

[Athena]

Octobre
2012

Le mag' *scientifique*

www.athena.wallonie.be • Mensuel ne paraissant pas en juillet et août • Bureau de dépôt Charleroi X

Internet:
Enseigner avec les **TICE**

Une *architecture*
toujours plus **verte**



Édito



2



À la faveur de l'automne...

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

À moins d'avoir fui vers le Sud, très au Sud, personne n'a pu passer à côté. Strip-tease pour les dames de nos bois; escadrons ailés à travers les nuages; changement de garde-robe pour nous, comme pour le ciel, l'automne s'est invité sans crier gare. Alors que la nature s'apprête à piquer un somme dans un lit bien douillet, elle nous laisse, nous, dans de sales draps ! Loin de nous reposer, contre nature donc, nous recommençons l'année. Les rhumes des foins laisseront bientôt place aux rhumes tout court. Bien qu'il n'y ait pas que les allergies saisonnières. Les intolérances au blé, par exemple, sont en constante augmentation. Plutôt embêtant au vu de notre alimentation... Comment ça fonctionne une allergie ? Comment la détecte-t-on ? Valérie Burguière fait le point sur la question dans le dossier du mois. Mais si vous éternuez et que votre nez coule, c'est peut-être tout simplement que vous avez pris froid. Un courant d'air ? Vous avez pourtant allumé le chauffage... Un problème d'isolation ? Possible ! C'est l'un des enjeux de l'architecture d'aujourd'hui et de demain. Une architecture qui verdit aussi vite que les arbres jaunissent, qui se renouvelle autant que les feuilles tombent. Un sujet plein d'énergies, à découvrir page 18 ! Tout comme les technologies de l'information et de la communication pour l'éducation (TICE). Professeurs, à vos tablettes ! À chaque rentrée, une génération toujours plus digitale, ultraconnectée, multimédia, numérivore. Pas de panique, on vous donne quelques pistes pour rester dans la course en page 22. Le burn out ne sera pas pour tout de suite... quoique ! Insidieux, sournois, il toucherait presque 1% des travailleurs belges. Patrick Mesters, dans notre rubrique «Santé», dresse un tableau précis d'une réalité nécosante mais pas incurable. Passez page 26: vérification gratuite de vos batteries avant qu'elles ne tombent à plat ! Ouf, l'automne n'aura pas raison de nous. À coup de nouvelles optimistes, nous ferons tout pour ! Bonne lecture... ■

Géraldine

ATHENA 284 • Octobre 2012

SPW | Éditions

Tirée à 16 000 exemplaires, *Athena* est une revue de vulgarisation scientifique du Service Public de Wallonie éditée par le Département du Développement technologique de la Direction générale opérationnelle Économie, Emploi et Recherche (DGO6).

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

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

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

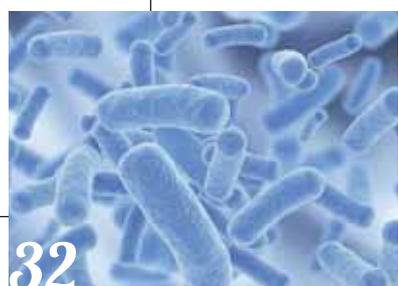
Abonnement (gratuit)

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

- **par courrier**
Place de la Wallonie 1, Bât.III - 5100 JAMBES
- **par téléphone**
au 081/33.44.76
- **par courriel à l'adresse**
geraldine.tran@spw.wallonie.be



10



32



34



38

Sommaire

Actualités	04
Focus sur Straticell	10
Le Dossier Le blé: du grain à moudre pour les allergologues...	12
L'ADN de ... Antoine DEROUAUX • Ornithologue	16
Technologie Une architecture toujours plus verte	18
Internet Enseigner avec les TICE	22
Santé Burn out: batteries à plat	26
Biologie	30
Médecine Cellules de mauvaise souche	34
Sciences naturelles Les richesses du sous-sol namurois	38
Physique	42
Astronomie	44
Espace	46
Agenda	50

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

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

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

Impression
Imprimerie Bietlot
Rue du Rond-point, 185 à 6060 Gilly

ISSN 0772 - 4683

Collaborateurs
Valérie Burguière
Jean-Michel Debry
Paul Devuyt
Henri Dupuis
Philippe Lambert
Yaël Nazé
Théo Pirard
Jean-Claude Quintart

Jacqueline Remits
Julie Schyns
Christian Vanden Berghen

Dessinateurs
Olivier Saive
Vince

Comité de rédaction
Laurent Antoine
Michel Charlier

Couverture
Quatrième
Crédit: ULB

Acier bio... *inspiré !*

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

4

La nature est bien faite, alors pourquoi ne pas s'inspirer d'elle pour offrir de nouvelles propriétés à nos revêtements, notamment à nos aciers ? Telle est en substance l'idée du projet *Biocoat*, associant depuis six ans déjà, l'Université de Liège (ULg) et *ArcelorMittal* dans un partenariat public privé (PPP) porté par la Wallonie. Fruits de cette alliance, les derniers résultats permettent d'envisager sérieusement de doter les surfaces d'acier inoxydable de propriétés antibactériennes durables et à large spectre ! Un vernis de biosécurité qui aseptiserait les surfaces vectrices de transmission de bactéries et que nous effleurons au quotidien. Rappeler ici les infections nosocomiales contractées en milieu hospitalier suffit à démontrer l'intérêt de cette recherche. D'autant que cafés et restaurants s'ajoutent à ces lieux particulièrement exposés !

Les résultats engrangés répondent à l'esprit de *Biocoat* dont l'ambition vise à mettre sur le marché un nouveau concept de revêtement de surface d'acier inoxydable par des procédés bio-inspirés, respectueux de l'environnement. «L'écoconception compatible avec des procédés industriels de revêtement par voie humide (spray ou trempage) est notre fil d'Ariane», note Christophe Detrembleur,

maître de recherches au Centre d'Étude et de Recherche sur les Macromolécules (CERM) de l'ULg. Alors que de nombreuses méthodes chimiques confèrent déjà des propriétés antibactériennes durables, peu sont transposables à l'échelle industrielle. D'où le mérite de *Biocoat* de s'attaquer à ce défi en combinant la bio-inspiration avec la chimie des polymères de synthèse.

Si dès 2009, l'équipe montrait la faisabilité d'un procédé basé sur une solution aqueuse d'un polymère multifonctionnel bio-inspiré, la durabilité de l'effet antibactérien en revanche était loin d'être assurée et la procédure imposait de trop nombreux dépôts de couches minces sur l'acier, empêchant ainsi son industrialisation.

Sur base de ce demi-succès, les chercheurs ont remis leur travail sur le métier et simplifié la procédure: en utilisant les mêmes produits mais en changeant la manière de les déposer, ils sont arrivés à une méthode performante, rapide et peu coûteuse ! «Nous pré-assemblons les principes actifs (polymères hydrosolubles bio-inspirés pour l'adhésion et les nanoparticules d'argent antibactériennes) dans l'eau afin de disposer d'une solution prête à l'emploi, prête à

être déposée sur l'acier par simple trempage ou spray», explique Christophe Detrembleur. En s'empressant d'ajouter: «Nous venons maintenant de mitonner une solution prête à l'emploi qui permet la fonctionnalisation de substrats par des biomolécules (enzymes, antibiofilm, peptides antibactériens,...). Cela dans l'eau et à température ambiante».

À côté des substrats d'acier, ces mêmes produits sont également testés sur d'autres supports, inorganiques (titane,...) ou organiques (plastiques, textiles,...). Les résultats devant être valorisés par *Symbiose Biotech*, nouvelle structure jouant l'interface entre résultats académiques et développements rapides par le monde industriel wallon. ■

<http://www.ulg.ac.be>
et <http://www.arcelormittal.com>



Actus...

d'ici et d'ailleurs

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

Photos: Nanobiotix (p.7), ULB (p.7), Merck KGaA, Darmstadt Germany (p.8)

+++ Bilan positif +++

Un de plus même pour l'Association des Directions des Instituts Supérieurs Industriels Francophone (ADISIF) dont l'Interface ADISIF-Entreprises a réalisé, lors de son dernier exercice, 300 contrats industriels ! Avec 11 hautes écoles et 14 centres de recherche associés, l'ADISIF entend se profiler comme fer de lance de la Recherche et Développement dans le secteur industriel. Fondée en 1999, l'ADISIF se présente même comme la porte d'entrée pour toutes les entreprises qui désirent faire de la recherche industrielle en Wallonie et à Bruxelles. Plus concrètement, les centres de recherche de son réseau touchent aux thématiques du moment: sciences du vivant; agro-industrie; aérospatial; génie mécanique; construction et matériaux; génie environnemental; technologies de l'information et de la communication; etc.

Au quotidien, l'Interface ADISIF-Entreprises pouponne les entreprises en suivant pas à pas leur processus de recherche et développement, en les aidant aussi dans leurs différents montages financiers et rédaction de contrats. Un travail apprécié par les jeunes pousses confrontées à la jungle des affaires ! Ainsi, les 300 contrats engrangés ont permis d'orienter les entreprises vers l'aide financière la plus apte à l'épanouissement de leur projet de recherche et de faire valoir les compétences spécifiques des hautes écoles pour diverses collaborations. ■

<http://www.adisif.be>



Avec l'ouverture par Holcim de la première carrière CO₂ neutre. Le concept est élémentaire ! Il démarre par un premier calcul touchant les émissions totales du site, sur le plan industriel (production, bureaux, etc.) et transport du personnel. Suit une phase d'implication des salariés au développement de solutions et stratégies visant à la réduction des émissions de CO₂. Un second calcul quantifie la diminution. Le solde ou quantité incompressible de CO₂ est quant à lui compensé par le soutien de projets de réduction de CO₂, certifiés Nations Unies, dans les pays en voie de développement.

Spécialisé en production de ciments, granulats, bétons prêts à l'emploi et liants routiers, Holcim a été fondé, en 1912, à Holderbank, canton d'Aargau en Suisse. Présent dans quelque 70 pays, le groupe occupe actuellement plus de 80 000 salariés, dont un millier en Belgique sur 32 sites. ■

<http://www.holcim.be>



De la *cendre* au *fric*

C'est désormais possible grâce à l'aboutissement du projet *Phoenix* de recyclage des déchets métalliques qui, dans le cadre du Plan Marshall, associe la société *Comet Traitements* et le *Laboratoire de génie minéral, matériaux et environnement (GeMME)* de l'Université de Liège (ULg). Lorsqu'on sait que chaque année, le secteur du traitement des déchets métalliques, issus des casses automobiles, appareils électriques et électroniques, ...génère des quantités inimaginables de résidus de broyage dont, en Europe, quelque 10 millions de tonnes pouvant faire l'objet d'une valorisation supplémentaire, on comprend vite l'intérêt de ce partenariat et celui de la Wallonie qui lui a accordé d'emblée son support.

À l'heure où le prix des matières premières s'envole et sera de plus en plus élevé, l'exploitation de ce gisement de cendres de déchets s'avère être une mine d'or ! Une «pompe à fric», avancent même certains financiers ! À condition toutefois de disposer d'une filière permettant d'obtenir des taux de récupération élevés pour chacun des métaux présents (cuivre, plomb, zinc, étain, argent et or) dans les concentrés fins des résidus de broyage et de présenter un bilan énergétique favorable. Ce qui jusqu'à présent était loin d'être le cas. D'où l'espoir apporté par les premiers succès du projet *Phoenix* dont le procédé innovant pallie ces désavantages. «Il s'agit d'une méthode bio-métallurgique de lixiviation, qui consiste à traiter le flux de résidus dans un bioréacteur au sein duquel les différents composés

métalliques sont extraits sélectivement sous l'effet catalytique d'une solution oxydante générée par des micro-organismes», explique David Bastin, ingénieur responsable du projet au *GeMME*.

Les résultats plus qu'encourageants ont été obtenus à l'aide d'un bioréacteur prototype capable de traiter en flux continu 4 kg de résidus de broyage par jour. «Nous produisons du cuivre et du zinc électrolytique de haute pureté et à des concentrés plus denses de plomb, d'étain et de métaux précieux. Cette sélectivité accrue nous permet de poursuivre la valorisation de ces métaux, le tout avec un procédé basse température peu gourmand en énergie», précise encore David Bastin. Dans la foulée de cette réussite, une première unité industrielle de traitement des résidus de broyage, construite sur ce procédé sera installée sur le site de *Comet Traitements* d'Obourg, qui empochera ainsi le leadership européen de cette niche. Toujours sur ce même élan, le *GeMME* s'engage, quant à lui, sur le développement de méthodes de recyclage de métaux technologiques spéciaux comme le gallium et l'iridium, éléments rares présents seulement à l'état de traces dans la nature, et qui entrent dans la composition des panneaux photovoltaïques. Ici encore, un marché en devenir si l'on songe que les panneaux actuels devront être recyclés dans 10 à 20 ans ! ■

<http://www.cometsambre.be>
et <http://www.ulg.ac.be>



6

Riz ou patate ?

Des frites dans les restaurants chinois ? Peut-être ici mais là-bas, ce n'était pas gagné ! Et pourtant, le cliché du chinois qui plonge ses baguettes dans un bol de riz fait lentement place au chinois mangeur de patates. La pomme de terre est même la 3^e culture du pays et le Gouvernement encourage ses paysans à accroître leurs revenus grâce aux vertus de ce tubercule. Il est vrai qu'avec seulement 8% du total des terres arables de la planète et 20% de la population mondiale à nourrir, le Gouverne-

ment se doit d'être imaginaire ! D'où son appel aux scientifiques qui planchent sur quelque 1 600 variétés de pommes de terre en vue d'obtenir des plants aptes à résister au froid comme à la sécheresse et nécessitant moins de pesticides, onéreux pour les agriculteurs.

Dans ce contexte de perfectionnement des connaissances sur la pomme de terre, un groupe d'ingénieurs chinois est venu au *Centre pour l'Agronomie et l'Agro-Industrie de la Province de Hainaut*



(*Carah*) pour se former à la lutte contre le mildiou, fléau capable de ravager une récolte entière. Cette maladie cryptogamique, causée par le *Phytophthora infestans* s'attaque au pied et feuilles et son champignon, capable d'hiverner, repart dès

l'arrivée des premières périodes humides et orageuses. En retenant le *Carah*, les chinois ont frappé à la bonne porte car la réputation de son système de lutte contre le mildiou via avertissements dépasse largement le cadre des frontières provinciales. Le quotidien du *Carah* s'appuie sur 5 piliers: la technologie agroalimentaire; l'expérimentation, la technologie et la recherche; les laboratoires d'analyses; l'économie et la comptabilité; la formation; et une ferme expérimentale et pédagogique. ■

<http://www.carah.be>



QUESTIONS DE SANTÉ

Nano versus maxi !

Avec 336 millions de patients en 2011 parmi lesquels 4,6 millions sont décédés, le diabète est le gros problème du corps médical et des industries de la santé. Pour réarmer la recherche anti-diabète, la Commission européenne vient d'autoriser *Transit*, un programme doté de 11 millions d'euros, en vue de développer de nouveaux nanomédicaments pour transporter des macromolécules thérapeutiques à travers la barrière intestinale.

Chapeauté par le professeur Maria José Alonso de l'Université de Santiago de Compostela, le projet fédère les compétences de 17 industriels de la pharmacie et unités de recherche pharmaceutique - dont le *Louvain Drug Research Institute (LDRI)* de l'Université catholique de Louvain (UCL) qui se penchera plus particulièrement sur la manière dont les nanomédicaments produits traversent la barrière intestinale. Emmené par le professeur Véronique Préat, le groupe *Pharmaceutics and Drug Delivery* du LDRI étudie de longue date les nanomédecines ou nanomédicaments, des vecteurs de taille nanométrique pouvant véhiculer une molécule active sur une cible thérapeutique désignée.

Une recherche niche sur laquelle excelle le LDRI affairé sur plusieurs projets de recherche et de formation de jeunes chercheurs en nanomédicaments. L'Institut néo-louvaniste est partenaire du réseau *Erasmus Mundus Joint Doctorate NANO-FAR*, qui soutient les thésards et leurs recherches sur la création de nouveaux nanomédicaments pour applications thérapeutiques ou diagnostiques; et *Marie-Curie Initial Training Network NANODRUG*, qui touche au développement de nouveaux nanomatériaux intelligents pour la distribution de médicaments ciblant les maladies inflammatoires de la peau. ■

<http://www.uclouvain.be/ldri.html>;
<http://www.usc.es>; et <http://www.erasmusmundus-nanofar.eu>



Patience et persévérance

Attachée depuis des années à l'étude du trypanosome, l'Université libre de Bruxelles (ULB) se voit récompensée de son obstination à la recherche en montrant aujourd'hui comment le responsable de la maladie du sommeil inhibe la réponse immunitaire. Une belle avance quand on sait que l'extraordinaire capacité de ces organismes à changer de revêtement rend la mise au point d'un vaccin impossible et les thérapies actuelles pratiquement inefficaces voire dangereuses ! «Après avoir montré qu'un système d'immunité spécifique avait été développé par l'espèce humaine contre ces parasites par la construction d'un facteur de défense sérique anti-trypanosome appelé *apoL1*, nous avons relevé que suite à l'apparition de trypanosomes aptes à déjouer cette défense, nombre d'Africains avaient muté leur gène *apoL1* pour reprendre le dessus sur ces parasites, entraînant hélas une insuffisance rénale, qui explique la forte prévalence de cette pathologie chez les Africains», explique Étienne Pays, directeur de l'équipe de recherche.

D'un résultat à l'autre, l'équipe franchit aujourd'hui un nouveau cap en démontrant comment, en tout début d'infection, les trypanosomes arrivent à inhiber la réponse spontanée de l'hôte. «Cette immunité innée repose sur la production de la protéine inflammatoire *TNF-α* par des cellules sanguines dites macrophages. Or, lorsque ces derniers les attaquent, les trypanosomes produisent spontanément une molécule (l'AMP cyclique) empêchant les macrophages de produire le *TNF-α*. Résultat, les autres trypanosomes échappent au *TNF-α*, passant ainsi la première barrière de défense de l'hôte», précise Étienne Pays. Qui relève: «Le comportement altruiste des parasites qui, tués par les macrophages, aident leurs congénères à établir l'infection». Et pointe comme autre originalité le fait que: «Les enzymes du parasite, fabriquant l'AMP cyclique, s'activent lors de stress intense, en particulier la mort du trypanosome. Ainsi, tant que le trypanosome n'est pas attaqué, ces enzymes restent inactives». Et conclut que «Le système est celui d'une bombe à retardement ne se déclenchant que dans le corps de la cellule qui a osé s'aventurer à capturer le parasite». Les résultats complets de ces travaux ont été publiés dans *Science* du 14 juin, faisant même la couverture ! ■

epays@ulb.ac.be

À l'assaut du monde et du mal

Nouveau succès et non des moindres pour le Liégeois MDxHealth qui vient de signer avec Merck Serono (division de Merck), un accord élargi portant sur le développement et la commercialisation mondiale de son test MGMT (methylguanine DNA methyltransferase), test (*PredictMDx™ for Glioblastoma*) pour l'identification des patients atteints d'un glioblastome et susceptibles de profiter de traitements basés sur le Cilengitide, en association avec le Temozolomide et la radiothérapie. Candidat de Merck dans son combat contre le cancer, le Cilengitide, actuellement en phase III de développement, cible le glioblastome, une forme agressive de cancer du cerveau.

Pour saisir la portée de l'accord entre les deux sociétés, il est bon de se rappeler que le wallon MDxHealth développe et vend des tests épigénétiques avancés pour l'évaluation du cancer et le traitement personnalisé des malades. Via sa plate-forme brevetée de méthylation d'ADN et des biomarqueurs, MDxHealth répond à des demandes médicales non couvertes permettant un meilleur diagnostic du cancer et une meilleure information sur le traitement. Ainsi, dans le contexte de la collaboration élargie, Merck soutiendra MDxHealth dans

Coup d'crayon

Illustrations: Vince • vince@cartoonbase.com



Le mois dernier, le Pr Séralini, de l'Université de Caen, jette un pavé dans la mare scientifique en publiant les résultats d'une étude « choc » sur l'impact du maïs génétiquement modifié NK603. Les rats nourris à ce maïs (+ Roundup) sont massivement atteints de tumeurs. Stupeur et tremblement: à force de nourrir les animaux d'OGM, ceux-ci se transformeront peut-être eux-même en OGM !

la mise au point de son test, dans les devoirs réglementaires liés à celui-ci et après son approbation par les autorités, à le lancer conjointement avec le Cilengitide lors de glioblastome.

« Avec cet accord et si le test est approuvé par la Food and Drug Administration (FDA), Merck et nous apporterons à la communauté clinique un diagnostic compagnon aux États-Unis et un test validé aux autres régions du globe et permettrons le traitement personnalisé des personnes atteintes d'un glioblastome », déclare Jan

Groen, docteur et directeur général de MDxHealth. Se félicitant aussi de l'accord, Annalisa Jenkins, docteur et responsable Global Drug Development & Medical chez Merck Serono est convaincue que « Cela aidera à améliorer le traitement futur des patients atteints d'un glioblastome, maladie pour laquelle bien des besoins médicaux sont encore non satisfaits. » ■

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

Des centaines de milliers de substances composent le capital R&D de Merck, partenaire aujourd'hui du liégeois MDxHealth.





APPELS À PROJETS

Dix de plus !

Dix millions d'euros supplémentaires pour la recherche et l'innovation, tel est le dernier pari du Gouvernement wallon avec GREENTIC, appel à projets visant à booster l'innovation et la créativité dans les domaines du multimédia et des Technologies de l'Information, de la Communication et des Télécommunications. Un pari mais avant tout un acte de foi en l'avenir de la Wallonie et des solutions vertes. Un pas de plus car il ne s'agit pas uniquement de *green* mais aussi et surtout de *green* par l'IT ! D'exploiter la puissance de l'IT pour mitonner des solutions vertes. Initié par IBM, ce concept fait recette ! D'où l'idée du Gouvernement de Wallonie de lui emboîter le pas pour avancer plus vite dans le durable avec le souffle de l'IT tout profitant des acquis engrangés avec les programmes antérieurs dont NUMEDIART.

Selon le rituel classique des appels à projets, GREENTIC vise à cofinancer des idées de recherche industrielle et développement expérimental, en matière de TIC et multimédia, conduits en collaboration entre entreprises et organismes de recherche. Les projets éligibles toucheront au *Cloud Computing*, *Big Data*, génie logiciel, économies d'énergie, interface homme/machine, publications numériques, traitement de l'image et du son, sécurité informatique, dématérialisation du document, intégration des citoyens au monde des TIC et des TIC au milieu hospitalier, solutions et applications à une population vieillissante, etc. Une attention particulière sera également portée sur les logiciels libres, largement utilisés par le monde scientifique, niche en plein essor, soutenue par l'Union européenne, et qui répond à une dynamique intégrée et durable. Mis au point par les promoteurs de GREENTIC, un cliquet positif octroiera un bonus aux projets construits sur les technologies fruits des logiciels libres.

Si vous êtes un entreprise, un centre de recherche, une unité académique, ou encore la section d'une haute école et avez un projet dans vos fardes, n'hésitez pas, vous avez jusqu'au 3 décembre à 12h00 pour rentrer votre déclaration d'intention, résumant votre projet et les partenaires qui y sont associés, la proposition détaillée devra, quant à elle, être déposée par le responsable au plus tard le 28 janvier 2013 à la DGO6. La réunion du Comité de sélection est prévue pour mai 2013 et le démarrage des projets retenus est fixé au troisième trimestre. ■

<http://recherche-technologie.wallonie.be>
pol.flamend@spw.wallonie.be ou fabian.lapierre@spw.wallonie.be

En lice les PME

Cette fois c'est pour vous que dans le cadre du projet *Cross Border Cluster Simulation (CGS)*, l'Euregio Meuse-Rhin alloue 4,7 millions d'euros en vue de la concrétisation de projets innovants et bien avancés. Ce coup de pouce financier s'adresse aux innovations dans les secteurs des sciences de la vie, des hautes technologies, de l'énergie durable et des matériaux avancés. L'opérateur du projet en province de Liège est la *Spi*. ■

<http://www.euregio-mr.com> et <http://www.spi.be>

Le chiffre

67

On croyait, hier, les cordonniers mal chaussés, aujourd'hui on s'aperçoit que les informaticiens sont logés à la même enseigne ! Selon une étude d'*Easynet* et *Ipanema Technologies*, 67% des directeurs IT et Chief Information Officer européens déclarent bloquer Facebook; 60% YouTube; 49% Twitter; et 56% toutes les vidéos online.

Justin Fieder, Chief Technology Officer chez *Easynet* note «*Le gouffre entre la génération X et la génération Y ne fait que s'agrandir. Il ne s'agit pas d'attirer et de garder les jeunes talents, mais de créer un meilleur dialogue avec les clients pour les fidéliser. Chez les moins de 30 ans, les médias sociaux occupent une place cruciale en communication, éducation et information. Cette réalité impacte la réussite des entreprises. Il est essentiel que les chefs d'entreprise, souvent de la génération X, le comprennent sous peine de mettre l'avenir de leur compagnie en péril*». À bon entendeur...

<http://www.easynet.com>



UNE AIDE, UNE SUCCESS STORY !

FOCUS

sur:

Straticell

Carte d'identité

NOM

STRATICELL SA

ANNÉE DE CRÉATION

2005

SECTEUR D'ACTIVITÉ

production et commercialisation
d'épidermes reconstitués destinés
aux tests *in vitro*, prestations de services
en toxicologie *in vitro* et R&D sous contrat

CHIFFRE D'AFFAIRES

1,2 million d'euros en 2011

NOMBRE DE PERSONNES EMPLOYÉES

9

ADRESSE

Science Park Crealys
Rue Jean Sonet, 10 à 5032 Les Isnes

TÉLÉPHONE

081/72.85.82

SITE INTERNET

www.straticell.com

10

Texte: **Jacqueline REMITS** • jacqueline.remits@skynet.bePhotos: **Straticell** (p.10)

Saviez-vous que l'on pouvait reconstituer de la peau humaine en laboratoire ? Et que cette peau particulière pouvait servir aux essais pour mettre au point, par exemple, une nouvelle crème cosmétique ? Cette alternative innovante, proposée aux firmes cosmétiques et pharmaceutiques, est le cœur de métier de la société *StratiCELL*.

À quoi ça sert ? «*La reconstitution in vitro de modèles de peau humaine permet de mettre en évidence la toxicité et l'efficacité de produits cosmétiques et dermatologiques*», répond Michel Salmon, direc-

teur général de *StratiCELL*. La société développe trois activités: la production et la commercialisation de tissus cutanés, des prestations de services en toxicologie *in vitro* et la recherche et développement sous contrat. Cette dernière activité est la plus importante.

Une recherche appliquée menée par deux scientifiques - Olivier Toussaint, docteur en biologie, et Michel Salmon, docteur en biologie moléculaire, aux Facultés universitaires Notre-Dame de la Paix à Namur - est à l'origine, en 2005, de la création de la spin-off. Après avoir passé dix ans dans la recherche en Belgique et en France, Michel Salmon a rejoint l'Université de Namur en 2002 pour participer à la création de *StratiCELL*. Les deux premières années, la jeune entreprise se développe dans les locaux de la faculté namuroise. Depuis 2004, elle a rejoint le parc scientifique Crealys de Gembloux.

Mises en culture et reconstruction

Mais comment sont reconstitués ces épidermes ? Ils le sont à partir de cellules humaines issues de biopsies. Mises en culture, ces cellules sont amplifiées et développées. Puis, un processus de reconstruction tridimensionnelle de l'épiderme et de différenciation des cellules est introduit. Le but est de réaliser des études de toxicologie cutanée (irritations, corrosion...) et des études de recherche et développement (recherche de l'effet d'un actif). En ce qui concerne les études de toxicologie cutanée, ces tests ont encore plus leur raison d'être depuis mars 2009. En effet, depuis cette date, une directive européenne interdit l'utilisation d'animaux de laboratoire pour la réalisation de tests toxicologiques de produits cosmétiques.

Par ailleurs, *StratiCELL* travaille en collaboration de recherche avec d'autres laboratoires. Les modèles et études *in vitro* fournissent des informations biologiques pertinentes et fiables au préalable à l'évaluation *in vivo* sur volontaires humains. «*Nous aidons les sociétés cosmétiques et pharmaceutiques à démontrer que leurs molécules et divers actifs ont tel ou tel effet, comme la dépigmentation cutanée pour le traitement des taches de vieillesse ou la protection contre le vieillissement suite à l'exposition au soleil, par exemple, reprend Michel Salmon. Par ailleurs, ces modèles représentent des outils uniques pour étudier, notamment, des voies moléculaires impliquées dans des maladies de la peau.*»

80% du chiffre d'affaires à l'export

Les sociétés pharmaceutiques et cosmétiques investissent largement dans la recherche de nouvelles molécules ou composés prévenant le photo vieillissement dû aux méfaits des UV et les pathologies cutanées (pollution, irritants...). «*Elles sont à la recherche de partenaires comme nous qui proposent des alternatives réalistes*», souligne Thierry Decharneux, Business Development Manager de *StratiCELL*. Logique donc que la majeure partie du chiffre d'affaires, 80%, soit réalisée à l'exportation, essentiellement en France, mais aussi en Suisse et au Brésil. «*Nous élargissons continuellement notre portefeuille de grands comptes.*»

La société dispose d'un capital réparti entre un actionariat privé (70%) et public (30% détenus par *Namur Invest*). Elle participe à plusieurs projets de collaboration de recherche du 7^e Programme

de Structure de l'Union européenne. La société namuroise est accréditée *BPL* (*Bonnes Pratiques de Laboratoires*) par l'*Institut de Santé publique belge* pour les tests de toxicité.

Un coup de pouce qui a fait la différence

Une étape supplémentaire restait à franchir: celle de l'optimisation de ces peaux reconstituées. Et c'est ici qu'intervient, dans la success story de *StratiCELL*, le coup de pouce essentiel de la Région wallonne. En 2008, *StratiCELL* sollicite l'aide de la Région wallonne sous la forme d'une subvention entreprise pour pouvoir réaliser une optimisation des conditions de culture de ses épidermes et la mise au point d'un modèle prédictif.

«*Afin de pouvoir réduire au maximum le nombre de composés faux positifs et faux négatifs, une optimisation des conditions de cultures de nos épidermes reconstitués s'imposait*», confirme Michel Salmon. Une optimisation des conditions de culture permet de cibler, entre autres, les concentrations en calcium et en vitamines C. *StratiCELL* n'aurait pu réaliser ces recherches sur ses propres deniers. «*De telles optimisations des conditions de culture sont très coûteuses. Elles peuvent difficilement être supportées en interne, car elles font intervenir plusieurs paramètres expérimentaux, lesquels doivent être traités individuellement. L'aide de la Région wallonne nous était indispensable.*» ■

Le projet de recherche industrielle en résumé :

Type de promoteur:

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

Partenariat:

Autorisé

Objet:

Seul ou en partenariat: subvention

Taux d'intervention:

L'intervention maximale de l'aide varie entre 50 et 80% des dépenses admissibles en fonction du type d'entreprise et des caractéristiques du projet.

Dépenses éligibles:

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

Propriété des résultats:

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

Délais:

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



Plus d'infos:



Département du développement technologique

Direction des Projets de Recherche
Tél.: 081/33.45.62

raymond.montfort@spw.wallonie.be

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



Le blé :

du grain à moudre pour les allergologues...



Texte: Valérie BURGUIÈRE - valerie.burguiere@dbmail.com

Photos: S. DAVID (p.14)

12

Domestiqué depuis plus de dix mille ans, le blé occupe toujours une place de choix dans notre alimentation moderne, matière première servant à confectionner le pain, les pâtes ou les viennoiseries. Néanmoins, les allergies à la farine vont croissant depuis deux décennies, réalisant des tableaux cliniques variés, et parfois complexes, peu connus du public. Du pain bénit pour les chercheurs !

L'allergie regroupe un ensemble de manifestations cliniques hétérogènes, dont les mécanismes d'apparition sont bien élucidés à l'heure actuelle, même si des zones d'ombre persistent. Les agents responsables des troubles allergiques sont multiples, pollens, acariens, aliments, etc..., mais présentent tous dans leur structure des protéines dites allergènes, c'est-à-dire capables de déclencher une réaction immunitaire dans l'organisme hôte. Les molécules en cause sont inoffensives pour la plupart des individus, non allergiques. Mais, du fait de ressemblances, même très minimes, avec des micro-organismes pathogènes, les allergènes sont perçus comme des agents potentiellement nocifs par l'organisme des sujets allergiques. Le corps riposte en déclenchant une série de réactions de protection destinées à détruire et éliminer l'intrus normalement inoffensif, exactement comme s'il s'agissait d'un virus ou d'une bactérie délétère.

Cultivées depuis plusieurs millénaires, à l'origine même de la sédentarisation de

notre espèce, les céréales occupent toujours une place de premier choix dans notre alimentation. Elles constituent la base même des ressources énergétiques pour le plus grand nombre des humains. L'élevage du bétail (volailles, porcs) est aussi grand consommateur de grains et l'industrie emploie certaines variétés dans divers procédés (fermentation alcoolique, amidon entre autres). Graminées au doux nom scientifique de Poacées, les céréales comprennent plusieurs espèces dont le blé - la plus consommée - le riz, le maïs, l'avoine, l'orge, le seigle, le mil, pour les principales, et représentent la moitié des terres cultivées de par le monde. L'agriculture en produit actuellement 600 millions de tonnes par an sur l'ensemble de la planète. D'un point de vue nutritif, les céréales alimentaires apportent des sucres lents, par opposition au sucre de canne, et constituent également une source non négligeable de protéines végétales, pour les différencier des protéines animales.

Bien qu'il ait fait ses preuves dans le temps, et pour des raisons totalement inconnues, le blé entre en cause dans des allergies de plus en plus nom-

breuses depuis quelques années. Toutes les protéines contenues dans le grain sont potentiellement allergisantes (albumines, globulines...), mais le fameux gluten, et les gliadines qui le composent, détiennent le palmarès de l'allergénicité. Un gramme de farine de blé contient 120 mg de protéines, dont 102 mg de gluten et un gramme de pain, 75 mg de protéines et 64 mg de gluten. Ces quelques milligrammes pèsent lourd dans la sensibilisation à la céréale. En fonction de la voie d'entrée de l'allergène, qui peut être respiratoire, digestive ou cutanée, l'allergie au blé peut prendre différentes formes, telles qu'un asthme, une urticaire de contact ou une allergie digestive. La sensibilisation digestive peut également impliquer à son tour le système respiratoire, la peau ou le tractus digestif, voire l'organisme tout entier dans la réaction anaphylactique.

Allergies respiratoires et alimentaires

Les premières manifestations allergiques au blé décrites dans la littérature concernent des cas d'allergie respiratoire, principalement d'asthme, chez des personnes qui travaillent en boulangerie ou pâtisserie. Cette forme d'asthme professionnel atteignant les boulangers a été bien étudiée et est depuis communément appelée «asthme du boulanger». La farine de blé occupe d'ailleurs le 1^{er} rang dans les causes d'asthme d'origine professionnelle, et les implications socio-économiques ne sont pas négligeables. 5 à 18% des personnes travaillant dans cet environnement seraient atteintes d'asthme du boulanger, suite à l'inhalation répétée de poussières de blé, et près d'un quart souffriraient de rhinites, se présentant volontiers sous une forme chronique, pérenne, semblable à l'allergie à la poussière de maison (acariens). Ceux qui mettent la main à la pâte peuvent aussi pâtir du contact de la farine avec la peau, leur occasionnant des urticaires ou eczémas de contact invalidants, ce qui pose d'énormes problèmes quant à la poursuite de leur activité.

Dans la population générale, non exposée aux particules de farine aérosolisées ou en contact avec la peau, l'allergie au blé se rencontre sous la forme

d'allergies digestives. Les allergies alimentaires fleurissent depuis deux à trois décennies et l'allergie alimentaire au blé arrive en 8^e position chez l'enfant et à la 12^e place chez l'adulte. Cela en fait une maladie relativement rare, mais sa fréquence apparaît en forte augmentation ces dernières années. Tous les produits farineux sont en cause: les pâtes, le pain, les biscuits, les gâteaux, etc... L'allergie digestive à la farine de blé a été moins étudiée que l'asthme du boulanger. Son épidémiologie n'est pas très bien documentée, mais l'atteinte semble plus fréquente dans les pays d'Europe du nord que dans l'Europe du sud. La maladie réalise des tableaux cliniques semblables aux autres allergies alimentaires.

En pédiatrie, l'allergie digestive au blé se présente fréquemment sous la forme d'une dermatite (ou eczéma) atopique (1), survenant parfois à un âge très précoce. La dermatite atopique de l'enfant peut être isolée ou s'associer à une atteinte allergique respiratoire (rhinite, asthme). La plupart du temps, elle entretient ou même aggrave une dermatite atopique préexistante, mais il n'y a pas de consensus dans la littérature quant à son rôle déclenchant dans la dermatite atopique. Pourtant certaines études concluent que l'allergie digestive est en cause dans nombre de ces cas d'eczéma pédiatrique. Des recherches ont d'ailleurs mis en évidence des protéines du blé dans le lait maternel de mère qui en consomment, et les auteurs émettent l'hypothèse que le bébé puisse se sensibiliser avant même le début de l'introduction des nourritures solides dans son alimentation. Des facteurs hétérogènes semblent toutefois intriqués dans le déclenchement de la dermatite atopique, et ne sont pas tous bien élucidés par les scientifiques. Enfin, l'allergie digestive au blé chez l'enfant s'exprime aussi volontiers par des troubles entreprenant le système digestif.

Les symptômes chez l'adulte

Chez les adultes, les manifestations sont sensiblement différentes. Les personnes touchées peuvent avoir la désagréable surprise de voir apparaître une urticaire qui commence à démanger quelques minutes à plusieurs heures après avoir consommé du blé, sous une forme quelconque. Cette éruption rouge rosé, légèrement gonflée et à contours nets, est fugace, et disparaît en quelques heures. Son inconvénient majeur est qu'elle s'accompagne de démangeaisons importantes. Parfois la symptomatologie est plus sévère, et le patient peut souffrir d'un œdème laryngé, ou même entrer en choc anaphylactique, avec une chute brutale de la tension artérielle. Cette baisse de tension peut se solder par un collapsus circulatoire (un état d'insuffisance circulatoire qui n'assure plus correctement l'oxygénation des tissus) et nécessiter une réanimation en urgence.

D'autres patients sont atteints de rhinite ou d'asthme, quoique beaucoup plus rarement. Des troubles digestifs sont également possibles, avec des vomissements et des diarrhées, ou alors la personne peut ressentir des douleurs abdominales, mais ces signes sont généralement plus difficiles à interpréter. Cette première série de symptômes apparaissant dans les minutes ou dans les heures qui suivent la consommation de blé est due à une hypersensibilité dite immédiate, une forme d'allergie liée à une sécrétion exacerbée d'immunoglobulines du type E (IgE) par les lymphocytes B. D'autres manifestations peuvent se produire en différé, quelques heures à

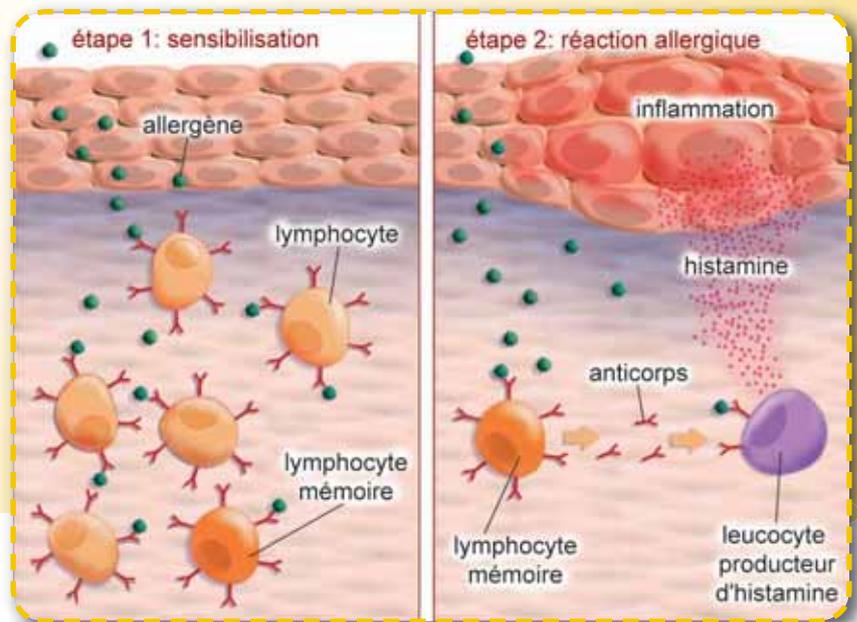


L'allergie, ça marche comment ?

Tout phénomène allergique nécessite au préalable une phase de sensibilisation, silencieuse sur le plan clinique, pendant laquelle l'individu ne montre aucun symptôme ou signe de la maladie. Un 1^{er} contact avec la substance étrangère active les défenses de l'organisme, qui reconnaissent les antigènes et les marquent avec des anticorps. Pour ce faire, des immunocytes de 1^e ligne absorbent les allergènes indésirables, les exposent à la surface de leurs membranes et les présentent ainsi exposés aux cellules immunitaires spécifiques, les lymphocytes T et les lymphocytes B, dont la multiplication est stimulée. Les lymphocytes B activés entament alors une maturation qui leur confère la capacité de produire des anticorps adéquats. Ces anticorps spécifiques de l'allergène sont déversés dans le sang et vont se fixer sur d'autres cellules du système immunitaire, les mastocytes et les polynucléaires basophiles, qui les véhiculent dans la circulation sanguine. La phase de sensibilisation initiale est terminée, rien d'apparent ne se passe jusqu'au prochain contact avec le même allergène.

Entre-temps, les lymphocytes matures dirigés contre l'allergène ciblé continuent de se multiplier en silence, et «boostent» leur capacité à produire des anticorps spécifiques. L'expression clinique de la maladie allergique survient lors d'un 2^e contact avec

l'allergène (parfois il faut plusieurs contacts répétés), qui est alors capté par les anticorps dès sa pénétration dans l'organisme, avec plus d'efficacité que lors du 1^{er} contact. La liaison antigène-anticorps à la surface des mastocytes et des polynucléaires basophiles provoque leur dégranulation, c'est-à-dire la vidange des granules stockés dans leur cytoplasme. Le contenu de ces granules est riche en médiateurs de l'allergie, des substances telles que l'histamine, responsable des démangeaisons, des éternuements, d'une constriction des bronches, etc... D'autres médiateurs chimiques libérés en cascade (prostaglandines, leucotriènes...) entretiennent et prolongent dans le temps les désordres inflammatoires de l'allergie.



14

quelques jours après que la personne ait consommé la céréale, et le lien entre les deux est plus difficile à établir. Sur le plan physiopathologique il s'agit alors d'une hypersensibilité retardée, relayée par les cellules lymphocytaires T. L'eczéma et divers troubles digestifs tardifs, pas très bien répertoriés, entrent dans cette deuxième catégorie.

L'urticaire chronique serait le symptôme le plus fréquent dans l'allergie digestive à la farine, même si inversement, tous les urticaires chroniques n'ont pas nécessairement pour cause une sensibilisation alimentaire (moins de 3% des cas). À l'opposé, une symptomatologie gastro-intestinale chronique se voit rarement, probablement en raison de symptômes d'appel non spécifiques tels que des diarrhées, des vomissements ou des accès de douleurs abdominales, qui orientent à tort, selon certains auteurs, vers un syndrome du colon irritable. Des cas de gastro-œsophagite (à éosinophiles) ont

été mis en relation avec l'allergie au blé dans la littérature. Un lien a également été proposé par quelques auteurs entre l'allergie alimentaire et les maladies inflammatoires chroniques de l'intestin, la maladie de Crohn ou la recto-colite ulcéro-hémorragique, mais peu d'études sont disponibles à ce sujet. Enfin, des maux de tête chez l'adulte peuvent exceptionnellement être rapportés à une allergie à la farine de blé.

Provoquer une réaction allergique

La démarche diagnostique en cas de suspicion d'une allergie repose sur un trépied, l'histoire naturelle de la maladie, racontée par le patient, l'examen

clinique approfondi par le praticien, et un ensemble d'examen paracliniques, tests complémentaires qui viendront confirmer et/ou compléter les deux premières étapes, ou même aider au diagnostic quand le problème est vraiment complexe ou intriqué. Les examens complémentaires comprennent une batterie de tests cutanés et le dosage des anticorps de type IgE dans le sérum du patient (IgE totales et/ou IgE spécifiques d'un allergène). L'interrogatoire aura pris soin de questionner les antécédents atopiques (1) du sujet et de faire préciser les antécédents familiaux éventuels. Les circonstances d'apparition des symptômes, ainsi que les aliments suspectés si l'on pense à une allergie alimentaire, seront également recherchés auprès du patient, par exemple il faudra essayer de faire préciser combien de temps après l'absorption d'un aliment identi-

fié, apparaissent les premiers désagréments, etc... La conduite à adopter n'est pas toujours simple dans le bilan d'une allergie, et l'utilisation des tests sera adaptée en fonction de l'enquête auprès du patient et des signes recueillis à l'examen clinique.

Les prick-tests représentent les armes de première ligne dont dispose l'allergologue. Ce sont des tests cutanés destinés à provoquer une mini-réaction sur la peau, qui prend la forme d'une rougeur légèrement gonflée de quelques millimètres, du nom barbare de papule érythémateuse (*voir encadré*). Lorsqu'une allergie digestive est suspectée et pas très bien démêlée par les prick-tests, le test de provocation orale est particulièrement intéressant, quoique plus risqué. Il s'effectue en milieu hospitalier et consiste à ingérer de toutes petites quantités de l'allergène et à observer les réactions éventuelles, puis à augmenter progressivement les doses, sous la supervision d'un médecin allergologue. Des études réalisées au moyen de ces tests de provocation orale nous apprennent que la quantité moyenne de farine à absorber pour faire apparaître des signes chez les patients allergiques est de 20 à 30 g de farine ou 50 g de pain. Les chercheurs ont parfois de drôles de sujets de recherche ! On l'aura compris, l'allergie à la farine de blé s'exprime à travers des symptômes variés. Ses tableaux cliniques sont semblables aux autres allergies respiratoires, digestives ou cutanées. D'autres modes de présentation, toutefois, sont plus surprenants. La suite à lire dans le numéro de décembre... ■

(1) Atopie: l'atopie se définit comme une prédisposition familiale et/ou personnelle à synthétiser beaucoup d'immunoglobulines E en réponse à la présence d'allergènes dans l'environnement. Ce «terrain atopique» a une forte composante génétique et favorise le développement des allergies.

Comment réaliser des prick-tests ?

La technique consiste à déposer une goutte de l'allergène en solution sur la peau désinfectée, et à piquer l'épiderme à travers la goutte avec une pointe stérile. On teste ainsi une série d'allergènes différents allant de 3-4 molécules différentes jusqu'à 25 allergènes lorsqu'aucune substance précise n'a pu être soupçonnée. Les zones du corps privilégiées sont généralement l'avant-bras chez l'adulte et le dos chez l'enfant. La réaction d'hypersensibilité immédiate intervient dans les 5 mn, par libération d'histamine, et atteint son maximum en 20 à 30 mn. En pratique courante, les résultats sont lus après une quinzaine de minutes. Le test est positif si est apparue une rougeur, qui peut être associée à un gonflement de la peau, réalisant une papule érythémateuse, de quelques millimètres de diamètre (> 3 mm).



Le test allergologique n'est complet que si l'on prend soin de pratiquer également un contrôle positif et un contrôle négatif. Le contrôle positif est réalisé selon la même technique de piquage avec une solution de chlorhydrate d'histamine, il provoquera alors nécessairement une réaction positive qui servira d'étalon pour lire le test. Le contrôle négatif est effectué avec le solvant de l'allergène et ne doit pas provoquer de réaction. Si l'on observe une rougeur de plus de 1 mm de diamètre, il s'agit d'un faux positif lié à une réaction excessive de la peau (un dermographisme), et le test n'est alors pas fiable. Pour effectuer les prick-tests, il est nécessaire que le patient arrête la prise éventuelle de médicaments anti-histaminiques de 48 h à 7 j avant la consultation, sous peine de négativer faussement les résultats. Il convient également que la peau soit saine, une poussée d'eczéma ou la présence d'une dermatite atopique compromettant la réalisation du test. Les patients ayant eu des antécédents de choc anaphylactique posent quant à eux un réel problème. La réalisation des prick-tests implique dans tous les cas des mesures de précaution. Le praticien doit être capable de réanimer son patient en cas de réaction anaphylactique grave avec choc, il doit donc disposer au cabinet et à portée de main d'un matériel de réanimation et d'une trousse d'urgence avec de l'adrénaline.



L'ADN de...

Antoine DEROUAUX

Ornithologue

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

Photos: **SCIENCE** (ADN), **E.NAVEAU** (p.16) et **A.DEWANDRE** (p.17)

Recto

16

L'étude des oiseaux, c'est une vocation ? Comment l'idée d'exercer ce métier vous est-elle venue ? Cela commence par une passion, dès mes 8 ans j'ai suivi mon papa et un de ses amis ornithologue dans les réserves naturelles à la recherche des oiseaux. J'ai ensuite fait pas mal de stages avec Aves (les sections des jeunes) et j'ai vite appris à guider et transmettre ma passion aux plus jeunes. J'ai commencé par faire pas mal de bénévolat pour l'association avant d'avoir l'opportunité d'être engagé.

Comment devient-on ornithologue ? Personnellement, c'est grâce à ma passion. Dans le secondaire général, j'ai fait mon TFE sur le suivi des nichoirs à chouette de mon village. Je suis ensuite allé à Gembloux où j'ai pu apprendre quelques techniques de cartographie notamment. J'ai eu la chance de pouvoir faire mon mémoire sur les oiseaux également. Mais on peut devenir ornithologue en suivant n'importe quelles études et en faisant des formations parallèles, le soir et sur le terrain le week-end.

Vous travaillez actuellement pour Aves, une association de Natagora, en quoi consiste votre job actuel ? Je m'occupe de différents projets, en appui à mon directeur et mes autres collègues. Je fais pas mal de petits travaux de cartographie et de gestion des banques de données ornithologiques. J'ai aussi la tâche de répondre aux questions du public sur les oiseaux de chez nous.

Quels sont vos rapports avec la science ? Quels sont vos premiers souvenirs «biologico-scientifiques» ? J'ai commencé chez Aves par le recensement et la protection du Grand Hamster. Pour mieux le protéger, il fallait comprendre son habitat et ses mœurs. Maintenant, je travaille plutôt avec des outils plus techniques (systèmes d'informations géographiques et banques de données), il y a moins de rapport avec la biologie.

Quelle est la plus grande difficulté rencontrée dans l'exercice de votre métier ? Il y a régulièrement des discussions et des négociations avec les gestionnaires de terrains

(agriculteurs, forestiers) mais aussi avec les nombreux ornithologues bénévoles. Il faut apprendre à négocier tout en ménageant la motivation des volontaires, sans qui nous ne pourrions pas faire le dixième de ce que nous faisons actuellement.

Quelle est votre plus grande réussite professionnelle jusqu'à ce jour ? En tant que professionnel et aussi comme bénévole, j'ai participé activement à l'Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie, paru début 2011. J'ai pu aussi faire plusieurs présentations à des colloques européens.

Quels conseils donneriez-vous à un jeune qui aurait envie de suivre vos traces ? Je pense qu'il faut être passionné par ce genre de métier. Se former et sortir sur le terrain avec ses jumelles pour observer les oiseaux permet d'acquérir une expérience solide. Ensuite, pour les études, on peut choisir une branche plus scientifique mais ce n'est pas obligatoire. Quelques outils sont utiles pour l'ornithologue mais on peut se former rapidement hors des cours. ■



NOM: **DEROUAUX**
 PRÉNOM: **Antoine**
 ÂGE: **32 ans**
 ENFANTS: **2**



PROFESSION: **Ornithologue chez Aves-Natagora**

FORMATION: **Collège Saint-Louis de Liège puis Facultés Universitaires des Sciences Agronomiques de Gembloux, orientation Eaux et Forêts**

ADRESSE: **Rue Fusch, 3 à 4000 Liège**
 Tél.: **04/250.95.99**



Plus d'infos:

antoine.derouaux@aves.be
<http://www.aves.be>
<http://www.natagora.be>

Verso

Je vous offre une seconde vie, quel métier choisiriez-vous ? Moniteur de plongée dans un club de vacances. Je suis aussi passionné par la plongée en apnée. Le contact avec l'eau et la découverte du monde sous-marin m'attire particulièrement. Pourquoi pas partager cette passion avec d'autres personnes dans des endroits paradisiaques...

Je vous offre un super pouvoir, ce serait lequel et qu'en feriez-vous ? Le pouvoir de voler librement. Je n'ai pas encore essayé le parapente mais suivre des oiseaux en l'air avec un minimum d'encombrement serait vraiment un bonheur.

Je vous offre un auditoire, quel cours donneriez-vous ? Un cours en rapport avec les oiseaux, mais je préfère le donner directement sur le terrain plutôt que dans une classe. On apprend beaucoup mieux dans les bois ou dans les marais que sur une chaise à regarder des photos.

Je vous offre un laboratoire, vous planchieriez sur quoi en priorité ? Je pense que je travaillerais dans les alternatives au pétrole et les économies d'énergie.

Je vous transforme en un objet du 21^e siècle, ce serait lequel et pourquoi ? Une carte mémoire d'appareil photo numérique. Pour avoir en tête des milliers d'images de partout dans le monde et de pouvoir les restituer à qui veut les voir.

Je vous offre un billet d'avion, vous iriez où et qu'y feriez-vous ? Atterrir en Alaska, visiter les parcs nationaux puis traverser en bateau vers la Russie et y visiter également les zones où il n'y a presque pas d'habitants. J'irais là-bas pour l'isolement, la possibilité de vivre au jour le jour et l'observation de la faune.

Je vous offre un face à face avec une grande personnalité du monde, qui rencontreriez-vous et pourquoi ? Je n'ai pas vraiment de personnalité favorite que j'aimerais rencontrer. Je pense que j'ai plus de choses à apprendre des personnes

qui agissent directement sur le terrain et souvent dans l'ombre des personnalités. ! ■





Une architecture toujours *plus verte*

18

Ces dernières années, les techniques employées en architecture ont évolué de manière manifeste. Sans conteste, c'est principalement la montée en puissance des exigences environnementales qui a bouleversé la façon de penser l'architecture. Les objectifs sont clairs: minimiser les dépenses d'énergie, préserver la santé des écosystèmes et celle des occupants des bâtiments

Texte: **Julie SCHYNS** - julie.schyns@gmail.com

Photos: **BASF** (p.19), **G. CALDERÓN BOHÓRQUEZ**/Flickr'r (p.20),

W. PRYCE/Vaugh Thistleton Architects (p.21)

Les architectes et ingénieurs parlent d'une révolution, en marche depuis une dizaine d'années, comparable à la deuxième révolution industrielle. Aujourd'hui, celui qui se lance dans une nouvelle construction ou une rénovation ne peut ignorer les prescrits environnementaux. Logements passifs, maisons bioclimatiques, bâtiments «basse énergie», un nouveau jargon est né ces dernières années pour répondre à l'urgence écologique, traduite sous forme de labels, normes, performances.

Certains pays comme l'Allemagne, l'Autriche ou encore les pays nordiques font figures d'exemples en la matière. Pour preuve, cette université à Copenhague (*Green Lighthouse*), inaugurée en octobre 2009, conçue pour réduire drastiquement les émissions de CO₂ (1). L'université, créée par *Christensen & Co Arketeker A/S*, est le premier bâtiment neutre en carbone du Danemark. De forme cylindrique, il est muni de parois

transparentes et de façades ajustables, ce qui lui permet de profiter de la lumière du Soleil tout au long de la journée. Outre les panneaux solaires thermiques et photovoltaïques, l'édifice puise son énergie dans la Terre (géothermie) et utilise une technique de ventilation naturelle. Grâce à son isolation, il n'y a pas besoin d'apport énergétique extérieur pour chauffer le bâtiment.

En Belgique, on a pris le train en marche. Depuis 2008, toute nouvelle construction ou tout bâtiment subissant une rénovation nécessitant un permis d'urbanisme doit obtenir un certificat PEB (Performance Énergétique des Bâtiments). Face la plus visible du développement vert en architecture, les panneaux photovoltaïques et thermiques ont recouvert nos toits. Les pouvoirs publics financent de grands projets architecturaux moins énergivores. Petit à petit, de nouveaux matériaux, de nouvelles techniques de construction apparaissent, et certains composants et procédés bien connus sont en train de refaire surface.

Isolation: le défi

Les grandes avancées techniques en architecture concernent principalement le triangle isolation-étanchéité-ventilation. Triangle car on ne peut penser un de ces termes sans prendre en compte les deux autres.

Récemment, un projet de salle de sport employant un isolant novateur a vu le jour dans la commune de Schaerbeek. Les façades du bâtiment, conçu par les bureaux o2-Architectes et JZH & Partners, sont constituées de panneaux en polycarbonate rempli de Nanogel®. Cet isolant se présente sous la forme de petites boules composées de 97% d'air et de silice. D'une part, le Nanogel® offre d'énormes performances isolantes (il serait 2 à 3 fois plus performant que les isolants traditionnels). D'autre part, il laisse passer la lumière, renvoyant un effet translucide vers l'extérieur. Ce matériau, qui s'est développé en Suisse où il est utilisé depuis 5 ou 6 ans, reste cependant très cher et donc assez rare.

De nouvelles solutions d'isolation thermique commencent également à éclore. Elles sont conçues à base de matériaux à changement de phase. BASF, associé à Knauf, a mis au point une plaque de plâtre incorporant des microcapsules de polymère contenant de la paraffine. Lorsque la température excède 23 à 26 °C, la paraffine fond et absorbe la chaleur de la pièce, permettant ainsi d'y maintenir une température confortable. Quand la température baisse, la cire se solidifie et libère la chaleur stockée. Autre produit appliqué en Allemagne: la zéolite. Ce minéral appartenant à la famille des aluminosilicates hydratés, en s'humidifiant, dégage de la chaleur. En été, il sèche et stocke la chaleur qui sera conservée jusqu'à être libérée l'hiver suivant. «C'est un matériau d'avenir qui révolutionnera la manière de penser le bâtiment et son bilan énergétique annuel, assure Damien Franzen, architecte chez FHW Architectes. Aujourd'hui on essaie de limiter au maximum les besoins de chaleur en hiver et au maximum le besoin de froid en été. Avec ce produit, on verra les choses autrement car le surplus de chaleur de l'été sera ponctionné et stocké pour être utilisé

en hiver. Dans ces conditions, la maison «zéro énergie» devient une réalité pour tous».

À côté de ces isolants chimiques, différents types d'isolants naturels refont surface aujourd'hui, comme la laine de mouton ou la paille. L'utilisation de la fibre de cellulose, quant à elle, reste récente sous sa forme d'utilisation actuelle. Fabriqué à partir de papier déchiqueté, cet isolant est injecté sous pression dans les parois des murs. En hiver, la cellulose garde la chaleur à l'intérieur du bâtiment tandis qu'elle est stockée en été, avant d'être libérée 6 ou 7 h plus tard du côté le plus froid du logement. Généralement, la chaleur s'évacuera vers l'extérieur pendant la nuit, évitant ainsi une surchauffe du bâtiment.

Ces isolants présentent un bilan carbone très faible puisqu'ils sont 100% naturels et recyclables, contrairement aux matériaux chimiques. Ces derniers peuvent néanmoins être jusqu'à 10 ou 15 fois plus isolants, la couche d'isolation

pourra donc être plus fine, permettant ainsi de dégager de l'espace dans une habitation. Par exemple, une couche de cellulose mesurera 25 cm, alors que le polyuréthane (PUR), isolant ultra léger issu de la pétrochimie et renfermant de l'air, ne s'étendra que sur 10 cm. Aujourd'hui, les matériaux composant les maisons passives nécessitent encore un coût élevé en matière d'énergie grise (2). Or ce facteur n'entre pas en ligne de compte dans le bilan énergétique final d'un logement. Pour Anne-Michèle Janssen, ingénieur architecte et chargée de cours au sein du département d'architecture de l'Université de Liège, «malheureusement, à l'heure actuelle, on sera toujours gagnant avec un matériau comme le polyuréthane par rapport à un isolant naturel. Après 20 ans, les réductions de CO₂ dégagé par le chauffage compenseront le CO₂ utilisé pour construire ce matériau. Reste alors à gérer la question du recyclage». La prise en compte de cette énergie grise constituera en effet



À gauche : Les panneaux en Nanogel® qui équipent la façade du bâtiment à Schaerbeek laissent passer la lumière tout en offrant d'énormes performances isolantes.

À droite : Micronal© de BASF et Knauf. Incorporées dans des plaques de plâtre, ces microcapsules de polymère renferment de la paraffine, qui, lors d'une augmentation de la température, fond et absorbe la chaleur du bâtiment. Quand la température baisse, la paraffine se solidifie et libère, dans le bâtiment, la chaleur stockée.

Metropol Parasol

À Séville, cette mégastructure recouvre la Plaza de la Encarnación (1). L'édifice, d'une longueur de 150 m et d'une largeur de 75 m, est composé essentiellement de bois. De fins panneaux verticaux en lamibois (superposition de plaques de bois déroulées) ont été assemblés de manière orthogonale. Environ 3 400 pièces de bois ont été découpées grâce à des machines à commandes numériques. Les panneaux sont reliés entre eux grâce à des ferrures connectées au bois par des tiges d'acier collées avec de la résine, créant ainsi des liaisons mécaniques. La structure en bois a été recouverte d'un vernis polyuréthane, imperméable à l'eau mais perméable à la diffusion de vapeur d'eau. «*En soi, cet édifice utilise un matériau ancien, on a réinventé l'usage du bois*, affirme Damien Franzen, architecte chez FHW Architectes. *C'est au niveau de sa forme et de sa conception qu'il est innovant*».

(1) Mégastructure en bois pour Séville, in *Séquence bois*, Juillet 2012, pp. 16-17.



une des grandes tendances des prochaines années.

Un bâtiment étanche et ventilé...

Assez logiquement, plus une maison est isolée, plus on aura intérêt à ce qu'elle soit étanche, afin d'éviter l'humidité et la condensation. Des pare-pluie posés à l'extérieur empêcheront les gouttes de pluie de pénétrer dans les parois. À l'intérieur, des membranes pare-vapeur collées sur le pli des murs empêcheront la vapeur, générée par l'utilisation du bâtiment, de pénétrer dans les parois des murs. Sans ce système, la vapeur se mettrait à refroidir dans les parois, se transformant en gouttelettes d'eau, propices au développement de moisissures. Et puisque le bois et les blocs de parement contiennent toujours un peu d'humidité de construction, on applique parfois des membranes freine-vapeur, qui permettent à l'humidité de s'échapper vers l'intérieur ou l'extérieur, on dit alors que la paroi «respire».

Une fois étanche, le bâtiment a besoin d'être ventilé pour apporter de l'air frais et évacuer l'air vicié et la vapeur emprisonnés dans la maison. Depuis 5 ans, le système de ventilation double flux explose sur le marché belge. Il permet une pulsion et une extraction mécanique et contrôlée avec récupération de chaleur. D'un côté, le système extrait l'air

vicié des locaux humides (toilettes, salle de bain, buanderie...) et l'évacue vers l'extérieur. De l'autre, l'air frais est aspiré de l'extérieur, préchauffé dans un échangeur de chaleur et ensuite pulsé dans le salon et les chambres, sans que les deux flux ne se mélangent. Le rendement peut aller jusqu'à 95%.

Le bois comme solution

Au niveau des matériaux de structure, ce sont surtout les solutions en bois qu'on voit se développer actuellement. Les poutres TJI® ont fait leur apparition. Il s'agit de poutres, en forme de «I», composées de bois, dont l'âme est constituée d'un panneau OSB (en anglais, *Oriented Strand Board*). Celui-ci est formé de copeaux compressés et collés ensemble à l'aide de résine et de cire. Ce système réduit l'impact des ponts thermiques générés par les imperfections et fissurations du bois, qui pourraient laisser entrer l'air dans les parois ou les planchers, au risque de voir apparaître de la condensation. Dans une perspective écologique, le bois reste un matériau de choix, il stocke le carbone et peut être entièrement recyclé, à condition qu'il ne soit pas traité. Au-delà des considérations environnementales, ce procédé permet la fabrication de pièces de très grandes dimensions, solides et résistantes. Les poutres permettent ainsi de dégager de l'espace à l'intérieur de

l'habitation car elles nécessitent moins de piliers porteurs. La standardisation du procédé facilite également le travail sur chantier.

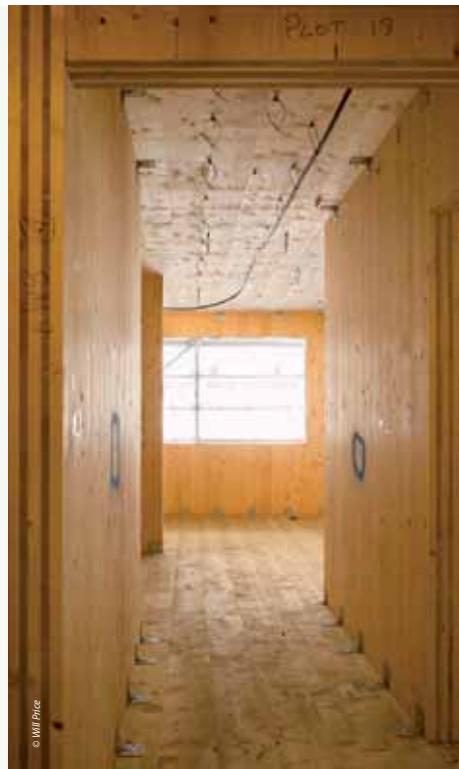
À Londres, un édifice s'élevant sur 9 étages a été construit en octobre 2008. Il s'agit du bâtiment en bois le plus haut du monde (3). Le cabinet d'architectes *Waugh Thistleton* a utilisé des panneaux massifs contrecollés. Ils sont constitués de couches croisées de planches collées dans un sens puis dans l'autre avec des colles saines. Le bâtiment a été construit principalement en bois: murs porteurs, planchers, escaliers et cage d'ascenseur. Les panneaux en bois massif contrecollés ont été livrés préfabriqués et certains atteignent une taille de 13 m de long. Seuls 4 charpentiers ont suffi pour réaliser l'ouvrage en bois, en 9 semaines. L'utilisation de panneaux préfabriqués a indéniablement permis de gagner du temps sur le chantier, réduire le besoin de main d'œuvre et donc diminuer les coûts de construction.

Un bâtiment de Lego®

«*La préfabrication fait partie des fantasmes de l'architecte*, affirme Julie Thirion, architecte au sein du bureau *Synergy International*. *La préfabrication a fait l'objet de nombreuses théories et expérimentations architecturales depuis l'industrialisation. Elle réside dans*

l'assemblage d'éléments de construction en atelier. Aujourd'hui, elle évolue avec les techniques de construction, les nouveaux matériaux et les critères de performance à atteindre.» Récemment, Synergy International a rénové un bâtiment appartenant à CREDIBE, situé sur la rue de la Loi, en plein centre de Bruxelles. L'édifice a été conçu comme un empilement de modules indépendants les uns des autres qui se superposent comme des Lego® sur le toit du bâtiment existant. Les modules sont définis par une structure métallique légère qui a permis aux grues de faciliter leur assemblage. «La préfabrication a permis de réduire les nuisances liées au chantier dans un contexte de densité urbaine et de fréquentation que représente la rue de la Loi. Elle a également permis de réduire le temps d'intervention sur site et donc de se dégager au maximum des incertitudes liées aux conditions climatiques», commente Julie Thirion. Il y a assez peu de projets de préfabrication en 3 dimensions (plancher, toiture et façade préassemblés) quand il s'agit de rehausse de bâtiment. Il est plus fréquent de travailler avec des murs, des planchers,... indépendants, fabriqués en atelier (NDLR: comme les poutres TJJ®). Le bâtiment a également été imaginé afin d'atteindre d'excellentes performances énergétiques: isolants en fibre de bois, parois OSB... L'édifice est en attente pour l'obtention du label passif.

Car il s'agit bien du grand défi de demain. En région bruxelloise, le label passif sera imposé pour les nouvelles constructions dès 2015. D'après de nombreux ingé-



L'immeuble Stadthaus du cabinet d'architectes Waugh Thistleton à Londres. À gauche: vue intérieure avant finitions. À droite: vue extérieure du bâtiment.

nieurs et architectes, le défi est énorme tant nos modes de construction, le marché, les mentalités n'y sont pas encore préparés. Mais l'évolution est en marche. La Région wallonne vient de suivre son homologue bruxellois en lançant son premier appel à projets pour des «bâtiments exemplaires» (4). L'avenir en architecture sera vert ou ne sera pas... ■

- (1) <http://www.futura-sciences.com>
- (2) Quantité d'énergie nécessaire au cycle de vie d'un matériau ou d'un produit.
- (3) «Le plus haut bâtiment d'habitation en bois du monde», in *Territoire & Bois*, numéro: «Le Bois et les constructions en hauteur», pp. 8-9.
- (4) <http://energie.wallonie.be> et <http://www.bruxellesenvironnement.be>

Un nouveau jargon

Le **label passif** a été mis au point il y a une vingtaine d'années en Allemagne et est né en 2002 en Belgique sous l'impulsion des plate-formes *Maison passive* et *Passief huis platform*. Il s'agit d'une norme établie en Belgique afin de certifier les logements économes en énergie. Il y a une obligation de résultats avec des critères chiffrés (Voir sur <http://www.maisonpassive.be>). L'objectif principal est de limiter l'énergie employée par le chauffage (inférieure ou égale à 15 kWh/m²/an).

«**Bioclimatique**» est un terme assez large, qui existe depuis les années 70, pour désigner un logement conçu «en accord avec l'environnement». Les bâtiments «basse énergie» et «zéro énergie» recouvrent des termes assez flous.

La norme «**basse énergie**» se situerait entre le niveau requis pour l'obtention du certificat PEB (K45) et le passif (K15).

La norme «**zéro énergie**» met en avant des énergies renouvelables et serait meilleure encore que la norme «basse énergie» et le label passif.





Enseigner avec les TICE

22

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

Illustrations: **O. SAIVE/ Cartoonbase**

Nous avons déjà rédigé un article sur ce thème il y a environ deux ans, sous le titre «Apprendre et enseigner avec le Web» (Athena n° 258 de février 2010 et n° 259, de mars 2010). Depuis, pas mal de choses ont changé, de nouveaux programmes sont apparus et surtout de nombreuses solutions techniques ont vu le jour. En ce début d'année scolaire, il nous semble utile de refaire le point.

Le présent article précisera certains éléments de base et présentera quelques sites destinés aux formateurs souhaitant découvrir ou se perfectionner dans les TICE. L'article suivant traitera des outils à disposition des formateurs en classe et de la manière de les utiliser, avec quelques exemples concrets

Rappelons d'abord cette notion désormais mieux connue par le grand public de la division de la population actuelle en 3 groupes:

- le qualificatif d'*analogiste* est attribué aux personnes qui, par choix, par absence d'opportunité ou pour n'importe quelle autre raison n'ont pas pris le train des nouvelles technologies en marche. Les analogistes préféreront toujours la bonne vieille carte *Michelin*, 20 fois soigneusement recollée, au GPS et n'abandonneront jamais leur téléphone fixe au profit d'un téléphone portable, bien trop compliqué et présentant des tas de fonctions superfétatoires à leurs yeux.
- les *immigrants* sont ceux qui ont débarqué dans le monde numérique par nécessité professionnelle, par curiosité intellectuelle, pour comprendre ce que font leurs enfants ou

pour toute autre raison. Comme tous les immigrés, ils ont conservé de leur vie antérieure des habitudes qui se remarquent rapidement: ils impriment leurs messages électroniques au lieu de les lire, ils conservent leurs favoris (signets) dans leur navigateur, prennent peu d'initiatives et se contentent le plus souvent de répéter ce que le formateur ou le mode d'emploi leur a appris.

- les *digital natives* forment le 3^e groupe. Ils sont nés après 1980 et baignent dans le monde numérique depuis leur plus tendre enfance. Ils constituent ce qu'on appelle aussi la génération Y. Leurs comportements nous inquiètent parfois car ils ont l'habitude d'étudier devant la télévision, tout en discutant avec leurs amis sur *Facebook* et ont perpétuellement les écouteurs aux oreilles pour téléphoner ou écouter de la musique téléchargée sur leur lecteur Mp3.

Ces trois groupes sont évidemment moins caricaturaux dans la réalité que ce qui vient d'être décrit, mais en lisant ces lignes, chacun reconnaîtra des personnes de son entourage ou se reconnaîtra personnellement...

Ces catégories correspondent moins à des tranches d'âge qu'à des comportements. Les immigrants vont lire à fond le mode d'emploi avant d'utiliser leur nouvel appareil, les *digital natives* vont l'ignorer pour tester immédiatement l'appareil et chercher s'il ne serait pas possible d'en tirer des usages que même le fabricant n'aurait pas imaginé. Contrairement aux immigrants, ils apprennent «de» la machine.

Les immigrants veulent tout savoir d'un sujet en rédigeant des notes de lecture et en classant soigneusement des signets. Les *digital natives* vont se satisfaire d'un survol et savent comment et où retrouver l'information plus tard sans prendre la peine de la classer. Ils n'ont évidemment jamais appris à taper à la machine et à positionner correctement les doigts sur un clavier. Pourtant, ils tapent bien plus vite que leurs aînés. Ils les batteront à n'importe quel jeu vidéo. Ils montent et démontent leurs ordinateurs en prélevant des pièces sur l'un pour les utiliser sur l'autre. Ils savent où télécharger des films, de la musique et des programmes et comment contourner leurs sécurités. En quelques clics, ils trouvent l'information que les autres auraient mis des heures à trouver. Ils vous créent un album photo en ligne ou une présenta-

tion percutante en quelques minutes. Ils impressionnent par leur aisance.

Mais dans le même temps, lorsque vous les appelez pour venir à table, et si tout va bien, ils arrivent une vingtaine de minutes et plusieurs rappels plus tard, les yeux fixés sur leur *smartphone* pour ne pas risquer de rater la dernière mise à jour de la page *Facebook* de leurs amis. Ils continuent à chatter à table. Ils écrivent des mails mal ficelés et criblés de fautes d'orthographe. Ils vous racontent le plus calmement du monde qu'un de leurs amis a piraté le site de l'école. Très souvent, ils se contentent de la 1^{re} information trouvée sur *Google* sans chercher à la recouper. Et on leur reproche souvent de manquer d'esprit critique à l'égard de ce qui se publie sur le Web et de faire trop facilement confiance aux personnes rencontrées en ligne. C'est pourquoi on parle souvent de générations des parents et des transparents.

Ce qui est certain, c'est qu'ils sont différents des «anciennes» générations. Ils vivent, pensent, réfléchissent, étudient, travaillent et interagissent autrement. Ils lisent sur des *blogs*, *Twitter* ou *Facebook*, mais plus les journaux. Ils ignorent ce qu'est une carte de bibliothèque. Ils font connaissance en ligne avant de se rencontrer. Ils ont des centaines d'amis sur les réseaux sociaux et les retrouvent pour partager une soirée sans même avoir dressé une liste des invités et donné des dizaines de coups de téléphone.

Bref, des pans importants de leurs vies (oui, il en vivent plusieurs simultanément) sont gérés en mode digital. Ils ne se séparent jamais de leurs appareils et le pire qui puisse leur arriver est de devoir suivre leurs parents dans un endroit dépourvu de réseau wifi car ils ont un besoin vital de rester connectés à leur «tribu». Alors que les analogistes et immigrants vivaient dans des silos constitués par leurs diplômes, écoles, quartiers, entreprises, générations...; eux vivent en réseau, sont interconnectés et tentent de l'être 24 h/24 et 7 j/7. Leurs idées sont souvent beaucoup plus larges car leurs antennes sont plus développées.

Ceci dit, il est évident qu'il serait utopique de croire qu'on peut encore leur enseigner les mêmes matières et selon les mêmes méthodes qu'avant. On peut évidemment toujours essayer de leur imposer d'anciennes méthodes pédagogiques qui fonctionneront parfois pendant un certain temps. Mais pourquoi ne pas essayer d'utiliser toutes ces techniques nouvelles pour réinventer une pédagogie adaptée ?

LES TICE

Ce court chapitre provient de l'encyclopédie *Wikipédia*.

Les Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation (TICE) recouvrent les outils et produits numériques pouvant être utilisés dans le cadre de l'éducation et de l'enseignement (TICE=TIC+Éducation).

Les TICE regroupent un ensemble d'outils conçus et utilisés pour produire, traiter, entreposer, échanger, classer, retrouver et lire des documents numé-





Le système pédagogique actuel semble inadapté, dépassé par la révolution technologique qui a eu lieu et intégrée depuis les années 80 par les digital natives. Les élèves d'aujourd'hui attendent un enseignement interactif, multi-média et des applications qui font partie de leur monde. L'avenir des cours ex cathedra semble bel et bien compromis... À suivre !

riques à des fins d'enseignement et d'apprentissage.

Outre la lutte contre la fracture numérique, bien réelle, le développement des TICE correspond aussi à une volonté forte d'éduquer les jeunes pour qu'ils fassent un usage citoyen et responsable de ces technologies, notamment dans le domaine Internet, à savoir :

- éviter les comportements de «zappeur» sur la toile, c'est-à-dire leur apprendre à rechercher et à trier les informations en fonction de leurs besoins;
- avoir un regard critique sur l'information délivrée par ce réseau de communication (importance de l'analyse critique des sources d'information);
- les protéger des intentions malveillantes (pornographie, escroquerie, sites marchands plus ou moins déguisés);
- expliquer les méfaits du piratage, le respect de la propriété intellectuelle.

Cette liste n'est pas exhaustive. L'objectif est de guider l'élève dans l'apprentissage de ces technologies, sachant que, dans les familles, il est souvent livré à

lui-même. (Source: <http://bit.ly/3GLALI>, article proposant également quelques exemples intéressants).

Les *digital natives* ne veulent plus de cours *ex cathedra*. Ils ont le plus grand mal à s'intéresser à des cours linéaires qui ne font appel qu'à un seul média. Il suffit de voir comment ils vivent pour le comprendre: ils associent en permanence plusieurs médias comme Internet, télévision et lecteur Mp3. Ils souhaitent des cours interactifs, dans lesquels le professeur fait lui aussi appel à plusieurs médias et surtout à des applications qui font partie de leur monde.

Tous les enseignants, à tous les niveaux et dans tous les domaines peuvent utiliser les outils disponibles sur le Web. Cela ne demande qu'un peu d'imagination, un peu d'humilité, de remise en question et un investissement financier minime, voire nul. Les outils sont innombrables et variés. Nous allons essayer de citer quelques exemples représentatifs.

Les outils pour les professeurs

Chacun connaît *Wikipédia*, mais savez-vous qu'elle a une petite soeur qui s'adresse en priorité aux enseignants en proposant des cours sur des tas de sujets, souvent avec des exemples et des exercices ? Elle s'appelle *Wikiversité* (<http://fr.wikiversity.org/wiki/Accueil>). La section française, bien que pas très riche encore, contient plus de 1 250 cours dans tous les domaines du savoir.

Pour comprendre comment utiliser les TICE, il peut être intéressant de suivre quelques cours donnés dans les universités américaines. On peut même obtenir des diplômes ! Une petite participation financière est parfois appréciée. Voici deux exemples :

- **OpenCulture** (<http://www.openculture.com/freeonlinecourses>) propose 500 cours gratuits provenant des meilleures universités. Vous trouverez par exemple 28 h de cours (sur *YouTube*) consacrés à l'architecture romaine en provenance de l'Université de Yale (<http://goo.gl/DqeQc>).
- 25 universités et collèges (dans l'acception américaine du terme)

offrent des cours gratuits: <http://goo.gl/FMbTn>

Il existe également des sites explicatifs. Dans l'article *Apprendre et enseigner avec le Web* publié dans les n° 258 et 259 d'*Athena*, nous indiquions quelques adresses utiles. Puisqu'elles sont toujours d'actualité, nous les reprenons ici en y ajoutant quelques sources intéressantes:

@ EducNet

(<http://www.educnet.education.fr/>)

EducNet est un site institutionnel français édité par le Ministère de l'Éducation nationale et le Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Son but est d'informer sur l'actualité des nouvelles technologies au service de la pédagogie. Les enseignants et non-enseignants y trouveront la matière pour adapter ou renouveler leurs méthodes.

Des dossiers documentaires permettent de faire le tour complet d'une question: baladodiffusion (*podcast*), handicap et TICE, développement durable et TICE, mais aussi des guides thématiques.

Le+

Deux des pages les plus intéressantes sont:

- Une discipline, un site (<http://bit.ly/4tQSGo>)
- Sites thématiques (<http://bit.ly/7BgAln>).

@ Pedago-TIC

(<http://www.pedago-tic.be/>)

Il s'agit d'une initiative belge qui «a comme objectif de proposer aux enseignants, un programme de formation et d'accompagnement en vue d'acquérir les compétences générales et spécifiques nécessaires à une intégration réussie des TIC dans l'enseignement (TICE)». Dynamique, ce projet peut être suivi également sur Twitter (<http://twitter.com/pedagotic>).

@ Usages des TICE en classe

(<http://www.agence-usages-tice.education.fr/>)

Ce site vise à présenter les TICE comme un outil de lien entre l'école et la maison, entre le temps scolaire et le temps périscolaire. On y trouve des témoignages d'enseignants, des bases de données, des statistiques, des outils, etc.

@ Skoden

(<http://skoden.region-bretagne.fr/>)

Skoden est le Portail régional de la Formation Ouverte et à Distance en Bretagne. On y trouve des guides, tutoriaux, diaporamas, brochures numériques, etc. Tous les outils sont mobilisés pour apprendre en ligne. Un chapitre spécial est réservé au Web 2.0, aux blogs et à leur utilisation en pédagogie.

@ L'éducation à la culture informationnelle

(<http://veillepedagogique.blog.lemonde.fr/>)

Un blog dédié aux enseignants, aux chercheurs, aux professionnels documentalistes s'intéressant à l'évolution de la culture informationnelle et aux habiletés nécessaires pour sortir du flux de la surcharge informationnelle. On y trouve une information riche et bien catégorisée.

@ EduSud

(<http://www.edusud.org/>)

Produit par l'Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture (Unesco), *EduSud* est un portail dont l'objectif est d'accompagner les enseignants dans le monde des technologies éducatives et de mettre à leur disposition des outils, conseils, références et autres ressources pédagogiques qui leur permettront d'intégrer ces technologies dans leurs dispositifs de formation et de pouvoir apprécier l'impact de ces outils dans un contexte pédagogique. Un site très riche.

@ EducTice

(<http://eductice.inrp.fr/>)

EducTice est le site d'une équipe de recherche de l'INRP dont les travaux sont guidés par l'évolution des usages des TICE et veulent répondre aux défis posés par ces technologies aux acteurs de l'éducation. En s'appuyant sur les pratiques de terrain, comme sur les laboratoires universitaires experts du domaine, l'équipe *EducTice* s'intéresse plus spécifiquement aux didactiques des disciplines scientifiques dans leurs liens aux usages des TIC et à la conception et aux usages de scénarios d'apprentissage dans les environnements numériques.

@ EducSol

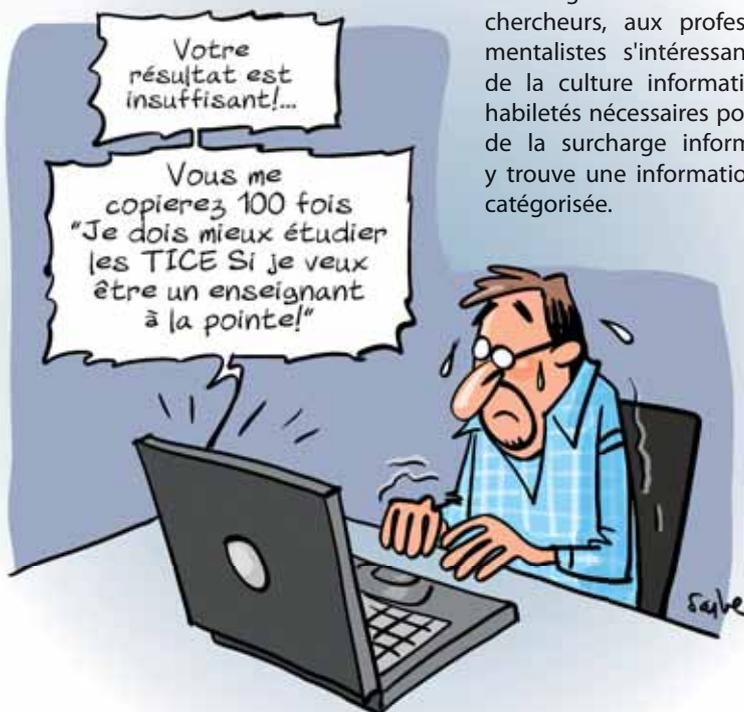
(<http://eduscol.education.fr/>)

Il s'agit du portail national français des professionnels de l'éducation. La page *Enseigner avec le numérique* (<http://goo.gl/a9hm4>) est intéressante car elle renvoie vers des idées de formations de tous niveaux, du primaire à l'académique.

La section *Internet responsable* (<http://goo.gl/wVxrb>) aide les enseignants à attirer l'attention des élèves et des étudiants sur les risques potentiels liés à l'utilisation du Web.

Conclusion

Enseigner avec les TICE est à la fois intéressant, enrichissant et ludique. Cela permet de renouer le contact entre professeurs et élèves qui se sentent reconnus dans leur manière de fonctionner. Le prochain article proposera des outils et des exemples de cours. ■



Plus qu'un mot à la mode, le burn out est une réalité qui mine des hommes et des femmes, éreintés par leur travail et les contraintes que leur impose un management parfois inapproprié dans un contexte socio-économique incertain.

Burn out: batteries à plat

Il prend corps dans des entreprises ou des organisations malades, gangrenées par une manière de fonctionner génératrice de pression et de stress. Le mal n'est pas seulement celui d'une personne, il est systémique...

26



Texte et propos recueillis par Philippe LAMBERT • ph.lambert.ph@skynet.be

Photos: Ph.LAMBERT (p.27), P. KRATOCHVIL (p.29)

Se sentir frustré, paniqué, incompris par son entourage et son employeur, ne plus éprouver de satisfaction professionnelle, considérer son travail comme dénué de sens, souffrir de troubles du sommeil, se sentir extrêmement fatigué au point de rester parfois prostré dans un fauteuil ou au lit, avoir des pertes de mémoire et de concentration, parvenir avec peine à tenir une conversation, être en proie à des troubles psychosomatiques, devenir agressif, cynique, avoir des accès de colère... Non exhaustive, cette liste de symptômes trace le sillon d'un diagnostic de plus en plus fréquemment posé dans nos sociétés largement vouées au culte de la rentabilité et du profit: le burn out ou syndrome d'épuisement professionnel.

Les difficultés auxquelles sont confrontées les entreprises dans la crise économique et financière que nous traversons n'ont fait qu'exacerber le phénomène, le soulignant d'un trait gras. Les statistiques, elles, divergent. Probablement pour des raisons méthodologiques et parce que la prévalence du burn out fluctue selon les professions.

Ainsi, aux Pays-Bas et en Suède, on estime que 4 à 7% de la population en serait atteinte. D'autres études, menées au grand-duché de Luxembourg, avancent que 20% des employés et cadres du secteur bancaire déclarent avoir été en contact avec le burn out. Autres données: selon des statistiques canadiennes datant de quelques années, pas moins de 60% de la population des services infirmiers présenterait certaines com-

posantes de ce syndrome: épuisement émotionnel, déshumanisation, cynisme. Et en Belgique ? D'après une enquête réalisée en 2010, 0,8% de la population belge, soit 19 000 personnes, serait atteinte par le burn out.

Bref, il existe une grande disparité au niveau des statistiques. Et si l'on sait que certains secteurs d'activité sont plus à risque que d'autres - urgentistes et professionnels de la santé, policiers, travailleurs sociaux, personnel des banques et des compagnies d'assurances en contact avec le public, responsables des ressources humaines des entreprises... -, les données chiffrées les concernant n'en sont pas moins fluctuantes, donc incertaines. Illustration: alors qu'une étude française affirmait que 5% des médecins généralistes souffraient de burn out en

2004, une enquête plus récente (2012), effectuée dans le même milieu, signale que 30% des médecins interrogés dans l'arrondissement de Dinant, en Belgique, ont souffert de ce syndrome.

Responsabilité partagée

Certains individus sont plus vulnérables que d'autres au burn out en raison de leurs caractéristiques psychologiques. Paradoxalement, ces dernières ne s'assimilent pas à des «faiblesses» mais, au contraire, constituent *a priori* des atouts dans l'univers de l'entreprise. Quelles sont-elles ? Le perfectionnisme, le culte de la performance, la tendance à se surinvestir professionnellement, la difficulté à dire «non» et partant, à se fixer des limites... En d'autres termes, ce sont généralement les éléments les plus utiles à leur employeur qui finissent par «exploser en plein vol», ainsi que le souligne de façon imagée le neuropsychiatre Patrick Mesters, directeur

de l'*Institut européen d'intervention et de recherche sur le burn out (EIRBO)*. Dans un article récent publié dans le magazine suisse *Soins infirmiers* (1), il écrit à ce propos: «*Le burn out est le résultat de la rencontre entre une personne enthousiaste porteuse de valeurs, dévouée, compétente, un projet professionnel exigeant et une organisation du travail et managériale inadéquate.*»

Dans la genèse du burn out, la responsabilité est partagée. Centré sur les attentes dont il fait l'objet et le désir de se surpasser, le travailleur néglige sa santé et renonce à des valeurs personnelles. La culture d'entreprise et le style de management, eux, favorisent parfois un mode de fonctionnement «pathogène» pouvant se nourrir d'abus, d'irrespect, de menaces, de cynisme, d'hostilité, d'une absence de signes de reconnaissance, etc. À cette gestion par la pression et le stress peut s'ajouter le harcèlement moral, pénalement condamnable. «*Les anciens directeurs de France Télécom ont d'ailleurs été mis en examen à la suite de la vague de suicides qui toucha des employés et des cadres de la société en 2008*», rappelle Patrick Mes-

ters. Et d'ajouter qu'un employeur néerlandais a été condamné cet été à payer 370 000 euros à un de ses employés en burn out.

Quoi qu'il en soit, le burn out des travailleurs est aussi celui du système, celui d'une entreprise «en difficulté» qui s'expose à de multiples problèmes, tels que l'absentéisme, le présentisme - la personne est à son poste, mais est inefficace -, le départ des jeunes talents, le manque de motivation des seniors, un important *turnover*, les plaintes de la clientèle, la perte de rentabilité et de marchés, l'effritement de l'image de marque, la perte de qualité, les fraudes, les dépôts de plaintes pour harcèlement...

Coauteur de *Le burn out. Comprendre et vaincre l'épuisement professionnel* (2), Patrick Mesters nous dresse un tableau plus précis d'une réalité qui, gangrenant nombre d'organisations, pousse parfois des hommes et des femmes au suicide, mais peut également leur baliser la voie vers une nouvelle vie, différente et plus épanouissante.

I N T E R V I E W



Patrick MESTERS

[*Le burn out est un indicateur «systémique» généré et entretenu par les organisations, qui renseigne sur l'état de santé de celles-ci*]

Il existe une «trilogie» du burn out: *épuisement physique et intellectuel, perte d'empathie mâtinée d'agressivité, voire de cynisme, extinction de l'enthousiasme envers le travail que l'on est censé accomplir. Toutefois, un burn out n'est pas l'autre ?...*

Effectivement. Même si l'on retrouve la même trame de symptômes, l'historique de chaque cas est différent. D'où la nécessité d'une consultation intégrée avec un

versant psychologique, mais aussi un versant psychiatrique. En effet, on voit parfois se greffer derrière la plainte de burn out des pathologies telles que des attaques de panique, une anxiété généralisée ou une dépression majeure (3) avec, le cas échéant, un risque suicidaire.

Il faut être attentif aux éventuels problèmes psychosomatiques qui peuvent se manifester: une hypercholestérolémie, des insomnies, des allergies, une dépen-

dance à l'alcool ou aux anxiolytiques, des infections liées à une déficience immunitaire, des problèmes cardiovasculaires, neuroendocriniens, gastro-intestinaux ou autres. En outre, une dégradation des relations familiales est quelquefois à redouter.

Dans ce contexte, le médecin généraliste est appelé à remplir un rôle de chef d'orchestre, car c'est lui qui connaît le mieux le patient dans toute sa complexité, avec l'histoire qui le caractérise et l'impact qu'exerce sa vie professionnelle sur sa vie privée, et vice versa.

Une bête traquée

Le burn out réveille quelquefois d'anciennes blessures... Ainsi, lorsqu'il y a eu harcèlement moral au



travail, il est assez fréquent, je crois, qu'un stress post-traumatique s'associe à l'épuisement professionnel ?

En Belgique, d'après une enquête menée par *Securex* et publiée en 2011, 14% des salariés mentionnaient avoir souffert de harcèlement au cours des 12 derniers mois. Celui-ci peut entraîner non seulement un burn out avec des troubles psychosomatiques graves, mais également cette pathologie psychiatrique invasive et débiliteuse qu'est le stress post-traumatique. La détresse physique et psychologique des personnes concernées peut être abominable. Par exemple, j'ai suivi en consultation une employée de banque qui avait été victime de harcèlement par sa hiérarchie et avait dû être placée en congé de maladie. De crainte de rencontrer ses collègues ou sa responsable, qui la terrorisait, elle évitait systématiquement la rue où était située l'agence bancaire dans laquelle elle avait travaillé ainsi que les commerces avoisinants.

Dans des cas comme le sien, la simple vue d'une enseigne - en l'occurrence une enseigne de banque - est susceptible d'engendrer des réactions de panique, de l'hyperventilation, un emballement du cœur, etc. Il en va de même de certaines lectures, de certaines conversations, de certaines scènes de film qui ravivent des émotions traumatisantes. D'autant que, par une sorte d'effet

«boule de neige», des traumatismes du passé peuvent ressurgir durant la journée ou sous la forme de cauchemars durant le sommeil. La personne souffre d'insomnies, devient hypervigilante, se sent un peu comme une bête traquée.

Le burn out proprement dit est précédé de signes annonciateurs. Ses victimes potentielles en sont-elles conscientes ?

La première réaction est habituellement le déni - le sujet estime qu'un tel problème ne peut le concerner, lui qui s'est toujours surpassé et a réussi tout ce qu'il entreprenait. Ensuite, cette cécité psychologique fait place à un sentiment de colère; le sujet se révolte et devient agressif. Puis vient le temps de la négociation avec soi-même - «Si je prends 3 jours de congé, ça ira mieux» - et enfin, celui où la personne essaie de remettre en œuvre des stratégies qui se sont révélées efficaces par le passé dans des états de stress. Malheureusement, ces stratégies autrefois payantes ne fonctionnent plus. La seule solution est alors de se faire accompagner pour pouvoir rebondir.

Insomnies, irritabilité, pertes de concentration...: les signes annonciateurs du burn out existent, mais c'est souvent l'entourage de la personne épuisée qui tire la sonnette d'alarme. On rencontre ainsi des divorces liés au burn out et il n'est pas rare que des personnes consultent sous la pression de leur conjoint, qui menace de partir parce qu'il est lui-même désespéré par la situation.

Accepter de reconnaître son état d'épuisement est très douloureux car, *in fine*, cela revient à s'avouer qu'on ne peut tout maîtriser, à faire le deuil de la toute-puissance. C'est cependant le prix à payer pour se reconstruire, donner du sens à sa souffrance.

Un signal de la vie

Le burn out peut mener au suicide, comme ce fut notamment le cas chez Renault à Guyancourt en 2007 et chez France Télécom en 2008. Il arrive aussi, dans le meilleur des cas, qu'il s'assimile à une chance ?

Pour qu'il en soit ainsi, il faut réussir à en détecter le sens. D'où l'importance d'être accompagné psychologiquement. Il est indispensable pour la personne en épuisement professionnel de pouvoir compter sur quelqu'un qui a le recul nécessaire pour l'aider à mettre des mots sur ce qu'elle ressent, l'aider à retrouver des valeurs et des priorités dans son existence. Qu'est-ce qui est essentiel et qu'est-ce qui ne l'est pas ?... Il faut savoir se poser la question, se resituer dans sa vie personnelle. Certains, en effet, perçoivent *a posteriori* leur burn out comme une chance. Les uns vous diront: «J'ai redécouvert les plaisirs de la vie de famille», d'autres: «J'ai retrouvé la joie des plaisirs simples»...

Une chose est sûre: il faut du courage pour réussir son burn out. Mais ce sont généralement des gens courageux qui en sont victimes. Il faut en outre de l'humilité, arrêter de se juger et de se blâmer. Les individus en burn out ont souvent un niveau d'exigence personnel assez élevé. Beaucoup d'entre eux sont tributaires et victimes



de croyances. À l'école ou dans leur famille, on leur a inculqué avec plus ou moins de force l'idée qu'ils devaient être les meilleurs, ne pas se plaindre, dire «oui», etc. Mais, à un moment donné, ces postulats ne sont plus en adéquation avec la réalité. Aussi tout un travail d'accompagnement est-il nécessaire pour leur faire comprendre qu'ils ne vivent pas une situation d'échec, mais que la vie leur envoie un signal dont ils peuvent tirer profit.

Le burn out est en partie une affaire d'éducation, de formation. Les universités et les écoles de gestion devraient y sensibiliser les futurs managers à la fois dans un but préventif, mais également pour les aider à cerner la responsabilité morale qu'ils endosseront. Car que voit-on régulièrement, par exemple ? À l'occasion de restructurations destinées à accroître leur rentabilité, des entreprises mettent en place des procédures de «lean management» où des cadres de haut niveau se voient cornaquer par des jeunes de 25-30 ans. Ces hommes et ces femmes brillants perdent tout ce qui donnait de la valeur, du sens, à leur métier et, en plus, ils doivent obéir presque au doigt et à l'œil à des «juniors» dépourvus de l'expérience du métier et du terrain. Il s'agit ni plus ni moins d'une forme de pression morale dont l'entreprise risque de se rendre complice.

Un management citoyen

Ya-t-il un profil de l'«entreprise pathogène» ?

On observe, dans l'organisation du travail, un certain nombre de paramètres qui fragilisent le personnel face au burn out. Une charge de travail impossible à gérer en est un - délais trop courts ou qui vous sont imposés, marge de manœuvre trop étroite. Autre élément: l'absence de reconnaissance avec, pour point culminant, le harcèlement moral. Des études montrent d'ailleurs que les gens peuvent supporter d'importantes charges de travail pour autant qu'on leur témoigne de la reconnaissance.

Le fossé séparant quelquefois les valeurs prônées dans l'entreprise ou dans le métier et leur absence de consistance

dans la gestion quotidienne favorise également le burn out. Songeons à l'infirmière obligée de faire 3 ou 4 soins par heure en raison de contingences de rentabilité. Elle n'a plus le temps de donner à son métier son véritable sens, qui est d'écouter, de parler, de soulager. De même, la perte du lien social et de la solidarité entre collègues - dénigrement, concurrence effrénée entre les cadres, etc. - contribue à faire le lit du burn out.

Un autre facteur clé est le déséquilibre entre vie professionnelle et vie privée. D'autant que l'intrusion technologique incessante, via le gsm ou l'ordinateur portable, a largement érodé la frontière entre les deux. Certains cadres signent des contrats dans lesquels ils s'engagent à être joignables jour et nuit !... Autrefois, en fermant la porte du bureau ou de l'usine, vous pénétriez dans un autre univers. Aujourd'hui, votre travail vous suit souvent dans votre lit, sous la douche, partout. Dans bien des cas, la mobilisation de l'individu est désormais une mobilisation physique, intellectuelle, émotionnelle et psychologique permanente.

Une fois installés de façon insidieuse, ces facteurs délétères risquent de briser non seulement des hommes et des femmes, mais aussi des départements entiers, voire des entreprises. Celles-ci ont donc tout intérêt à prévenir le burn out ?

Comme je l'écrivais récemment, «le burn out est un indicateur "systémique" généré et entretenu par les organisations, qui renseigne sur l'état de santé de celles-ci (4)». Le management par la pression et par le stress pénalise de façon majeure les organisations. Dans l'intérêt de leurs employés comme dans leur propre intérêt, elles ont tout à gagner en pratiquant ce que j'appellerai un «management citoyen» ou un «management serviteur». Il se fonde sur une morale très simple: «Je ne fais pas à autrui ce que je ne veux pas que l'on me fasse.»

Le «management citoyen» est un management durable qui investit dans l'humain, respecte l'équité et la vie privée, bannit le harcèlement, consent à revoir les processus de travail, s'inscrit dans une perspective à long terme. Il nécessite des cadres «émotionnellement intelligents» pour conduire avec discernement les «cerveaux au travail».

Face au burn out, ni l'entreprise ni l'individu ne sont coupables. En revanche, la prévention efficace repose sur un engagement effectif de tous les acteurs dans un processus de coresponsabilité partagée. Car les solutions existent... ■



- (1) Patrick Mesters, Crise de l'individu et crise de société, dans Soins infirmiers, juillet 2012.
- (2) Suzanne Peters & Patrick Mesters, Burn out. Comprendre et vaincre l'épuisement professionnel, Marabout, 2008.
- (3) Le burn out peut entraîner une dépression, mais celle-ci n'en est pas une composante. Dans la dépression, on observe généralement une perte d'envie et de plaisir pour la plupart des activités. Dans le burn out, la perte d'intérêt se concentre, du moins dans un premier temps, sur la sphère professionnelle.
- (4) Patrick Mesters, op.cit. (1).



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

Photos : J. PISAROWICZ/NPS (p.30), T. H. KENT (p.30), Citizen59/Wikimedia (p.32), L. QI QI (p.33)

Décoctions, potions d'apothicaire, popote interne: chassez le naturel, il revient au galop ! Il sera par ailleurs aussi question des... bijoux de famille ! Si précieux pour les uns, d'autres s'en délestent à la première occasion. Tandis que pour certains autres, il s'agit surtout d'une question de taille... Bonne lecture !

30

Ma pomme...

Une des plantes qui a le plus récemment bénéficié d'un séquençage génétique complet est le pommier *Malus sp.*; une nouveauté puisque jusqu'ici, seules des espèces à croissance et exploitation annuelles (riz, maïs, etc.) avaient fait l'objet de cette recherche concertée. Qu'il s'agisse cette fois d'une plante ligneuse à croissance lente est donc une première. Pour autant, ce n'est pas une surprise: par l'exploitation dont il est l'objet depuis plus de 2 millénaires, cet arbre fruitier méritait bien cet honneur. Depuis son apparition dans les montagnes de l'actuelle Chine au cours de l'ère tertiaire et sa «domestication» progressive (bien plus tard), le pommier a fait l'objet d'une sélection qui porte à plus de 20 000 - pense-t-on - le nombre de variétés connues et répertoriées. Toutes ne portent pas des fruits, nombre d'entre elles étant simplement décoratives, à la faveur de leur abondante floraison blanche ou rose. Il n'empêche que très tôt, les fruits ont attiré l'intérêt de quelques exploitants qui leur ont donné des

destinées diverses. Dans ce registre, on pense même que le cidre a précédé de très loin le recours au fruit juteux et sucré que l'on connaît aujourd'hui et qui serait finalement d'occurrence assez récente. L'appellation «cidre» est elle aussi un peu abusive: le breuvage, qui était connu à l'Antiquité, n'avait sans doute qu'un lointain rapport avec la production actuelle; il s'agissait de l'évolution spontanément fermentée de pommes amères simplement immergées dans de l'eau, ce qui a dû donner un liquide à 100 lieues du cidre ambré consommé de nos jours. Ce dernier est quant à lui d'essence médiévale («cidre» vient du breton «sistr») et a aussi, avec le temps, bénéficié de nombreuses améliorations techniques et de sélections du fruit pour devenir ce qu'on connaît de lui aujourd'hui.

Tout cela nous éloigne du séquençage évoqué d'entrée, qui trouve tout son intérêt: les fruits actuels sont le résultat de croisements, sélections d'espèces, sous-espèces et variétés

d'origines diverses dont les biologistes moléculaires vont s'ingénier à retrouver la trace dans les variants génomiques identifiables de nos jours. Cela ne changera rien à l'inclination de certains pour la boisson normande ou pour le fruit sucré; mais au moins pourra-t-on retracer l'évolution multimillénaire de la plante jusqu'à ses formes contemporaines. On aura au passage trouvé un nouvel argument de poids pour aider à la sauvegarde des variétés anciennes, forcément plus tributaires des quelques espèces fondatrices. ■

► *Médecine/sciences*
2012; 28: 595



L'universelle panacée

Pendant près de 2 millénaires, elle a constitué le remède miracle, celui qui trouvait son usage dans une multitude d'indications: empoisonnements, allergies, douleurs, et tant d'autres. Elle a totalement disparu aujourd'hui, sauf de l'intérêt de quelques historiens et autres collectionneurs de vieux pots à pharmacie, ceux qui trônent encore parfois dans des officines d'un autre âge. Son nom ? La thériaque.

Un nom qui à lui seul suffit à rappeler qu'elle tire son origine dans la Grèce antique. Créée sous l'égide de la déesse Panacée, elle a été composée dans l'espoir de contrer les maladies de tous bords. Elle doit son nom à *theria*, un mot qui, en grec, désigne ce qui concerne les bêtes sauvages et en particulier, les petits qui piquent et qui mordent. C'est donc principalement comme antidote qu'elle fait son entrée dans la pharmacopée de l'époque. Sa composition, d'emblée complexe, s'enrichit avec le temps d'additifs divers, au gré de la connaissance que l'on a des vertus thérapeutiques de quelques richesses naturelles: thym, myrrhe, persil et quelques autres. La préparation évolue encore de façon significative sous le règne du roi Mithridate IV (132-63 avant JC), un monarque à la fois hypocondriaque et toujours sous la menace d'un possible empoisonnement volontaire. Cela ne l'a pas empêché de prendre de nombreux poisons à petites doses afin d'y habituer son organisme et le rendre plus résistant à toute ingurgitation plus massive; un procédé connu depuis sous le nom de mithridatisation; apparemment efficace: on raconte qu'amené à se suicider, ce roi aurait demandé à un de ses proches de recourir à une épée plutôt qu'à la ciguë ou à un quelconque autre poison...

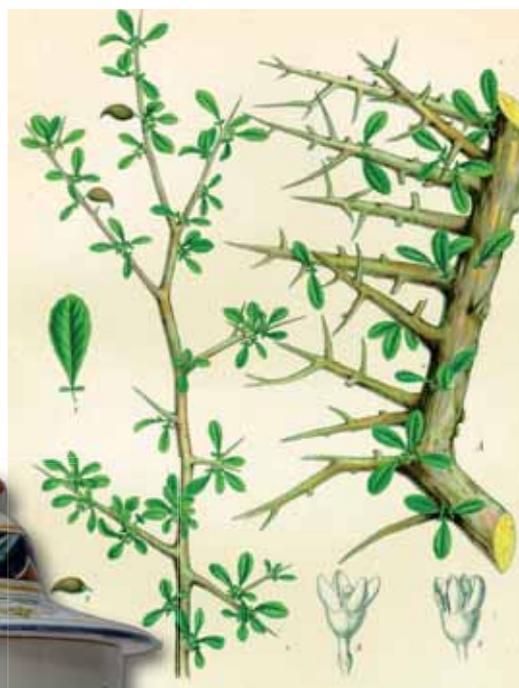
Cela nous éloigne un peu de la thériaque qui, avec Galien de Bergame, au second siècle de notre ère, a gagné le premier rang... galénique. À la fois médecin et pharmacien, ce fondateur a défini les 4 types de personnalités de l'humain ainsi que les 4 humeurs qui leur sont assorties. Mais il a aussi considérablement enrichi la thériaque au passage, lui donnant la définition qui a fait florès jusqu'au 19^e siècle dans certaines académies médicales. C'est l'avènement de la

médecine scientifique, portée par Louis Pasteur, Claude Bernard et les autres, qui a gentiment repoussé le remède au rayon des antiquités... où il est resté depuis.

Faute de mieux, on peut suspecter que cette thériaque-à-tout-faire a pu rendre de nombreux - bons - services pendant les quelques siècles de son utilisation. On ne peut ignorer toutefois que la présence d'opium et de vin (utilisé comme solvant) a dû beaucoup aider, en particulier dans le traitement des douleurs les plus diverses.

Il ne subsiste plus aujourd'hui que quelques pots de céramique richement décorés mais définitivement vides qui ne font plus la joie que des collectionneurs avisés. ■

► *The Lancet* 2012; 379: 1942-1943



Ci-dessus, la myrrhe, un des composants additionnés à la composition de la thériaque au cours des siècles.

31

BIOZOOM



Ceci n'est pas une méduse mais une **physalie** ! Son flotteur, ou pneumatophore, lui permet de se déplacer, poussée par les vents marins. Elle se déplace en bandes dans les mers tropicales et parfois près des côtes aquitaines. Translucide, ce polype possède de très longs tentacules pouvant dépasser 40 m et à l'instar des méduses par contre, provoquant de graves brûlures.

Pourquoi, sur un stade, court-on dans le sens inverse des aiguilles d'une montre?

Parce qu'on va plus vite, parce qu'on se sent mieux quand on court dans ce sens-là ? Le plus surprenant, c'est que c'est vrai, mais on ne s'explique pas vraiment pourquoi. On pense que la raison - neurophysiologique - tient au fait que c'est le cerveau droit qui a la meilleure perception de l'espace et que cela aide de tourner vers la gauche. Certains argumentent aussi du fait que la jambe d'appel, en cas de sprint, est majoritairement la droite et qu'il est donc plus logique de tourner vers la gauche, une fois de plus. Pour l'anecdote, on a tourné dans l'autre sens lors de la création des jeux olympiques modernes, en 1896... mais les athlètes ont à ce point protesté qu'on a ensuite inversé le sens avec l'approbation de tous. Après tout, que chacun fasse en courant un tour de stade et chronomètre: il aura peut-être des surprises !

Pour les mêmes raisons sans doute, si on demande à des personnes prises au hasard de tourner spontanément sur elles-mêmes, on va constater qu'une majorité d'entre elles va tourner vers la gauche, une fois de plus. Allez comprendre ! ■

32



Nutrition, microbiome et obésité

Qu'il y ait un rapport entre le type, la quantité de nourriture absorbée et la masse corporelle n'est pas réellement un scoop. Que nous devions beaucoup à la microflore qu'héberge notre tube digestif pour l'assimilation des aliments non plus. Qu'il y ait un lien étroit entre les espèces qui constituent cette microflore et le poids est déjà moins évident. Mais qu'il y ait une corrélation étroite entre alimentation, microflore et masse corporelle est un peu plus spéculatif et dérangeant. On aurait tendance - parce qu'on n'y est pas forcément attentif - à penser que nous possédons tous la même flore intestinale, laquelle serait propre à l'espèce. Ce n'est pas totalement faux mais d'un individu à l'autre, les espèces présentes peuvent différer en partie, au même titre que peuvent différer les proportions respectives. Cela change tout. En tout cas, c'est ce qu'il ressort de recherches contemporaines menées chez l'animal et de plus en plus, chez l'humain. Enrichir inconsidérément l'alimentation de souris en lipides fait certes prendre du poids à ces dernières, mais elle modifie aussi en profondeur leur microflore. Or, une espèce n'est pas l'autre, un «équilibre» interspécifique n'est pas l'autre non plus avec tous les dérèglements que cela peut induire: diarrhées, prise majorée de poids, etc. Et si on compare les microflores respectives d'individus obèses ou non, diabétiques ou non, qui sacrifient à certains régimes riches en graisses ou

non, on note de sérieuses différences. C'est dans ce contexte comparatif que le lien évoqué semble prendre toute sa réalité.

La problématique est complexe et donne lieu à de nombreuses recherches - notamment en Belgique - dont le rapport extensif sortirait du cadre de cette courte évocation. Dans ce contexte, il semble que certaines plantes (ou extraits végétaux comme la berbérine) et probiotiques auraient sur ces colonies bactériennes un rôle éminemment régulateur avec des effets favorables sur certains paramètres fondamentaux comme la glycémie, le taux de cholestérol, l'hypertension, la masse corporelle ou l'émergence d'un diabète de type 2, pour ne citer que ceux-là.

La problématique est plus qu'intéressante en matière de santé publique, notamment à une époque où le surpoids connaît un pic d'incidence inquiétant. Il faut toutefois rester prudent: un cas n'est pas l'autre, les souris d'expérience ne sont pas des humains et des travaux additionnels portant sur de grandes séries comparatives sont nécessaires pour dégager, s'il y a lieu, de réels avantages sanitaires. Rien ne se fera non plus durablement sans une prise de conscience, ni un changement significatif des habitudes alimentaires, si celles-ci s'écartent trop des recommandations nutritionnelles. ■

► Science 2012 (336): 1248-1250

Il n'y a pas de *petit profit*



Nephilengys malabarensis est une petite araignée - sa taille n'excède pas 15 mm - qui vit dans l'Est asiatique. *A priori*, elle devrait donc nous être indifférente, sa taille et la distance qui nous en sépare nous la rendant totalement inoffensive. Le mâle de l'espèce a toutefois attiré l'intérêt des chercheurs arachnophiles qui ont constaté qu'à l'occasion d'une copulation, certains des mâles en profitaient pour se défaire de leurs organes sexuels...

Certains en conclurent que ce mâle est sûr de réussir du premier coup, que sa libido est limitée ou que la copulation est pour lui une charge dont il veut se défaire à la première occasion. Ce qu'il fait donc souvent. Mais pour les chercheurs, c'est un peu court; ils ont par conséquent voulu savoir s'il n'y avait pas une autre raison, évolutive et plus subtile, qui offrirait à l'animal un avantage. Et il semble qu'ils l'ont trouvée. Premier constat: en perdant ses organes sexuels, le mâle réduit sa masse corporelle de 9%; près d'un dixième par conséquent, ce qui n'est à l'évidence pas négligeable. La conséquence est immédiate: il court plus vite ou plus longtemps. Et on l'a vérifié en forçant à un exercice prolongé des animaux émasculés ou non. Résultat: ceux qui se sont délestés de leurs appendices gagnent 20% d'endurance, ce qui peut donc les aider en cas d'attaque d'un prédateur ou d'un compétiteur de la même espèce.

Qu'on ne cherche pas à établir de vaines extrapolations à l'espèce humaine; la morphologie n'est pas la même, le rapport de poids non plus et - l'exemple

de quelques mammifères suffit à s'en convaincre - la présence des organes génitaux est plutôt favorable à la performance sportive chez les mâles. Il s'agit donc d'une simple adaptation évolutive

à effet favorable, pour une espèce d'araignée en particulier. Et on s'en tiendra gentiment à ce simple constat... ■

► *Nature* 2012 (486): 296

Toute transposition à l'humain...

Une étude récemment publiée portant sur les mammifères marins (morses, phoques, lions de mer) rapporte qu'il existe un rapport inverse entre la masse corporelle - déterminante dans les combats entre mâles - et la taille du sexe ainsi que du poids des testicules. Chez les espèces évoquées, les mâles concourent pour la constitution de leur harem, dans un registre de force physique où le poids constitue incontestablement un atout dans les combats singuliers auxquels ces animaux se livrent. Et il semble donc - mesures à l'appui - que cette option dominatrice qui fait la part belle à la force «bestiale» a pour corollaire d'éventuelles difficultés copulatoires ou reproductrices ensuite.

Il va de soi qu'on ne peut un instant imaginer qu'une transposition immédiate à l'humain soit possible. Mais peut-on interdire à quelques-uns de franchir le pas? ■

► *Nature* 2012 (487): 8



33

Il y a un peu plus, je vous le mets ?

On est étonné de constater qu'au départ de quelques vestiges osseux parfois, des paléontologues sont capables de reconstituer l'animal ou l'humain entier d'abord et d'évaluer ensuite leur masse. On imagine sans peine que l'expérience et la comparaison avec des vestiges plus complets de la même espèce doivent considérablement aider. Rien n'interdit non plus de penser que les mêmes spécialistes ont, avec le temps, mis au point des logiciels qui permettent, à partir de quelques données relevées, de reconstituer une «structure la plus probable», ce qui ensuite, permet une évaluation de la masse corporelle. Cela ne signifie toujours pas que l'estimation corresponde réellement à la réalité; et on sait que lorsqu'on s'intéresse aux grands sauriens du secondaire, notamment, la tentation est grande de donner dans le gigantisme.

Dans le souci de coller au plus près de la réalité, des chercheurs ont récemment développé un nouveau logiciel qui, tablant sur un squelette reconstitué, permet d'établir la morphologie la plus probable d'abord et d'effectuer une estimation de la masse corporelle ensuite. Pour valider leur modèle, ils l'ont testé sur de gros mammifères bien contemporains, comme le bison et l'éléphant. Ils n'ont ensuite plus eu qu'à comparer leur estimation au poids réel des animaux paramétrés, passés sur la balance. Résultat: une sous-évaluation de 21% en moyenne; une différence qui est réapparue de façon récurrente au fil des mesures effectuées. Pragmatiques, les chercheurs n'ont pas jugé utile de modifier leur modèle, mais ont définitivement considéré qu'en ajoutant ces 21% au résultat final, ils étaient proches de la réalité. Une forme de TVA, en quelque sorte (Tentative Valable d'Approximation) dont ils n'avaient pas tenu compte jusque-là. Quand il y a moyen de faire simple, pourquoi s'en priver? ■

► *Nature* 2012 (486): 16



Les mâles de l'araignée *Nephilengys malabarensis* peuvent perdre leurs organes génitaux (appelés palpes) pendant la copulation. Les images présentent un mâle intact (à gauche), un demi-eunuque (au centre) et un eunuque (à droite).

Cellules de mauvaise souche

Une idée de plus en plus répandue chez les biologistes est que les cellules propagatrices des tumeurs malignes sont des «cellules souches cancéreuses», c'est-à-dire des cellules souches qui, après mutation génétique, seraient devenues dissidentes. Elles auraient la capacité de migrer pour générer des métastases, seraient résistantes à la chimiothérapie et à la radiothérapie et constitueraient le bras armé des rechutes. Pour la première fois, leur présence a été mise en évidence dans un modèle de tumeur à croissance spontanée. Des travaux dont la paternité revient à des chercheurs de l'Université libre de Bruxelles (ULB)

34

Texte : Philippe LAMBERT • ph.lambert.ph@skynet.be
Photos : SCIENCE (p.34), Ph.LAMBERT (p.35), ULB (p.36)

Depuis plusieurs années, l'équipe du professeur Cédric Blanpain, chercheur qualifié du FNRS et investigateur du WELBIO (1), s'intéresse à l'origine et au développement des cancers. Ce groupe, dont le port d'attache est l'Institut interdisciplinaire en recherche humaine et moléculaire (IRIBHM) de l'ULB, s'efforce de mettre en lumière la «mécanique» cellulaire et moléculaire présidant à chaque étape de la cancérisation. Les cellules souches cancéreuses (CSCs) sont au cœur de leurs travaux.

Pour mener ceux-ci à bien, les chercheurs de l'IRIBHM ont développé un nouvel outil en 2010: l'analyse clonale, une technique de pointe de traçage génétique par fluorescence qui leur permet de suivre le devenir de cellules

isolées, ainsi que celui de leurs descendantes. Après avoir contribué à différentes avancées majeures qui valurent à leurs auteurs des publications dans les revues les plus prestigieuses, l'analyse clonale vient à nouveau d'être à l'origine d'une découverte capitale (2).

De précédents travaux émanant de divers laboratoires avaient montré l'existence de cellules souches cancéreuses dans des tumeurs transplantées chez l'animal. D'abord, dans la leucémie aiguë; ensuite, dans des tumeurs solides - sein, cerveau, côlon, peau... Mais cela signifiait que lesdites tumeurs ne se développaient pas dans des conditions physiologiques. Ainsi, ces expériences faisaient souvent appel à des cellules humaines plongées dans un environnement où elles étaient dissociées des cellules qu'elles côtoient naturellement et où les facteurs de crois-

sance qu'elles recevaient, issus de la souris, n'avaient pas toujours d'impact sur elles. De toute façon, une tumeur transplantée d'un animal vers un autre n'a rien non plus de naturel. En outre, les animaux utilisés dans toutes ces études étaient sévèrement immunodéficients. «Autrement dit, ces expériences mettaient en évidence ce que la cellule peut faire, mais pas nécessairement ce qu'elle fait habituellement, c'est-à-dire dans son environnement propre», précise le professeur Blanpain.

Organisation hiérarchique

C'est ici que se situe l'importante valeur ajoutée des recherches récemment réa-

Bioexpress



Nom: BLANPAIN

Prénom: Cédric

Formation:

Spécialisation en médecine interne (2002), Docteur en sciences médicales (2001), Docteur en médecine (1995). Chercheur qualifié du FNRS et chercheur à l'Institut de recherche interdisciplinaire en biologie humaine et moléculaires de l'ULB.

Adresse:

Institut de recherche interdisciplinaire en biologie humaine et moléculaire (IRIBHM)
Université libre de bruxelles (ULB)
808, route de Lennik, BatC, C6-130
1070 Bruxelles

E-mail: labblanp@ulb.ac.be

Cédric.Blanpain@ulb.ac.be

Site internet: <http://iribhm.org/>

lisées par les biologistes de l'IRIBHM. Ils furent en effet les premiers à démontrer l'existence de cellules souches cancéreuses dans un modèle *in vivo* de croissance tumorale spontanée. Pour générer la maladie, en l'occurrence des tumeurs squameuses de la peau, ils administrèrent aux souris un agent cancérogène. Bref, il n'y eut ni greffe de cellules tumorales ni recours à des animaux immunodéficients. Grâce au traçage génétique rendu possible par l'analyse clonale, Cédric Blanpain et son équipe purent observer comment se comportaient, dans leur environnement naturel, les cellules tumorales qu'ils avaient décidé de marquer.

En fait, leur expérience recelait deux facettes. Car, avant de polariser leur attention sur le carcinome spinocellulaire, ils la focalisèrent sur une autre tumeur, un papillome bénin de la peau, qui allait leur permettre le jeu des comparaisons. Que constatèrent-ils en plongeant l'œil dans leur microscope ? Que la plupart des cellules marquées de ce papillome disparaissaient, que leur potentiel de prolifération était limité. «*Si le nombre de cellules marquées se réduisait au fil du temps, une fraction d'entre elles possédaient néanmoins la capacité de survivre longtemps, engendrant des descendants qui allaient former une part significative de la tumeur*», rapporte Cédric Blanpain.

Tout se passait donc comme si les cellules marquées se révélaient être de deux types: des cellules progénitrices (3) qui se divisaient quelques fois puis s'effaçaient, contribuant ainsi à la croissance temporaire du papillome, et une petite population de cellules souches tumorales qui en soutenaient le développement à long terme en produisant une myriade de descendants.

Dans ce type de tumeur, on observe donc la présence d'une organisation hiérarchique composée de cellules souches tumorales, au sommet, et de progéniteurs à durée de vie plus courte. Peut-on modéliser mathématiquement le phénomène ? C'est ce qu'ont fait les chercheurs de l'IRIBHM en collaboration avec le professeur Benjamin Simons, physicien-mathématicien de l'Université de Cambridge, en Grande-Bretagne. «*En se basant sur les données issues de l'analyse clonale, ce dernier a élaboré un modèle dont il ressort que le*

papillome bénin renfermerait 80% de cellules à amplification transitoire et 20% de cellules souches tumorales (non cancéreuses), explique Cédric Blanpain. *Ce modèle prédit par ailleurs que ces cellules minoritaires se divisent en moyenne deux fois par jour.*»

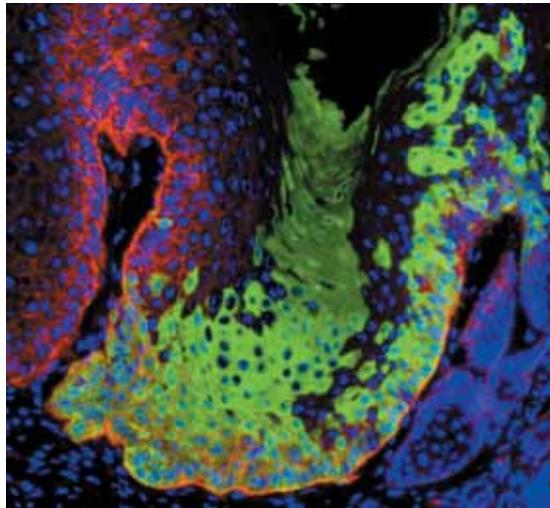
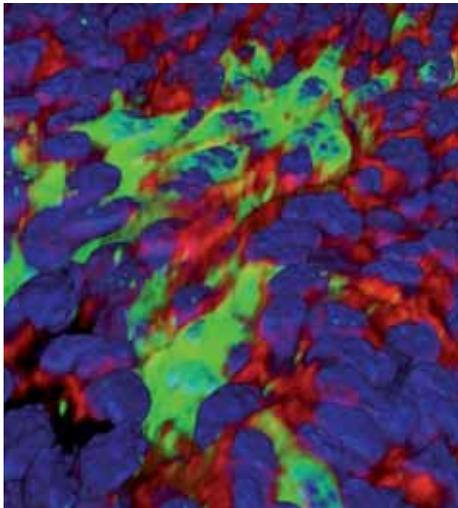
Cette prédiction fut testée par l'équipe bruxelloise. Avec succès, puisque, en accord presque parfait avec le modèle mathématique, les chercheurs observèrent que 18% des cellules de la tumeur bénigne se divisaient effectivement deux fois par jour.

Des résultats convergents

La hiérarchie cellulaire en vigueur dans le papillome bénin semble similaire à celle rencontrée dans l'épithélium normal, ainsi que le suggère une autre étude de l'équipe du professeur Blanpain et de Benjamin Simons. Publiée en septembre 2012 dans *Nature* (4), elle avait trait au renouvellement de la peau. Et de fait, selon le modèle proposé dans ce cadre, l'épiderme serait organisé de façon hiérarchique lui aussi, avec, au sommet, un faible pourcentage de cellules souches dont la durée de vie est très élevée et, à l'échelon inférieur, une population de progéniteurs qui disparaissent au cours du temps. «*La dynamique qui sous-tend la croissance des tumeurs bénignes de la peau mime ce que l'on observe dans le tissu normal*», commente Cédric Blanpain.

Quid, à présent, du carcinome spinocellulaire ? Dans cette tumeur maligne de



**À gauche:**

En vert, les descendants d'une cellule souche cancéreuse dans un carcinome spinocellulaire.

À droite:

En vert, les descendants d'une cellule souche tumorale dans un papillome.

la peau, la hiérarchie en vigueur dans le tissu sain ou dans le papillome bénin s'estompe, l'organisation pyramidale s'effondre. En d'autres termes, la grande majorité des cellules marquées par les chercheurs présentent les traits de cellules souches cancéreuses: elles possèdent un haut potentiel de prolifération, mais une capacité de différenciation extrêmement faible. D'après le modèle mathématique conçu par le professeur Simons, le carcinome étudié serait composé, pour quelque 90%, d'un seul type de CSCs qui en assureraient l'expansion géométrique.

L'étude sur les cellules souches cancéreuses fut publiée en août 2012 dans *Nature*, sous l'intitulé *Defining the mode of tumour growth by clonal analysis*. Premier auteur: Gregory Driessens, qui a bénéficié d'un des «mandats de retour» du programme *Brain back to Brussels* de la Région Bruxelles-Capitale. Au même moment sortirent, respectivement dans *Nature* et dans *Science*, deux autres études qui, utilisant elles aussi une technique de traçage génétique, dévoilèrent une réalité analogue à celle mise en exergue par les chercheurs belges. La première (5), qui était centrée sur le glioblastome, une tumeur maligne du cerveau, dévoilait l'existence d'une sous-population de cellules résistant aux traitements et qui seraient responsables de la rechute de la maladie après ablation de la tumeur. Ces cellules auraient des caractéristiques similaires aux CSCs découvertes par l'équipe de Cédric Blanpain. Quant à la seconde étude (6), elle s'intéressait à une tumeur bénigne de l'intestin. «À l'instar de nos recherches sur le papillome de la peau, ces travaux ont montré la présence d'une organisation

hiérarchique entre les cellules tumorales de cet adénome intestinal, indique Cédric Blanpain. Elle serait proche de celle rencontrée dans le tissu sain.»

La part du hasard

Deux modèles, qui ne sont pas mutuellement exclusifs, ont été élaborés pour expliquer la croissance et l'hétérogénéité des cancers. Dans le modèle stochastique, toutes les cellules tumorales sont jugées équivalentes; par le hasard de mutations génétiques ou de modifications épigénétiques, une fraction d'entre elles va contribuer significativement à la croissance tumorale. Par contre, dans le modèle des cellules souches cancéreuses, plus récent, il existe une hiérarchie cellulaire au sommet de laquelle «trônent» des CSCs dotées d'un haut potentiel de prolifération. Ce second modèle a le vent en poupe depuis une quinzaine d'années. En 1994, en effet, John Dick, de l'Université de Toronto, apporta la première preuve de l'existence de cellules souches cancéreuses dans la leucémie aiguë chez la souris. Et en 2003, son confrère américain Michaël Clarke, de l'Université du Michigan, réussit le même tour de force dans une tumeur solide: il isola des CSCs dans des tumeurs primaires et secondaires (métastases) prélevées chez des patientes traitées pour un cancer du sein. Depuis, des découvertes analogues ont été effectuées dans de nombreux types de tumeurs malignes - côlon, cerveau... Mais jusqu'ici, rappelons-le, les propriétés des CSCs se réfèrent à

leur capacité à reformer une tumeur identique à la tumeur dont elles étaient issues, après transplantation chez des animaux immunodéficients.

Aujourd'hui prévaut l'idée que les cellules souches cancéreuses induisent et soutiennent la croissance tumorale, résistent à la chimiothérapie et à la radiothérapie, sont responsables des rechutes après traitement. L'apport des chercheurs de l'ULB (professeur Blanpain) et de l'Université de Cambridge (professeur Simons) n'est pas seulement d'avoir démontré, pour la première fois, la présence de CSCs dans un modèle de croissance tumorale spontanée, mais aussi de concilier, dans une certaine mesure, les modèles stochastique et hiérarchique susmentionnés.

Lorsqu'elle se divise, une CSC a trois possibilités: donner naissance soit à deux cellules souches (on parle alors de «renouvellement symétrique»), soit à deux cellules progénitrices («différenciation symétrique»), soit à une cellule souche et à une cellule progénitrice («renouvellement asymétrique»). La composition de la population cellulaire globale nous pousse à considérer qu'une CSC doit engendrer une autre CSC et un progéniteur. Toutefois, le modèle proposé dans cette étude repose sur un autre postulat: dans 80% des cas, une cellule souche se plie effectivement à cette règle, mais dans 10% des cas, elle génère deux cellules souches et dans 10 autres pour cent des cas, deux progéniteurs. Il n'en est pas moins vrai qu'on ne peut émettre aucune prédiction quant au comportement individuel de chaque CSC. «Il existerait donc une part de stochasticité à ce niveau», souligne Cédric Blanpain.

Cela n'est pas anodin. Car si le mode de division des CSCs recèle une composante aléatoire, l'hétérogénéité tumorale pourrait en être la conséquence et non, comme on le pense généralement, le résultat d'une sélection darwinienne. «Devant le caractère hétérogène des cellules de certains cancers, des pans de la tumeur apparaissant histologiquement très différents, les pathologistes ont coutume d'avancer l'argument de l'événement génétique qui aurait conféré un avantage sélectif à une CSC donnée dans sa "zone géographique", dit Cédric Blanpain. Selon notre modèle, le phénomène observé pourrait aussi être le résultat de ce que l'on pourrait appeler une "dérive neutre". En clair, l'hétérogénéité ne serait pas nécessairement due à l'avantage sélectif dont aurait profité une CSC à la suite d'une mutation, mais résulterait simplement du fait que, dans le cadre d'un processus aléatoire, la CSC, qu'elle soit mutée ou non, aurait donné naissance à des pans entiers de la tumeur. Et ce serait un peu par hasard que ces deux lignées cellulaires se seraient imposées.»

De nombreuses inconnues

L'étude de l'IRIBHM offre une vision nouvelle de la manière dont les tumeurs grandissent. De surcroît, elle suscite diverses questions sur lesquelles les chercheurs ne tarderont pas à se pencher. Au cours de la progression tumorale, quels changements observe-t-on dans la dynamique du cancer ? Ce qui est vrai pour les tumeurs cutanées l'est-il pour d'autres types de tumeurs ? Par quel mécanisme «déviant» des cellules souches deviennent-elles des cellules souches cancéreuses ? «Comme les cellules souches cancéreuses et les cellules progénitrices qui en descendent possèdent le même génome, la spécificité des CSCs doit trouver son origine dans un mécanisme autre que la mutation génétique», suggère le professeur Blanpain.

Une autre question essentielle concerne la manière dont les CSCs se divisent. Quels sont les événements moléculaires qui sous-tendent le renouvellement symétrique (deux CSCs), la différenciation symétrique (deux cellules progénitrices) et le renouvellement asymétrique (une CSC et une cellule progénitrice) ?



En particulier, démêler l'écheveau des mécanismes amenant la CSC à la différenciation, à donner naissance à des progéniteurs, cellules dont on connaît l'évanescence, donc le faible potentiel de division, pourrait déboucher sur d'importantes retombées thérapeutiques. «Si on connaissait ce mécanisme, on pourrait envisager de traiter les cancers en poussant leurs cellules souches à se différencier», déclare notre interlocuteur.

Autre point: lors des traitements par chimiothérapie ou radiothérapie, sont-ce les cellules souches cancéreuses qui résistent à la thérapie, ou d'autres cellules ? Et par ailleurs, les récurrences après traitement s'appuient-elles sur les mêmes mécanismes que la croissance tumorale primaire ou empruntent-elles d'autres voies ?

Nous l'avons souligné, la grande originalité des travaux les plus récents de l'équipe du professeur Blanpain est d'avoir réussi à étudier une tumeur se développant dans son environnement naturel. Mais il s'agissait en l'occurrence d'une tumeur murine. Comment franchir le pas vers l'homme ? Ainsi que l'indique Cédric Blanpain, réaliser du traçage génétique en temps réel chez l'être humain est proscrit pour des raisons éthiques évidentes. Le recours à des méthodes alternatives s'avérera donc nécessaire. Les chercheurs n'auront *a priori* d'autre choix que de greffer des cellules tumorales humaines chez la souris immunodéficiente, puis de les marquer. Alors, retour à la case départ ? Non, car les résultats des futures expériences pourront être interprétés à la lumière des données récoltées précédemment à partir du modèle de croissance tumo-

rale spontanée. «Si nous retombons sur des données similaires, il y a de grandes chances que ce ne soit pas le fruit du hasard», conclut Cédric Blanpain. ■

- (1) Institut wallon virtuel de recherche dans les domaines des sciences de la vie.
- (2) Gregory Driessens et al., Defining the mode of tumour growth by clonal analysis, *Nature*, 2012.
- (3) On distingue plusieurs types de cellules souches selon leur potentiel de différenciation. Dotées de capacités de division limitées, incapables de s'autorenouveler de manière virtuellement infinie, les cellules progénitrices (ou progéniteurs) n'appartiennent pas à cette classe.
- (4) Guilhem Mascré et al., Distinct contribution of stem and progenitor cells to epidermal maintenance, *Nature*, 2012.
- (5) Jian Chen et al., A restricted cell population propagates glioblastoma growth after chemotherapy, *Nature*, 2012.
- (6) Arnout G. Schepers et al., Lineage Tracing Reveals Lgr5+ Stem Cell Activity in Mouse Intestinal Adenomas, *Science*, 2012.

Les richesses du sous-sol namurois

Des chercheurs belges
y ont découvert les
restes du plus vieil ami
de l'homme et le fossile
complet d'un insecte
vivant il y a environ...
365 millions d'années !
Tout ça, en terre
wallonne, près de
chez nous !

38

1

Texte : Paul Devuyst

Photos : R. van STOKKOM/Flick'r (p.38),

IRSNB (p.39), R.GARROUSTE/MNHN, Paris (p.40)

N. Tamura (p.40), Nature/Schéma, vol 488 - 2 août 2012 (p.41)

>> En bref...

- * Le crâne du chien domestique le plus ancien jamais trouvé a été découvert dans les grottes de Goyet, en région namuroise. Il a 32 000 ans.
- * La domestication du loup est sujette à plusieurs hypothèses: soit de jeunes loups peu farouches auraient été apprivoisés; soit ce sont les loups, en quête de restes de nourriture, qui auraient suivi l'homme.
- * À Strud, on a découvert le maillon manquant à la compréhension de l'évolution des insectes: *Strudiella devonica*. C'est le seul insecte retrouvé pour la période du Dévonien supérieur. Le "trou" est comblé.

En quelques jours, des chercheurs de l'*Institut royal des Sciences naturelles de Belgique (IRSNB)* auront considérablement modifié l'histoire de la faune. D'une part, l'analyse d'un crâne de canidé trouvé dans les grottes de Goyet réalisée par Mietje Germonpré, du Département paléontologie, a révélé que la domestication du chien s'était déjà produite il y a environ 32 000 ans. D'autre part, une équipe internationale comprenant Sébastien Olive et Cyrille Prestianni, également paléontologues, ont mis à jour sur le site de Strud le fossile d'un petit insecte datant du Dévonien supérieur.

Le chien le plus ancien

En 1989, lorsque le docteur en Sciences Mietje Germonpré entre au service paléontologie de l'*IRSNB* après avoir présenté une thèse sur les gros mammifères de l'Âge glaciaire en Flandres, sa recherche porte sur les collections de restes de la faune datant de l'Âge glaciaire trouvés dans les grottes de l'Ardenne et qui dormaient dans les caves du bâtiment.

Dans les ossements provenant des grottes de Goyet, fouillées dans les années 1860 par le géologue dinantais Édouard Dupont, elle découvre le crâne d'un animal qu'elle identifie comme étant celui d'un chien. Grâce à une analyse technique (au carbone 14), elle peut alors déterminer que l'animal a vécu il y a environ 32 000 ans, au côté de l'homme moderne. Une réelle surprise car jusqu'alors, les scientifiques estimaient que les restes du chien le plus ancien dataient de 12 à 14 000 ans. En effet, au début des années 2000, Mikhaïl Sablin (*Institut de zoologie* de Saint-Petersbourg) avait découvert des restes de chien datant de cette époque à Eli-seevichi (Sibérie).

Si les dents du crâne ressemblaient à celles d'un loup, l'ossature du museau et de la boîte crânienne était plus large et moins pointue que celle des loups fossiles. Compte tenu des dimensions du crâne, il devrait s'agir d'un animal assez grand, pesant environ 35 kg, du type husky et descendant du loup gris, explique notre scientifique.

Un os de mammoth

En collaboration avec Mikhaïl Sablin et Martina Láznicková-Galetová de l'*Institut d'anthropologie* de Brno (Tchéquie), Mietje Germonpré a également travaillé sur un site archéologique de Paléolithique supérieur (1) très riche en ossements canins puisque plus de 4 000 y ont été détectés (*Journal of Archaeological Science*).

Les chercheurs ont étudié divers crânes de canidés découverts sur ce site dont l'analyse a permis de déterminer que 3 d'entre eux appartenaient bien à des chiens qui vivaient il y a environ 26 000 ans (*Canis familiaris*). Assez bizarrement, l'un de ces chiens ne serait pas mort en chassant ou en mangeant: un os de mammoth avait été placé entre ses mâchoires après sa mort par des humains. Un rituel qui constitue une sorte d'offrande visant à accompagner l'animal dans le monde des morts. Normalement, ce traitement était réservé aux humains bien qu'il ait été observé chez des chiens chasseurs en Sibérie.

Autre détail: les scientifiques ont observé des perforations dans les crânes de plusieurs canidés. Celles-ci pourraient être également le signe d'un rite pratiqué par les humains visant à libérer l'âme du corps de l'animal.

Cave canem

Le chien est le meilleur ami de l'homme et il est devenu totalement dépendant de son maître. Il est évident que les bassets et autres petits chiens d'agrément, très fragiles et d'une certaine façon, dégénérés par rapport aux loups, sont incapables de se défendre dans la nature. Si les premiers chiens avaient encore une tâche à effectuer (aide à la chasse, surveillance de troupeaux, porteurs de charges), beaucoup de races modernes n'ont pour fonction que d'agrémenter la vie de leur propriétaire, d'où leur appellation de «chiens de compagnie».

Comment le loup a-t-il été domestiqué ? Selon la scientifique, 2 hypothèses sont en présence: soit la domestication s'est faite progressivement à partir de jeunes loups peu farouches, soit l'animal a suivi l'homme préhistorique afin de profiter des restes de sa nourriture. Dans ce cas, on assiste à une domestication naturelle des moins agressifs. Toutefois cette théorie se heurte au fait que l'homme préhistorique était nomade et n'abandonnait que peu de nourriture.

Reste la question - qui divise encore le monde scientifique aujourd'hui - de savoir où et quand le chien a été domestiqué. Ici encore 2 hypothèses sont avancées: la première basée sur de récentes



2

(1) Période de la Préhistoire caractérisée par l'arrivée de l'homme moderne en Europe, qui se situe entre 35 000 et 10 000 ans avant notre ère et correspond à la fin de la dernière période glaciaire. Le paléolithique supérieur est très connu pour les squelettes de plusieurs dizaines d'humains et les ossements de plus d'un millier de mammoths qui y ont été découverts.

39

1. Chien-loup tchèque, une des deux seules races de chien-loup reconnue par la Fédération cynologique internationale;
2. Comparaison entre un crâne de loup et d'un canidé (coyote);
3. Crâne du chien préhistorique de Goyet datant de 32 000 ans.

3





Le loup gris (*Canis lupus*) est l'espèce de canidés la plus répandue et l'ancêtre du meilleur ami de l'homme, le chien domestique.

40

Strudielladevonica, le plus vieux fossile complet d'insecte jamais trouvé.



analyses d'ADN suggère que sa domestication a débuté dans le sud de la Chine ou au Moyen-Orient dès la fin de l'Âge glaciaire, avant celle du mouton, de la chèvre et du bœuf. L'autre supposition consiste à situer le début la domestication à la même époque mais en Europe cette fois. Et pourquoi pas en ces 3 endroits simultanément ?

Actuellement, Mietje Germonpré travaille sur les ossements de loups trouvés dans le Trou des Nutons, une grotte près de Furfooz, à la recherche d'une réponse à la simple question «comment et pourquoi l'homme préhistorique a-t-il domestiqué un animal aussi dangereux que le loup ?».

Strudiella

À quelques kilomètres de la grotte de Goyet se trouve le petit village de Strud (commune de Gesves). À la fin du 19^e siècle, des découvertes paléontologiques importantes avaient déjà été réalisées, dans une carrière aujourd'hui abandonnée. Certaines de ces découvertes avaient été étudiées par notre concitoyen Maximin Lohest (qui découvrit précédemment l'Homme de Spy) et publiées en 1888. Le paléontologue Gaël Clément du *Muséum national d'Histoire*

naturelle de Paris, en redécouvrant ces travaux, s'est rendu compte qu'un fragment de mandibule, attribué par Lohest à un poisson, n'en est en fait pas. En 2003, il l'identifie comme appartenant au fossile *Ichthyostega*, un tétrapode. Ce groupe est considéré par les paléontologues comme un témoin du passage de la vie aquatique à la vie terrestre, un maillon important dans la progression des espèces sur terre.

C'est dans ce même site qu'une équipe internationale composée de paléontologues français du *Muséum nationale d'Histoire naturelle* de Paris, de l'Université d'Uppsala (Suède), de l'Université du Kansas (USA) et belges de l'IRSNB et de l'Université de Liège a découvert le fossile complet d'un petit insecte datant du Dévonien supérieur, c'est-à-dire il y a -365 millions d'années environ.

L'insecte, vraisemblablement terrestre, baptisé *Strudiella devonica*, a un corps allongé d'une longueur de 8 mm. Il présente une tête relativement grande avec de grandes antennes, de gros yeux et des mandibules robustes.

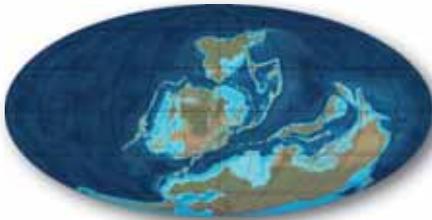
Il pourrait s'agir d'un insecte ailé mais les ailes ne sont malheureusement pas conservées ici. Leur absence plus la petite taille du fossile plaident en la faveur d'une nymphe. Si tel était le cas, l'abdomen du fossile ne devrait pas présenter de parties génitales. L'abdomen étant trop abimé, il est impossible d'infirmier ou de confirmer cette hypothèse. Déterminer le stade de développement de l'insecte (larve ou adulte) s'avère donc chose impossible. Bien que retrouvé dans le fond fossilisé du méandre d'une rivière temporaire en compagnie d'organismes d'eau douce comme des crustacés triopsidés, il s'agit d'un insecte terrestre qui ne présente aucun caractère morphologique ou organe permettant une adaptation à la vie aquatique.

Le fossile est conservé dans les collections de l'*Institut Royal des Sciences naturelles* de Belgique.



Un vide se comble

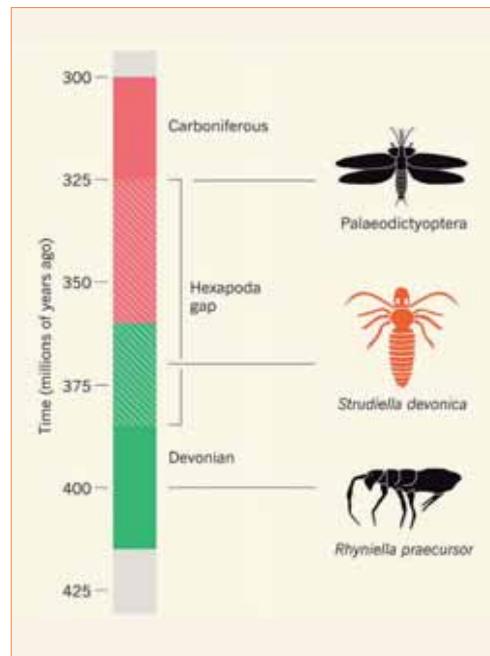
«À l'époque où vivait cet insecte, toutes les roches qui constituent aujourd'hui la Belgique n'existaient pas. Il faut s'imaginer des continents placés totalement différemment, avec notre pays situé au sud d'un très grand continent réunissant les États-Unis actuels, le Groenland, la Grande Bretagne et l'Europe de l'ouest. Ce qui constitue aujourd'hui l'Ardenne et le sud du pays étaient sous les eaux d'un océan aujourd'hui disparu, expliquent Sébastien Olive (spécialiste en vertébrés fossiles) et Cyrille Prestianni (paléobotaniste), de l'IRSNB, et nous nous trouvons dans une région de delta à l'époque de la formation des couches de roches dans lesquelles *Strudiella devonica* a été trouvé» (voir photo ci-dessous).



Cette découverte vient combler un vide scientifique, pour la paléontologie, qui s'étend de -385 à -325 millions d'années, une période durant laquelle aucun insecte n'a été trouvé, un «gap» («trou» en anglais) dans nos connaissances sur lequel on se pose encore énormément de questions, poursuivent les deux chercheurs, car ensuite on arrive dans le «houiller», une époque d'une très grande diversité en insectes. Avant ce gap, on a quelques fossiles d'insectes incomplets; après, on en a beaucoup; pendant... nous avons juste *Strudiella* ! (voir schéma à droite).

Un insecte primitif

Selon les 2 scientifiques, cette découverte est très importante à plusieurs titres étant donné qu'on est ici en présence de la première trace d'une morphologie tout à fait primitive... Nous pouvons donc jeter désormais une lumière orientée sur les fossiles moins anciens.



«D'autre part, cette découverte est tellement récente qu'il est encore impossible d'en tirer toutes les conclusions», affirment-ils. «Il faut réinjecter l'histoire de ce fossile dans nos connaissances actuelles et analyser à nouveau l'ensemble de ce que l'on connaît du monde des insectes primitifs à la lumière de cette découverte».

D'après eux, on ne peut pas introduire *Strudiella devonica* dans un groupe d'insectes précis. Il est certain que l'on est en présence d'un insecte mais il est impossible de le rattacher à un groupe moderne particulier.

Il ne s'agit pas du premier insecte sur Terre. Il y avait déjà des insectes au Dévonien inférieur, 30 millions d'années avant, mais il révèle cependant qu'il y avait déjà une diversité à cette période. Une évolution masquée par ce fameux «gap» et suivie par une biodiversité étonnante. Par ordre d'abondance, dans la carrière de Strud, les fossiles de végétaux viennent en premier, suivis par les vertébrés et les petits crustacés et seulement après viennent les insectes. Ceux-ci ne se trouvent que très rarement dans le Dévonien parce qu'ils sont extrêmement fragiles et parce qu'en général, on ne dispose que de peu de sédiments favorables à leur fossilisation.

Un site favorable

Le Dévonien supérieur en Belgique est une période favorable à la fossilisation. Ce qui explique que notre pays peut

être considéré comme un pionnier dans l'étude de cette période, expliquent les 2 chercheurs. Ceci pour des raisons paléogéographiques et géopolitiques, le creusement de nombreux canaux et chemins de fer ainsi que l'exploitation de carrières ont mis à nu des richesses en fossiles considérables si bien que dans pratiquement tout le Condroz, on trouve des restes de cette époque.

Strud est cependant le seul endroit que l'on explore systématiquement depuis 2004 et depuis quelques années, 2 fois par an et pendant 10 jours, des scientifiques vont casser des mètres cube de roches en morceaux très fins, chacun étant examiné un par un ! Ce qui augure peut-être encore de nouvelles découvertes... ■



Pour en savoir plus:

- Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, rue Vautier 29, 1000 Bruxelles, tél.: 02/627.42.11
www.sciencesnaturelles.be
- Mme Mietje Germonpré, IRSNB, tél.: 02/627.44.64;
mietje.germonpre@sciencesnaturelles.be
- M. Sébastien Olive, IRSNB, tf : 02/627.44.47;
sebastien.olive@sciencesnaturelles.be
- M. Cyrille Prestianni, IRSNB, tél.: 02/627.44.84;
cyrille.prestianni@sciencesnaturelles.be



Le boson en questions

Texte : **Henri DUPUIS** • dupuis.h@belgacom.net
Photo : **CERN**

42

Représentation d'une collision proton-proton enregistrée sur le détecteur CMS. Elle montre les caractéristiques attendues de la décomposition d'un boson de Higgs en deux photons (lignes jaunes interrompues).

La probable découverte du boson de Higgs suscite bien des questions. Dans le numéro précédent, nous nous étions interrogés sur ce qu'avaient réellement «vu» les physiciens et pourquoi il avait fallu déployer autant d'efforts pour y parvenir. Dans cette seconde partie, cette découverte est confrontée à la théorie du Modèle Standard

Pourquoi un tel acharnement ?

Parce que le boson de Higgs est la solution à un problème soulevé par le Modèle Standard.

Toute la matière visible, celle dont les étoiles et nous-mêmes sommes constitués, est composée à partir d'un petit nombre de particules élémentaires dont

les interactions sont régies par 4 forces fondamentales. Le modèle théorique qui décrit cet ensemble porte le nom de Modèle Standard. Il regroupe 25 particules élémentaires dont 24 avaient déjà été découvertes expérimentalement; il ne manquait que la 25^e au tableau de chasse des physiciens: le boson de Higgs ou boson H.

Ces 25 particules élémentaires se divisent en 2 catégories: les particules de matières, à savoir les 12 fermions et les particules de champ (photon, 8 gluons et 4 bosons, mais ces 13 particules sont aussi regroupées sous le terme unique de bosons de jauge). Ces dernières sont des médiateurs qui permettent de véhiculer les forces d'interaction. Les fermions sont répartis en 3 générations qui classent les particules en fonction de leur masse. La 1^{ère} génération regroupe les particules les plus légères et stables: ce sont les constituants de la matière qui nous entoure et donc de nous-mêmes. Les autres fermions, instables, ont existé dans les tout premiers instants de l'Univers et sont recréés artificiellement dans les accélérateurs. Remarquons enfin que ce modèle ne tient compte que de 3 des 4 forces fondamentales (électromagné-

tisme, force forte et force faible). La 4^{ème}, la gravitation, est en effet négligeable à l'échelle des événements décrits par le modèle. Par contre, elle est très importante à notre échelle (tomber, cela fait mal et d'autant plus mal qu'on tombe de haut !) ou à celle de l'Univers. Ce modèle fonctionne remarquablement bien et a permis d'expliquer bien des expériences et prédire beaucoup de phénomènes. Pourquoi alors s'acharner ainsi à trouver la dernière particule, outre pour la satisfaction d'enfin remplir toutes les cases du tableau après un demi siècle d'efforts ?

C'est que le Modèle Standard conduit parfois à des incohérences. Revenons à nos forces qui résultent de l'échange de particules porteuses de forces, les bosons. En fait, les particules de matière transfèrent de l'énergie en s'échangeant ces bosons. C'est ainsi que la force forte (la plus puissante de toutes, mais de portée très limitée, elle n'agit qu'au niveau subatomique) est véhiculée par les gluons; la force électromagnétique (elle a une portée infinie, c'est pourquoi la lumière nous parvient de l'infini) est véhiculée par le photon; la force faible (elle n'agit aussi qu'au niveau subato-

mique) est véhiculée par les bosons W et Z. Cependant, à des énergies élevées, forces électromagnétique et faible semblent agir à parts égales et se ressemblent de plus en plus. Toujours en quête d'unification, les physiciens sont arrivés à la conclusion qu'elles sont des manifestations différentes d'une même force qu'ils nomment électrofaible. Mais d'après les équations du modèle standard, cela ne se peut que si les particules porteuses de force sont de masse nulle ! Or, l'expérience a montré que si c'est bien le cas du photon et des gluons, ce n'est pas le cas des bosons W et Z ! Pire: si forces électromagnétique et faible sont de même nature, comment expliquer que l'une est véhiculée par un boson de masse nulle et pas l'autre ? C'est pour résoudre cette contradiction interne au modèle standard que Peter Higgs d'un côté, Robert Brout et François Englert de l'autre, ont postulé l'existence d'un champ et d'une particule associée.

Champ ou particule ?

La théorie proposée par les 3 théoriciens postule que, juste après le *Big Bang*, les particules élémentaires n'avaient pas de masse. Quelques fractions de secondes après celui-ci, lorsque la température a diminué, un champ de force s'est formé en même temps que les bosons qui lui sont associés. Cette différence entre un «avant» et un «après» est fondamentale. Malgré le désir d'unification des physiciens, le fait que la force faible ait un boson médiateur de masse non nulle alors que la force électromagnétique en a un de masse nulle indique clairement que les 2 forces sont tout de même différentes. Mais les physiciens estiment qu'il y a eu un moment où elles étaient indiscernables et que le refroidissement de l'Univers les a séparées. Ils ont donc cherché un mécanisme qui permet d'avoir des forces unifiées à haute température et dissociées à basse température, dissociation qui se marque par le fait que les bosons Z et W (véhicules de la force faible) acquièrent alors une masse. Pour ce faire, les physiciens ont imaginé la présence d'un champ. C'est avec lui que certaines particules interagissent, ce qui leur confère une masse. L'analogie la plus simple pour tenter de comprendre ce phénomène et celle d'une piscine remplie d'eau (le champ de Higgs); certaines particules (mais pas le photon par exemple) vont y être freinées; elles

acquièrent en quelque sorte de l'inertie, donc de la masse. Et certaines seront plus freinées que d'autres, ce qui signifie qu'elles sont plus «lourdes».

Fort bien. Mais ce que les expérimentateurs du *CERN* ont mis en évidence, c'est une particule, un boson, et non pas un champ ! Où est la différence ? Nous sommes ici dans le monde quantique, donc dans un monde dual onde/particule. Au champ magnétique est associé le photon; le champ de Higgs doit lui aussi se «matérialiser» par une particule: le fameux boson du même nom. En le découvrant, du moins si c'est bien le cas, les physiciens auront donc confirmé l'existence du champ de Higgs.

Et la masse dans tout cela ?

On a vu que c'est pour expliquer la masse que le champ de Higgs a été imaginé par les théoriciens. Cette présentation, forcément très simplifiée, n'est cependant pas tout à fait exacte.

Constatons d'abord, et c'est fondamental, que si l'existence du champ de Higgs est bien confirmée dans les mois qui viennent, cela signifie que la masse des bosons Z et W (et l'absence de masse des gluons et du photon) n'est pas une propriété qui leur est intrinsèque: elle naît d'une interaction avec un champ. Et pas avec les bosons H comme on a pu parfois le lire. En général, il n'existe pas de bosons H autour de nous; ils naissent d'une excitation du champ de Higgs, excitation provoquée par le choc entre des particules (des protons dans le cas de l'expérience du *LHC*). Mais est-ce que cela explique toute la masse, et notamment notre masse à nous, celle des étoiles, bref celle de la matière visible ? Pas du tout !

Nous sommes essentiellement formés de protons et de neutrons (les électrons comptent pour peu !)... qui ne sont pas des particules élémentaires, mais sont formés de quarks et de gluons. Les gluons, on l'a vu, n'interagissent pas avec le champ de Higgs et leur masse est donc nulle; celle des quarks est très faible. Bref, l'ensemble n'explique qu'environ 5% de la masse du proton et du neutron ! Mais alors, d'où viennent les 95% restants de notre masse ? Des gluons... qui ont pourtant une masse nulle ! Depuis 2008,

on sait en effet que cette masse vient de l'énergie due aux interactions (mouvements) entre les gluons et les quarks. Les expériences menées pour arriver à cette conclusion ont en effet parfaitement corroboré ce qu'Einstein avait théorisé depuis 1905, à savoir l'équivalence entre l'énergie et la masse ($E=mc^2$). C'est en fait l'énergie de liaison représentée par les gluons qui constitue l'essentiel de la masse de la matière visible.

Presqu'inutile alors, ce champ de Higgs ? Tout ce bruit pour si peu ? Expliquer pourquoi certaines particules élémentaires ont une masse n'est déjà pas rien ! Rappelons que, médiateurs de la force faible, les bosons W sont responsables de la désintégration bêta à l'œuvre dans notre Soleil. Sans cette masse, il y a longtemps que celui-ci aurait disparu ! Enfin, sans le champ de Higgs, pas de masse pour les électrons... donc pas d'atomes. Et nous ne serions pas là pour le constater. Confirmer expérimentalement ces données théoriques n'est pas rien.

La fin d'une traque ou le début d'une autre ?

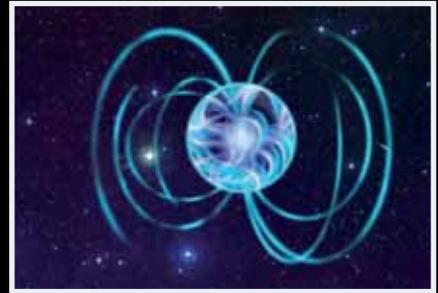
Que les résultats annoncés ce 4 juillet se confirment ou pas, ils ne représentent certainement pas une fin mais plutôt un début.

Si les caractéristiques du champ de Higgs et de son boson associé ne sont pas celles décrites exactement par le modèle standard, l'un et l'autre seront peut-être une porte ouverte vers des explications de la masse «invisible» (noire) de l'Univers. Et si le Higgs n'ouvre pas cette porte, un autre accélérateur, plus puissant, travaillant à des énergies encore plus élevées, est déjà en préparation dans les cartons des ingénieurs du *CERN* !

En attendant, le *LHC* a encore beaucoup d'autres expériences à réaliser. Qui déboucheront très certainement un jour sur des bouleversements dans notre vie quotidienne. N'oublions pas que c'est la volonté de partager presque en temps réel les résultats des expériences faites au *CERN* qui a conduit Tim Berners-Lee et notre compatriote (encore un !) Robert Cailliau à mettre au point le Web... ■

À la Une du Cosmos

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



▲
Une étoile massive extrêmement magnétique vient d'être découverte par une équipe internationale, dont un chercheur liégeois.

Photo: ESA - Christophe Carreau



◀
Des astronomes amateurs observant Jupiter ont à nouveau aperçu l'éclair d'un impact sur la planète géante.

Photo: George Hall



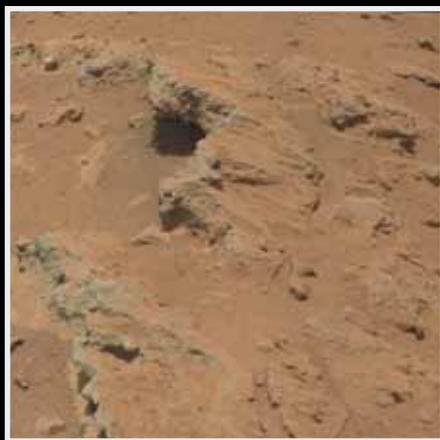
◀ ▲
Le record de «téléportation» a été porté à 143 km - distance séparant deux télescopes des Canaries. Ce phénomène quantique devrait être utilisé dans des ordinateurs et en télécommunication.

Photo: ESA



►
 En accumulant la lumière, le télescope Hubble a produit une image extrêmement précise des confins de notre Univers, avec 5 500 galaxies dans une zone 15 fois plus petite, en diamètre, que la pleine Lune.

Photo: HST



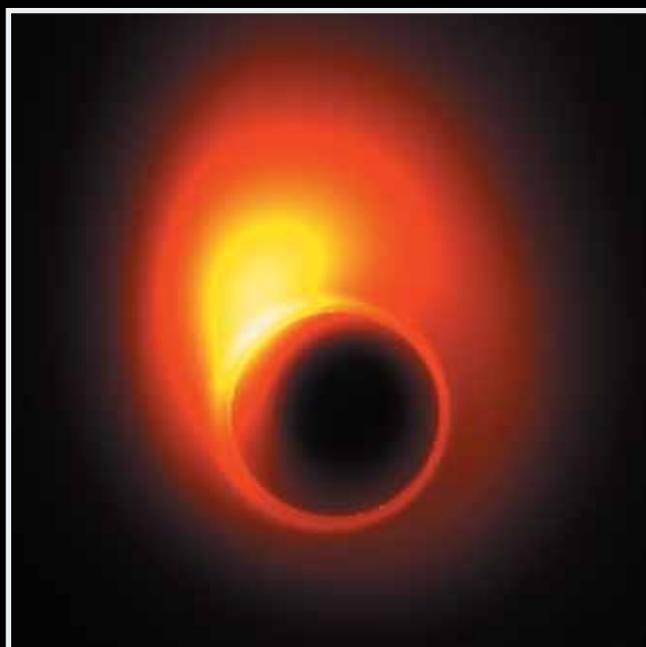
◀
 À «quelques» années près, le rover Curiosity aurait amerri plutôt qu'atterri ! Il y avait en effet à cet endroit entre 20 cm et un mètre d'eau bougeant à un mètre par seconde. En parallèle, le rover Opportunity découvrait de nouvelles concrétions sphériques mystérieuses de 3 mm de diamètre, et la sonde MRO annonçait des averses de carboglace (la glace de CO₂).

Photo: NASA

45

►
 Des radiotélescopes ont mesuré le point de non-retour, la dernière orbite stable pour la matière avant de tomber dans le trou noir au centre de la galaxie M87.

Photo: Avery E. Broderick
 (Perimeter Institute & University of Waterloo)



◀
 Alors que la sonde Dawn s'éloigne de Vesta, on dévoile de nouveaux résultats: surface riche en hydrogène et striée de lignes dues à une collision.

Photo: HST



Texte: Théo PIRARD • Photos: NASA

L'événement spatial de l'été s'est passé sur Mars où est arrivé le véhicule américain *Curiosity* qui a coûté 1,5 milliard d'euros. Le 6 août, avec son système de freinage, de type «grue», la sonde Msl (Mars Science Laboratory) de la Nasa a déposé, dans un important cratère, ce robot mobile, de près d'1 t et alimenté en électricité par une batterie thermique à radio-isotopes. Ses 6 roues motrices doivent lui permettre pendant au moins 2 ans de vagabonder sur un site vallonné et de l'inspecter avec 15 caméras et 6 ensembles de spectromètres et détecteurs.

L'exploration in situ des astres du système solaire passera inévitablement par l'emploi de robots mobiles, sous la forme de «rovers» qui roulent ou de «hoppers» qui sautent. Les automates fixes sont limités dans leurs observations de l'environnement, du paysage, du sol et sous-sol. À ce jour, on compte sur les doigts des 2 mains le nombre d'automates sur roues !

Sur quelles terres a-t-on déjà manœuvré à distance des systèmes mobiles ?

On a roulé sur la Lune et... sur Mars. Bientôt, on ira faire des bonds sur un astéroïde ! Des traces de roues dans le sol lunaire sont imprimées pour des siècles par 5 véhicules électriques qui s'y trouvent à l'arrêt... La Russie - alors l'Union Soviétique - fut la 1^{re} à rouler sur l'Astre des Nuits. Elle déposa en 1970, puis en 1973, 2 *Lunokhod* à 8 roues motrices, télécommandés depuis la Terre: *Lunokhod-1* a parcouru plus de 10,5 km, tandis que *Lunokhod-2* a roulé sur 37 km. En forme de marmites avec couvercles tapissés de cellules solaires, ils étaient équipés d'une source radioactive qui tenait au chaud leurs équipements lors des longues nuits lunaires. Les astronautes qui ont arpenté la Lune lors des expéditions *Apollo-15*, *16* et *17*, entre juillet 1971 et décembre 1972, ont déployé trois 4x4 lunaires électriques ou *Lrv* (*Lunar Roving Vehicle*) réalisés par *Boeing* et *Delco/General Motors*. Ils ont permis de s'éloigner du module d'alunissage jusqu'à plusieurs km.

Durant la décennie, les prochains tours de roues sur la Lune prendront une coloration globale. Les rovers lunaires de demain seront chinois avec *Chang'E-3* dès 2013, puis *Chang'E-4* en 2015, japonais avec *Selene-2* en 2015-2016, russo-indien avec *Chandrayaan-2* en 2016... Il y a la course du *Google Lunar X Prize* avec pas moins de 25 teams dans le monde qui osent relever le défi de déposer, puis déplacer un automate de leur conception sur un demi km sous un clair de Terre. Avec, à l'appui, des images Tv de la randonnée sélène. À ce jour, aucun n'est prêt à réaliser l'exploit, par manque de lanceur qualifié pour l'envoi d'une sonde vers notre satellite naturel.

Seuls les Américains ont réussi l'exploit de rouler sur Mars, à plus de 100 millions de km ?

La *Nasa* (*National Aeronautics & Space Administration*) a utilisé 4 véhicules électriques, avec 6 roues motrices, pour découvrir l'environnement martien. Le précurseur est le tout petit *Pathfinder*, alias *Sojourner*, d'à peine 10 kg qui fut déposé, grâce à la technologie des airbags, sur la Planète Rouge un 4 juillet 1997. S'apparentant à un jouet téléguidé, il était manœuvré pendant 83 jours,



De g. à d.: Un rover de type Spirit/Opportunity, le petit Pathfinder, alias Sojourner et le rover Curiosity.

fournissant des informations nouvelles sur la morphologie et la géologie de Mars. Début 2004, la *Nasa* a fait arriver en douceur, encore au moyen d'airbags, 2 rovers identiques d'une masse de 185 kg sur 2 sites fort différents: *Spirit* et *Opportunity* nous ont familiarisés à plusieurs types de cratères martiens.

Le 1^{er} rover se mit à rouler le 4 janvier 2004 pour parcourir 7,7 km sur un sol rocailleux et sablonneux. L'une de ses roues s'est enlisée en mai 2008 et en dépit des efforts pour la dégager, il a fallu mettre fin à sa mission en mai 2011. Quant au second, arrivé sur Mars le 24 janvier 2004, il a survécu à 5 «hivers» et parcouru «sans fautes» quelque 22 km. *Opportunity* poursuit sa mission d'exploration, aux côtés de *Curiosity* qui vient d'arriver. À sa suite, les prochains mobiles devraient être l'*ExoMars* européen de 2016 et l'*Exomars* russo-européen de 2018.

Pour se mouvoir sur les astéroïdes ou les noyaux cométaires, on privilégie les petits bonds... ?

Comme la pesanteur sur ces corps célestes est 1/100 celle de notre planète, il est aisé de se déplacer par bonds. Le Japon, avec sa sonde à propulsion électrique *Hayabusa-1*, qui a survolé le petit astéroïde Itokawa, n'a pu faire arriver sur son sol *Minerva-1* (*Micro-Nano Robot Vehicle for Asteroid*), un prisme d'une dizaine de cm et d'une masse de 591 g, destiné à bondir grâce à des ressorts... Ce n'est que partie remise. La version améliorée *Hayabusa-2* doit être lancée en décembre 2014, afin d'atteindre un astéroïde en juin 2018. Elle tentera de déposer *Minerva-2* ainsi que le *Mascot* (*Mobile Asteroid Surface Scout*) allemand de 10 kg, spécialement équipés pour sautiller à la surface. ■

Europe spatiale : stop ou encore ?

Texte: **Théo PIRARD** • theopirard@yahoo.fr

Photo: **NASA**

Les 20 et 21 novembre, l'Europe spatiale prendra ses quartiers dans le Palais des Bourbons de Naples, dans la cité historique de Caserte (Campanie). Les Ministres responsables de la stratégie spatiale des 20 États membres de l'Esa (Agence spatiale européenne) y tiendront Conseil pour décider des orientations programmatiques, avec leur impact budgétaire, de l'Europe dans l'espace jusqu'à la fin de cette décennie

Il leur faudra tenir compte des perspectives du Cfp (Cadre financier pluriannuel) de l'Union, défini par la Commission, actuellement débattu au Conseil et au Parlement européens. On sait que le programme Gmes (Global Monitoring for Environment & Security) des satellites Sentinel d'observation reste aléatoire, vu le sort budgétaire qui lui est réservé par la Commission. Par contre, le système Galileo de satellites civils de navigation globale est financé pour le reste de la décennie.

Parmi les principaux sujets que l'Esa aura à discuter dans le contexte difficile de restrictions des finances publiques dans plusieurs pays de l'Union, qui doivent compter leurs euros:

- la réévaluation du programme scientifique auquel chaque État membre doit souscrire. Il s'agit de financer les nouvelles missions d'astronomie, d'astrophysique et d'exploration planétaire qui font appel à des systèmes de plus en plus complexes, ce qui stimule la technologie;
- la continuité opérationnelle des systèmes spatiaux d'observation, avec les satellites météo Eps (Eumetsat Polar System) d'Eumetsat, le satellite d'océanographie Jason-3/Cryosat (mesure du niveau des mers et océans, état de la couverture des glaces), le Sentinel-5 Precursor (analyse des polluants atmosphériques). Le problème du financement des opérations Gmes jusqu'en 2020 risque de peser dans les débats;
- le futur de l'autonomie pour l'accès à l'espace avec le dilemme des priorités de la version améliorée Ariane 5-ME (Midlife Extension) pour 2017 et du Ngl (Next Generation Launcher), le lanceur des années 2020 qui doit remplacer l'actuel triptyque Ariane 5-Soyouz-Vega. Pourquoi ne pas faire l'impasse d'une nouvelle évolution d'Ariane 5 capable de satelliser près de 12 t en orbite de transfert géostationnaire ou Gto (lancement double) et investir dès 2013 dans le successeur modulaire d'Ariane 5 que la France nomme Ariane 6 pour 6 t en Gto ? J.J. Dordain précise que l'Esa était en train de

consulter les opérateurs de satellites de communications en Europe: «Il faut un noyau dur de clients européens qui définissent leurs besoins. Puis, sur base de cette prise d'avis et après avoir consulté l'industrie des lanceurs, on fera des propositions aux États membres. Mais pas question de créer du vide au risque de perdre les compétences des ingénieurs.»;

- l'exploitation à venir de l'International Space Station (Iss) qui fait partie d'une réflexion avec les partenaires internationaux. J.J. Dordain insiste: «Je cherche à diminuer le poids budgétaire de l'Iss, car il représente un obstacle pour lancer de nouvelles missions d'exploration». La participation de l'Esa aux vols habités à bord de l'Iss pose la question de la contribution européenne au ravitaillement de la station. Après le 5^e exemplaire du cargo automatique Atv (Automated Transfer Vehicle), qui doit voler en 2014 avec le nom de Georges Lemaître, quid des obligations de l'Europe auprès de la Nasa ? Deux scénarios sont en compétition. D'une part, l'Allemagne est en faveur d'une coopération de l'industrie européenne au vaisseau habité d'exploration Mpcv (Multi-Purpose Crew exploration Vehicle) avec la fourniture d'un module de service (avec propulseurs) dérivé de celui de l'Atv. De son côté, la France

souhaite le développement du vaisseau polyvalent *Vac (Versatile Autonomous Concept)* qui puisse répondre à une grande variété de missions sur orbite: réparations sur orbite, mise en retrait de débris spatiaux, plate-forme automatique pour des expériences de longue durée en microgravité...

- la coopération internationale pour l'exploration de Mars avec des missions d'exobiologie, baptisées *ExoMars*. Après la défection de la *Nasa* pour une raison de priorité budgétaire, l'*Esa* se tourne vers l'agence spatiale russe *Roscosmos* pour obtenir les lancements des *ExoMars* en

échange d'expériences scientifiques de la Russie à leur bord. Si les objectifs des sondes 2016 et 2018 demeurent, il s'agira de trouver une rallonge budgétaire de 350 millions aux 850 millions d'euros qui avaient été décidés par le Conseil ministériel de 2008 à La Haye. La Lune est par ailleurs considérée comme une opportunité pour tester de nouvelles technologies pour l'atterrissage sur d'autres astres du système solaire. L'Allemagne propose la mission *Lunar Lander* de 2,5 t, lancée par un *Soyouz* du Centre Spatial Guyanais, fera arriver un «alunisseur» de 750 kg au pôle sud lunaire pour des observations et mesures *in situ*.

Le Directeur général de l'*Esa* se veut rassurant quant à l'avenir de l'Europe spatiale. Il perçoit des signes positifs et encourageants chez les États membres: «*Ils sont conscients que l'espace est une priorité qui concerne les investissements pour le futur, qui renforce le rôle de l'Europe dans le monde et qui recourt à des activités industrielles non délocalisées, fortement ancrées dans les pays de l'Union.*» À Caserte, le souci d'une stratégie de croissance autour de nouveaux systèmes spatiaux aura-t-il le dessus sur la résignation en faveur d'une politique d'austérité qui risque de pénaliser l'ambition européenne face au futur ? ■

Ehp : à la pointe de la régulation thermique

48

Depuis janvier 2009, la société nivelloise *Euro Heat Pipes (Ehp)*, voisine de *Lambda-X*, s'est agrandie en reprenant l'ensemble du *Cria (Centre de Recherches Industrielles & Agronomiques)* de l'ULB pour concevoir, tester et produire ses produits diphasiques (caloducs et boucles) à hautes performances. Créée par l'Université libre de Bruxelles et la *Sabca*, elle s'affirme aujourd'hui comme le leader européen des systèmes thermiques spatiaux. *Eads Astrium*, constructeur européen d'engins spatiaux, en est devenu un important partenaire. Entré en 2008 dans son actionnariat à hauteur de 17%, il pourrait en faire une filiale à part entière.

La technologie de dissipation de la chaleur mise en œuvre par *Ehp* consiste en une offre «sur mesure», de la conception à la réalisation, de caloducs à conductance fixe ou variable, ainsi que de boucles diphasiques à pompe capillaire. Ces équipements sont capables d'assurer de façon économique la protection thermique de systèmes spatiaux qui utilisent beaucoup d'énergie. Jusqu'à 25 kW, notamment dans le cadre de la plate-

forme lourde *Alphabus* que *Astrium Satellites* et *Thales Alenia Space* développent ensemble pour les prochains satellites géostationnaires à grande capacité.

Les caloducs *Ehp* ont déjà acquis leurs lettres de

noblesse dans l'espace, avec les références suivantes pour de prestigieux systèmes de l'*Esa*:

- le refroidissement du système de propulsion électrique de la sonde technologique *Smart-1* qui a évolué autour de la Lune jusqu'en septembre 2006. On a provoqué son écrasement, si bien qu'il y a des débris de fabrication nivelloise à la surface lunaire ! À l'heure où il est question de satellites d'applications «tout électriques», *Ehp* peut faire valoir au sein d'*Eads Astrium* cette expertise unique en Europe;
- le contrôle de température du module de service des satellites d'astrophysique *Herschel* et *Planck* positionnés à 1,5 million de km de la Terre pour observer l'Univers;
- la régulation thermique active du vaisseau *Atv (Automated Transfer Vehicle)* au niveau de la baie «avionique» du module de service ainsi que de l'électronique du système de propulsion. Ce véhicule spatial, équipé d'un module habitable, sert au ravitaillement et à la maintenance de la Station spatiale internationale. Pour chacun des 5 *Atv*, la Pme nivelloise a fourni un jeu complet de 52 caloducs. Le 3^e des 5 exemplaires *Atv* commandés à *Eads Astrium* a rejoint l'*Iss* le 28 mars et y est resté arrimé jusqu'au 27 août. Les 2 derniers *Atv* voleront à partir d'avril 2013 (sous le nom d'Albert Einstein) puis de mars 2014 (Georges Lemaître). *Ehp* est intéressé par le successeur que l'*Esa* et *Eads Astrium* prévoient de donner au ravitailleur européen (voir l'article sur Caserte).

En 2014, l'*Esa* prévoit de satelliser l'*Aeolus Atmospheric Dynamics Mission* de 1,5 t, réalisé par *Astrium*. Cette mission complexe d'exploration de la Terre qui doit sonder l'atmosphère met en œuvre un *lidar* (radar optique dit *light detection and ranging*) auquel on a donné le nom d'*Aladin (Atmospheric Laser Doppler Instrument)*. Le refroidissement des têtes laser d'*Aladin* sera assuré par des caloducs d'*Ehp*. À Nivelles, on ne compte pas s'arrêter en si bonne orbite, puisque *Euro Heat Pipes*, en plus des applications terrestres de ses caloducs, a encore dans ses cartons de nombreux projets, parmi lesquels des radiateurs déployables pour l'espace et des micro-systèmes diphasiques pour l'industrie électronique en général. ■



Brèves spatiales...

d'ici et d'ailleurs

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

Intérêt des assureurs pour les débris dans l'espace. Avec la présence sur orbite de l'observatoire européen *Envisat* (8 tonnes) comme épave gênante dans l'espace pour au moins 150 ans - si rien n'est entrepris entretemps -, les opérateurs de satellites s'inquiètent de la «montée en puissance» des débris spatiaux. Même les assureurs de satellites se montrent attentifs vu qu'ils sont des éléments à risques pour les missions à venir. *Allianz Global Corporate & Specialty (Agcs)* et *SpaceCo*, membres du groupe d'assurances *Allianz*, viennent de publier un document intitulé *Space Risks: a new generation of challenges* (Risques dans l'espace: une nouvelle génération de défis).

Après avoir noté la présence sur orbite de quelque 16 000 objets d'au moins 10 cm, il est question des défis que doit dans l'urgence relever la communauté mondiale pour préserver un environnement qui est devenu incontournable

pour de nombreuses applications à but commercial. Les compagnies d'assurances se déclarent prêtes à jouer un rôle majeur dans des initiatives visant à «nettoyer» le domaine spatial. Pour Thierry Collot, directeur général de *SpaceCo* et responsable des assurances Aviation & Espace chez *Agcs France*, «la situation des débris dans l'espace est devenue irréversible. Les risques ne cessent de croître avec ces objets qui peuvent entrer en collision et produire des fragments».

L'étude d'*Agcs* note qu'entre 370 et 400 satellites fonctionnent tant en *Leo* (orbite basse) qu'en *Geo* (positions géostationnaires), mais que seulement 21 en *Leo* sont assurés tandis que 167 en *Geo* le sont. Il n'y a pas d'obligation à assurer des systèmes envoyés dans l'espace. On aborde également les dangers qu'au moins 70 astéroïdes et le rayonnement solaire font courir à la vie terrestre. ■

Frank De Winne sur une autre orbite depuis le 1^{er} août.

Après avoir été ingénieur de bord de 2 modèles de vaisseau spatial *Soyouz*, puis commandant de bord - le 1^{er} non-Russe et non-Américain - de l'*Iss* (*International Space Station*), le Général et Vicomte De Winne se trouve à la tête de l'*European Astronaut Centre (Eac)*, près de l'aéroport de Cologne-Bonn, où s'entraînent les astronautes de l'*Esa*.

En ayant effectué, au moyen de vaisseaux *Soyouz*, 2 missions dans l'espace - en 2002, puis en 2009 dans l'*ISS* dont il connaît les moindres recoins -, Frank De Winne a accumulé 198 jours et 17 heures de vol en impesanteur et une précieuse expérience de vie et d'activités sur orbite. À présent, il reste les pieds sur terre pour veiller aux bonnes conditions d'entraînement des 10 hommes et de la seule femme qui forment aujourd'hui le corps des astronautes européens. Parmi ces 11, 5 ont déjà volé dans l'espace: ils encadrent les 6 nouvelles recrues qui s'entraînent pour des vols de longue durée (au moins une demi année) dans la station spatiale. Le 2^e astronaute de nationalité belge, dans sa brillante carrière spatiale, doit avoir 2 regrets: il n'est pas «sorti» hors de la station et n'a pas volé avec le *Space Shuttle*. ■

49



À vos AGENDAS!

Solvay public lectures

21 octobre 2012

À Bruxelles...

Depuis 2005, les Instituts Solvay organisent un événement annuel «grand public». À cette occasion, les plus grands chercheurs mondiaux viennent donner des exposés de vulgarisation sur des thèmes scientifiques variés afin de sensibiliser le public, et plus particulièrement les jeunes, aux grandes questions scientifiques actuelles.

Cette année, la journée se déroulera en présence du Vice-premier Ministre Steven Vanackere et du Ministre Paul Magnette et accueillera trois orateurs de tout premier plan:

- **George Whitesides**, professeur à l'Université de Harvard, est mondialement connu pour ses travaux de pionnier dans des domaines très variés de la chimie. Lauréat de nombreux prix internationaux prestigieux, il est Docteur Honoris Causa de l'ULB. Son exposé, *The Science of Simplicity*, sera consacré à l'importance et au rôle de la simplicité en science et en technologie. Il sera illustré par de nombreux exemples particulièrement éloquentes.
- Après avoir consacré la première partie de sa carrière aux mathématiques pures où ses contributions lui ont valu la plus haute distinc-

tion (Médaille Fields 1986), **Michael Freedman** a tourné ses recherches vers les domaines de la physique et des mathématiques à la base des ordinateurs quantiques. Ceux-ci pourraient bouleverser l'informatique du futur. Son exposé, *Will Our Thinking Become Quantum-Mechanical?*, traitera de ce sujet.

- **Kurt Wüthrich** a obtenu le Prix Nobel de Chimie en 2002 pour le développement de techniques révolutionnaires permettant l'analyse de la structure des macromolécules biologiques (protéines, acides nucléiques ADN et ARN). Ces techniques ont conduit à une explosion de la biologie moléculaire moderne. Son exposé, *Exploring the Postgenomic Protein Universe* sera consacré à ces techniques et à leur impact dans l'étude du génome.

À cette occasion, Jean-Pierre Clamadieu, CEO de Solvay S.A. remettra les Solvay Awards. Ces Awards récompensent de jeunes chercheurs brillants de l'ULB et de la VUB.

Le public aura l'occasion de poser des questions aux conférenciers lors d'une session questions-réponses. À l'issue de la conférence, il sera invité à prendre le verre de l'amitié.

Où ? Flagey Studio 4 - Place Sainte-Croix, à 1050 Bruxelles

Quand ? Le 21 octobre à 15h

Tarif ? Entrée gratuite mais inscription obligatoire

Infos & inscription ?

<http://www.solvayinstitutes.be>

dominique.bogaerts@ulb.ac.be

Tél.: 02/650.55.42



Conférences du Carré des Sciences

2012-2013

À Mons...

LUMONS aura cette année encore la chance de pouvoir accueillir des conférenciers d'exception traitant de sujets hors sentiers battus...

► Cycle UNIVERS

- **10/10:** *À la recherche de la vie extraterrestre: un voyage exobiologique dans le Système solaire*, par François

Raulin (LISA – IPSL/CNRS, UPEC - Université Paris Diderot & SFE)

- **7/11:** *Trous noirs*, par Philippe Spinidel (UMONS)
- **16/01:** *Station spatiale internationale et expériences en microgravité*, par Vladimir Pletser (responsable expériences microgravité vols paraboliques ESA)

► Cycle ENTRE RÊVE ET RÉALITÉ

(en collaboration avec le Mundaneum).

- **30/01:** *Vers les étoiles, entre rêve et réalité*, par Claude Semay
- **13/02:** *L'apesanteur dans le cinéma de science-fiction*, par Richard Taillet (Université de Savoie et LAPTH, Annecy-le-Vieux)



Inscrivez-vous !

Vous aimez l'astronomie ? Vous avez entre 15 et 24 ans ou vous êtes dans le 2^e degré de l'enseignement secondaire ? Vous souhaiteriez observer le ciel à l'aide d'un bel instrument... si l'opportunité s'en présentait ? Alors, pourquoi ne pas saisir une occasion unique de gagner votre propre télescope ?

Comment ? En prenant part au concours organisé par la *Société Royale Belge d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe (SRBA asbl)* dans le cadre du 10^e Grand Prix Lucie Dekeyser pour jeunes astronomes amateurs.

Le thème ? *Si j'avais un télescope, j'observerais...*

1^{er} Prix: un télescope de marque *CELESTRON* avec accessoires d'une valeur de l'ordre de 1 500 euros.
Du 2^e au 10^e prix: des livres et des abonnements à la revue «*Ciel et Terre*».

Quand ? Du 1^{er} septembre 2012 au 31 janvier 2013. Remise des prix en mars 2013.

Infos & inscription ?

SRBA - Secrétariat AH/LD
Avenue Circulaire, 3 à 1180 Bruxelles
Tél.: 02/373.02.53

• **7/03: Le monde d'Avatar est-il réaliste ?**, par Roland Lehoucq (CEA Saclay)

Notez aussi :

• **22/10** (19h30 - auditoire Gutenberg): *www: l'état des lieux*, par Robert Cailliau, co-inventeur d'Internet, en collaboration avec le Mundaneum, Google et l'Université de Gand.

En marge de ce programme, Le Carré des Sciences accueillera également deux conférenciers proposés par le Centre d'Écologie Appliquée du Hainaut:

• **25/10: Initiation à la Géomorphologie de la Wallonie ou l'explication des paysages physiques de la Wallonie**, par Robert-Octave Fourneau,

Géographe - géomorphologue (CEAH)

• **22/11: Jardins au naturel**, par Maurice Maeck, docteur en sciences, et Brigitte Durant, conseillère du Réseau Nature de Natagora (CEAH).

Où ? Auditoire Van Gogh (Grands amphithéâtres de l'UMONS - Avenue du Champs de Mars à 7000 Mons.

Quand ? 20h

Tarif ? Gratuit (2 euros pour les conférences des 25/10 et 22/11).

Infos & inscriptions ?

<http://cds.umons.ac.be>

cds@umons.ac.be

Tél.: 065/ 37.34.90

Sorti de PRESSE

51

Sportifs high tech

Belin

Nunzio LANOTTE
Sophie LEM

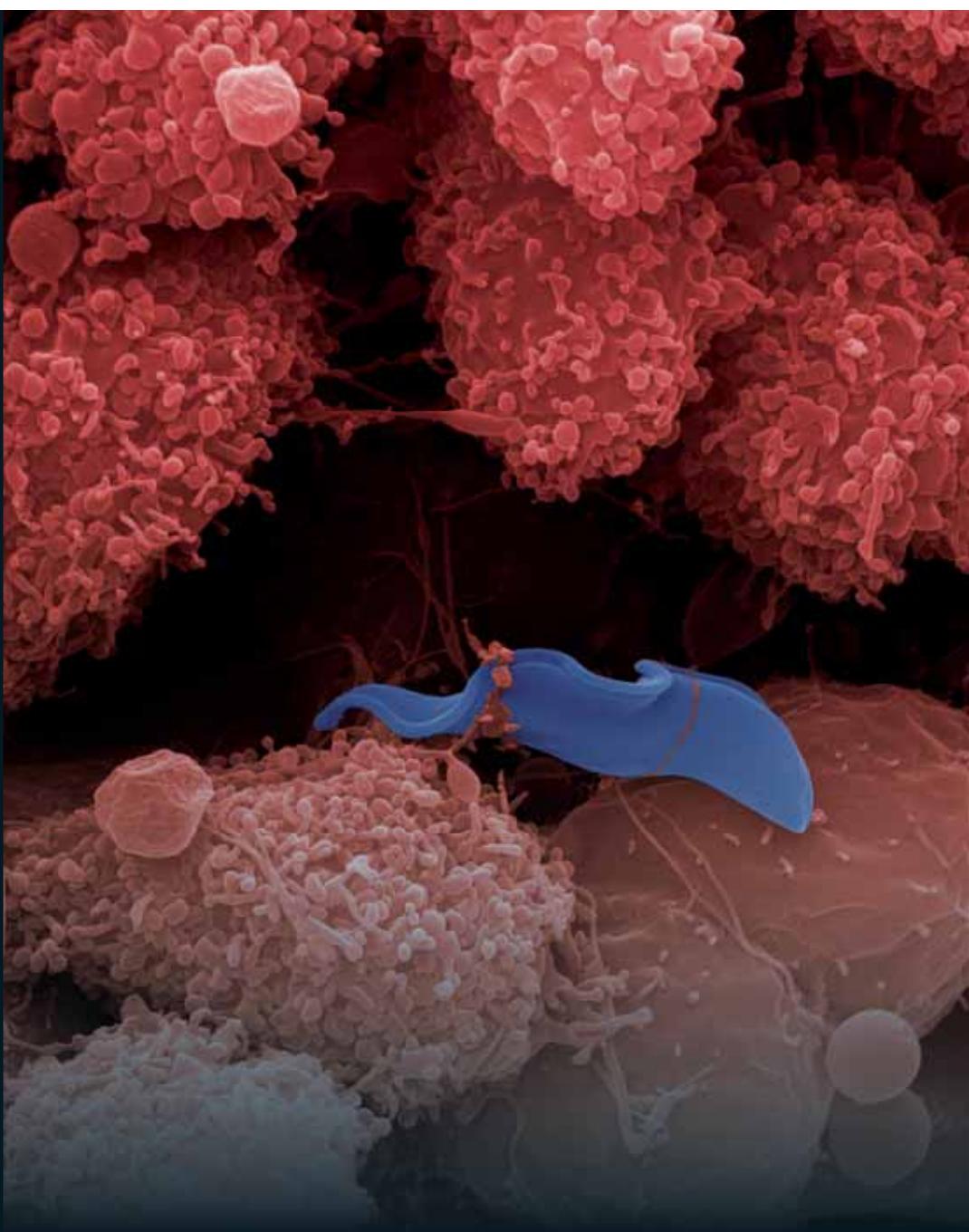
Comment se fabrique un champion olympique dans les couloirs d'un laboratoire ? Une victoire olympique est désormais à la fois une affaire de sport, de technologie et de finances. Aucune technologie, fut-elle la plus avancée, ne peut remplacer les trois ingrédients indispensables à la victoire: le talent du sportif, l'intelligence de l'entraîneur et les longues heures d'entraînement. Cependant, gagner une médaille d'or sans l'aide des technologies d'avant-garde n'est plus possible, la différence entre la gloire olympique et l'anonymat se mesurant en centimètres ou en centièmes, voire en millièmes, de seconde.

Si la technologie a investi le domaine sportif depuis de nombreuses années déjà, le marché mondial des équipements sportifs dépasse désormais la barre des 50 milliards d'euros.

Non seulement tous les équipements ont connu une évolution vertigineuse, mais les techniciens et les sportifs disposent aujourd'hui d'un nombre impressionnant de dispositifs de mesure de la prestation (métabolimètres, ergomètres, soufflerie, bassins hydrodynamiques, caméras variées, logiciels...).

Cet ouvrage brosse un tableau aussi exhaustif que possible des technologies les plus avancées (matériaux, instruments, méthodes, logiciels), mises au service du cyclisme, de la natation, du football et du ski, quatre sports choisis pour leur haute teneur en innovation. ■





Visitez nos sites:

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