relèverait de la naïveté.

## REPRÉSENTATION SYMBOLIQUE

Mais revenons ici et maintenant. Le professeur De Waele décrit le sport de compétition actuel comme la quintessence du néolibéralisme. *«S'il connaît un tel succès, c'est parce que la compétition est à la base même de l'idéologie dominante»*, fait-il remarquer. Et de rappeler que nous vivons dans une société où l'on classe tout - les écoles, les émissions de télévision, les hôpitaux... Les professeurs d'universités doivent publier dans les meilleures revues, les journalistes faire des scoops, les infirmières dispenser des soins au plus grand nombre de malades possible... *«S'appuyant sur le libre marché, la concurrence est vécue comme l'alpha et l'oméga de tout, ajoute-t-il. Or, quelle est la représentation symbolique magnifiée de la compétition ? La compétition sportive !»*

Il souligne que dans l'ultralibéralisme, le seul but est d'être le premier. De l'être et de le rester. *«Quand un joueur de tennis devient le numéro 1 à l'ATP, sa question est de savoir s'il parviendra à être celui qui sera resté le plus longtemps au sommet de ce classement»*, dit-il. D'où les dépressions, parfois graves, que connaissent certains sportifs lorsqu'ils régressent dans la hiérarchie. N'être QUE 3<sup>e</sup> sur 3 000 !

Le sport professionnel fonctionne non seulement selon les principes de l'idéologie néolibérale, mais également sur le marché néolibéral. Ainsi, on achète et on vend des joueurs de football comme des produits. Certains «appartiennent» à des groupes d'investisseurs qui orientent leur carrière en se fondant sur le seul critère du retour sur investissement. Et la mondialisation joue à plein, notamment dans ses aspects les plus négatifs. Objets de spéculation, de jeunes footballeurs



africains sont achetés à vil prix et «exportés» en Europe, où l'on espère que leur talent potentiel se révélera et partant, que leur valeur marchande s'inscrira sur une courbe ascendante, si pas exponentielle. En outre, autre manifestation de la mondialisation, des clubs européens peuvent très bien passer sous la coupe d'émirs du Qatar (en France, le PSG par exemple) ou d'oligarques russes (comme Chelsea en Angleterre).

Le sport est un secteur économique qui génère des revenus colossaux - équipementiers, publicité, droits de télévision... Si le sport de masse, hier encore pratique essentiellement masculine, a commencé à se féminiser depuis une vingtaine d'années, ce n'est pas, selon le professeur De Waele, parce que les femmes ont gagné des droits, mais parce que les équipementiers sportifs ont voulu développer un nouveau marché. *«Par ailleurs, avides de médailles, les États ont perçu la possibilité d'en gagner plus facilement en favorisant le sport féminin, où la concurrence était moins rude vu le nombre relativement réduit de pratiquantes»*, commente le politologue et sociologue.

## UN VENT DE CONTESTATION

Les énormes inégalités salariales dans le sport professionnel sont, elles aussi, en phase avec l'idéologie néolibérale. *«Bien qu'on tienne assez peu le discours qui est le mien, j'estime qu'un instituteur ou une*

Sian Massey est l'une des premières arbitres féminines à officier en Premier League en Angleterre. Elle a subi, au début de sa carrière, de nombreuses attaques sexistes.

## Sexe fort, sexe faible

**L**es inégalités que nos sociétés entretiennent dans les rapports hommes-femmes se retrouvent exprimées de façon amplifiée dans le sport. Ainsi, il est fréquent que des hommes arbitrent des compétitions féminines. En revanche, l'inverse est plutôt rare. Dans le football par exemple, s'il arrive que des femmes arbitrent des hommes, c'est généralement en tant que juges de ligne. Le 22 mai 2014, on pouvait d'ailleurs lire dans un article publié sur le site Internet du magazine L'Express: «Âgée de 30 ans, Stéphanie Frappart évoluera la saison prochaine en tant qu'arbitre centrale en Ligue 2. Une première à ce niveau-là dans le football professionnel français.» Éloquent, la rareté devient un événement ! Les inégalités se manifestent également de façon patente dans les salaires, les prix attribués aux athlètes ou encore au niveau de la perception de leur apparence physique ou de leur orientation sexuelle.

infirmière ont bien plus d'utilité sociale qu'un footballeur», déclare Jean-Michel De Waele. Mais à ceux qui voudraient tirer à boulets rouges sur le sport en se référant aux salaires parfois indécents qui y sont en vigueur, il répond que l'inversion des valeurs n'est pas engendrée par le sport, mais par la société.

Il observe cependant qu'un vent de contestation commence à souffler sur le football. De même que la mondialisation suscite une résistance tantôt sympathique, tantôt haïssable quand elle s'habille de populisme ou d'extrême-droite, on constate qu'un nombre croissant de supporters contestent leurs propres joueurs et leurs propres dirigeants. «Le citoyen moyen se sent mal à l'aise par rapport aux salaires des stars, mais l'identification du supporter à son club le freine dans l'expression de sa désapprobation», considère Jean-Michel De Waele. Par ailleurs, cette pensée contestataire est très peu relayée par les médias, qui ont besoin du sport comme le sport a besoin d'eux. Élément symptomatique: dans les grands clubs, les joueurs ont généralement un attaché de presse qui filtre les questions lors des interviews. Dans le football comme dans la société, le politiquement correct a fait son chemin...

Le 25 décembre dernier, le tifo déployé au stade de Sclessin par les «Ultras Inferno» lors du «classico» Standard-Anderlecht a suscité une tempête médiatique et une

levée de boucliers quasi générale. Cette banderole mettait en scène la décapitation de l'ancien joueur du Standard Steven Defour, «passé à l'ennemi». «C'était de la provocation de mauvais goût, mais ce n'était que ça», estime le professeur De Waele. L'indécence dans le football n'a pas commencé là et ne s'arrêtera pas là. Les grosses voitures des joueurs, leurs salaires, les matches truqués en font aussi partie. Quand les supporters ont des attitudes provocatrices et transgressives, c'est entre autres pour montrer leur rupture avec le mode de fonctionnement ultralibéral. Ils se réfèrent à un passé idéalisé où les joueurs étaient des clubmen, alors qu'ils leur apparaissent aujourd'hui comme des mercenaires. C'est notamment sous cet éclairage qu'il faut voir le tifo des Ultras du Standard.»

Le politologue-sociologue insiste en outre sur la dimension carnavalesque du football en Europe, en Amérique latine et en Afrique. Ce sport est porteur, dans le chef des supporters engagés, d'une forme de résistance populaire. On se

déguise, on a des comportements que l'on n'adopterait jamais en d'autres circonstances. «Ce n'est pas parce que le sport professionnel obéit aux règles de l'ultralibéralisme et le promeut que les spectateurs cautionnent cette idéologie. Le supporter commence à être en rupture», précise notre interlocuteur.

### POUR LE BLASON

En 1998 déjà, Christian Bromberger, professeur d'ethnologie à l'Université de Provence, écrivait à propos des supporters: «Ils refusent le statut de client-consommateur que proposent de façon de plus en plus insistante les clubs et les fédérations de football dont la devise pourrait se résumer au triple commandement: "Paye ! Assieds-toi ! Tais-toi !"» Les clubs de football sont devenus des entreprises qui appartiennent à des hommes d'affaires. Cette situation, elle aussi, soulève la contestation; jamais auparavant, les dirigeants n'ont été mis sur la sellette comme aujourd'hui. «Et ils sont plus exposés que les patrons dans les autres domaines de l'économie», dit Jean-Michel De Waele. L'effet amplificateur du sport, de nouveau...

En filigrane transparaît une question très intéressante au niveau de la citoyenneté: à qui appartiennent les clubs ? Juridiquement, à leurs actionnaires. Mais au-delà ?



Car on pourrait arguer qu'il s'agit d'un patrimoine revenant aux supporters, que sans eux, ces entités ne pourraient survivre. Plus d'une fois, on a vu fleurir dans les gradins du Standard de Liège des calicots avec cette formule explicite: «*Vous êtes là pour le pognon, nous sommes là pour le blason.*» Dans un passé récent, certains en sont venus de façon inadmissible à menacer physiquement le président du club, Roland Duchatelet, dont ils réprouvaient la gestion.

Devant les dérives de la globalisation, du fric roi, etc., les supporters éprouvent le sentiment d'être grugés, dépossédés, et aspirent à être représentés dans les instances des clubs. D'aucuns manifestent même des velléités d'autogestion qui rappellent la mouvance de Mai 68. «*Toute la question est de savoir comment pourraient s'articuler, au niveau national ou européen, les intérêts de supporters qui s'opposent en raison de leur appartenance à des clubs rivaux, s'interroge le professeur De Waele. Cela étant, il existe d'ores et déjà des modèles alternatifs, comme en Espagne où les clubs sont aux mains des socios, qui en élisent le président.*»

## UNE RECETTE: L'INCERTITUDE

Dans un monde de compétition généralisée, les dérapages endémiques observés dans le sport, tels les matches truqués, la corruption, la tricherie, le dopage ou encore la violence sur les terrains et dans les gradins, sont inhérents au système. Pourquoi, dans nos pays, peut-on dire que le sport professionnel agit tel un miroir grossissant ? Nous l'avons évoqué, le fait qu'il s'assimile à une représentation symbolique magnifiée de la compétition en est une des raisons. Une autre est qu'il est devenu un secteur économique hypermédiatisé et très peu régulé. «*Vous pouvez faire presque tout ce que vous voulez en sport: acheter, vendre, posséder 2, 3, 5 clubs...*, dit Jean-Michel De Waele. *Les fédérations nationales et internationales pourraient prendre des mesures, mais s'y refusent pour sauvegarder les intérêts financiers du milieu sportif. L'argument avancé est le*

# La violence, faut-il s'en étonner ?



**L**a violence sur les terrains de football et dans les gradins fait couler beaucoup d'encre depuis de nombreuses années déjà. Sans doute le hooliganisme est-il d'ailleurs le sujet le plus étudié en sociologie du sport. Dans les pays d'Europe occidentale, le phénomène a été largement jugulé au niveau des clubs de division 1 au prix d'une hypersécurisation. Il a malheureusement dérivé vers le sport amateur ou s'exprime dans les rues, sur des aires de parking, etc. sous la forme d'un déchaînement de violence souvent programmé entre groupes ultras.

Le professeur De Waele estime cependant qu'il convient de replacer le phénomène dans son contexte et de le ramener à de justes proportions. «*Le samedi soir, dans tous les pays du monde, il y a bien plus de femmes battues ou de bagarres dans les cafés que de problèmes de hooliganisme,*

*mais c'est de celui-ci qu'on parle, assène-t-il. Je suis de ceux qui pensent que le hooliganisme est le résultat du fonctionnement des médias.*»

*Le politologue-sociologue ne s'étonne pas que les stades soient en proie à la violence verbale ou physique. D'une part, les enjeux financiers sont tellement considérables, y compris pour les joueurs, que la tricherie, l'intimidation et les coups font partie de la donne sur le terrain. D'autre part, l'agressivité et la violence étant omniprésentes dans notre société - au travail, dans la famille, dans le couple, à l'armée, lors des baptêmes estudiantins, au volant... -, sera-t-on surpris que des échanges d'injures et de coups se produisent lors de rassemblements de masse, qui plus est avec toute la dramaturgie d'un match de football.*

*même que lorsqu'on ferme une entreprise sidérurgique, par exemple: "Comment voulez-vous qu'on régule ? C'est impossible à cause de la mondialisation."*

Le succès du sport en tant que spectacle repose sur l'incertitude. Ce qui le tue, selon le politologue-sociologue de l'ULB, c'est le marché dès qu'il devient oligopolistique, lorsqu'un athlète, une équipe, une écurie domine sans partage. Dans ces circonstances, le sport tend malgré tout vers une forme de régulation (2): comme on l'a fréquemment observé en F1, les instances dirigeantes changent les règles pour recréer du suspense, pour rendre la discipline plus médiatique ou

se plier aux exigences des médias en matière de programmation des événements sportifs. ■

- (1) Exclure inconsciemment du champ de la conscience.
- (2) Le sport est beaucoup plus régulé aux États-Unis qu'en Europe, les Américains ayant une conscience plus affirmée des ingrédients qui en assurent le succès. Ainsi, dans la ligue NBA (basket), les clubs les plus faibles sont prioritaires dans le recrutement des jeunes espoirs.

## LES AVENTURES DE BARJE

© SKAD 2014 - www.barje.be

Le glacier Totten, qui fait 120 km de long sur plus de 30 km de large, commence à fondre.



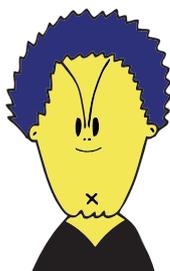
Sa disparition pourrait engendrer une hausse de 6 m du niveau des mers.

C'est pourquoi, à titre préventif, on a placé ce strip tout en haut de la page.



SKAD

En 2014, on comptait 181,5 millions d'hectares de culture OGM dans le monde.



Comme c'est à la mode, je me lance dans l'humour génétiquement modifié!



Euh...



SKAD

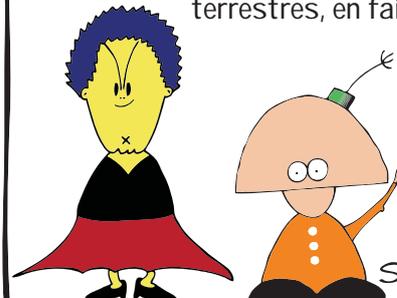
L'armée américaine a déclassifié ses documents liés aux OVNIS pour la période de 1947 à 1969.

On va peut-être enfin savoir si des extra-terrestres vivent parmi nous, pas vrai Fredy ?

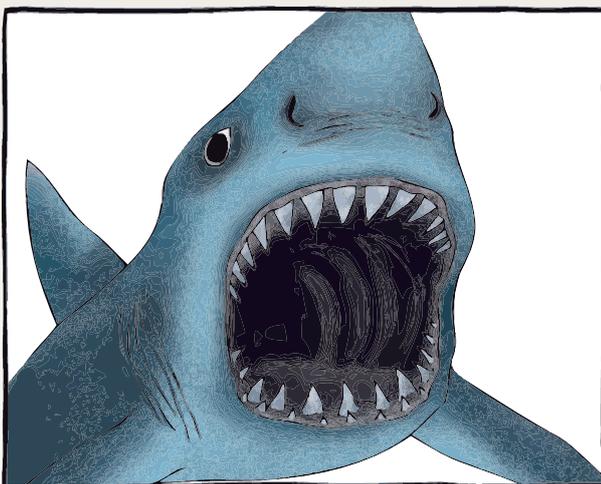


Euh...

C'est nous qui vivons parmi les extra-terrestres, en fait.



SKAD



Bizarrement, l'animal le plus mortel pour l'homme, ce n'est pas le requin...



mais le moustique.



SKAD

# Série : INSTRUMENTS SCIENTIFIQUES, UNE AVENTURE CAPTIVANTE !

## Du fermenteur à la PCR : les biotechnologies

*Les sciences de la vie ont besoin d'Instruments, appareils, techniques et procédés de BioTechnologie (IBT). Leur histoire est faite de jalons édifiants montrant combien Pasteur avait raison: «Dans les champs de l'observation, le hasard ne favorise que les esprits préparés»...*



*Biologiste correctement protégée.*

Texte: Christiane DE CRAECKER-DUSSART • [c.decraecker@skynet.be](mailto:c.decraecker@skynet.be)

Photos : © Sartorius AG (p.24), © Institut Pasteur/bacille (p.25), © TYMORA/ELISA (p.25), MarketLab/Centrifugeuse moderne (p.27)

**E**n 1917, K. Ereky invente le mot «**biotechnologie**». L'histoire montre que ses 1<sup>ers</sup> usages remontent à plus de 5 000 ans... Ces exemples d'IBT sont l'œuvre de scientifiques clairvoyants et tenaces. Comme le dit D. Boorstin, «*Le plus grand obstacle à la connaissance n'est pas l'ignorance; c'est l'illusion de la connaissance*». Illustration...

### FERMENTER ET CONSERVER

L'homme applique les biotechnologies dès la Haute Antiquité sans les comprendre ! Vers 3 000 avant J.C., les Sumériens font de la bière par fermentation d'orge germé et les Égyptiens du vin par celle de jus de raisin, puis préparent les 1<sup>ers</sup> pains au levain. Il faut attendre 1857

et Pasteur pour savoir que la fermentation est due à des microbes: les levures. Il améliore vinification et brassage. Fin 19<sup>e</sup>, Büchner découvre **enzymes** et fermentations acellulaires. En conservation, Appert met au point son procédé d'**appertisation** en bocaux dès 1790; Durand fait breveter ses boîtes de conserve en métal (1810). Puis apparaissent les **autoclaves** industriels à soupapes de sûreté et thermomètres, pour cuisson au bain marie stérilisé.

En 1863, Carré invente l'ancêtre du frigo à compression d'ammoniac, que Tellier applique aux denrées périssables. La congélation (-10 à -20 °C) et la surgélation (-20 à -50 °C) sont élaborées. K. von Linde fabrique des frigos en série dès 1870. Pasteur élabore son procédé de conservation limitée: la pasteurisation ou fermentation dirigée et contrôlée par chauffage modéré, sans altération

du goût. Dès 1896, Röntgen et Becquerel prônent la conservation des aliments par irradiation, mais les 1<sup>es</sup> installations d'irradiation alimentaire partielle contrôlée n'apparaissent qu'en 1980. En 1893, K. von Linde crée la machine cryogénique de **lyophilisation**. Fin des années '60, les Américains lancent, en fabrication d'aliments pour astronautes, le système de gestion des risques alimentaires **HACCP**, référentiel du secteur.

### HYGIÈNE ET BIOSÉCURITÉ

Jusqu'en 1865, vu la méconnaissance de l'existence et donc du pouvoir infectieux des microbes, quasi tous les médecins et chirurgiens ignorent l'hygiène ! Une conséquence tragique est la mortalité considérable due notamment aux fièvres



puerpérales, malgré les efforts des Drs Holmes (1843) et Semmelweis (1847) pour introduire le lavage des mains. Ils sont rejetés par la profession, qualifiant l'idée d'aberrante, voire de monstrueuse, et leurs auteurs d'illuminés et de fous, par immobilisme et peur d'être prise pour responsable de décès... ! Suite aux travaux de Pasteur et de Koch sur l'origine microbienne des infections, Lister utilise avec succès le phénol comme antiseptique, pour détruire les microbes des plaies. Ses expériences et écrits finissent par convaincre les médecins de l'utilité de **l'antiseptie**.

En 1868, Pasteur montre qu'il vaut mieux prévenir l'infection microbienne par **asepsie** que la guérir. Il recommande d'aseptiser tout, y compris les mains, plutôt qu'essayer d'éliminer les germes pathogènes proliférants. Les réticences sont vives, vu surtout le difficile problème de stérilisation des mains. Pasteur sera longtemps décrié par le corps médical, n'étant pas médecin mais chimiste, et préférant le traitement préventif au curatif... Opiniâtre, il obtiendra gain de cause et la gloire grâce à ses vaccins (surtout contre la rage en 1885) et à son Institut (1888). C'est un des pères de la microbiologie, de l'asepsie, de l'hygiène et de la vaccination.

En 1890, Halsted introduit les gants médicaux stérilisés en caoutchouc vulcanisé, évitant l'irritation des mains par antiseptiques: la réticence est vaincue ! Le latex allergène sera remplacé par du synthétique; blouses, masques, lunettes et coiffes s'ajoutent aux gants, comme équipements de protection.

Début 20<sup>e</sup>, la désinfection chlorée de l'eau potable apparaît, suivie d'alternatives moins toxiques: ozone, UV,... Ces innovations pénètrent le quotidien et, par l'hygiène générale, augmentent l'espérance de vie. La sécurité du personnel devient un souci constant partout où il est exposé au risque biologique (*voir pictogramme ci-dessous*). La prévention passe par l'ordre, le soin, les désinfections, stérilisations, contrôles et entretiens réguliers. Les manipulations à risque infectieux se pratiquent sous **hotte de sécurité biologique**, avec **filtre absolu**, hygiène, confinements, Bonnes Pratiques de Laboratoires, HACCP.



## DES COLORATIONS À LA PCR

La plupart des microbes sont transparents et incolores. La faiblesse des colorants naturels et des microscopes (*voir Athena n° 275, pp. 12-15*) rend l'observation malaisée. Mi 19<sup>e</sup>, colorations synthétiques et microscopes se développent. En 1882, Koch découvre le bacille de la tuberculose via le bleu de méthylène (introduit par Ehrlich en 1881) et prouve que la **bactérie** est cause de la maladie. Gram invente un test de coloration différentielle au complexe iode-violet de gentiane en 1884. Appliqué à différentes bactéries, il les classe en Gram + ou - en fonction de leur capacité d'absorption du colorant ou non. Fin 19<sup>e</sup>, Ehrlich utilise les colorants à base d'aniline pour les cellules, agents infectieux, anticorps et 1<sup>ers</sup> médicaments de chimiothérapie.

Chamberland invente la bougie filtrante en porcelaine poreuse retenant les bactéries et purifiant l'eau (1884). Il crée l'étuve ou autoclave de labo éliminant les microbes par stérilisation thermique à la vapeur (1887). En 1892, Ivanovsky utilise ce filtre pour arrêter les bactéries, mais le filtrat reste infectieux vu les **virus...**, que le microscope électronique visualisera après 1929. Entre-temps, Koch cultive les microbes sur solides pour examen. Il les ensemence sur gélatine liquide, qu'il verse sur du verre. Elle s'y coagule, séparant mieux les colonies. En 1887, c'est la **boîte de Petri**, isolant des cultures pures à un microbe au génome unique et faisant progresser biologie et médecine. La découverte de la pénicilline en est un bel exemple. En 1928, revenant de vacances, A. Fleming observe que des moisissures ont contaminé les boîtes où il avait cultivé la bactérie *Staphylococcus*. Sa croissance est inhibée près de la moisissure: il pense qu'elle libère un bactéricide, cultive le champignon, l'identifie au genre *Penicillium* et nomme pénicilline le produit obtenu, l'utilisant en antiseptique ! En 1940, Florey et Chain montrent son usage comme **antibiotique**.

Le marquage moléculaire (chimique et isotopique) permet l'analyse des métabolismes et l'étude des échanges entre organismes vivants et environnement (Knoop, Hevesy, Shemin,... début 20<sup>e</sup>).



1 *Mycobacterium tuberculosis* ou bacille de Koch, agent de la tuberculose découvert par celui-ci en 1882 via le bleu de méthylène.



2 *Les boîtes de Petri, mises au point en 1887 pour la croissance et l'observation de microbes sur milieu solide de culture.*



3 *Le test ELISA (1971), méthode immuno-enzymatique simple, détectant et quantifiant des traces par réaction biochimique, évitant ainsi la radioactivité de la RIA.*

4 *Pictogramme international de risque biologique.*

La centrifugeuse est un IBT fécond. La 1<sup>e</sup> serait chinoise, en bois et fait de l'huile au 9<sup>e</sup> siècle. Elle devient métallique et rapide avec De Laval en 1878. Svedberg réalise l'ultracentrifugeuse triant les composants des **cytoplasmes** et noyaux (1920). Elle est améliorée en microcentrifugeuse de labo par Henriot et Beckmann. À l'*Institut Rockefeller*, A. Claude (ULg) la développe pour fragmenter les cellules et caractériser des granules cytoplasmiques, les mitochondries et microsomes (années 50-60). Palade démontre qu'ils sont constitués de fragments de ribosomes et impliqués dans la synthèse des protéines. C. de Duve, combinant ultracentrifugation et outils biochimiques, perfectionne le fractionnement par centrifugation en gradient de densité et caractérise lysosomes (1955), puis peroxysomes (1966), particules à enzymes. Il fonde l'*Institute of Cellular Pathology (ICP)* et reçoit, avec Claude et Palade, le Nobel de médecine en 1974.

L'**électrophorèse** est créée par Tiselius en 1937, pour analyser les protéines du plasma sanguin. Il introduit aussi la chromatographie (voir *Athena n° 273*, pp. 12-15). Vers 1970, les généticiens utilisent l'électrophorèse pour analyser des séquences d'**ADN**, y compris à la police scientifique. Les médecins sportifs l'emploient pour détecter les produits dopants dans l'urine des athlètes. Médecins et laboratoires médicaux y recourent pour déceler des maladies graves.

En 1959, Yalow et Berson inventent le **dosage radio-immunologique** ou **Radio-Immuno-Essai RIA**. Ultrasensible, il mesure les traces d'insuline et d'autres hormones, de toxines, virus, tumeurs, neurotransmetteurs, drogues,... Ils refusent de le breveter, voulant que l'humanité puisse bénéficier directement de leur trouvaille... Respect !

Avrameas et Guibert conçoivent en 1969, Engvall et Perlmann créent, en 1971, le test **ELISA**. Il détecte des traces via une réaction biochimique catalysée par enzyme couplée à un anticorps spécifique, libérant un composant coloré suivi par spectroscopie (voir *Athena n° 283*, pp. 12-15), évitant la radioactivité de la RIA. Il a des applications biomédicales, alimentaires...

Citons encore le test d'Ames (1973), épreuve rapide estimant si une substance est mutagène et potentiellement cancérigène et la mise au point de biocapteurs et autres IBT électroniques.

Arrive la **PCR**, précise, simple, rapide et polyvalente. En 1983, Mullis imagine comment copier un brin de matériel génétique des millions de fois. Vers 1990, la PCR en temps réel permet de quantifier l'ADN. Les variantes se développent, avec automatisation, contrôle par micro-ordinateur et explosion d'applications.

## GÉNÉTIQUE, OGM, CLONAGE

Entre 1855 et 1970, se dégagent des découvertes sur l'hérédité et la génétique, via microscopes et instruments d'analyse chimique et biologique. Citons la transmission des caractères héréditaires (Mendel, père de la génétique, 1865), le rôle des **chromosomes** (Van Beneden, ULg, 1887), l'affirmation de l'ADN comme sup-

port de l'information génétique (Avery, 1944) ou la recombinaison génétique chez les bactéries (Beadle et Tatum, 1946). Puis, l'analyse de l'insuline et le 1<sup>er</sup> séquençage complet d'une protéine (Sanger, 1954), le clonage d'une carpe (Dizhou, 1963), la structure des acides nucléiques et le déchiffrement du code génétique (Nirenberg et Holley, 1965), le séquençage de l'ADN (Berg, Gilbert et Sanger, 1971) et la 1<sup>e</sup> expérience de manipulation génétique sur bactéries, 1<sup>ers</sup> **OGM** (Berg, 1972). La crainte s'installe... En 1976, après un moratoire, les Américains édictent des règles de bio-sécurité. Puis, Cohen et Boyer développent découpage, insertion, greffe, clonage d'ADN et ADN recombinant ADNr.

L'histoire de la biologie bascule ! De nouvelles disciplines liées à l'ADN surgissent: immunologie, embryologie, oncologie, systématique moléculaires, puis bio-informatique, thérapie génique, etc. Se succèdent: 1<sup>e</sup> protéine-hormone humaine, la somatostatine (Boyer et Itakura, 1977); insuline humaine et hormone de croissance (firme Genentech, 1979); interféron, antiviral et anticancéreux (firme Biogen, 1980), vaccin contre l'hépatite B par génie génétique (1982). Les Belges M. van Montagu et Shell, via une bactérie de transport, implantent un gène prélevé sur une autre bactérie dans l'ADN d'un plant de tabac, créant la 1<sup>e</sup> plante génétiquement modifiée (1983). Les expérimentations en champs d'OGM soulèvent des protestations en Europe, moins ailleurs.

En 1990, la thérapie génique et la greffe génétique sont autorisées. Apparaît aussi la 1<sup>e</sup> biopuce, ADN sur support de verre ou de silicium, détectant maladie génétique ou présence illicite d'un OGM. L'inquiétude grandit sur base de bioéthique... Après la naissance de la brebis clonée Dolly (Wilmut, 1996), l'ONU interdit le clonage humain, reproductif et thérapeutique. En 2001, Venter et Collins annoncent le séquençage complet du génome humain: tous les humains partagent le même code génétique à 99,99% ! En 2008, Wood essaie de se cloner lui-même. Il crée 5 embryons à partir de ses propres cellules. Pour des raisons éthiques et légales, ils sont tous détruits...

Au final, une histoire mouvementée où le frisson côtoie l'admiration ! Cette dernière, heureusement, prédomine et stimule progrès et bien-être... ■



### Pour en savoir plus:

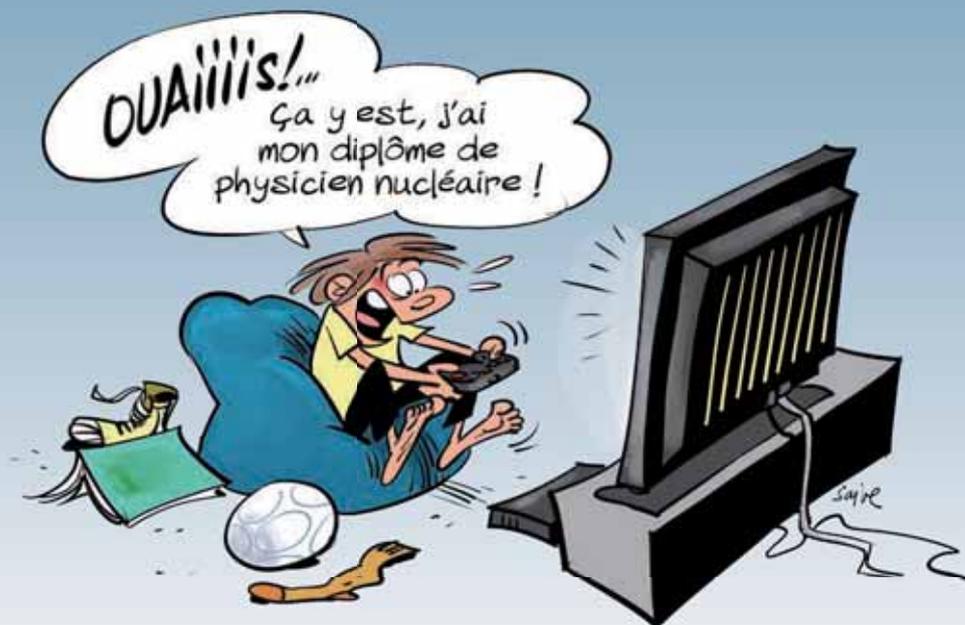
- Agents biologiques, par SPF ETCS, Bruxelles, 2005.
- Almanach de la biologie, par M. Rousselet, Vuibert, Paris, 2011.
- Appareils et méthodes en bio..., par B. Hainque, Flammarion, Paris, 2008.
- Le Beau Livre de la Médecine, par C.A. Pickover, Dunod, Paris, 2013.
- Les Biotechnologies pour tous, par J. Katz, Hobson's Scientific, Cambridge, 1991.
- Dictionnaire de bio..., par J.C. Cailliez, Ellipses, Paris, 2004.
- Dictionnaire illustré des termes de médecine, par Garnier & Delamare, Maloine, Paris, 2012.
- L'Histoire de la biologie moléculaire, par C. Ronsin, De Boeck, Bruxelles, 2005.
- Louis Pasteur: l'empire des microbes, par D. Raichvarg, Gallimard, Paris, 1995.
- Microbiologie, par L.M. Prescott, De Boeck, Bruxelles, 2010.
- Microbiologie et biologie moléculaire en Belgique, par J.P. Gratia, L'Harmattan, Paris, 2001.
- <http://www.ecdc.europa.eu>
- <http://www.pasteur.fr>
- <http://www.wiv-isp.be>



## 5 Centrifugeuse moderne.

## GLOSSAIRE

<b>ADN</b> ou <b>Acide désoxyribonucléique</b>	( <i>DNA; desoxyribonucleic acid</i> ) Acide nucléique formant le matériel génétique de tout organisme cellulaire. Molécule fondamentale en double hélice (2 chaînes antiparallèles), support de l'information génétique.
<b>Antibiotique</b>	Produit microbien ou dérivé à faible dose, tuant (bactéricide) ou neutralisant (bactériostatique) des microbes, dont des <i>bactéries</i> , et réduisant l'infection visée.
<b>Antiseptie</b>	Méthode consistant à combattre ou prévenir les maladies septiques ou infectieuses, en détruisant systématiquement les microbes en cause existants.
<b>Appertisation</b>	Procédé de conservation des denrées alimentaires par stérilisation à la chaleur, en vase clos (bocaux, boîtes), pour arrêter la fermentation (technique du bain-marie).
<b>Asepsie</b>	Méthode prévenant les maladies septiques ou infectieuses en empêchant, par moyens appropriés, l'introduction à la source de microbes dans l'organisme. Diffère de l' <i>antiseptie</i> prophylactique car n'emploie pas d'agent thérapeutique (antiseptique).
<b>Autoclave</b> ou <b>Stérilisateur à vapeur</b>	(n.m.) Appareil étanche dérivé de la marmite à pression, servant à la stérilisation par la chaleur des conserves, milieux de culture, etc., par vapeur d'eau sous pression.
<b>Bactérie</b>	Organisme vivant unicellulaire entouré d'une paroi, visible au microscope. N'appartient ni au règne végétal ni au règne animal. Le matériel génétique, généralement sous forme d'un seul chromosome, n'est pas entouré d'une membrane.
<b>Biotechnologie</b>	Technique, méthode ou procédé faisant appel au vivant (biologie) pour rendre possible, accélérer ou faciliter la synthèse ou la transformation d'un produit ou d'un service.
<b>Boîte de Petri</b>	Boîte ronde, peu profonde, utilisée pour la croissance de micro-organismes sur des milieux solides de culture. Couvercle plus grand que la partie inférieure pour éviter la contamination. On coule du bouillon de culture gélosé et le tout peut être stérilisé,ensemencé et mis à l'étuve.
<b>Chromosome</b>	(du grec <i>chrôma</i> , couleur; <i>sôma</i> , corps) Structure biologique contenant la majeure partie ou l'entièreté de l'ADN cellulaire et donc de l'information génétique.
<b>Cytoplasme</b>	Milieu intracellulaire entouré d'une membrane comprenant le matériel cellulaire, excepté le noyau.
<b>Électrophorèse</b>	Séparation de macromolécules dans un gel sous champ électrique, en fonction de la masse moléculaire, quand elles sont toutes chargées de la même manière.
<b>ELISA</b> ou <b>Méthode immuno-enzymatique</b>	( <i>Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay</i> ) Test immunoenzymatique simple, utilisé pour détecter et quantifier anticorps, antigènes, protéines, hormones, toxines, microbes,... (traces), via couplage de certaines <i>enzymes</i> à des anticorps spécifiques.
<b>Enzyme</b> ou <b>Biocatalyseur spécifique</b>	(n.f. ou n.m.) Protéine ou glycoprotéine fonctionnelle élaborée par un être vivant et catalysant une réaction biochimique définie, où elle se lie à un substrat de manière spécifique pour le modifier; l'enzyme se retrouve intact(e) en fin de réaction.
<b>Filtre absolu THE</b> ou <b>Filtre HEPA</b>	Filtre «Très Haute Efficacité», « <i>High Efficiency Particulate Air</i> », dont les pores sont assez petits pour retenir presque tous les microbes. Utilisé pour stériliser l'air d'une <i>hotte à flux laminaire</i> , d'une chambre stérile ou de pièces.
<b>HACCP</b> ou <b>Hazard Analysis of Critical Control Points</b>	Analyse des risques par maîtrise des points critiques. La prévention consiste à maîtriser les risques aux points critiques de la chaîne alimentaire identifiés par le professionnel, pour les amener à un niveau acceptable pour la sécurité des consommateurs.
<b>Hotte de sécurité biologique HSB à flux laminaire</b>	( <i>laminar flow Biological Safety Cabinet BSC</i> ) Enceinte de travail (sorbonne) stérile soumise à un flux d'air stérile protégeant le manipulateur contre une infection d'organismes pathogènes et empêchant une contamination.
<b>Lyophilisation</b> ou <b>Cryodessiccation</b>	(du grec <i>luoin</i> , dissoudre; <i>philia</i> , amitié) Surgélation sous vide (-50 à -80°C) conservant cultures microbiennes et aliments fragiles. Déshydratation par extraction d'eau, puis sublimation faisant passer l'eau de l'état solide (glace) à l'état gazeux (vapeur).
<b>OGM: Organisme Génétiquement Modifié</b>	Organisme, à l'exception des êtres humains, dont le matériel génétique a été modifié par multiplication et/ou recombinaison non naturelle (directive OGM 2011).
<b>PCR</b> ou <b>Réaction en chaîne de polymérase</b>	( <i>Polymerase Chain Reaction</i> ) Technique essentielle d'amplification d'une molécule d'ADN basée sur des cycles répétés de variations de $t^{\circ}$ .
<b>Radio-immuno-essai (RIA)</b> ou <b>Méthode</b> ou <b>Dosage radio-immunologique</b>	Procédé sensible et précis de dosage de molécules biologiques (ex: hormones). Mise en présence du liquide biologique à antigène et d'un complexe immun soluble formé de l'antigène marqué par un isotope radioactif et de l'anticorps correspondant.
<b>Virus</b>	Agent infectieux minuscule (seulement observable au microscope électronique), constitué d'une coque et d'un acide nucléique d'un seul type. Sans métabolisme indépendant, il se multiplie uniquement dans des cellules hôtes vivantes.



# La formation en ligne ouverte à tous: les MOOCs

Texte: **Julie FIARD** • [jfi@easi-ie.com](mailto:jfi@easi-ie.com) • **Salvo PRINCIPATO** • [spr@easi-ie.com](mailto:spr@easi-ie.com)

<http://www.easi-ie.com> • [http://www.twitter.com/easi\\_ie](http://www.twitter.com/easi_ie)

<https://www.facebook.com/EASI.expertsduWeb>

Illustrations: **Olivier SAIVE** / Cartoonbase

**L**es MOOCs, pour «**Massive Open Online Course**», font fureur sur la toile. Mais de quoi s'agit-il ?

Imaginez d'un côté des étudiants gentiment installés chez eux, sur leur lieu de stage, à la bibliothèque... de l'autre, un enseignant se filmant dans son bureau et tout ce petit monde en train de communiquer ensemble, via une plate-forme connectée et développée grâce à Internet. Voilà, de manière imagée, comment l'on pourrait définir les MOOCs.

Autrement dit, ce sont des programmes éducatifs sous forme de vidéos, généralement gratuits, proposés par les écoles et les facultés, accompagnés d'exercices et de la possibilité de communiquer avec les autres apprenants ainsi qu'avec l'enseignant.

Outre leur gratuité et un nombre illimité de participants, l'avantage le plus évident

est qu'il n'existe aucune contrainte géographique: les étudiants et leurs professeurs peuvent se trouver n'importe où tant qu'ils ont accès à une connexion Internet. Il est ainsi possible d'accéder aux MOOCs en temps réel en suivant un agenda précis. Le plus souvent, les ressources documentaires sont constituées de vidéos et de présentations disponibles en ligne, même si l'agenda n'est plus d'actualité.

## QUELS DRÔLES DE NOMS !

Même si le terme de MOOCs est aujourd'hui le plus répandu, ils peuvent emprunter plusieurs dénominations, dont voici les versions francophones:

- formation en ligne ouverte à tous (FLOT)
- cours en ligne ouvert et massif (CLOM)

Il existe 2 courants de MOOC:

- 1 les **xMOOC** sont des cours très universitaires. L'enseignant diffuse ses connaissances et les étudiants font les exercices. Ceux-ci reçoivent mais n'échangent pas ou peu.
- 2 les **cMOOC** sont développés sur le principe des xMOOC mais utilisent toutes sortes de ressources pour créer du lien entre les apprenants.

Aujourd'hui, ces 2 courants se rapprochent grâce aux outils disponibles, comme les réseaux sociaux, devenus incontournables sur Internet.

## UN PEU D'HISTOIRE...

En 2008, 2 chercheurs canadiens, George Siemens (voir Wikipédia: [http://fr.wikipedia.org/wiki/George\\_Siemens](http://fr.wikipedia.org/wiki/George_Siemens))

et Stephen Downes (voir *Wikipédia*: [http://fr.wikipedia.org/wiki/Stephen\\_Downes](http://fr.wikipedia.org/wiki/Stephen_Downes)), donnent un cours en ligne, gratuit et ouvert à tous, intitulé «**Connectivisme et connaissance connective**». Le premier MOOC est né. «*La démarche de ces 2 chercheurs se base sur la théorie du connectivisme, qui prône un apprentissage décentralisé, dans lequel les cours sont co-construits avec les apprenants, organisés en réseau; la création de connexions devient ainsi la base même de l'apprentissage*» (pour en savoir plus: <http://ries.revues.org/3453>).

Quoi de mieux qu'une vidéo pour expliquer ce que sont les MOOCs ? Initiée par les étudiants du Master MISC du Celsa (<http://goo.gl/GVdZ33>), cette interview de Matthieu Cisel, chercheur à l'ENS Cachan et créateur du blog *La Révolution MOOC* (<http://blog.educpros.fr/matthieu-cisel>), et Sami Labidi, fondateur du réseau social dédié à l'éducation *Beebac*, développe la naissance du mouvement des MOOCs.

[http://www.dailymotion.com/video/x1c351s\\_smc-talks-moocs-l-avenir-de-l-education-s-ecrit-il-sur-internet-s3e2\\_tech](http://www.dailymotion.com/video/x1c351s_smc-talks-moocs-l-avenir-de-l-education-s-ecrit-il-sur-internet-s3e2_tech)

## POURQUOI DÉVELOPPER DES MOOCs ?

Plusieurs raisons incitent les établissements scolaires et les sociétés à développer des MOOCs, notamment susciter l'intérêt d'étudiants talentueux, se faire un nom sur la scène internationale ou encore, toucher de nouveaux marchés...

### ►► Susciter l'intérêt d'étudiants talentueux

Les établissements scolaires et les entreprises peuvent concevoir les MOOCs dans le but d'y ajouter une session de recrutement. L'analyse des résultats obtenus permet d'identifier les profils les plus prometteurs. Ces derniers peuvent dès lors être sélectionnés en vue d'un entretien.

Toutefois, pour obtenir des résultats pertinents, une grande maîtrise de la pédagogie des MOOCs est nécessaire. En effet, si certaines compétences telles que l'informatique ou les statistiques peuvent être facilement mesurables, d'autres telles que les qualités rédactionnelles ou les capacités de gestion sont beaucoup plus difficiles à évaluer.

### ►► Se faire un nom sur la scène internationale

Un MOOC est un cours au contenu hautement qualitatif. Sa mise en place permet à la fois un positionnement auprès d'un public cible et le début d'un dialogue avec celui-ci.

Il s'agit par ailleurs d'une méthode de communication aux coûts relativement abordables en regard des résultats qui peuvent être atteints.

### ►► Toucher de nouveaux marchés

Les MOOCs permettent d'atteindre de nouveaux étudiants ou clients potentiels. En effet, ceux-ci seront sensibilisés

au savoir-faire proposé, aux produits et aux services de l'entreprise.

### ►► Créer une communauté

Un MOOC est une plate-forme où se réunit un ensemble de personnes. Les interactions entre les participants permettent de faire émerger des communautés autour des thèmes abordés. Au niveau de l'entreprise, les internautes prenant part aux sessions d'enseignement peuvent venir enrichir qualitativement la base de données de l'entreprise.

### ►► Transmettre des connaissances

L'enseignement supérieur n'est pas toujours accessible à tous, que ce soit pour une question de coût, de temps ou de mobilité.

Le MOOC est donc un moyen efficace pour transmettre un enseignement de qualité à un nombre élevé de personnes. Cet enseignement répond également aux demandes exigeantes de la formation continue.





## ENSEIGNER ET APPRENDRE

### AUTREMENT

#### ►► Quels types de MOOCs ?

##### ■ La plate-forme BEEBAC

<http://www.beebac.com>

Cette plate-forme s'adresse aux étudiants, aux enseignants et à toute personne qui souhaite s'instruire via les MOOCs diffusés par le réseau. Pour accéder aux ressources, il vous faut préciser 3 domaines dans lesquels vous avez des compétences et 3 domaines dans lesquels vous souhaitez renforcer vos compétences.

Le site *Beebac* fonctionne un peu à la manière de *Facebook*, comme indiqué d'ailleurs sur le site lui-même (autant s'inspirer d'un modèle qui a fait ses preuves). Une fois votre profil créé, vous avez la possibilité de suivre l'actualité des meilleurs enseignants et écoles et de consulter les cours qu'ils partagent, simplement en vous abonnant à leur page.

Vous pouvez également rejoindre des groupes ou «classes virtuelles» afin de gérer des échanges et des travaux collaboratifs sur un sujet commun. Les classes virtuelles peuvent être privées ou ouvertes à tous.

##### ■ FUN

(France Universités Numériques)

<http://www.france-universite-numerique.fr/moocs.html>

Lancée par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche en octobre 2013, cette initiative vise à fédérer les projets des universités et écoles françaises, leur offrir une visibilité internationale et permettre à tous les publics d'accéder à des cours variés et de qualité, où qu'ils soient dans le monde.

Tous les cours présents sur *FUN* sont conçus par des professeurs d'universités et écoles françaises et leurs partenaires académiques internationaux.

Ici, il est possible de rechercher les MOOCs par établissement et par état (à venir - en cours - terminé).

##### ■ DIGISCHOOL

<http://www.digischool.fr/cours/>

*Digischool*, c'est 875 cours gratuits en ligne pour le collège, le lycée et après le secondaire.

La recherche parmi les MOOCs et fiches d'apprentissage se fait par thème. *Digischool* fonctionne en réalité comme un annuaire généraliste de MOOCs.

##### ■ L'annuaire des MOOCs francophones

<http://mooc-francophone.com/liste-mooc-en-francais/>

Ce site est un annuaire généraliste des MOOCs, il fonctionne de la même façon que *Digischool*. Il dispose en outre d'un agenda, proposant une projection mensuelle des MOOCs à venir.

##### ■ COURSERA

[www.coursera.org](http://www.coursera.org)

*Coursera* a été fondée en 2012 par 2 professeurs de l'Université de Stanford. C'est la principale plate-forme de MOOCs.

Les cours proposés proviennent de 33 universités prestigieuses et de nombreux partenaires comme l'École polytechnique, l'Université de Stanford elle-même, l'École centrale à Paris, le *Museum of Modern Art* de New York...

*Coursera* propose des spécialisations et la possibilité de valider une compétence (payant) en obtenant un certificat. Attention que la plupart de ces cours à certificat sont donnés en anglais, mais vont être traduits en grande partie très prochainement.

##### ■ EDX

<https://www.edx.org>

Créée en 2012, *EdX* est une initiative du MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) et de l'Université de Harvard. Les institutions membres sont soigneusement sélectionnées parmi des universités, des ONG et des entreprises.

La particularité de *EdX* est que sa plate-forme est *open-source*, ce qui signifie que son code est ouvert et peut être utilisé et réaménagé par des tiers.

*EdX* fait l'objet de plusieurs expérimentations pédagogiques: en 2012, un MOOC a été proposé en accompagnement d'un cours réel dispensé à l'université. Suite à cette expérience, on a constaté que le taux de résultat avait nettement augmenté lors de ce cours.

##### ■ IONISX

<https://ionisx.com/courses>

Propulsé par <http://ionis-group.com/>, premier groupe de l'enseignement supérieur privé en France, *IONISX* propose toutes sortes de cours dans les domaines professionnel et culturel comme «comprendre l'actu», «débuter la photo» ou encore «s'initier à l'aéronautique» qui prépare à l'examen du BIA (Brevet d'Initiation Aéronautique).

Ces MOOCs sont classés par ordre chronologique, du plus ancien au plus récent. Même si un cours a déjà eu lieu,

vous avez la possibilité de vous inscrire et d'accéder à tous les contenus (y compris les échanges entre les participants sous forme de discussion). Vous pouvez alors organiser le calendrier de votre apprentissage comme vous le souhaitez.

Quelques-uns de ces cours donnent lieu, après évaluation préalable, à des certifications - parfois payantes - qui attestent de leur suivi.

### ► D'autres sources de MOOCs

- **UDACITY**  
<http://www.udacity.com>
- **COURSETALK**  
<http://www.coursetalk.com/>
- **CANVAS**  
<https://www.canvas.net/>
- **Université catholique de Louvain**  
<https://www.edx.org/school/louvainx>

Difficile de choisir parmi toutes ces sources de connaissance, voici une sélection des MOOCs les plus suivis en 2014 (tous publics confondus):

- **Du manager au leader 2.0 (CNAM)**  
<http://goo.gl/YMSQD4>

En 2014, plus de 36 000 internautes du monde entier ont suivi la première session de ce MOOC.

- **L'espace mondial (Sciences Politiques)**  
<http://goo.gl/V13Ndl>

- **Le développement durable (École Centrale)**  
<http://goo.gl/hPoSa6>
- **La philosophie et les modes de vie (Université de Nanterre)**
- **Comprendre l'exercice de la justice (Panthéon-Assas)**



fameuse école Poudlard/Hogwarts. Apprenez les sortilèges et jouez au parfait petit sorcier !

- **Apprenez à dessiner comme un maître**  
<http://ruskin.ashmolean.org/education/8989/9033/9132>

### ► Les MOOCs originaux

- **La KHAN ACADEMY**  
<https://fr.khanacademy.org/>  
L'académie propose des enseignements en mathématiques, sciences, programmation informatique, histoire, art, économie, etc...
- Elle s'adresse autant aux enfants qu'aux parents ayant besoin de se remémorer quelques principes de base.
- **CODE ACADEMY**  
<http://www.codecademy.com>  
Vous apprendrez ici à coder le langage Web comme un véritable pro ! HTML, CSS, Javascript... n'auront plus de secret pour vous.
- **HOGWARTSISHERE**  
<http://www.hogwartsishere.com/academics/>  
Aller à l'école avec Harry Potter, ça vous dit ? Les fans de J.K. Rowling seront ravis de savoir qu'ils peuvent dorénavant suivre les cours de la

### DANS LE DOMAINE PROFESSIONNEL

Nous venons de vous expliquer ce que sont les MOOCs. Deux variantes apparaissent également à présent.

#### ► Les COOCs

Les COOCs (*Corporate Online Open Course*) sont l'application des MOOCs au sein de l'entreprise afin d'assurer la formation du personnel.

Le but n'est pas ici de remplacer les MOOCs mais plutôt de mettre en place une action qualifiante des salariés.

#### ► Les SPOCs

Les SPOCs (*Small Private Online Course*) fonctionnent sur le même principe que les MOOCs. Toutefois, si les MOOCs s'adressent à un très large public, les SPOCs sont eux destinés à une trentaine de personnes préalablement sélectionnées. À la clé, l'acquisition d'une compétence ou d'un diplôme. ■



#### Pour en savoir plus:

- Le site [cursus.edu](http://cursus.edu) propose une liste non-exhaustive de toutes les plate-formes, les universités numériques et les écoles par pays proposant des cours en ligne. Plus de 110 sites à découvrir !  
<http://goo.gl/l18M8O>
- Pour décrypter les MOOCs francophones:  
<http://goo.gl/7pGrMM>

# Sol, air et eau

## SOUS surveillance

**L**a connaissance et l'expertise géologique de la Terre ont des applications dans de très nombreux domaines: si elles sont utiles pour localiser, caractériser et gérer les ressources naturelles, elles sont indispensables pour réduire les impacts des aléas naturels et donc vitales pour la prise de décisions et la formulation de politiques, notamment dans le contexte du développement durable.

### LA ZONE CRITIQUE

Il y a une dizaine d'années, la communauté scientifique a réalisé que plutôt que de cloisonner les études en terme de sols, agriculture, etc., il était plus intéressant et bénéfique d'étudier la zone superficielle de la Terre de manière interdisciplinaire et d'y apporter toutes les expertises acquises en géologie, en hydrologie, en biologie, etc. Un concept plus général a donc été défini - «la zone critique» de la Terre - dans lequel tout un chacun pourrait venir apporter sa contribution.

L'importance de cette zone critique se reflète dans tous les services qu'elle peut rendre aux écosystèmes. Elle est



Texte : **Paul Devuyst**

Photos : **Alfred Wegener Institute (AWI), 2006 (p.32),**

**S. OPFERGELT (p.34), Freepik.com (p.34), NASA (p.35)**

entre autres responsable du stockage de l'eau et du carbone ou de la filtration des polluants avant qu'ils n'atteignent la nappe phréatique; elle fournit les nutriments minéraux pour les plantes (calcium, magnésium, potassium...), notamment par la dissolution des roches qui forment les minéraux se trouvant dans le sol et qui sont essentiels pour la végétation. Autant de services «critiques» qui méritent d'être protégés et étudiés en détail.

### LA NOTION D'ALTÉRATION

Les processus d'altération que subit la surface terrestre du fait des changements climatiques d'une part et des changements d'occupation des sols d'autre part, font l'objet des travaux de recherche de Sophie Opfergelt.

Pour les placer dans un contexte général, ils se situent dans ce que l'on appelle la «pédosphère». Il s'agit de la couche la plus externe de la croûte terrestre, cette mince pellicule superficielle des continents émergés composée du sol et soumise à ses processus de formation. C'est elle qui abrite l'essentiel de la faune et de la flore, en interaction avec les 4 autres sphères de l'environnement: la biosphère (qui regroupe la végétation), l'hydrosphère (tout ce qui est exporté dans l'eau des sols et arrive dans les rivières, les fleuves et les océans), la lithosphère (les roches, qui vont donner naissance aux sols) et l'atmosphère (l'air, les précipitations, l'ensoleillement, la température, etc.).

«La notion d'altération comprend tout ce qui concerne la transformation de roches solides en minéraux pour constituer des sols. Cela inclut des réactions de dissolution des minéraux et des réactions de for-



*L'avènement de la société de l'information et le confort de la vie moderne conduisent beaucoup d'entre nous à oublier que l'avenir de l'humanité reste dépendant du bon fonctionnement des écosystèmes ainsi que de la disponibilité et de la qualité des ressources naturelles. Elle doit également se protéger des impacts d'une vaste gamme d'aléas naturels. Bon nombre de ces ressources et de ces aléas sont liés à la géologie, c'est-à-dire à la nature, la structure, la dynamique et à l'histoire d'un monde... situé sous nos pieds. Rencontre avec Sophie Opfergelt, chercheuse en géoscience à l'Earth and Life Institute de l'Université catholique de Louvain (UCL)*

## L'IMPORTANCE DU CLIMAT

Si on extrapole cette réaction à l'échelle des temps géologiques, il est évident que cette altération a toujours consommé du  $\text{CO}_2$  et la communauté scientifique considère que ce mécanisme a en grande partie contrôlé la concentration en  $\text{CO}_2$  atmosphérique et contribué à réguler le climat. Ces réactions d'altération non seulement influencent le climat mais sont elles-mêmes influencées par le climat car c'est lui qui va apporter la quantité d'eau nécessaire au sol d'une part, et déterminer localement la température d'autre part. Ces 2 paramètres contrôlent le drainage du sol (la quantité d'eau en contact avec les minéraux) et par conséquent, son humidité et le temps de résidence de l'eau. Le climat aura donc, par exemple, un effet considérable sur la fonte du permafrost dans les hautes latitudes (voir encadré p. 35).

Un autre élément dont il faut tenir compte et qui peut avoir une influence sur les réactions d'altération est constitué par les changements d'occupation des sols: la déforestation et les cultures intensives entraînent une augmentation de l'érosion et la perte de la pellicule superficielle du sol. Le fait que des minéraux frais, qui étaient jusqu'alors situés plus profondément dans le sol, soient exposés à l'air va avoir un impact sur les réactions d'altération.

«Ces 2 facteurs, à l'échelle du siècle, ont de fortes probabilités d'encore s'aggraver,

*mation de nouveaux minéraux, réactions qui sont dépendantes à la fois du climat et de l'occupation des sols, explique la chercheuse. En considérant que le sol est un petit réacteur mettant en présence les minéraux et l'eau des précipitations, si on modifie la quantité de précipitations, on modifie de ce fait la quantité d'eau qu'il y a dans le réacteur et on constatera une différence dans les interactions entre l'eau et les minéraux. De même, si on modifie l'occupation du sol - par exemple par la déforestation - cela a pour effet d'augmenter l'érosion des sols et de modifier la quantité et/ou le type de minéraux exposés à l'eau. L'érosion ôte la pellicule superficielle de terre et expose des minéraux situés plus profondément à l'air», poursuit-elle.*

Quelle est l'épaisseur de cette couche superficielle disparue ? «Elle est fonction de l'intensité du changement d'occupation des sols. Je travaille actuellement sur le cas concret d'un site au Brésil, dont la défo-

*restation date d'une centaine d'années et pour lequel un historique qui reprend l'âge de la déforestation pour chaque parcelle et ce que l'on y a cultivé, est disponible. Grâce à ces éléments, on a pu déterminer que le sol a été érodé sur une profondeur d'1 m suite à une culture intensive», précise la chercheuse.*

Pour illustrer une réaction d'altération simple, Sophie Opfergelt cite le cas d'un minéral solide du groupe des silicates, le  $\text{CaSiO}_3$  qui, en présence d'eau et du  $\text{CO}_2$  de l'atmosphère, va s'altérer, se dissoudre, libérer du calcium (qui sera dès lors disponible pour les plantes), consommer du  $\text{CO}_2$  (très important pour réguler la consommation du carbone atmosphérique et donc le climat à long terme) et produire de l'acide silicique qui sera exporté vers les rivières et qui, au niveau des océans, va constituer un nutriment essentiel pour les algues marines.

## Bio express



**Nom :** Sophie Opfergelt

**Formation :**

Licence en sciences géologiques (2002, UCL); Docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique (2008, UCL); Post-doc à l'Université d'Oxford (2009/2010), Chercheur Qualifié FRS-FNRS (2014).

**Fonction :**

Professeur, chargée de cours à temps partiel (UCL).

**Adresse :**

Université catholique de Louvain,  
Earth and Life Institute,  
Place Croix du Sud (bâtiment de Serres)  
1348 Louvain-la-Neuve.

**Tél. :** 010 47 36 22

**E-mail :** [sophie.opfergelt@uclouvain.be](mailto:sophie.opfergelt@uclouvain.be)

avec comme conséquence pour les écosystèmes d'avoir une influence sur les réserves minérales des sols. L'enjeu est maintenant de savoir quels en seront les impacts sur la fertilité des sols en terme de nutriments et sur le flux de ceux-ci qui seront exportés des sols vers les rivières et les océans. Cela concerne les cycles biogéochimiques globaux», précise Sophie Opfergelt.

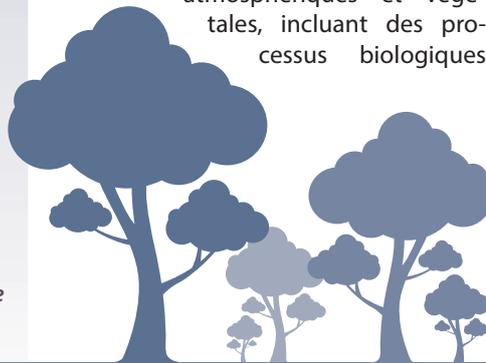
### LES TRACEURS ISOTOPIQUES

Les éléments libérés par l'altération proviennent de la dissolution des roches et des minéraux mais en ce qui concerne le sol, la situation est plus complexe car outre les retombées de poussières atmosphériques, on est en présence des éléments prélevés et restitués par la végétation lorsqu'elle se décompose. Autrement dit, si on fait le bilan des éléments présents dans le sol, on se retrouve face à des sources minérales, atmosphériques et végétales, incluant des processus biologiques

et non biologiques. «Si on veut comprendre l'influence de ces processus sur les réactions d'altération, on doit pouvoir isoler la seule contribution des minéraux et éliminer les autres. Si on mesure dans l'eau la concentration d'un élément, il sera très difficile d'en déterminer son origine. C'est la raison pour laquelle j'utilise une approche par traçage isotopique, c'est-à-dire de suivi des éléments», explique Sophie Opfergelt.

Un exemple simple permet de comprendre cette méthode: lorsqu'on dissout une roche dans l'eau, la signature de celle-ci est identique à celle de la roche. Si une plante prélève des éléments dans l'eau, ce seront préférentiellement les isotopes légers (le silicium par exemple), ne laissant que les isotopes lourds dans la solution. Il suffit alors de mesurer la solution en fin de parcours pour se rendre compte qu'elle sera nécessairement plus lourde qu'à l'origine. Il y a donc eu un processus qui a prélevé des isotopes légers. Sachant que l'on est en présence de plantes, on peut en déduire la quantité absorbée et ainsi dresser un bilan final.

«À l'échelle annuelle, les plantes vont se décomposer et restituer leur litière au sol mais à long terme, leur influence sur le bilan des éléments minéraux est quasi négligeable. Par contre, à l'échelle d'une



La Terre est recouverte d'environ 4 milliards d'hectares de forêts, soit 30% de la superficie des terres émergées. Au cours des 5 derniers millénaires, elles ont perdu 1,8 milliards d'hectares, les forêts primaires (ou originelles) n'occupant plus que 15% de leur territoire initial.

Les écosystèmes forestiers rendent de multiples services: piégeage du CO<sub>2</sub>, protection contre les inondations, les avalanches et les glissements de terrain, barrière contre la désertification, épuration des eaux, protection de la biodiversité, etc.

La déforestation due principalement à la conversion des forêts tropicales (Asie du sud-est, Amazonie, bassin du Congo en Afrique centrale) en terres cultivées a détruit chaque année 13 millions d'hectares au cours de la décennie 2000-2010. Le rythme s'est ralenti par rapport aux années 1990, où le recul était de 16 millions d'hectares par an.

La forêt sud-américaine abriterait plus de 16 000 espèces d'arbres différentes.



Dans l'image ci-contre, on peut voir de l'agriculture sur brûlis agricoles dans l'état de Rondônia, à l'ouest du Brésil.

La forêt intacte est en vert foncé, tandis que les zones défrichées sont brunies (sol nu) ou en vert clair (cultures, pâturages ou occasionnellement, la forêt de seconde pousse).

La déforestation détruit les mécanismes naturels de régulation.

saison, notamment pendant celle où les plantes stockent le plus d'éléments, l'influence sur les flux en éléments à la sortie sera très importante», ajoute la chercheuse.

Après s'être penchée sur l'altération des minéraux et son influence sur la stabilité des pentes volcaniques, la géologue s'est consacrée à l'étude du système sol-plante et plus spécialement, au cycle des éléments entre le sol et la plante.

«En ce moment, j'étudie, dans le cadre de plusieurs collaborations, l'altération dans des systèmes sous l'influence d'une perturbation naturelle spécifique: l'activité volcanique, notamment en Équateur et sur les flancs de l'Etna ! À plus long terme, j'ai l'intention d'étudier l'impact du réchauffement climatique - et donc du dégel - dans la zone des hautes latitudes, c'est-à-dire sur les permafrosts, par exemple canadiens et islandais», conclut Sophie Opfergelt. ■



### Pour en savoir plus

- Sur les problèmes d'environnement: [www.fr.mongabay.com](http://www.fr.mongabay.com)
- Sur les bassins versants: [www.mbv.ipgp.fr](http://www.mbv.ipgp.fr)
- Sur les problèmes d'eau: [www.thewaterchannel.tv](http://www.thewaterchannel.tv)
- L'Observatoire des sciences de l'Univers de Grenoble: [www.osug.fr](http://www.osug.fr)



La plupart des forêts situées dans l'hémisphère nord sont en croissance.

Selon le WWF, la vie d'1,6 milliard de personnes dépend des forêts et 300 millions de personnes y vivent. Au rythme actuel de réduction du couvert forestier et avec une population mondiale qui dépassera 9 milliards de Terriens en 2050, les perspectives ne sont guère réjouissantes.



## Le permafrost, c'est quoi ?

**L**e permafrost (ou pergélisol) est un terme géologique qui désigne un sol dont la température se maintient en dessous de 0 °C pendant plus de 2 ans consécutifs. Il représente environ 20% de la surface de la Terre.

Le permafrost est recouvert par une couche de terre, appelée «zone active», qui dégèle en été et permet ainsi le développement de la végétation. Particulièrement présent en Alaska et en Sibérie, il est victime du réchauffement climatique.

La fonte du permafrost crée de graves problèmes pour les populations locales: affaissement de terrains, déformation des routes, rupture des oléoducs... En outre, comme cette couche gelée depuis des milliers d'années contient d'énormes quantités de matière organique essentiellement composée de carbone et de méthane, son dégel pourrait contribuer à libérer des milliards de tonnes de méthane dans l'atmosphère. Or, le méthane est un gaz à effet de serre très actif, en partie responsable du réchauffement climatique.

Des simulations du Centre national américain pour la recherche atmosphérique (NCAR), situé à Denver (Colorado), montrent que plus de 50% des territoires recouverts par le permafrost pourraient fondre d'ici 2050. Ce pourcentage risque d'atteindre 90% d'ici 2100.

# Plastiques et couleurs

*Peu à peu, le plastique a remplacé le verre et le fer pour envahir notre quotidien. Maléable à l'infini, léger, le plastique épouse toutes les formes qu'il est possible d'imaginer. Encore davantage depuis le développement de l'impression en 3D. Parfois transparent, il est le plus souvent coloré pour s'inscrire dans une logique de design et de marketing. Mais comment passe-t-on à la couleur ?*

Texte : **José BONTEMPS** • [jbontemps@alumni.ulg.ac.be](mailto:jbontemps@alumni.ulg.ac.be)

Photos : **Polyone**/Schéma (p.37)

**U**n objet en matière plastique est rarement constitué d'un polymère vierge (PE, PP, PVC, PET, EVA, PS, silicone) (*Voir encadré*): on lui ajoute une série d'additifs pour moduler ses propriétés. Cela fait partie de ce que l'on appelle la «plasticité». Parmi ces additifs, on trouve notamment:

- des charges minérales pour diminuer le coût ou renforcer une propriété, la glissance par exemple,
- des agents plastifiants qui favorisent la mise en œuvre en les rendant plus souples, dont les phénols et amines aromatiques,
- des composés antioxydants pour éviter la dégradation du polymère par l'oxygène de l'air,
- des stabilisateurs thermiques: si une substance migre sous l'effet de la chaleur, on introduira une substance «piège»,
- des substances anti-feu qui retardent

la propagation de la flamme:  $Al(OH)_3$  ou des dérivés du phosphore,

- des stabilisants UV de nature minérale (noir de carbone, oxyde de titane) ou organique,
- ainsi que des substances colorantes, minérales ou organiques.

D'origine minérale, synthétique ou biosourcée, les matières colorantes vont du blanc au noir en passant par toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Les coloris peuvent aussi revêtir différents aspects: normal, nacré, métallique, fluorescent... Dans tous les cas, une bonne opacité doit être assurée.

## UN EXEMPLE WALLON:

### POLYONE

Voici par exemple le procédé utilisé par l'entreprise *PolyOne Belgium* (<http://www.polyone.com>), installée à Assesse

## Code d'identification des principaux polymères ou «résines» en vue de leur collecte et recyclage sélectif:

- 01** PET (polyéthylène téréphtalate);  
> bouteilles de boissons gazeuses
- 02** PE-HD (polyéthylène à haute densité);  
> bouteilles de détergents, jus de fruits, lait
- 03** PVC (polychlorure de vinyle);  
> bouteille de shampoing, film plastique
- 04** PE-LD (polyéthylène à basse densité);  
> sacs-poubelle
- 05** PP (polypropylène);  
> pots de yaourt ou barquettes de margarine
- 06** PS (polystyrène).  
> emballages d'objets fragiles, matériaux isolants

Le chiffre 01 à 06 est inscrit dans un triangle sur les objets usuels.



## Le CHIMICO-QUIZ

(Province de Namur) et qui fabrique environ 6 000 types de mélanges maîtres de colorants-additifs, sous la forme de petits «pellets» issus d'une extrudeuse. Cela représente environ 10 000 tonnes par an.

Deux opérations importantes se déroulent successivement: la préparation d'un mélange de poudres et l'extrusion du mélange maître.

La préparation du mélange de poudres est une étape délicate qui requiert un important savoir-faire afin que le tout soit parfaitement homogène. L'ordre d'addition des constituants est critique. L'opération est effectuée dans un mélangeur parfaitement propre, dont la taille est adaptée à la commande. Dès que le mélange est prêt, il est transféré dans une trémie située au dessus de l'extrudeuse, installée à l'étage inférieur du hall de production.

Une extrudeuse est constituée d'une vis sans fin en rotation à l'intérieur d'un fourreau chauffé. Ce système assure 3 fonctions:

- **convoyage:** le polymère descendant de la trémie sous forme de poudre ou de granulés est compacté et convoyé;
- **plastification:** le passage de l'état solide à l'état liquide est réalisé progressivement grâce à la chaleur fournie par conduction et la dissipation d'énergie de cisaillement;
- **pompage:** le diamètre de la vis augmente entre la zone d'alimentation et la zone terminale de l'extrudeuse, ce qui aboutit à mettre le polymère liquide en pression pour obtenir un débit régulier.

Au cours de l'extrusion, le profil des températures aura été soigneusement étudié pour que le produit final soit de qualité

### Testez vos connaissances scientifiques et celles de votre entourage !

Le prix Nobel de chimie est une récompense décernée une fois par an, depuis 1901, par l'Académie royale des sciences de Suède à un scientifique ou à une équipe de recherche dont les travaux ont rendu de grands services à l'humanité par une contribution exceptionnelle en chimie. Mais qui a fait quoi ?



#### 6 groupes de chercheurs remarquables :

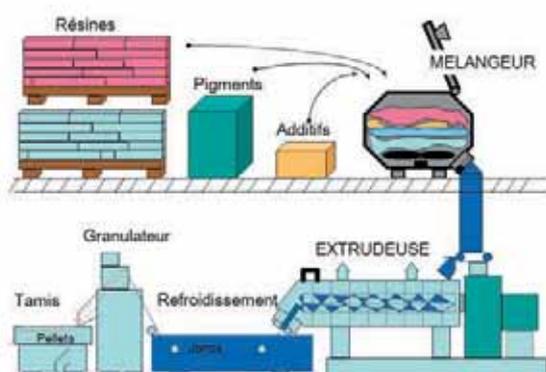
- 1 V. RAMAKRISHNAN (USA), T. STEITZ (USA) et A. YONATH (Israël) - 2009
- 2 R. HECK (USA), E. NEGISHI (Japon) et A. SUZUKI (Japon) - 2010
- 3 D. SHECHTMAN (Israël) - 2011
- 4 R. LEFKOWITZ (USA) et B. KOBILKA (USA) - 2012
- 5 M. KARPLUS (USA), M. LEVITT (USA) et A. WARSHEL (USA) - 2013
- 6 E. BETZIG (USA), W. MOERNER (USA) et S. HELL (Allemagne/Roumanie) - 2014

*Une majorité d'Américains. Les États-Unis occupent la première place parmi les nobélisés en Chimie, à raison de 36%.*

#### 6 secteurs de recherche au sein de la Chimie:

- A. Réactions de couplage en synthèse organique, catalysées par le palladium, nouveaux outils de formation de liaisons carbone-carbone
- B. Récepteurs couplés aux protéines G, récepteurs membranaires permettant la génération d'une réponse cellulaire appropriée
- C. Développement de la microscopie à fluorescence à haute résolution ou nanoscopie: on passe du micromètre au nanomètre
- D. Études sur la structure et fonction des ribosomes: complexe protéines-ARN présent dans nos cellules et responsable de la synthèse des protéines
- E. Modélisation de systèmes chimiques complexes, dont des protéines, en réunissant la physique quantique et la physique classique
- F. Découverte de quasi-cristaux: dans ce cas, les atomes présentent un ordonnancement régulier, mais la structure ne se répète pas à l'identique

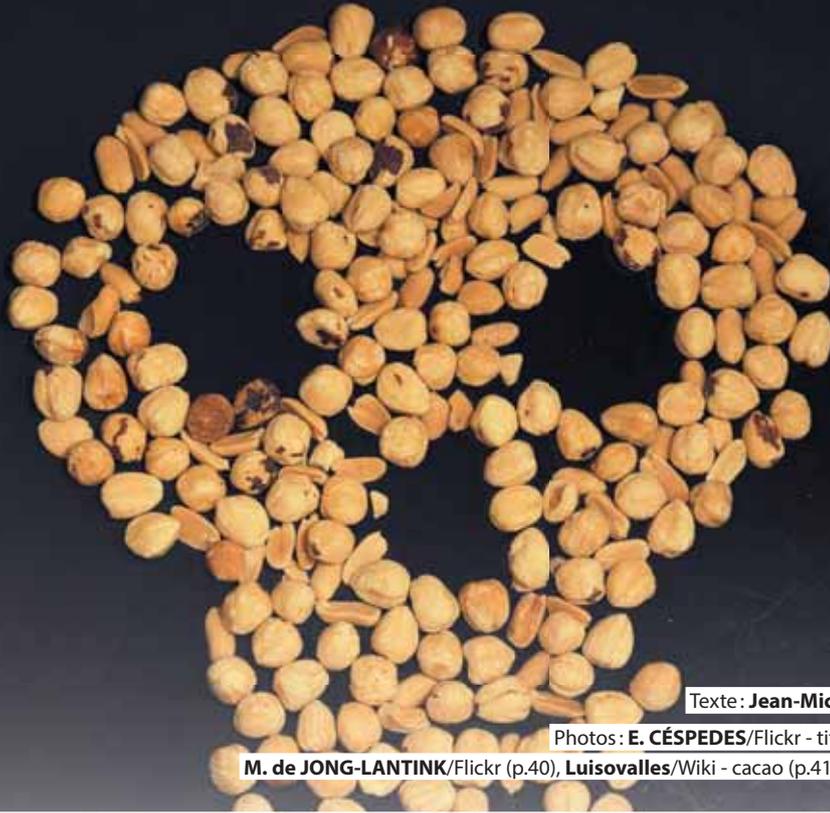
EUREKA: 1D - 2A - 3F - 4B - 5E - 6C



constante et reproductible. Il ne doit notamment pas contenir de traces du mélange précédent, ce qui exige un nettoyage laborieux et soigneux, nécessitant de 3 à 24 h. Au sortir de la filière, le produit est refroidi dans l'eau avant d'être découpé en «pellets» et emballé. Le client en incorporera 1 à 7% dans son produit fini.

Au cours de ces 50 dernières années, le développement de l'industrie des

matières plastiques a été gigantesque, et a vu le remplacement progressif des matières traditionnelles par les nouvelles substances synthétiques, une transformation radicale des structures, du design et de l'ergonomie des outils, ustensiles, meubles et objets dont l'homme s'entoure au quotidien. ■



Texte: Jean-Michel DEBRY • [j.m.debry@skynet.be](mailto:j.m.debry@skynet.be)

Photos: E. CÉSPEDES/Flickr - titre (p.38), I. SAGDEJEV/Wiki (p.39),

M. de JONG-LANTINK/Flickr (p.40), Luisovalles/Wiki - cacao (p.41), Kabacchi/Flickr - squelette (p.41)

**Pourquoi les allergies sont-elles de plus en plus répandues, notamment celle à l'arachide ? D'où vient, dans certains endroits, cette prolifération de rats et d'hermines ? Comment fonctionnent ces mystérieux animaux que sont les coraux ? Comment le chocolat est-il arrivé jusqu'à nous ? Et le spinosaurus, vous connaissez ?**

## La fin des cacahuètes ?

L'arachide (*Arachis hypogaea*) a incontestablement gagné une place de choix dans notre environnement; dans notre alimentation d'abord, de façon directe, sur les plateaux apéritifs par exemple, mais aussi indirecte dans les chaînes industrielles de fabrication alimentaire où elle participe à titre de contaminant, dans nombre de cosmétiques ou dans les nourritures pour animaux de compagnie. En effet, cette légumineuse à la richesse alimentaire incontestable est notamment composée de protéines à raison de 30%. L'huile d'arachide n'est plus, elle non plus, à présenter.

Mais si on en parle si souvent, c'est surtout en raison de son pouvoir allergisant. 1% des adultes, pense-t-on, seraient concernés, mais aussi 20% des enfants. Non seulement ces valeurs sont en croissance, mais il semble que l'allergie soit sans retour: on la gagne, on la garde pour la vie ! Une dizaine d'allergènes ont été identifiés, mais 4 d'entre eux sont considérés comme majeurs: il s'agit d'Arah1, 2, 3 et 6. Chez l'adulte, ils peuvent provoquer des crises graves, certaines pouvant même être létales. Mais ces situations sont heureusement rares: les sujets concernés qui ont déjà connu des crises anaphylactiques sont généralement en éveil et craignent les arachides, les flairant à distance et les repoussant aussi vite que possible au-delà d'un périmètre de sécurité.

Le séquençage récent d'*Arachis* a mené des chercheurs à s'intéresser à l'évolution des 4 allergènes majeurs cités, afin

de savoir s'ils ont eux-mêmes évolué au cours des dernières années, ce qui pourrait expliquer l'accroissement noté dans la prévalence de l'allergie. Et c'est effectivement le cas, mais cela n'a rien d'anormal en soi; des mutations peuvent se produire n'importe où dans le génome et par conséquent aussi, dans des gènes codant pour des protéines auxquelles des humains se montrent sensibles. On a par exemple noté des modifications de position, des duplications de séquences et l'adjonction de nouveaux nucléotides. Ces modifications suffisent-elles à expliquer l'accroissement de prévalence de l'allergie noté depuis quelques années ? Ce n'est pas impossible, mais rien n'est établi tant que des tests comparatifs ne seront pas réalisés. Avec tout le discernement requis, il est évidemment inutile de faire courir des risques majeurs à des personnes déjà allergiques en faisant d'eux les sujets de ces tests.

Il est intéressant d'évoquer à ce propos un courant de pensée qui veut que la Nature «se venge» de cette façon en réaction aux agressions dont elle est l'objet via la pollution, l'usage de pesticides, etc. Une telle perception est pour le moins anthropomorphique, mais il n'est pas exclu que quelques mutations rendent la plante concernée plus résistante à ces agressions externes. Et tant pis si l'humain en fait les frais, d'une façon ou d'une autre. C'est un retour à l'envoyeur, en quelque sorte... ■

► *Science*, 2014; 346: 521



# Rats et hermines, tremblez !

**S**ituée à peu de choses près à nos antipodes, la Nouvelle-Zélande nous est assez généralement méconnue, sauf pour quelques grands voyageurs chanceux et accessoirement, des fans de rugby, le sport local.

Sa position en latitude en fait un pays dont la température est plutôt agréable: 5 à 6 °C en hiver, 20 °C en été, avec toutes les variations qu'autorise une topographie elle aussi variée. Globalement, ce climat pourrait être assimilé à celui qui est qualifié, chez nous, de méditerranéen.

Ces dernières années, ce climat-là a semble-t-il connu une évolution à la hausse. La Nature ne s'est pas fait prier pour accompagner le mouvement et certaines plantes se sont mises tantôt à proliférer, tantôt à accroître leur production. Ce dernier cas de figure a connu sa plus magistrale démonstration dans le chef du hêtre qui a produit des fâines comme jamais auparavant. Bien qu'un peu astringents, ces fruits sont comestibles pour l'homme, mais aussi pour nombre d'animaux qui peuvent y trouver une source d'énergie aussi abondante que facile d'accès.

Les lois de la nature étant ce qu'elles sont, l'afflux de nourriture a attiré des consommateurs qui en ont aussi profité pour se multiplier. Résultat: rats et hermines pullulent dans les 708 000 hectares de hêtraie du sud du pays. Jusque-là, il n'y a rien à redire: un équilibre existe entre une nourriture abondamment disponible et des populations nombreuses sauf qu'une année prochaine, si les hêtres venaient à produire moins de fruits, hermines et rats se trouveraient dépourvus comme la cigale de la célèbre fable et seraient tentés de jeter leur dévolu sur une autre nourriture accessible. Et cette autre source de nourriture pourrait s'appeler oiseaux - dont le timide kiwi - chauve-souris ou gastéropodes, tous natifs du cru et pour certains, espèces protégées.

Le ministère concerné a donc décidé d'anticiper une possible catastrophe. Une campagne de piégeage a été entreprise afin de réduire la densité de population de rats et hermines à



un niveau jugé acceptable. Elle a été complétée d'un déversement par hélicoptère d'un poison normalement sélectif qui n'a tout de même pas plu aux éleveurs locaux, inquiets pour leurs élevages. Les moutons courent théoriquement peu de risques puisque les déversements ont concerné 29 forêts de façon exclusive. Quant aux oiseaux et au gibier qui les peuplent, théoriquement peu ciblés par le poison retenu, on verra à terme comment ils ont résisté.

Face au risque écologique que représentaient les cohortes de prédateurs potentiels, il fallait faire «quelque chose». Reste à voir si les mesures prises ont atteint les objectifs et surtout, si elles s'y sont limitées. ■

► *Science* 2014; 345: 363



**BIOZOOM**

Photo: © BBC 2006 - © T. LAMMAN/vignette



**E**n le voyant, on dirait un personnage de dessin animé. C'est pourtant bien un oiseau. Le *Lophorina superba* ou *Paradisier superbe* vit uniquement en Nouvelle-Guinée. Sa particularité tient à la parade nuptiale du mâle. Pour attirer les femelles, il déploie les plumes noires de son dos, qui forment alors une ellipse autour de son corps, et déploie le plumage bleu turquoise de son plastron. Le tout agrémenté d'une danse bien à lui ! Imparable !

**Quel mal frappe  
les marsouins  
retrouvés  
morts sur les  
plages du nord  
de l'Europe ?**

Un mal appelé «compétition à mort» entre espèces concurrentes. Une étude récemment menée à l'Université de Liège a identifié la raison pour laquelle des marsouins ont été retrouvés sur nos côtes, les flancs marqués de morsures et le plus souvent morts d'asphyxie. Pour une fois et contre toute attente, ni l'homme ni ses techniques de pêche n'y sont pour quoi que ce soit; en tout cas, directement. Ce sont les phoques gris (*Halichoerus grypus*, communs en baie de Somme) qui en seraient responsables. C'est à la faveur d'une étude minutieuse de l'ARN mitochondrial retrouvé sur les marges des traces de morsures que les responsables ont été démasqués. La cause de cette lutte à mort reste à déterminer mais on peut facilement imaginer qu'elle tient à une compétition pour la nourriture dans une même niche écologique. Et le veau de mer a eu raison du cochon de mer, les noms vernaculaires des 2 espèces. C'est vrai qu'il fait le poids: un mâle peut mesurer 3 à 4 m de long et peser 4 à 500 Kg. C'est aussi, sans doute, ce qui explique que les marsouins aient été retrouvés morts par asphyxie: les prédateurs plus lourds ayant empêché les cétacés de regagner la surface pour respirer. La preuve est une fois de plus apportée que sous son mignon minois, le phoque cache un redoutable instinct de prédateur ! ■

► [www.reflexions.ulg.ac.be/pesgrismarsouins](http://www.reflexions.ulg.ac.be/pesgrismarsouins)



**La dynamique des coraux...**

Avec une belle régularité, des articles font état de la disparition progressive des coraux en réponse au réchauffement climatique et, accessoirement, à la récurrence des pollutions océaniques. Il y a incontestablement du vrai là-dedans mais, comme souvent, certains regards ne voient avec insistance que le verre à moitié vide, feignant de ne pas voir que certains massifs coralliaires se portent tout aussi bien en dépit de conditions qui devraient les dégrader.

Ces massifs sont d'autant plus complexes qu'ils sont importants. Si on a montré que les polypes qui les habitent et les construisent sont bien sensibles aux variations thermiques, on sait aussi qu'ils sont capables de migrer à la recherche de conditions plus favorables qui, identifiées, fixent une nouvelle implantation. Des expériences récemment menées en laboratoire en ont apporté la preuve. Non seulement les polypes se montrent sensibles aux «odeurs» - des substances diffusées dans la mer - mais aussi à la lumière, à la rapidité des courants, à la présence de prédateurs, à la compétition, aux maladies, au bruit, à tout facteur abrasif et à la présence de larges algues qui pourraient les priver de la lumière dont ils ont besoin.

Cette complexité évoquée est aussi le plus souvent ce qui rend contradic-

toires les résultats des études menées. Une localisation n'est pas l'autre, ce qui induit un équilibre forcément différent. La rémanence d'une pollution est souvent synonyme de présence plus massive d'algues, lesquelles peuvent entrer en compétition avec les coraux. Mais les mêmes algues peuvent attirer des poissons herbivores en plus grande quantité qui, le temps aidant, peuvent avoir raison de ce développement «parasite» et rendre aux coraux la place qu'ils occupaient auparavant. Lentement, certes, mais aussi, sûrement.

Tout cela ne justifie en aucun cas que les mers et océans soient pollués. Mais le vivant est dynamique et sait s'adapter; quitte à le faire dans un environnement un peu meilleur, un peu plus loin. On a déjà évoqué dans ces colonnes le cas des atolls, ces vestiges d'îles effondrées sous le poids des madrépores. Cette évolution multimillénaire a dû composer avec les variations climatiques et les changements «physiques» du milieu. Mais ils sont toujours là.

Les massifs coralliaires, par leur extraordinaire diversité faunique et autant le dire, leur beauté, doivent certes être préservés, mais pas être «mis en cage». Ils ont le droit, eux aussi, d'évoluer. ■

► *Science* 2014; 345: 879-890



## Piégés par le chocolat

**P**endant longtemps, on a pensé que les indiens du nord et ceux du centre et du sud de l'Amérique précolombienne n'avaient pas - ou très peu - de contacts. De nombreux spécialistes en sont d'ailleurs toujours convaincus. Ils ont de bonnes raisons pour ça: on trouve en effet peu de traces de contact, traduits en objets divers venant de l'«autre» culture. Et puis il y a les distances et surtout la présence de déserts, qui constituent de solides freins aux tentatives de rencontre et de mixité.

Un élément récent semble devoir infirmer cette conception des choses: le chocolat ! Des archéologues assistés de chimistes ont en effet soumis de nombreux objets exhumés des territoires d'Amérique du Nord (dans sa partie australe tout de même et dans le *mid-west*) à des analyses afin d'y détecter la trace éventuelle d'alkaloïdes propres au chocolat: la théobromine, la caféine et la théophylline. Et ils en ont trouvé !

On peut donc raisonnablement penser que le chocla des Aztèques ait fait l'objet d'une migration vers le nord à la faveur d'un petit commerce intéressé, entre le 9<sup>e</sup> et le 15<sup>e</sup> siècle. Ce n'est évidemment pas impossible, bien que de nombreuses réserves soient à formuler. D'abord, la consommation de la boisson issue des fèves de *Theobroma cacao* était uniquement réservée, en Amérique centrale et latine, à un usage rituel, *Theobroma* signifiant «boisson des dieux». Qu'elle soit devenue, au nord, une boisson de consommation courante a de quoi surprendre, d'autant que le cacaoier n'y pousse normalement pas. Ensuite, ce sont des traces d'alkaloïdes qui ont été retrouvées. Or, la consommation de cacao et de café est telle aujourd'hui

qu'une «pollution» aérienne est possible et rende compte des résultats observés. Les auteurs de l'étude en sont bien conscients et ont intégré des «témoins» non médiévaux à leurs analyses. Ensuite, on sait que d'autres plantes telle qu'*Ilex vomitoria*, consommée comme un thé, contiennent elles aussi l'un ou l'autre des alkaloïdes recherchés. Mais ce qui rend les résultats crédibles, ce n'est pas

tant la présence des 3 alkaloïdes recherchés que leur proportion relative, qui «signerait» le chocolat. Voilà donc des populations que l'on croyait sans contact et qu'un divin nectar a rapprochées. Qui prétendra encore après ça que la gourmandise est un vilain défaut ? ■

► *Science* 2014; 345: 991



## Grand, fort, méchant et... aquatique

**P**our beaucoup, l'exemple-type du dinosaure puissant et cruel, c'est le Tyrannosaure. Avec sa gueule gigantesque, ses 12 m de long sur 4 m de haut et ses 6 à 7 t de poids vif, c'est vrai qu'il devait impressionner. Mais dans le genre, il avait un maître qui, heureusement pour lui, l'a précédé d'une trentaine de millions d'années. Son nom: *Spinosaurus*. Long d'une quinzaine de mètres, il devait peser 20 t. Excusez du peu. Et avec ça, une gueule de crocodile, version XXL. Un monstre vrai de vrai. Identifié pour la première fois il y a un peu plus d'un siècle en Égypte, son squelette pétrifié a été ramené au musée de Munich - son inventeur, Ernst Stromer était allemand - où il a été pulvérisé par les bombardements alliés en 1944. Par bonheur, on en a trouvé d'autres depuis, au moins fragmentaires, dont on a fait des moulages, des maquettes, etc. Bref, *Spinosaurus* n'a pas complètement disparu. Outre ce qui a déjà été évoqué de son anatomie, l'animal présentait aussi une hypertrophie des apophyses épineuses des vertèbres dorsales, les plus hautes pouvant atteindre 1,6 m. On pense qu'elles sous-tendaient un voile cutané, ce qui devait renforcer l'aspect monstrueusement hors du commun de l'animal.

Le plus redoutable prédateur du moment, en quelque sorte ? Peut-être pas. Une «relecture» de ses structures osseuses permet en effet de penser qu'il devait être davantage aquatique que terrestre. Un pêcheur au gros appétit, certes, mais un pêcheur tout de même. Les signes de cette thèse tiennent à la position haute de ses narines, à la longueur de ses pattes, de larges pattes qui pouvaient lui servir de pagaies et l'aider à marcher au besoin sur des sols vaseux. En revanche, la densité de ses os laisse à penser qu'il devait davantage marcher sur le fond qu'il ne nageait.

À 100 millions d'années de distance, cela ne change évidemment pas grand-chose, sauf pour quelques spécialistes, d'autant qu'il ne s'agit que d'une hypothèse et que ce qui précède n'est pas incompatible avec une progression terrestre.

Ce qui demeure, c'est qu'il était prédateur, fût-ce pour les poissons et jusqu'à preuve du contraire en tout cas; on sait qu'on a dévalué son rival Tyrannosaure en charognard plutôt qu'en prédateur. Quoi qu'il en soit, il devait être impressionnant. Et ça, personne ne peut lui retirer ! ■

► *Science*, 2014; 345: 1232



# Lecture aux rayons X !

*On reproche parfois à la physique de recourir à des instruments colossaux, hors de prix.*

*Les accélérateurs de particules figurent de nombre de ces outils.*

*Si, le plus souvent, ils sont utilisés pour traquer les constituants ultimes de la matière, ils sont aussi employés pour d'autres applications, parfois inattendues.*

*Comme, par exemple,*

*lire des papyrus carbonisés !*

Texte: Henri DUPUIS • [dupuis.h@belgacom.net](mailto:dupuis.h@belgacom.net)

Photos: AP Photo/S. LAPORTA (p.42), Image courtesy University of Kentucky (p.43), Harvard University/S. RICHTER (p.43)

**L**e titre de l'article publié dans *Nature Communications* le 20 janvier dernier (1) avait de quoi surprendre: on s'attendait en effet davantage à ce que le compte rendu de la lecture de papyrus découverts à Herculaneum soit publié dans une revue d'archéologie, voire de philosophie. L'article est pourtant un bel exemple d'une application inhabituelle des instruments d'investigation développés par la physique.

L'histoire commence en l'an 79 de notre ère, lorsqu'une éruption du Vésuve détruit les cités romaines de Pompéi et d'Herculaneum, près de Naples. En 1752, des papyrus sont retrouvés dans les restes d'une villa à Herculaneum. Villa qui sera plus tard identifiée comme étant celle du beau père de Jules César, politicien influent et érudit. À ce titre, sa villa contenait une bibliothèque d'une grande richesse où plusieurs centaines

de rouleaux de papyrus étaient entreposés. Encore faut-il s'entendre sur les mots: la plupart de ces papyrus ont l'aspect et la consistance de morceaux de charbon constitués de lamelles enroulées sur elles-mêmes. Au contraire de Pompéi, Herculaneum semble avoir été détruite non pas par les cendres brûlantes émanant du volcan, mais bien par des coulées de boue dont la température devait être d'environ 300 °C. Les papyrus ont donc été carbonisés puis entourés de boue, ce qui les a protégés de l'humidité et de l'oxygène, phénomène qui ne s'est pas produit à Pompéi. Protégés peut-être, mais aussi devenus illisibles et très friables ! Depuis 2 siècles, les archéologues ont donc développé des trésors d'imagination pour tenter de dérouler ces «pierres» sans les détruire et accéder au texte, du moins là où il était apparent.

Bien entendu, les différentes techniques d'imagerie ont été sollicitées au fur et à mesure de leur développement, au pre-

mier rang desquelles la classique «radio» par rayons X. Sans guère de succès parce que les scientifiques se heurtent à une difficulté: l'encre utilisée pour écrire le texte était fabriquée avec du carbone issu des résidus de fumée et présente donc une densité quasi identique à celle du papyrus brûlé ! D'où la difficulté de distinguer l'un de l'autre, un peu comme si on avait écrit un texte à l'encre noire sur du papier noir. Passionné par cette énigme, les chercheurs signataires de l'article ont soumis 2 des rouleaux à une ligne de lumière produite par l'*ESRF* (European Synchrotron Radiation Facility) afin d'utiliser la technique de tomographie X à contraste de phase.

## SYNCHROTRON

Situé à Grenoble, l'*ESRF* est un outil très performant d'investigation de la matière,

une sorte de microscope à rayons X ultra-performant. Des électrons sont tout d'abord émis par un canon (une sorte de tube cathodique des anciennes télévisions) puis regroupés par paquets et accélérés dans le vide jusqu'à une vitesse proche de celle de la lumière. Ils sont ensuite dirigés vers un accélérateur de 300 m de circonférence, appelé le booster synchrotron, où ils vont acquérir leur énergie finale de 6 milliards d'électronvolts. Dans cet anneau, la force du champ magnétique est augmentée progressivement de manière synchronisée avec la montée en énergie des électrons, d'où le nom de ce type d'accélérateur. Cette opération de montée en énergie ne dure cependant que... 50 millisecondes.

Une fois que les électrons ont atteint leur énergie maximale, ils sont envoyés vers l'anneau de stockage, un monstre de 844 m de circonférence, où ils circulent pendant des heures à la vitesse de la lumière... et où, surtout, ils passent devant 3 types d'aimants. Les aimants de courbure forcent évidemment les électrons à suivre une trajectoire courbe et les soumettent à une accélération, d'où l'émission d'ondes électromagnétiques par les électrons. Cette lumière est émise tangentiellement à la courbure, sous forme d'un faisceau intense et étroit dans une large gamme de longueurs d'onde, jusqu'aux X très durs.

Les aimants de focalisation pour leur part concentrent le faisceau d'électrons tandis que les ondulateurs sont constitués de petits aimants à polarité alternée qui forcent les électrons à parcourir des zigzag dans leur trajectoire. Ceci a comme conséquence que les faisceaux de lumière émis interfèrent les uns avec

les autres pour former un faisceau final beaucoup plus intense que s'il n'y avait que les aimants de courbure. Le faisceau lumineux émis est alors dirigé vers les halls d'expérience.

## DES SCIENCES DE LA VIE À L'ARCHÉOLOGIE

Pour en faire quoi ? Les rayons X pénètrent dans la matière, interagissent avec celle-ci et permettent donc de la voir de l'intérieur. Les rayons produits à Grenoble, comparés à ceux d'une installation hospitalière, sont évidemment beaucoup plus intenses et concentrés, ce qui leur donne une efficacité bien plus grande. Grâce à eux, on peut observer la structure d'une protéine, de l'ARN ou d'un virus, identifier des atomes et leur position dans un matériau ou visualiser des insectes fossiles conservés par exemple dans de l'ambre opaque. Et ceci, grâce notamment à la tomographie X en contraste de phase (XPCT), celle-là même avec laquelle l'on tente de déchiffrer nos papyrus.

Cette technique utilise l'infime déviation des faisceaux de rayons X qui a lieu lorsqu'ils traversent des tissus de densité différente. Et c'est bien ce qui se produit ici: encre et papyrus n'ont pas le même indice de réfraction. En outre, l'encre ne pénètre pas dans les fibres végétales du papyrus et les lettres s'inscrivent donc en relief par rapport à la surface de celui-ci. Ces quelques microns de différence permettent d'amplifier encore le contraste entre les 2 composantes du rouleau et faire apparaître le texte.

L'expérience a été concluante même si, à ce stade, elle n'a porté que sur 2 rouleaux, mais les chercheurs ont pu lire des mots cachés sous plusieurs couches de papyrus ou sur des lamelles collées entre elles et déformées. Dès que la technique aura été affinée et que des protocoles de traitement des données auront été bien définis, ils espèrent que quelques heures suffiront pour lire un rouleau dans sa totalité. ■

(1) Revealing letters in rolled Herculaneum papyri by X-ray phase-contrast imaging; V. Mocella et al.; Nature communications; 20 janvier 2015.

## Ondes gravitationnelles: on attendra !

ESA et la collaboration Planck viennent de siffler la fin de la récréation: les ondes gravitationnelles primordiales générées lors de la phase d'inflation de l'univers n'ont pas été détectées. Ni par Planck ni par Bicep2 !

Rappelons que le 17 mars 2014, les scientifiques de l'expérience Bicep avaient publié des résultats laissant entrevoir la possibilité d'une telle découverte (voir Athena n° 301). Très vite cependant, des doutes étaient apparus (voir Athena n° 302) et les chercheurs attendaient beaucoup des observations du satellite Planck (voir Athena n° 306). Cette fois, le feuilleton est clos: pas de trace des ondes gravitationnelles dans le fond diffus cosmologique !

Un ancien parchemin en train d'être scanné.

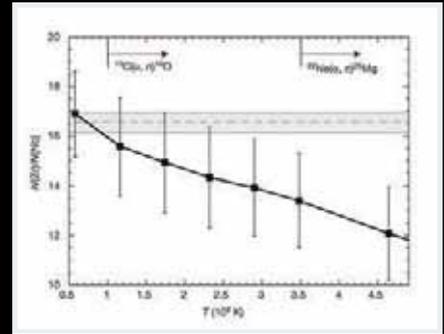


Le petit télescope BICEP2



# À la Une du Cosmos

Texte: Yaël NAZÉ • [naze@astro.ulg.ac.be](mailto:naze@astro.ulg.ac.be) • <http://www.astro.ulg.ac.be/news>

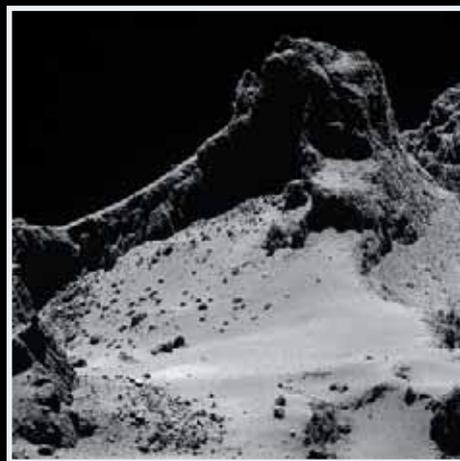
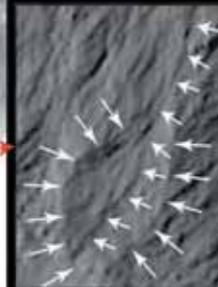
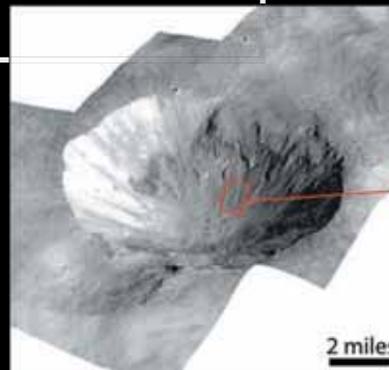


La mesure des abondances relatives du zirconium et du niobium sur certaines étoiles permet d'estimer le rapport qui existait jadis entre le zirconium et son isotope le  $^{93}\text{Zr}$ , et d'en tirer la température qui devait régner au cœur de ces étoiles.

Photo: Nature/ Neyskens et al.

La mission Dawn approche de l'astéroïde Cérés: elle y a vu une mystérieuse tache brillante - qui devrait se préciser au fil de l'approche de la sonde. D'autre part, Dawn avait croisé l'astéroïde Vesta: ses images montrent des ravines dans certains cratères, qui s'expliqueraient par des écoulements d'eau, des impacts entraînant la fonte brutale de la glace souterraine.

Photos: NASAw

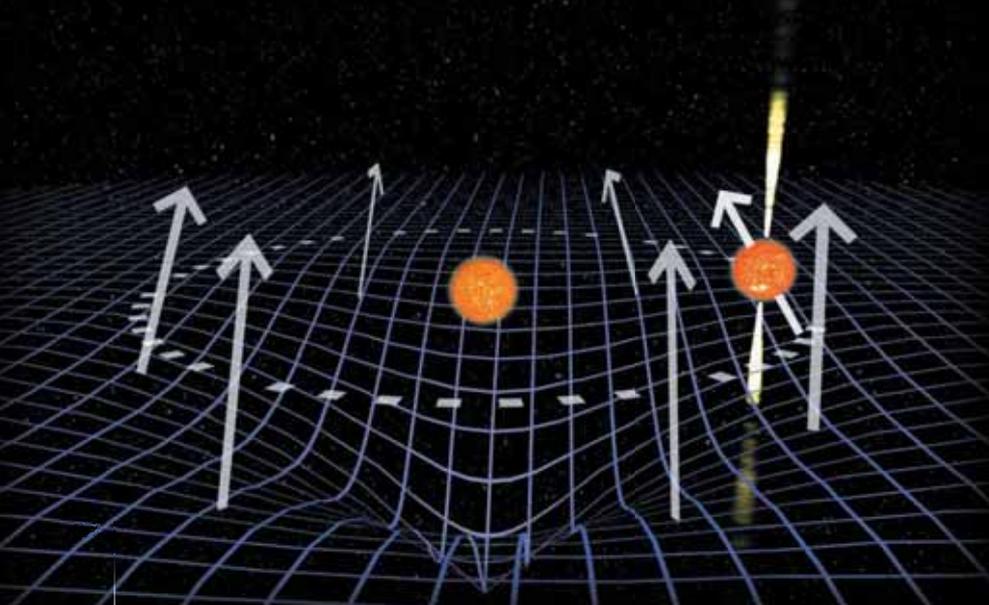


Une première série de résultats de la mission Rosetta ont été publiés. Ils montrent la diversité de la surface de la comète 67P «Churi» et des processus contribuant à son activité, et ils donnent des indications aussi sur son origine. Rosetta révèle également que la comète est en train de se libérer la poussière qui s'était accumulée lors de son dernier passage près du soleil: un nouveau cycle d'activité commence doucement.

Photo: ESA

Les pulsars sont des cadavres d'étoiles émettant un signal fort dans une direction privilégiée, un peu à la manière d'un phare. Si un pulsar fait partie d'un couple, son axe bouge (phénomène de précession), et le faisceau lumineux finit par pointer ailleurs, le rendant invisible depuis la Terre: c'est ce que l'on a observé pour le pulsar J1906 dont les pulsations ont donc disparu. Le processus, bien connu théoriquement, a permis de mesurer la masse du pulsar et de son compagnon stellaire.

Photo: J. van LEEUWEN/ASTRON (vue d'artiste)



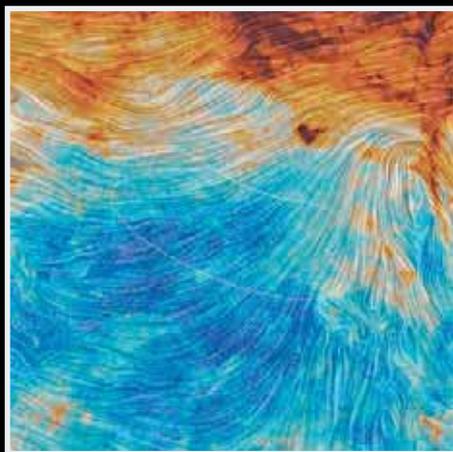
Beaucoup de résultats liés aux météorites ce mois-ci.

Des simulations de collision en labo ont permis de mieux comprendre comment le système solaire jeune est passé d'agrégats lâches et poreux à des morceaux bien solides mais aussi de montrer que certaines météorites (les chondrites) ne sont pas des «restes» de la formation du Système solaire, mais plutôt un résultat ! En parallèle, l'analyse de météorites révèle que les jeunes astéroïdes ont pu générer des champs magnétiques importants pendant des temps très longs, mais aussi que les météorites sont rapidement contaminées par les composés organiques terrestres - il faut donc rester prudent quant à toute annonce de ce type...

Photos: Purdue University photo/John Underwood et Martin Jutzi



À gauche: On était sans nouvelle de l'atterrisseur anglais Beagle-2, qui s'était écrasé sur la planète rouge en 2003. La sonde américaine MRO vient d'en retrouver les traces. Photo: MRO • À droite: Le public participant au projet participatif «Milky Way Project» a mis le doigt sur des boules jaunes bizarres, en trouvant près de 1 000. Un commentaire demandant de quoi il s'agissait a lancé le travail, et voilà l'étude scientifique qui sort avec l'explication: ce sont des cocons renfermant des étoiles assez massives qui viennent de naître. C'est la deuxième fois, avec les «petits pois» du Galaxy Zoo, que le public découvre une nouvelle classe d'objets. Photo: Spitzer

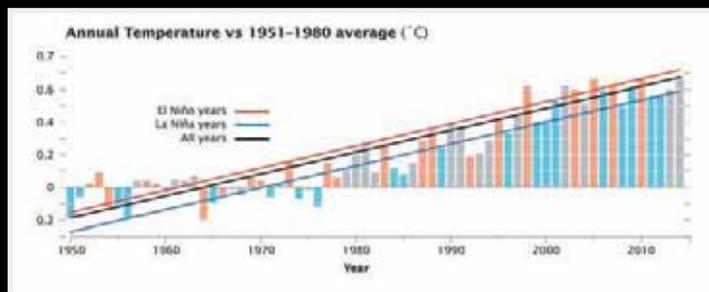


Ça se confirme: l'annonce de la découverte, en mars 2014, de la signature d'ondes gravitationnelles primordiales (associée à l'inflation cosmique) était prématurée. Les données précises du satellite européen Planck, et la réanalyse des données BICEP2 et du réseau Keck, montrent que la poussière masque le signal.

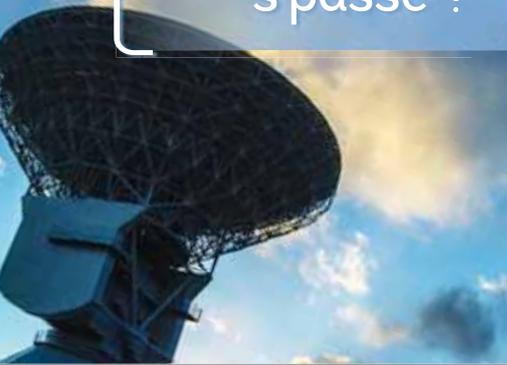
Photo: ESA

Des analyses indépendantes réalisées par la NASA et la NOAA indiquent que l'année 2014 est la plus chaude jamais enregistrée.

Photo: NASA



## Qu'est-ce qui s'y passe ?



Texte: **Théo PIRARD**

Photo: **NASA**

**I**l y a 50 ans, un cosmonaute osait franchir le pas... d'une sortie extra-véhiculaire, à l'extérieur de son vaisseau spatial. Le 18 mars 1965, Alexeï Léonov devenait le premier «piéton» de l'espace. Ils sont aujourd'hui 213 - 202 hommes et 11 femmes - à avoir affronté dans le vide l'immensité du Cosmos, dont une douzaine, tous Américains, à avoir arpenté la surface lunaire entre juillet 1969 et décembre 1972.

Le scaphandre EVA (Extra-Vehicular Activity) par exemple a été mis au point pour permettre aux cosmonautes, astronautes ou taïkonautes d'effectuer des activités en plein espace. Cet habitacle miniature est couramment employé dans ses versions américaine et russe pour des travaux d'entretien à bord de l'ISS (International Space Station). Seules 3 nations maîtrisent les technologies mises en œuvre dans le scaphandre de sortie spatiale: la Russie, les États-Unis et la Chine. Les 2 premières ont surtout et largement démontré leur expertise EVA pour la réalisation et la maintenance de l'ISS...

**L**a «première» historique du cosmonaute Léonov a failli mal se terminer... Que s'est-il passé ?

À l'époque, la «guerre froide» qui se livrait Moscou et Washington battait son plein jusque dans l'espace. Russes et Américains rivalisaient pour afficher une excellence technologique dans des prouesses spectaculaires qui n'étaient pas sans risques. L'une d'entre elles concernait l'expérimentation d'un scaphandre de sortie spatiale, condition clé pour marcher sur la Lune à la fin des années 60. L'URSS voulait devancer à tout prix les États-Unis. La mission de son vaisseau *Voskhod-2*, satellisé le 18 mars 1965, avait pour objectif de démontrer la possibilité pour un cosmonaute de «marcher» dans le vide, à près de 28 000 km/h ! Deux cosmonautes étaient à bord: Pavel Beliaiev et Alexeï Léonov (aujourd'hui âgé de 80 ans), qui avait endossé un scaphandre gonflable. Au moment d'aborder la 2<sup>e</sup> orbite, il est passé par un sas extensible pour s'extraire de l'habitacle. Retenu par un cordon ombilical, il a nagé 12 longues minutes à l'extérieur, avec la Terre à ses pieds.

Tout semblait s'être déroulé comme prévu. Pourtant, 10 ans plus tard, Léonov a révélé que son scaphandre s'était trop enflé, l'empêchant de rentrer via le sas... Il raconte que son cœur s'est mis à battre la chamade - 143 battements par minute - et que sa température corporelle est montée à plus de 38 °C. Retrouvant son sang-froid, il a réussi à actionner une valve pour dégonfler son habit et pouvoir, la tête en avant, repasser dans le vaisseau. Léonov a à cette occasion prouvé qu'il avait bel et bien de l'étoffe d'un héros.

**À** l'heure de l'ISS, les EVA se sont multipliées. Malgré le confort apporté aux scaphandres, tant russe qu'américain, elles sont toujours des activités éprouvantes et risquées...

Certes, les procédures et technologies sont bien maîtrisées. On a des systèmes très mobiles et complètement autonomes, qui permettent de s'alimenter et de se désaltérer, récoltent les urines et excréments et

protègent des radiations. La climatisation est particulièrement soignée grâce à la circulation d'un liquide qui assure l'équilibre thermique entre le côté plongé dans l'ombre (à -150 °C) et la face éclairée par le Soleil (à 120 °C). Mais on n'est pas à l'abri d'une perforation des couches du scaphandre, due à un débris ou une pierre dans l'espace. C'est pourquoi astronautes et cosmonautes sortent toujours en duo: en cas de malaise ou d'incident, l'un peut rapidement porter secours à l'autre.

**L**es 30 ans EVA sont l'occasion d'épingler quelques beaux exploits de l'odyssée spatiale...

En février 1984, les Américains Bruce Candless et Robert Stewart ont évolué librement à l'écart de la navette spatiale, en utilisant le fauteuil à propulsion *MMU (Manned Maneuvering Unit)*. Le 13 mai 1992, 3 astronautes sont sortis dans la soute du *Space Shuttle* pour la récupération d'un satellite de communications (voir la photo ci-dessous). Le 11 mars 2001, Susan Helms et James Voss ont accompli une sortie record de 8 h 56 min lors d'activités pour l'assemblage de la *Station spatiale internationale*. ■



# WSL : cap sur les «Living Lab» !

La Pme Lambda-X de Nivelles, spécialiste d'optique (micro-systèmes, appareils de métrologie): l'une des réussites WSL

Texte: **Théo PIRARD** • [theopirard@yahoo.fr](mailto:theopirard@yahoo.fr)

Photos: **Lambda-X** (p.47), **WSL** (p.48)

Le label *WSL*, qui fête ses 15 ans d'existence, s'identifie désormais au dynamisme d'une Wallonie à la conquête de technologies d'avant-garde dans les secteurs d'activités économiques. Lancé fin 1999 par la Région wallonne sous l'acronyme *Wallonia Space Logistics*, *WSL* devenait une réalité opérationnelle en mai 2000 au sein du spatio-pôle wallon dans le *Liege Science Park* du Sart Tilman. C'est le *CSL (Centre Spatial de Liège)* qui a souligné la nécessité d'un incubateur wallon de haute technologie qui fasse fructifier le potentiel scientifique dans les Universités et les Instituts d'enseignement supérieurs...

Il s'agissait alors de développer, avec les investisseurs, un outil efficace destiné à rentabiliser les efforts de recherche à l'Université de Liège, notamment dans le domaine spatial. Sous l'impulsion d'Agnès Flémal, Directeur général de *WSL*, sa mission s'est étendue aux porteurs de projets technologiques dans les sciences de l'ingénieur en vue de favoriser et de faciliter l'éclosion des sociétés de croissance durable et productrices de valeur sur le sol wallon. Depuis sa

mise en œuvre, *WSL* a pu approfondir et renforcer sa méthode d'incubation. Il n'a cessé de prendre de l'envergure et d'accroître ses performances afin de mieux répondre aux besoins de créativité entrepreneuriale sur l'ensemble de la Wallonie. Son travail de proximité s'est élargi en 2012 aux pôles universitaires de Louvain-la-Neuve (UCL), Mons (UMONS) et Gosselies-Charleroi (ULB) après qu'en 2007, un incubateur spécifique pour l'espace ait été mis en place à Transinne-Libin grâce à *Idelux*.

«En étant intégré aux écosystèmes locaux existants et sans s'y substituer, *WSL* apporte des moyens spécifiques qui permettent aux techno-entrepreneurs d'exploiter au mieux le potentiel de leur projet, tout au long des 5 à 7 premières années de leur démarrage», explique Agnès Flémal. Ce développement effectif d'antennes locales, dites *WSLlinks*, a constitué un vrai coup de fouet pour l'incubateur technologique wallon: «En 3 années, nous avons pu tripler le nombre de partenariats. On peut réellement parler d'effet "boule de neige" pour les activités technologiques wallonnes». Aujourd'hui, les entreprises actuellement en incubation sont passées de 25 à 77 et une vingtaine volent de leurs propres ailes. Ce qui a permis la création de quelque 400 emplois dans des sociétés nouvelles qui connaissent un taux de réussite de 80% avec un chiffre d'affaires total de près de 50 millions d'euros.

## Au service d'un écosystème wallon de haute technologie

Le Ministre Jean-Claude Marcourt, en charge de l'Économie, de l'Industrie, de l'Innovation et du Numérique en Région wallonne - de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et des Médias pour la Fédération Wallonie-Bruxelles, entend faire mieux par le biais du succès de *WSL* pour les pépites technologiques wallonnes: «*WSL évolue dans une Wallonie en perpétuel mouvement. En implémentant les outils uniques que sont les "living labs", WSL sera, plus encore, un acteur de la modernité en arrimant l'innovation et la créativité à l'économie de la Région.*» Les 2 premiers «Living Labs» sont officialisés depuis ce 1<sup>er</sup> janvier. Le *Smart Gastronomy Living Lab*, axé sur les défis de l'agro-alimentaire, fonctionne depuis le 22 janvier dans l'environnement de la faculté des sciences agronomiques et de l'ingénierie biologique de Gembloux. Le *WeLL (Wallonie e-health Living Lab)*, consacré à l'e-santé (qualité des soins, prévention plus réactive, suivi de maladies à distance, dossiers médicaux électroniques...), a été inauguré par *WSL* ce 11 février au Bois Saint-Jean, à Seraing.

La création de «Living Labs», dans le cadre du programme *Creative Wallonia* du *Plan Marshall 4.0*, constitue une «première» en Wallonie. Il en existe 370 labélisés *ENOLL (European Network of Living Labs)*. La Flandre et Bruxelles en comptent une

dizaine pour accueillir des projets à haute valeur technologique qui répondent à un besoin réel, valident des concepts d'applications et accélèrent leur commercialisation. Ce sont des structures qui veulent stimuler la co-création en devenant de véritables plates-formes d'échanges entre chercheurs, entreprises et entités publiques. Les utilisateurs y sont associés activement pour réfléchir à des concepts innovants, co-produire des prototypes, tester des applications nouvelles, améliorer produits, processus ou services avant leur mise sur le marché. La créativité et l'innovation sont au cœur de la stratégie des «Living Labs» qui visent à rapprocher plus efficacement les acteurs qui conçoivent, développent, utilisent de nouveaux systèmes pour la société de demain.

Par ailleurs, depuis le 10 octobre, WSL lance un nouveau concept au sein d'un bâtiment à triple fonction situé près de Technifutur, au Liege Science Park, qui est ciblé afin de mieux coller concrètement aux besoins des techno-

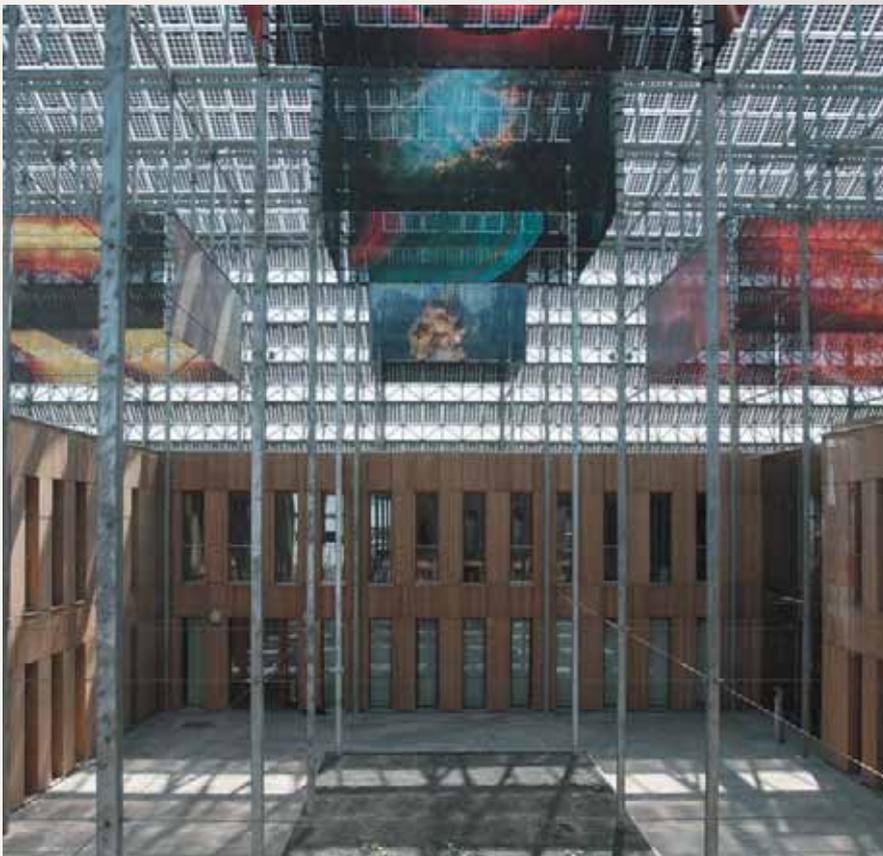
entrepreneurs wallons: un «open lab», espace de rencontre et de travail collaboratif; un «wslab», infrastructure de pointe technologique avec salles

blanches mutualisées pour les entreprises membres de WSL ainsi que le WELL, la plate-forme technologique ouverte pour le secteur de la santé. ■



Le nouveau né de WSL:  
les Labs sur le site de Technifutur,  
Liege Science Park, Bois Saint Jean.

## ESA BIC Wallonie Redu



Depuis 2012, l'ESA BIC Redu soutient les projets intégrant les techniques spatiales en vue d'applications nouvelles. Les porteurs de ces projets tirent parti de l'expertise WSLlux et des infrastructures de pointe du Parc Galaxia de Transinne-Libin, lequel est directement relié par fibre optique au Centre ESA de Redu-Libin.

WSLlux étend son périmètre d'actions à l'ensemble de la Wallonie. «Sachant que les projets liés aux applications spatiales peuvent être issus de diverses universités, centres de recherche et entreprises situées en Wallonie, il était essentiel d'adapter l'outil à cet écosystème», explique Herbert Hansen, Business & Technology Manager de l'ESA BIC Wallonie Redu.

# Brèves spatiales...

## d'ici et d'ailleurs

Texte: Théo PIRARD • Photos: NASA, ESA/Arianespace

**T**rès longue attente pour **Galileo...** L'Europe prévoyait que son système civil de navigation par satellites serait en mesure de démontrer, avec ses premiers services opérationnels dès la fin de l'année, qu'il est plus performant que le *GPS* (*Global Positioning System*), son homologue militaire américain. Mais le déploiement des satellites *FOC* (*Full Operational Capability*) a pris du retard et les 2 premiers *Galileo FOC*, réalisés par la société allemande *Ohb* (Brême) et *Sstl* (*Surrey Satellite Technology Ltd*) au Royaume-Uni, n'ont été lancés que le 22 août dernier. En outre, le fonctionnement erratique de l'étage russe *Fregat* les laissait sur une orbite elliptique au périgée trop bas, qui leur faisait dangereusement traverser une ceinture de radiations. Il fallait les placer sur une trajectoire sécurisée en consommant le propergol du contrôle d'attitude. Ainsi *Galileo-5/FOC-1* dès novembre, puis *Galileo-6/FOC-2* en janvier, ont modifié leur orbite en élevant le périgée de plus de 3 500 km. Ils se trouvent à pied d'œuvre, entre 17 250 et 25 900 km, pour que leur charge utile (horloges ultra-

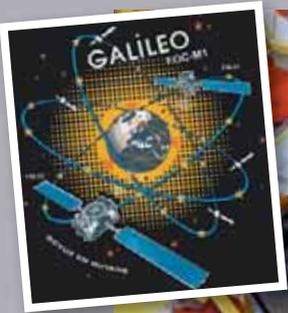
précises, systèmes de communications, collecte des signaux de sauvetage...) puisse être testée de façon intensive. Les 2 satellites qui émettent leurs premiers signaux de navigation sont dès lors disponibles pour la campagne *IOT* (*In Orbit Testing*), gérée depuis le Centre ESA de Redu par *RSS* (*Redu Space Services*).

Il y a 22 *Galileo FOC* commandés chez *Ohb* à Brême pour leur intégration et à *l'Estec* à Noordwijk pour leurs essais sous vide. Deux doivent être satellisés par des *Soyouz* russes dès fin mars, puis en septembre et en décembre. Une *Ariane 5 ES*, spécialement équipée, doit en lancer 4 à la fois l'an prochain. La Commissaire Elzbieta Bienkowska, responsable de la gestion du spatial de l'Union européenne, a annoncé sa ferme détermination d'aller de l'avant afin que le système, avec une dizaine de satellites en orbite, offre ses premiers services durant 2016. Le Centre ESA de Redu est prêt pour tester sur orbite des satellites qui vont se succéder en bonne et due place autour de la Terre. Une assurance a été décidée pour les lancements. ■

### Équipement wallon enfin retrouvé... sur Mars !

I l a fallu patienter plus de 11 ans pour connaître le sort martien de la sonde européenne *Beagle-2* qui avait été larguée par *Mars Express* avant sa satellisation autour de la Planète Rouge. *Beagle-2*, de conception britannique, arrivait à la surface de Mars le 25 décembre 2003. Mais le robot de 71 kg ne put confirmer qu'il avait touché le sol, vu qu'il restait sourd aux appels de *Mars Express* et des radiotélescopes terrestres. *Beagle-2* s'était, semble-t-il, écrasé. La *Nasa* a programmé sa sonde *Mro* (*Mars Reconnaissance Orbiter*) pour prendre des vues détaillées du site prévu pour «l'atterrissage» de *Beagle-2*. La collecte d'images a récemment permis de constater que le robot était arrivé intact à destination, mais n'avait pu déployer convenablement sa structure en pétales (antenne de communications, panneaux de cellules solaires). Ce qui l'avait empêché de transmettre des signaux sur son état de santé. Son parachute avait bien fonctionné. Son bouclier thermique, dont la structure a vu le jour chez *Sonaca* à Gosselies, avait rempli son rôle convenablement. On a réussi à identifier sa présence sur les photos de *Mro*.

À noter que la Wallonie se trouve par ailleurs présente dans le système solaire avec de l'électronique carolorégienne - développée par *Thales Alenia Space Belgium* - à bord de la sonde *Huygens* de l'ESA (*European Space Agency*). Il y a 10 ans, le 14 janvier 2005, celle-ci s'est posée en douceur et a émis pendant plus de 3 h sur le sol de Titan, une lune de Saturne à 1,5 milliard de km de nous ! ■



Les deux premiers FOC placés sur le lanceur Soyouz.

# AGENDA

- Jusqu'au 30 novembre 2015
- Maison de la Métallurgie et de l'Industrie - Boulevard R. Poincaré, 17  
4020 Liège

## Homo informaticus... à la recherche de la civilisation numérique

**J**ournal de fouilles, 16 juin 3010. Nous sommes arrivés sur le site de X0110Lg pour le lancement de la première campagne de fouilles archéologiques. Les quelques objets qui ont été découverts lors de travaux ici ont gardé tout leur mystère. Nous espérons mettre au jour d'autres vestiges qui permettront de les éclairer. La réunion d'équipe de ce matin nous a permis de bien organiser la mise en place des zones de fouille.

Journal de fouilles, 8 juillet 3010. Nous avons fait fausse route ! Grâce aux analyses de matériaux, nous avons pu préciser la datation pour les objets découverts à ce jour: seconde moitié du 20<sup>e</sup> siècle, début du 21<sup>e</sup>. Quelques éléments (câbles, prises...) indiquent qu'il pourrait s'agir d'appareils alimentés à «l'électricité», un type d'énergie développé au 19<sup>e</sup> siècle. À quoi pouvaient-ils bien servir ?

C'est ainsi que commence l'aventure de cette exposition. Tout au long de son



parcours, le visiteur suit les découvertes d'archéologues du millénaire prochain, qui exposent des vestiges de l'*Homo informaticus*.

Outre l'aspect technique du «comment ça marche», il pourra laisser sa «trace» dans l'expo en prenant part aux hypothèses de recherche et s'interroger sur les enjeux de notre culture numérique. L'objectif est de susciter des échanges entre visiteurs, car chacun a une expérience informatique propre, qui mérite d'être racontée et partagée. Chacun trouvera un objet familier, quels que soient son âge ou son expérience avec ces machines.

**Infos** <http://www.mmil.be>

- 22 et 23 mars 2015

- UNamur - Auditorio Pedro Arrupe  
Rue de Bruxelles, 65 à 5000 Namur

## NINO Salon de l'Innovation

**I**nnover ne se limite pas à stimuler la créativité, ni à investir dans les seules activités de R&D. C'est une démarche beaucoup plus globale qui doit concerner tous les aspects de la vie des entreprises (marketing, gestion, communication, logistique,...) et des acteurs économiques quel que soit leur secteur d'activité. Innover doit être considéré comme un état d'esprit. Plus concrètement, cela signifie qu'il faut savoir identifier des opportunités répondant à une attente pour développer un projet, être capable de mettre en œuvre un projet en mobilisant des capacités et de la motivation. C'est aussi choisir et arrêter un projet et le développer commercialement. À partir du moment où nous évoluons dans un contexte de mondialisation économique avec la concurrence internationale qui s'accroît, innover est par conséquent devenu un impératif pour développer et pérenniser ses activités et ce, dans tous les secteurs d'activités.

L'innovation allie l'imagination, le courage, la recherche, l'apprentissage, la fabrication qui peut être industrielle, la protection intellectuelle au travers du brevetage d'un produit et la commercialisation.

**Infos**

[www.namurinnovation.be](http://www.namurinnovation.be)

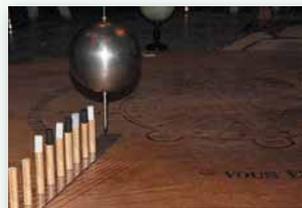
- Jusque fin mars à Mons

## Pendule de Foucault Explorer l'invisible 2015

**S**i de nombreux pendules de Foucault oscillent régulièrement dans la plupart des grandes métropoles, celui de l'UMONS (Collégiale Sainte-Waudru) a le privilège d'être habillé d'un ensemble d'expériences plus étonnantes les unes que les autres dont l'objectif est de faire revivre aux visiteurs le passionnant cheminement qui a permis de valider le modèle héliocentrique. L'édition 2015 dévoilera de nombreuses améliorations et nouveautés, dont entre autres le petit manège de Coriolis qui vous permettra de percevoir les phénomènes étonnants et inattendus qui apparaissent dans un système en rotation.

À la Cour du Palais de Justice de Mons, vous pourrez également admirer les spectaculaires images glanées par près de 50 chercheurs au cours de leur exploration de notre monde: armés de puissants microscopes, ils arpentent le monde de l'infiniment petit pour mieux comprendre qui nous sommes et le monde dans lequel nous vivons... Quand art et science se rencontrent, cela donne un résultat époustouflant !

**Infos** <http://hosting.umons.ac.be/php/scitech2/>



À NE PAS MANQUER !



22&23  
03  
2015

- Du 16 au 21 mars 2015
- À Liège



## La Semaine internationale du cerveau

La Semaine du cerveau est un rendez-vous annuel visant à promouvoir la recherche sur le cerveau auprès du grand public. Coordonné sur le plan international par l'European Dana Alliance for the Brain (EDAB), l'événement est organisé en Belgique par le Belgian Brain Council (BBC) depuis sa création en 2005.

À Liège, le GigaNeurosciences (Unité de Recherche sur les sciences du cerveau) et le Service de Neurologie de l'ULg convient traditionnellement le public scolaire à une matinée de conférences et le grand public à un café des sciences.

• **Matinée scolaire** (19 mars 2015 de 10h à 13h) avec au programme la dissection d'un cerveau humain; 2 conférences sur l'importance de l'anamnèse et la pose d'un diagnostic ainsi que l'apport de l'imagerie médicale dans la détection des premiers signes d'une maladie cérébrale. La matinée se clôturera par un quizz interactif.

• **Café des sciences** (19 mars 2015 de 18h à 21h30): «Comment détecter les premiers signes d'une maladie cérébrale?»

En partenariat avec *ImagéSanté*, le centre de recherche en neurosciences propose, en outre, une exposition d'œuvres d'art réalisées à partir de sujets qui ont trait aux neurosciences et produites par des artistes et chercheurs de différents horizons.

### Infos

<http://sciences.ulg.ac.be/cerveau/>

## Au ciné

### Hawking: une merveilleuse histoire du temps

1963, en Angleterre, Stephen, brillant étudiant en cosmologie à l'Université de Cambridge, entend bien donner une réponse simple et efficace au mystère de la création de l'univers. Mais le jeune homme, dans la fleur de l'âge, se heurte à un diagnostic implacable: une dystrophie neuromusculaire plus connue sous le nom de maladie de Charcot va s'attaquer à ses membres, sa motricité et son élocution. Le pronostic vital: 2 ans. Et pourtant, aux côtés de son épouse et de ses 3 enfants, Stephen va s'attaquer aux recherches sur ce qu'il a de plus précieux: le temps. Alors que son corps se dégrade, son cerveau, lui, fait reculer les frontières les plus éloignées de la physique. Avec le soutien de Jane, ils vont révolutionner le monde de la médecine et de la science, pour aller au-delà de ce qu'ils auraient pu imaginer: le 21<sup>e</sup> siècle.



► *Ceci n'est pas un film sur la science, encore moins un film scientifique, mais l'histoire d'un homme au destin extraordinaire, prisonnier de son corps et pourtant, l'un des esprits scientifiques les plus brillants de ce siècle.*

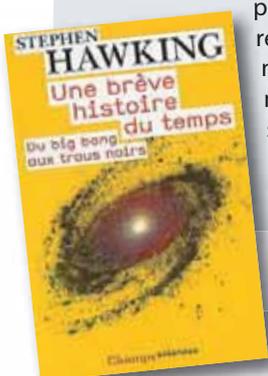
## À LIRE

### Une brève histoire du temps Y a-t-il un grand architecte dans l'Univers ?

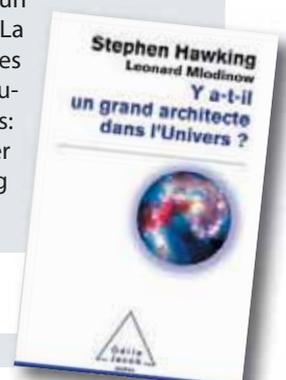
Stephen Hawking

Successor de Newton, Stephen Hawking occupe à l'Université de Cambridge la chaire de Mathématiques, et s'est rendu célèbre pour ses travaux sur les origines de l'Univers. *Une brève histoire du temps* est le premier livre qu'il ait décidé d'écrire pour le non-spécialiste. Il y expose, dans un langage simple et accessible, les plus récents développements de l'astrophysique concernant la nature du temps et du monde. Retraçant les grandes théories du cosmos, de Galilée et Newton à Einstein et Poincaré, racontant les ultimes découvertes de l'espace, expliquant la nature des trous noirs, il propose ensuite de relever le plus grand défi de la science moderne: la recherche d'une théorie unitaire combinant et unifiant la Relativité générale et la mécanique quantique. Stephen Hawking signe ici l'un des plus grands best-sellers en terme de vulgarisation.

Pourquoi et comment l'Univers a-t-il commencé ? Pourquoi y a-t-il quelque chose plutôt que rien ? Quelle est la nature de la réalité ? Comment expliquer que les lois naturelles soient aussi finement ajustées ? Et nous, pourquoi donc existons-nous ? Longtemps réservées aux philosophes et aux théologiens, ces interrogations relèvent désormais aussi de la science. C'est ce que montrent ici avec brio et simplicité Stephen Hawking et Leonard Mlodinow, s'appuyant sur les découvertes et les théories les plus récentes, qui ébranlent nos croyances les plus anciennes. Pour eux, inutile d'imaginer un plan, un dessein, un créateur derrière la nature. La science explique bel et bien à elle seule les mystères de l'Univers. Des réponses nouvelles aux questions les plus élémentaires: lumineux et provocateur ! Le premier ouvrage important de Stephen Hawking depuis 10 ans.



Flammarion, 2008  
[www.flammarion.com](http://www.flammarion.com)



Odile Jacob, 2011  
[www.odilejacob.fr](http://www.odilejacob.fr)



**Visitez nos sites:**

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

**Rejoignez-nous sur:**

 [Facebook.com/magazine.athena](https://www.facebook.com/magazine.athena)



Service public  
de **Wallonie**

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

