

[Athena]

Novembre
2011

Le mag' **scientifique**

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

Dans la jungle
des «**apps**»

L'énigme
des cellules tumorales
circulantes



Wallonie

Édito

Je suis dans un réseau social, donc je suis ?

Texte: **Géraldine TRAN** • Rédac'tchef Photos: **Tomo.Yun** (www.yunphoto.net/fr/), **BUUMP/vignette**

2

« **B**onne nuit», «Bientôt le week-end», «À la piscine»,... toutes informations qui tapissent les murs des membres de la communauté Facebook et qui paraissent pour beaucoup futiles, y compris lorsque ces «statuts» émanent de nos propres «amis». Les réseaux sociaux sont des lieux de bavardage chronophages et hypnotiques qui créent l'illusion d'un monde solidaire, interconnecté, dont la vacuité est un frein à l'autonomie de la pensée et au débat constructif. Voilà ce qu'en diront les détracteurs qui ne discernent pas l'intérêt de juste communiquer. Parler, ou en l'occurrence écrire, pour ne rien dire fait pourtant aussi partie de la vie «réelle» sans que l'on s'en offusque. La différence est que sur Facebook, tout devient visible, consigné, archivé et prend ainsi une valeur plus prégnante qu'une «parole en l'air». Mais l'on a tendance à oublier qu'une publication sur Facebook n'est qu'un maillon d'une chaîne de communication bien plus vaste que tous ne comprendront pas forcément, et ce n'est pas grave. Le but est d'échanger, montrer que l'on prend le temps de se préoccuper de l'autre, sensé être mon ami.

Le réseau social ne se prétend d'ailleurs pas être un haut lieu de la pensée humaine. Sa vocation réside essentiellement dans le maintien d'un lien social, dans l'affirmation de notre existence sociale et dans la création d'un sentiment rassurant d'appartenance à une tribu. Dans cette optique, les bavardages virtuels sont nécessaires. Cela s'apparente, selon l'anthropologue Robin Dunbar, à un «toiletage social» comparable à celui qui se pratique chez les grands singes pour maintenir le lien dans le clan.

Par contre, il me semble que là où cela devient «dangereux», c'est que les réseaux sociaux nous amènent à vivre une vie «virtuelle» en vase clos. Alors que l'on a tendance à considérer le Web comme un monde illimité d'informations et de ressources, celui que nous fréquentons se réduit comme peau de chagrin. Les frontières de notre univers sont désormais dessinées par nos amis comme nous étions jadis bornés à notre quartier. Nous voyons ce qu'ils voient, pensons à ce qu'ils pensent, voyageons là où ils nous emmènent... soit peut-être finalement à un enfermement plus ou moins consenti... ■



ATHENA 275 • Novembre 2011

Tirée à 15 000 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).

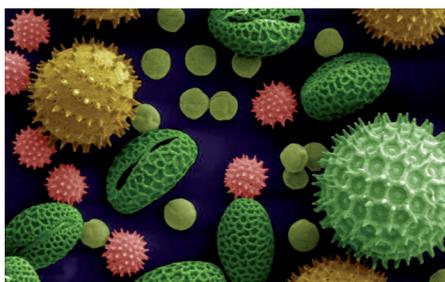
Place de la Wallonie 1, Bât. III - 5100 JAMBES

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

Abonnement (gratuit)

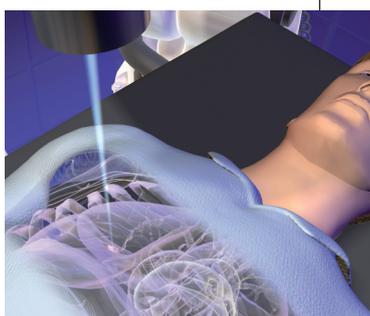
Vous souhaitez vous inscrire ou obtenir gratuitement plusieurs exemplaires, contactez-nous !

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



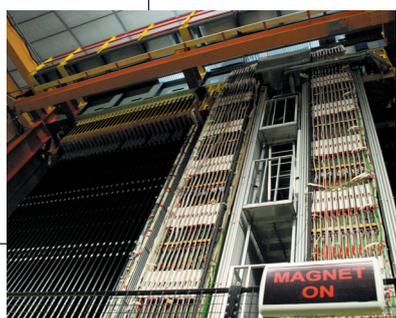
12

18



34

42



SOMMAIRE

Actualités	04
Actualités Transport et mobilité en Belgique: 20 ans de recherche	10
Série Les instruments scientifiques: le microscope	12
L'ADN de ... Virginie GÉRADIN • Ingénieur civil	16
TECHNOLOGIE Dans la jungle des «apps»	18
Internet Quand les données sont dans les nuages	22
Santé Entre le sage et le savant	26
Biologie	30
Médecine L'énigme des cellules tumorales circulantes	34
Chimie Ces biomatériaux qui réparent le corps	38
Physique	42
Astronomie	44
Espace	46
Agenda	50

3

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

Les Éditions européennes
Rue Thieffry, 82 à 1030 Bruxelles

ISSN 0772 - 4683

Collaborateurs

Christiane De Craecker-Dussart
Alain De Fooz
Jean-Michel Debry
Paul Devuyst
Henri Dupuis
Philippe Lambert
Yaël Nazé
Théo Pirard

Jean-Claude Quintart
Christian Vanden Berghen
Michel Wautelet

Dessinateurs

Olivier Saive
Vince

Comité de rédaction

Laurent Antoine
Michel Charlier

Couverture

Première
Crédit: **Phanie/Reporters**

Quatrième

Image conceptuelle du lanceur *Ares* /
pendant son ascension.
Crédit: **Nasa**

Sommaire

Crédit: **Stéfan/Flickr**

Bon le jambon

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

4

Et si votre diététicien ose dire le contraire, répondez-lui qu'il a désormais tout faux ! Qu'aujourd'hui, les fendus de charcuterie fine peuvent se régaler sans complexe ni état d'âme grâce au jambon cuit Columbus, *made in Charleroi*. Un produit inspiré de la philosophie Columbus qui rééquilibre le rapport entre Omega-6 et Omega-3. Après l'œuf Columbus de la société *Belovo*, le porc Columbus résulte du programme *WalNut-20* porté par le pôle *Wagralim*, soutenu par le Plan Marshall. L'ambition de ce programme vise au développement de produits et ingrédients au départ d'acides gras polyinsaturés, de fibres et de polyphénols, rencontrant des allégations nutritionnelles et de santé scientifiquement prouvées. Ou comme le souligne Françoise Rondeau, de l'Université catholique de Louvain (UCL), «*Développer des aliments qui nous font du bien*». Ainsi, les œufs, le porc et le jambon Columbus sont les premiers produits à passer à table !

Des aliments qui nous font du bien. Un slogan forgé par des outils scientifiques au stade cellulaire (*in vitro*), au stade animal (*in vivo*) et chez l'homme. «*Avec le professeur Yan Larondelle, nous avons stimulé*

in vitro la digestion salivaire, gastrique et pancréatique et établi des modèles de la barrière intestinale», explique le professeur Yves-Jacques Schneider de l'*Institut des sciences de la vie*. Et ceci, pour vérifier comment des graisses enrichies en acides Omega-3 sont absorbées et quels effets elles produisent. De son côté, le *Louvain Drug Research Institute* a mis à disposition des industriels des modèles de souris obèses, diabétiques et présentant des états inflammatoires des suites d'une alimentation déséquilibrée. «*Nous avons ainsi expérimenté et validé les propriétés de composés issus des industries wallonnes pour le traitement de ces symptômes, avant de tester leur efficacité sur l'homme et cette expertise permet à l'agroalimentaire wallon d'imaginer des produits susceptibles de réduire l'obésité*», précise le professeur Nathalie Delzenne.

La chaîne de production du porc Columbus démarre à la ferme «*Mon Dieu*» à Ormeignies (Ath), où sont élevés des porcs Piétrain selon un cahier des charges garantissant une alimentation saine et respectant le bien-être animal. Concrètement, les porcs sont nourris de céréales durant les premières semaines de leur vie et ensuite d'une alimentation par laquelle ils retrouvent la nourriture

de leurs ancêtres. Cette alimentation est proche de celle des sangliers sauvages. Peu à peu, la graisse du porc Columbus se transforme pour offrir, *in fine*, un équilibre entre Omega-6 et Omega 3 dans un rapport 1/1. Arrivé à maturité, les porcs sont transférés vers l'abattoir, dans des conditions sanitaires les plus strictes.

Professionnel de la viande, *Charleroi Salaisons*, dernier maillon de la chaîne, propose comme produit dérivé du porc Columbus un jambon cuit, selon une recette vieille de 50 ans ! Une recette à laquelle *Charleroi Salaisons* a ajouté trois contraintes: baisse du taux de sel de 30%, du taux de fumage et nettoyage parfait des parties grasses. «*Que votre alimentation soit la première de vos médecines*», disait Hippocrate. Une démarche rencontrée aujourd'hui grâce à la recherche universitaire et agroalimentaire wallonne. ■

Info: srosaviani@chasal.be



Actus...

d'ici et d'ailleurs

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

Photos: Centrosolar (p.5), Serviware (p.6), Alpha du centaure/Flickr (p.8), Br. Dubuisson (p.9)

NOUVELLES TECHNOLOGIES

Le gaz du jour

Ce n'est un secret pour personne, l'industrie photovoltaïque et des semi-conducteurs produit énormément de gaz à effet de serre ! Hélas, nous ne pouvons vivre sans les produits et solutions de ce secteur évoluant vent dans les voiles ! Sommes-nous face à un problème du type de celui de la fameuse quadrature du cercle ? Heureusement non, grâce à Solvay, qui développe aujourd'hui des unités de production de gaz fluoré F_2 pour réduire radicalement les émissions à effet de serre.

Le F_2 est une alternative au trifluorure d'azote (NF_3) comme gaz purifiant pour les niches du photovoltaïque, des semi-conducteurs et écrans plats. Lorsqu'on sait que le NF_3 a un effet de serre 17 200 fois plus puissant que le CO_2 , on comprend de suite pourquoi il

faut en finir avec lui au plus vite ! Et, travailler avec le F_2 au potentiel de réchauffement global quasi nul, réduisant aussi le volume de gaz brûlé et le temps de purification. Moins de pollution, plus de productivité, le F_2 est bien le gaz du jour !

«Avec cette technologie de pointe, nous offrons à nos clients des solutions sur mesure quels que soient leurs besoins. Nous sommes la seule entreprise capable de formuler une solution sûre et optimale pour des quantités allant d'un nombre limité de kilos à plusieurs centaines de tonnes de gaz fluoré par an», affirme Bernard Wilkes, senior executive vice-président de la Global Business Unit Special Chemicals de Solvay. Ajoutant de suite avec un large sourire: «C'est pour Solvay, un pas de plus vers le leadership mondial dans le domaine de la chimie durable». ■

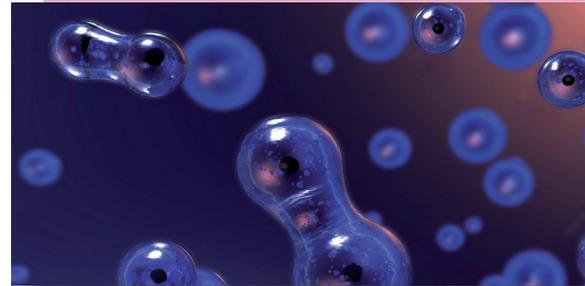
<http://www.solvay.be>

Wallonie, terre de tic

Du passé, faisons table rase et digitalisons au plus vite notre région ! Voilà comment résumer en une phrase les intentions du Gouvernement wallon dont le plan en la matière vise à faire de la Wallonie une terre d'excellence numérique. Le moment est opportun. Bande passante, capacité de stockage, puissance de calcul et volume de données boostent toujours plus d'applications. De nouvelles tendances se profilent: connectés à Internet, nos objets usuels façonnent l'Internet des objets; univers réels et virtuels se fondent, se confondent; stockées dans les nuages, nos données nous sont désormais accessibles de partout et en tout temps; des données dont le volume explose; les réseaux sociaux bouleversent les hiérarchies sociales; etc.

Rapidement broyée, cette nouvelle donne ne pouvait qu'inciter le Gouvernement wallon à grimper dans le train du progrès en vue de hisser la Wallonie à la tête des territoires numériques à l'horizon 2025. Pour mener à bonne fortune ses ambitions, il a ainsi relevé six défis majeurs: intégrer les technologies de l'information et de la communication à l'ADN du système éducatif; développer les infrastructures digitales et les réseaux à très haut débit; structurer le secteur des TIC; généraliser l'usage des TIC de dernière génération dans les entreprises; développer des services publics numériques; et assurer l'accès universel aux TIC. ■

<http://www.creativewallonia.be>



Remue-méninges



S'il fait déjà la différence à l'école primaire, dans l'industrie, le calcul permet de laisser sur place la concurrence ! Centre de recherche appliquée au développement de technologies de simulation pour l'industrie aéronautique et les secteurs de l'énergie, du transport et du biomédical, le wallon Cenaero doit ses succès à la récurrence de ses investissements en ressources et infrastructures de calcul toujours plus puissantes. Ainsi, depuis sa création en 2002, l'entreprise n'a eu de cesse d'étendre la puissance de calcul de son superordinateur. Une obsession qui lui a valu d'être régulièrement classée dans le Top 500 mondial des superordinateurs et d'être de la sorte l'un des acteurs majeurs du calcul intensif ou *high performance computing (HPC)* en Belgique.

Non content de ce statut ou jamais satisfait de ses résultats, le centre de recherche de Gosselies (Charleroi) va pousser une fois de plus sa machine pour doubler carrément sa puissance de calcul et passer ainsi de 20 à 40 téraflops ! Au titre de comparaison, la puissance d'un PC classique est d'environ 10 gigaflops soit 10 milliards d'opérations à la seconde. En d'autres termes, la machine de Cenaero sera donc 4 000 fois plus puissante que celle d'un PC ordinaire. «*Si nous ne suivons pas la loi de Moore, qui dit*

que la puissance de calcul double tous les 18 mois, nous sommes certains de passer à côté d'opportunités. Nos ingénieurs ont besoin d'une puissance de calcul sans cesse supérieure. Le véritable enjeu pour nos partenaires et nous est de permettre aux chercheurs de développer des systèmes et des logiciels de simulation compatibles avec les plus gros calculateurs du monde, dit Tier 0, à plusieurs dizaines de milliers de processeurs», explique avec passion Serge Bogaert, *head of IT 1 QA Support Group* de Cenaero.

D'une valeur proche de deux millions d'euros, cofinancé par les fonds Feder et la Wallonie et remporté par *Serviware*, filiale de *Bull*, le contrat porte sur l'installation d'un superordinateur *Bull* de quelque 3 300 cœurs, constitué d'un nœud de calcul *bullx B500* équipé de processeurs *Intel® Xeon®*. La machine est hébergée dans un centre de données mobile *mobull*, à savoir un conteneur de 14 mètres de long, pouvant accueillir jusque 15 armoires de serveurs. «*Non seulement, cette solution en conteneur est à présent mature mais en outre, elle présente un double avantage. Tout d'abord, sur le plan énergétique, mobull a été conçu dans une optique d'efficacité maximale. Les capacités de calcul sont plus denses encore que dans une salle de serveurs classique et le système*

de refroidissement opère au plus près des sources de chaleur. À capacité de calcul équivalente, la consommation en watts par flops diminue sensiblement. Cette efficacité énergétique nous permet d'augmenter notre capacité de calcul pour un budget énergétique inchangé. Le second avantage est la flexibilité d'une solution prête à l'emploi, ne nécessitant pas le suréquipement d'une salle», conclut Serge Bogaerts. Ainsi armé, Cenaero restera le plus grand centre de calcul scientifique de Belgique. ■

<http://www.cenaero.be>



6

R & D

En avant la musique

Il paraît que sans elle, la vie est triste. La moindre ritournelle nous entraîne à bouger, à nous souder aux autres ou tout simplement à taper du pied ! Ce constat montre que notre cerveau semble programmé à créer et percevoir les rythmes musicaux. Comment ? Pourquoi ? Ne pouvant se résoudre à vivre avec ce genre d'interrogation, Sylvie Nozaradan, chercheuse à l'*Institut de neuroscience* de l'Université catholique de Louvain (UCL), médecin et pianiste professionnelle, a demandé à des volontaires d'écouter attentivement des sons à partir desquels ils pouvaient percevoir un battement musical ou *beat*.

Sur base de ces battements, les participants devaient imaginer une structure métrique tantôt binaire, comme dans une marche, tantôt ternaire, comme dans une valse. Durant cette expérience, l'activité cérébrale des personnes était enregistrée par 64 capteurs placés sur leur tête, afin de collecter directement l'activité

des neurones du cortex cérébral. Analysant ensuite le contenu des ondes cérébrales enregistrées, Sylvie Nozaradan et son équipe ont découvert que les rythmes musicaux présentés induisaient un phénomène de résonance dans les réseaux de neurones répondant au son. Ainsi, non seulement des populations de neurones étaient entraînées au rythme du *beat*, mais également à des rythmes correspondants aux structures métriques, binaires et ternaires imaginées par les participants.

«*Ces observations nous montrent que des populations de neurones du cerveau humain ont la capacité d'entrer en résonance et de synchroniser au tempo même de la musique. C'est cette mise en résonance neuronale qui sous-tendrait notre capacité à être entraîné et à synchroniser nos mouvements sur la musique de manière inconsciente*», note sans jeu de mots Sylvie Nozaradan. Cette étude a fait l'objet d'une publication dans le *Journal of Neuroscience* sous le titre: *Tagging the neuronal entertainment to beat and meter*. ■



<http://uclouvain.be>
et <http://www.jneurosci.org>

Au cœur du souffle

Boum et après ? La question n'est pas nouvelle. Depuis le constat des pathologies neurologiques liées aux effets des explosions de la poudre noire au 14^e siècle et du vent du boulet au 16^e, elle titille les chercheurs et cliniciens. En effet, si les mécanismes physiques d'une explosion avaient été fort bien expliqués au niveau de l'onde de surpression statique, onde de surpression dynamique et effet thermique, en revanche, le mécanisme cellulaire permettant la transmission de l'onde de choc dans les tissus du cerveau soulevait toujours une foule de questions ! Même au niveau de la médecine militaire qui parle ici de *blast effect* ou effet de souffle.

Il est bon de se souvenir qu'au moment d'une explosion, les lésions cérébrales résultent du mouvement des tissus cérébraux qui subissent des phénomènes d'accélération et de décélération rapides liés au passage de l'onde de choc. L'hypothèse acceptée reposait sur la formation de déchirures microscopiques de la membrane des cellules neuronales en réponse aux phases d'étirement et de compression du cerveau, qui finissent par tuer les cellules du cerveau. Une hypothèse sur laquelle ne pouvait rester la communauté scientifique face à l'utilisation croissante d'explosifs artisanaux dans les récents conflits avec leur cortège de lésions traumatiques graves dans les populations civiles et les militaires engagés.

Ne pouvant plus tolérer cette incertitude scientifique, Sylvain Gabriele, chercheur au Laboratoire Interfaces & fluides complexes de l'Université de Mons (UMons) a convaincu le groupe

Kevin Kit Parker, de l'Université d'Harvard, de travailler ensemble sur une approche pluridisciplinaire en vue d'étudier les effets de souffle à l'échelle cellulaire. Pour mener à bonne fortune leur travail, les chercheurs ont concocté différents outils expérimentaux (pincés magnétiques, étireurs à grande vitesse, etc.) afin de reproduire fidèlement sur les tissus cérébraux les contraintes mécaniques et biochimiques exercées par le souffle d'une explosion.

Travail de Titans, mais des résultats à la hauteur des espérances ! Ainsi, les chercheurs ont identifié le mécanisme cellulaire déclencheur de l'apparition des lésions de cisaillement de la substance blanche et expliqué le mode de propagation des forces transmises au cerveau par l'explosion. Concrètement, les résultats engrangés montrent que les protéines transmembranaires de type intégrine jouent un rôle crucial dans la propagation des contraintes et remettent en cause l'hypothèse classique de rupture de la membrane cellulaire qui ne semble pas être une étape nécessaire à la formation des lésions. La recherche a aussi montré que l'inhibition pharmacologique de la voie de signalisation utilisée par les intégrines permet de diminuer significativement les blessures cellulaires, ouvrant la voie à un traitement précoce des lésions cérébrales traumatiques dans un futur proche. Comme quoi, on ne doit jamais rester sur une hypothèse ! ■

<http://www.umons.ac.be>
et <http://www.harvard.edu>

Plus vieux qu'on croyait !

Des chercheurs du Département de géologie de l'Université de Liège (ULg) et de l'Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique, associés à une équipe internationale, ont découvert, aux États-Unis et en France, les fossiles de deux plantes ayant vécu il y a quelque 400 millions d'années ! «*Malgré une hauteur de 10 à 20 centimètres, la tige très étroite de ces petites plantes comporte déjà un peu de bois, quasiment le même que l'on trouve dans les arbres d'aujourd'hui*», explique Philippe Gerrienne du Département de géologie de l'ULg.

On peut donc conclure que les plantes capables de fabriquer du bois ont débuté leur évolution au moins dix millions d'années plus tôt que ce que l'on croyait ! «*Cette découverte montre également que le bois a été 'inventé' par les plantes non pour augmenter leur taille, mais pour améliorer la circulation de la sève*», précise Philippe Gerrienne. ■

Info: p.gerrienne@ulg.ac.be



Cup of tea

En 1926, Albert Einstein avait déjà noté que la rotation d'une cuillère dans une tasse de thé concentrait les feuilles au centre du fond de la tasse. Et d'expliquer le phénomène par l'interaction de deux mécanismes: la formation d'un tourbillon toroidal entraînant les feuilles vers le centre tandis que la gravité tend à les garder près du fond de la tasse. En plus clair encore: l'interaction avec la gravité est essentielle à l'explication du phénomène. Et, à l'intérieur d'une station spatiale en absence de pesanteur, les feuilles de thé continueraient à circuler en suivant l'écoulement du liquide. Docilité vérifiée pour de petites particules dans un fluide incompressible et mise à profit par les chercheurs pour visualiser les écoulements.

Mais comme toujours en science, les ronrons ont une fin. À la stupéfaction de la communauté scientifique, des chercheurs ont mis en évidence que dans certaines circonstances, de telles petites particules ne se comportent plus en traceurs inertes mais vont s'ordonner en structures spiralées ! Ce comportement étrange s'observait dans des écoulements thermo-capillaires produits dans une goutte de liquide maintenue entre deux barreaux, le supérieur étant plus chaud que l'inférieur. Malgré, on l'imagine, des études expérimentales et théoriques intensives conduites aux États-Unis, en Allemagne, au Japon, etc., les chercheurs du monde entier se cassent les méninges sans succès pendant plus de quinze ans ! Jusqu'au moment où un groupe de chercheurs du *Microgravity Research Center* de la Faculté des Sciences appliquées de l'Université libre de Bruxelles, sous la houlette du Dr Valentina Shevtsova, marqua un pas décisif dans la compréhension du comportement grégaire des particules.

Les travaux de l'équipe montrent que la structure spiralée se forme à l'interface entre une onde rotative d'amplitude suffisante qui se propage dans le système et une interaction hydrodynamique de type inertiel entre le fluide et les particules. «*Nous mettons en évidence un mécanisme physique nouveau qui conduit à l'alignement spontané, en une spirale dynamique fermée, de petites particules plus denses que le fluide*», explique Valentina Shevtsova. Notons que la

Le coup d'crayon

Illustration : Olivier SAIVE



Ça y est: selon l'ONU, nous avons franchi la barre des 7 milliards d'êtres humains sur Terre, dont presque la moitié de moins de 25 ans ! Ce qui laisse augurer une croissance continue... ça risque de faire beaucoup !

généralité de l'approche indique que l'effet n'est pas limité aux écoulements thermo-capillaires où il a été découvert initialement. Ainsi, il pourrait être impliqué dans des comportements relevés en micro-fluidique et donner un éclairage nouveau à la compréhension de la formation des systèmes planétaires au départ du nuage primaire de pou-

sières et de gaz. Supportée par la *Politique scientifique fédérale* et le *Fonds de la recherche scientifique*, les fruits de cette recherche ont été publiés dans *Physical Review Letters* de juin. ■

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

<http://www.belspo.be>; <http://www.fnrs.be> et

<http://prl.aps.org>



Bonus...

Ça mousse...

Pour notre recherche brassicole qui empoche une nouvelle récompense. En effet, la *Pêche Mel Bush* de la brasserie *Dubuisson* de Pipaix (Leuze en Hainaut) vient de recevoir la médaille d'or du fameux et célèbre *Beverage Testing Institute of Chicago* ! Le Jury a particulièrement apprécié les notes miel, de confiture d'agrumes, de raisin sec et de cannelle, sa robe couleur ambrée brillante et sa mousse délicate !

La brasserie *Dubuisson* a été créée en 1769 par Joseph Leroy, aïeul maternel d'Hugues Dubuisson, actuel gérant de l'entreprise. *Dubuisson* brasse annuellement quelque 22 000 hectolitres pour le marché intérieur et à l'exportation vers la Suisse, la France, l'Italie, le Vietnam, le Chili, l'Australie, les États-Unis, etc. À côté de la *Pêche Mel Bush*, la brasserie offre aussi plusieurs variétés de *Bush* et la *Cuvée des Trolls*. ■

<http://www.br-dubuisson.com>

et <http://www.tastings.com>



Le chiffre

40 000

... transports de substances radioactives ont emprunté le territoire belge en 2010 annonce l'Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN), principalement destinés à des fins médicales et de recherches. Quelque 400 000 colis, contenant surtout des isotopes à courte demi-vie ont aussi été transportés, majoritairement pour des applications médicales. Tout ceci, pour la dixième année consécutive, sans accident, ni incident !

Il faut dire qu'ici, on ne badine pas avec la sécurité. Ainsi, par exemple, les colis doivent présenter une résistance à l'intensité du rayonnement et garantir qu'aucun contenu radioactif ne s'échappera en cas d'accident. Les plus volumineux ne peuvent présenter de déformation ou de fuite à une chute de neuf mètres sur une surface indéformable et à une chute d'un mètre sur un poinçon ! *Last but not least*, ils doivent encore résister pendant une demi-heure à une chaleur de 800 °C et à une immersion totale dans l'eau.

<http://www.fanc.fgov.be>



Toujours numéro Un !

S'il n'est pas facile d'être classé *number one* par le *Financial Times*, il est encore plus difficile de le rester. C'est pourtant ce que vient de réaliser la *Louvain School of Management (LSM)*, dont le programme ingénieur de gestion se voit classé, pour la deuxième année consécutive, numéro un en Belgique, devant la *Solvay Brussels School* et la *Vlerick Leuven Gent Management School*. Cette première place dans le célèbre *ranking 2011* du *Financial Times* consacre les investissements continués en innovations pédagogiques menés par le rectorat. Premier en Belgique, le programme d'ingénieur de gestion de la *LSM* confirme aussi son rang dans le top 25 mondial, malgré l'arrivée chaque année de nouvelles écoles de commerce. ■

<http://www.uclouvain.be/lsm> et <http://www.ft.com>

Transport et mobilité en Belgique:

20 ans de recherche

Texte : Paul DEVUYST

Photo: A. DORETO/Flickr (p.10)

10

La mobilité et les transports sont deux éléments vitaux de notre économie et de notre qualité de vie. Impossible d'imaginer notre commerce sans le déplacement de marchandises ou une journée sans vélos, sans voitures, sans trams, métros ou trains, sans avions ou sans bateaux. Il était par conséquent de la plus grande importance économique, sociale et environnementale de réaliser certaines études scientifiques dans le domaine des transports et de la mobilité

Au cours des vingt dernières années, la Politique scientifique fédérale (Belspo) a donc mené un vaste programme «Transport et mobilité» qui visait à l'amélioration de la base scientifique en matière de transport et l'utilisation progressive du potentiel de connaissances ainsi développé, pour la résolution des problèmes de politique des transports.

Le programme

Le programme était conçu selon une approche intégrée des problèmes liés au transport et à la mobilité, à savoir:

- » une **approche multimodale**: complémentarité et intégration des différents modes de transport terrestre (route, rail, voies d'eau);
- » une **approche multicritères**: prise en compte des facteurs sociodémographiques, économiques, technologiques, environnementaux, de sécurité, etc. Il visait à une coordination maximale dans le temps et l'espace entre les diverses formes de transport public-privé, individuel-collectif et à leur usage efficace, compte tenu des répercussions sur l'environnement.

En pratique, il s'agissait, notamment, de contribuer à la solution du problème croissant de saturation du trafic, en particulier dans les grandes agglomérations, par le développement de modèles de gestion et de simulation des phénomènes de trafic et de mobilité des personnes et des marchandises. Un objectif complémentaire est l'établissement d'une plate-forme en vue d'une présence plus effective dans les programmes de recherche européens.

Le programme comportait 4 volets:

- un appareil logistique d'information: recensement et évaluation de l'information statistique existante et mise en œuvre d'un système d'échange d'informations pertinent, cohérent et accessible;
- une modélisation: développement d'un modèle interrégional multimodal (MIM) et de modèles de trafic urbain qui capitalisent les connaissances acquises par ailleurs;
- des scénarios prospectifs: repérage des scénarios d'évolution à moyen et à long terme relatifs aux glissements spatiaux, à l'impact des nouvelles technologies, à l'aménagement du territoire;
- des outils d'évaluation des politiques de transport: élaboration d'outils d'aide à la décision pour l'évaluation des investissements, les politiques fiscales et tarifaires, prenant en compte les coûts sociaux et environnementaux.

Les projets

Dans le cadre de ce programme, des cellules opérationnelles furent mises

en place au sein des administrations publiques concernées par les objectifs des recherches et participaient à la mise en œuvre concrète du programme, en collaboration avec les équipes de recherche.

Parmi les 112 projets examinés pour un budget total d'environ 18 millions d'euros, on retiendra: des enquêtes sur les transports, la réalisation d'une banque de documentation de la réglementation pour le transport routier de marchandises et de déchets dangereux; des études sur la répartition du trafic routier; la modélisation du trafic fluvial sur le réseau des voies navigables belges; la création d'un modèle d'affectation du trafic en milieu urbain; l'étude des interrelations entre les politiques de l'aménagement du territoire et des transports; sur la congestion dans les grandes villes et la réorganisation des agglomérations; une évaluation des investissements en infrastructures routières; des propositions de réforme de la tarification des transports urbains; la création d'instruments d'évaluation pour une politique de transport alternative ou encore la détermination d'une politique de prix pour le transport intra-urbain et interrégional.

Au cours de ces 20 années, devait expliquer le professeur Cathy Macharis (VUB), on a constaté une évolution dans l'état d'esprit des chercheurs, notamment dans la recherche d'une plus grande interdisciplinarité et dans la prise de conscience d'une évolution vers un développement durable, dans la recherche d'une collaboration plus étroite avec les responsables belges et européens ainsi qu'une évolution des compétences à tous les niveaux de



l'administration fédérale, régionale et communale.

Quid ?

Pour le professeur Philippe Toint (FUNDP), un magnifique travail de recherche a été effectué depuis vingt ans et il est important qu'il ne soit pas perdu mais qu'il soit orienté vers de nouvelles préoccupations. C'est ainsi qu'il faut continuer à collecter des données qui serviront à faire de nouvelles projections et simulations, consolider les liens avec la politique d'aménagement du territoire et peut-être, examiner plus attentivement la cohabitation entre les transports de personnes et de marchandises.

En conclusion de ce bilan de vingt années de recherches dans le

domaine des transports et de la mobilité, on retiendra surtout leur importance pour notre économie et notre vie en général, mais aussi la nécessité de communiquer davantage vers le citoyen (via les administrations) et SURTOUT veiller à ce que tous ces travaux ne finissent pas en de beaux rapports remisés... dans une armoire ! ■



Pour plus d'infos:

Groupe de recherche sur les transports (GRT)

Rempart de la Vierge 8, 5000 Namur

Tél.: 081/72.49.18

<http://www.fundp.ac.be/sciences/mathematique/grt/>

Transports et mathématiques

Le Groupe de recherche sur les transports (GRT) fait partie du Département de mathématique des Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, à Namur. Depuis environ 30 ans, le GRT développe des méthodes mathématiques permettant d'analyser différents problèmes de transport et de mobilité, en centrant ses recherches sur les modèles de trafic urbain. Il a aussi été impliqué dans le développement des outils de base en recherche opérationnelle que l'on retrouve dans la modélisation du transport, et s'est aussi penché sur l'analyse comportementale associée à ces modèles. Ses recherches portent également sur les enquêtes

de mobilité. Actuellement, au travers de ces divers projets de recherche, le GRT s'oriente vers une modélisation désagrégée de la demande de mobilité en s'intéressant à toutes les étapes nécessaires, de la collecte de données aux modèles (choix discrets, multi-agents, etc.) et aux prévisions.

Le GRT est impliqué dans des projets aux niveaux européen, national et régional. Il a un large réseau de contacts et de collaborations à un niveau international, avec entre autres les USA, le Canada, la Grande-Bretagne, la France, l'Italie et la Suède.

SÉRIE : INSTRUMENTS SCIENTIFIQUES: UNE AVENTURE CAPTIVANTE !

Le microscope :

outil majeur de l'essor des sciences

12

Flocons de neige observés avec un Microscope Electronique à Balayage (MEB) à basse température.

Microscope de Kremp (1920)



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

Photos: **Tamorlan** (pp.12 à 14),
Paultmoon (p.14), **W. CROCHOT** (p.14),
C. BATTAGLIA/SNF (p.14), **Masur** (p.15)

Le microscope apparaît initialement comme une simple application de la lunette astronomique. Son développement s'étend sur plus de 4 siècles. D'abord objet de curiosité, offrant un regard sur un monde insoupçonné, l'infiniment petit, il devient, à force de perfectionnements constants, un instrument scientifique indispensable en biologie, médecine, physique et chimie. Il permet l'essor prodigieux des observations et connaissances scientifiques

Dès l'Antiquité, l'homme fabrique et utilise des **lentilles** et des loupes pour divers usages. L'effet grossissant des verres est déjà utilisé pour améliorer la vue dès le 13^e siècle: les lunettes sont signalées par Bacon en 1268; leur fabrication est attestée à Florence en 1280. Améliorer la vue n'est pas encore fournir une image agrandie d'un objet. Il faut attendre la fin du 16^e siècle pour trouver mention des premiers **microscopes**, presque en même temps que la **lunette astronomique** (dite de Galilée).

Les premiers microscopes optiques

Fin 16^e pour les uns, début 17^e pour les autres, des lunetiers hollandais, père et

fil, Hans et Zacharias Jansen, auraient, les premiers, eu l'idée, pour regarder de petits objets, de placer aux extrémités d'un tube 2 lentilles convexes, l'une servant d'oculaire, l'autre d'objectif grossissant. Ce serait le premier **microscope composé**. Le **grossissement** reste faible: de 3 à 9. Dès 1625, Faber donne le nom de «microscope» (du grec *mikros*: petit et *skopein*: observer) au nouvel instrument. Même s'il ne nous est pas parvenu, c'est le début de la découverte d'un nouveau monde, invisible jusque-là. Certains savants en sont conscients, malgré les performances très limitées de ces premiers microscopes optiques. Hooke prescrit l'emploi d'un éclairage latéral devant le fond obscur de l'instrument et place un troisième verre entre l'objectif et l'oculaire, afin d'obtenir un grossissement plus important. En 1665, dans son ouvrage *Micrographia*, il donne la première description du microscope com-

posé et explique son emploi: un texte précieux pour les chercheurs, à une époque où chacun taille ses lentilles et fabrique ses propres instruments !

Malheureusement, les défauts optiques de ce type de microscope à partir d'un certain grossissement sont tels que le **microscope simple** (sorte de loupe perfectionnée) se révèle le plus performant et s'impose dès la seconde moitié du 17^e siècle. Van Leeuwenhoek, marchand de tissus de Delft, sans formation scientifique mais doté d'une curiosité sans limite, en fabrique plusieurs centaines et les utilise à grande échelle. Pour chaque grossissement, il emploie un microscope particulier. Celui-ci est constitué d'une seule lentille biconvexe soigneusement taillée et insérée entre deux plaques de métal, l'échantillon à observer étant placé sur une pointe métallique solidaire du support, que l'on pouvait déplacer face à la lentille. Ce microscope rudimentaire, placé près de l'œil et de l'objet, permet déjà des grossissements de 50 à 500 ! Vu les qualités relatives de la lentille utilisée dans ce type de microscope et les perfectionnements qu'il connaît au 18^e siècle (système de fixation et de déplacement de l'objet, dispositif de mise au point, petit miroir pour les objets

opaques), le microscope simple restera en usage jusqu'au début du 19^e siècle.

Ce piétinement du microscope composé résulte essentiellement du manque de connaissances scientifiques limitant la qualité de l'image. Celle-ci se forme par la déviation des rayons lumineux à travers une lentille. On comprend aisément qu'une déviation plus importante se manifeste sur les bords qu'au centre, d'autant plus quand il y a plusieurs lentilles. Les bords de l'objet observé manquent donc de netteté. C'est ce qu'on appelle la **distorsion géométrique** ou **aberration sphérique** ou de **sphéricité** de l'image. Hadley, au début du 18^e siècle, parvient à y remédier. À ce défaut, s'ajoute l'**aberration chromatique**. Les bords de la lentille agissent comme un prisme en décomposant la lumière blanche en ses différentes composantes de couleur. L'**irisation** des bords de l'image peut être telle qu'elle en masque les détails et la rend floue. Ce n'est qu'en 1758 que Dollond trouve le moyen de corriger l'aberration chromatique: il combine 2 lentilles, l'une convexe et l'autre concave, créant ainsi des **lentilles achromatiques**, d'abord utilisées pour les lunettes astronomiques. Au 19^e siècle, ce perfection-

nement est appliqué au microscope composé.

Les progrès se multiplient

En 1827, Amici associe plusieurs lentilles achromatiques dans l'objectif d'un microscope, pour disposer d'un **microscope achromatique** grossissant plusieurs centaines de fois. Désormais, il possède la silhouette qu'on lui connaît aujourd'hui avec, au fil du temps, de nombreux perfectionnements. On développe les moyens d'éclairage, entre autres par l'utilisation de l'ultraviolet. On obtient aussi une plus grande qualité d'objectifs et d'oculaires, notamment par l'invention, en 1870, de la **lentille à immersion** permettant de forts grossissements. L'invention du **microtome** et la mise au point de **fixateurs biologiques** et de nouveaux colorants améliorent l'observation des micro-organismes (incolores pour la plupart), y compris par substance fluorescente (ou fluorochrome), avec le **microscope à fluorescence**. Le perfectionnement des mécanismes permet une mise au point de l'image de plus en plus fine. En 1941, Zer-

13

Une explosion de découvertes fondamentales

Le microscope rend possible de multiples observations et découvertes essentielles. Il accroît prodigieusement nos connaissances scientifiques !

Les premiers appareils permettent d'observer des objets de dimensions à peine moindres que ceux visibles à l'œil nu. En 1660, avec les microscopes composés, Malpighi découvre les *capillaires sanguins* et montre comment les artères et les veines se rejoignent, complétant ainsi la théorie de la *circulation du sang* de Harvey. Grew observe les *organes reproducteurs des plantes*. Hooke scrute systématiquement des fragments de végétaux, des insectes, des cristaux; il découvre les structures alvéolaires du liège, auxquelles il donne le nom de «cellules». Van Leeuwenhoek va plus loin encore. À partir de 1674, il découvre déjà les *bactéries* («animalcules»), les levures, les protozoaires, les spermatozoïdes et les globules du sang. Il introduit les premières méthodes de culture de micro-organismes pour ses observations. Sa réputation traverse les frontières. Certains le considèrent comme le père de la microbiologie...

Au 19^e siècle, les grossissements obtenus avec les microscopes achromatiques permettent des avancées majeures en biologie (notamment en cytologie ou biologie cellulaire) et médecine (entre autres en pathologie cellulaire), en géologie et minéralogie (on observe la structure cristalline de certains minéraux), ainsi qu'en métallurgie. Ils permettent en particu-

lier de grandes découvertes médicales en identifiant par leur forme certains *microbes* et *bactéries*. La microbiologie, appliquée depuis longtemps, notamment dans un but alimentaire (fabrication des pains, fromages, vins, bières, etc.), se voit expliquée par le détail au bénéfice de la santé. En 1833, Brown découvre le noyau de la cellule. En 1874, Hansen identifie le bacille de la lèpre; Koch celui de la tuberculose en 1882; Yersin celui de la peste en 1894. Laveran découvre le parasite (hématozoaire) responsable du paludisme. En 1885, Pasteur, après avoir découvert la cause de diverses maladies jusqu'alors inexplicables (charbon, ostéomyélite,...), met au point le vaccin contre la rage due à un virus. Il réduit enfin à néant, après les travaux en ce sens de certains autres scientifiques, dont van Leeuwenhoek et Swammerdam, la doctrine tenace de la génération spontanée des petits animaux «inférieurs» (insectes, vers,...) au départ de la «saleté» (fumier,...) !

Au 20^e siècle, le microscope électronique ouvre enfin la voie à l'observation des virus et de la structure chimique de la matière: atomes et molécules; il permet même le décodage du matériel génétique des êtres vivants. Une forme d'apothéose !





Microscope composé
de Cuff (1760)

Microscope à fluorescence numérique
inversé



Image au MEB: Pollens de plantes
courantes (x 500)

niko invente le **microscope à contraste de phase** pour observer les micro-organismes transparents (bactéries, cellules eucaryotes, etc), sans colorant. Des filtres colorés sont utilisés pour encore améliorer l'image. Françon et Nomarski mettent au point une technique pour obtenir un effet en relief de l'image observée. Le microscope optique atteint le sommet de ses possibilités: un grossissement de 2 500, une **résolution** de 0,1 μm ou 100 nm ($1 \mu\text{m} = 1 \text{micron} = 10^{-6} \text{m}$; $1 \text{nm} = 10^{-9} \text{m}$), de nombreux effets possibles... mais aussi ses limites. En 1878, Abbe, travaillant dans les ateliers Zeiss en Allemagne, avait déjà démontré qu'un microscope optique ne peut opérer qu'aux longueurs d'onde de la lumière visible. Pour reculer les limites dans l'observation de l'infiniment petit, il faut utiliser une longueur d'onde bien plus courte. La voie est ouverte au microscope électronique.

Les microscopes électroniques

En 1929, apparaît le premier **microscope électronique**, dit **à transmission** (MET), conçu par Knoll et Ruska. Il utilise un faisceau d'électrons à la place des photons de lumière utilisés dans le microscope optique (appelé dès lors aussi **microscope photonique**). Le pouvoir de résolution du MET perfectionné est 200 fois supérieur à celui du microscope optique: $0,5 \text{ nm} = 5 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 1 \text{ \AAngström} = 10^{-10} \text{ m} = 0,1 \text{ nm}$) pour un grossissement de plus de 200 000 fois ! Les microscopes électroniques sont constamment améliorés. Le **microscope électronique à**

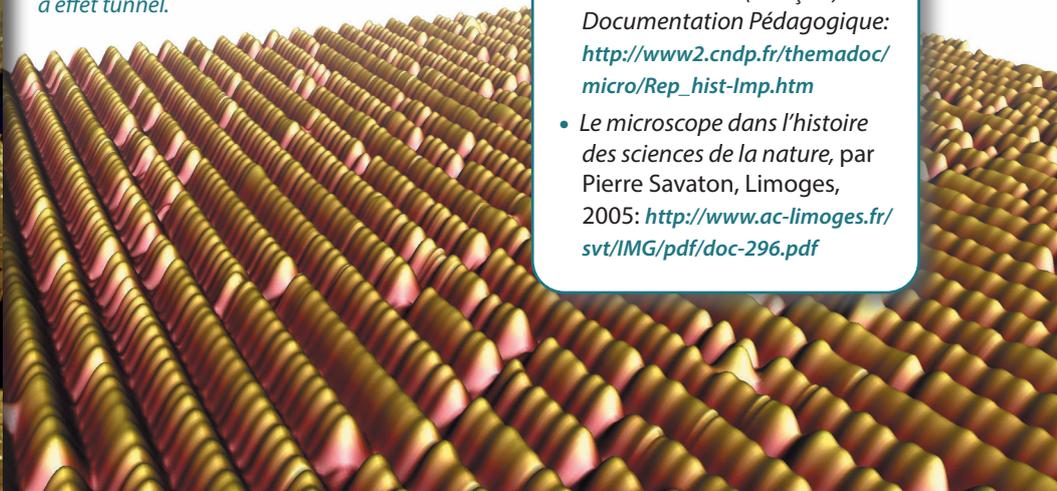
balayage (MEB), réalisé dès 1938 par von Ardenne, permet de voir les objets en relief, en 3 dimensions et vivants, ce qui était impossible jusqu'alors en MET, à cause du bombardement d'électrons qui tue tout organisme vivant. Le MEB est donc utilisé pour étudier les caractéristiques de la face externe des micro-organismes. Doté d'éclairage latéral, l'ultramicroscopie permet d'éviter la gêne due à l'illumination frontale par transparence. Le **microscope électronique à balayage et à effet tunnel** (ou **à champ proche**) a été mis au point en 1981 par Binnig et Röhrer aux laboratoires IBM de Zurich. Il permet un grossissement de plusieurs millions et une résolution de $0,1 \text{ nm} = 1 \text{ \AA}$, celle de l'atome ! Cette technique extraordinaire permet donc de voir les protéines, l'ADN, les molécules et les atomes constitutifs, ainsi que de produire des puces électroniques ! Elle valut à ses inventeurs le prix Nobel de Physique en 1986, partagé avec Ruska, pionnier de la microscopie électronique et créateur du premier MET. ■



Pour en savoir plus:

- *Dictionnaire des inventions & techniques*, par M.-E. Berthon, Publ. Univ. – TEC&DOC, Paris, 2004.
- *Grandes inventions de l'humanité*, par Michel Rival, Larousse, Paris, 2005.
- *Histoire du télescope*, par Yaël Nazé, Vuibert, Paris, 2009.
- *Microbiologie*, par Prescott et coll., traduit de l'anglais, De Boeck, Bruxelles, 2010.
- *Musée de l'Instrumentation Optique: Diverses publications*, Biesheim, 1998-2000.
- *Centre National (français) de Documentation Pédagogique*: http://www2.cndp.fr/themadoc/micro/Rep_hist-imp.htm
- *Le microscope dans l'histoire des sciences de la nature*, par Pierre Savaton, Limoges, 2005: <http://www.ac-limoges.fr/svt/IMG/pdf/doc-296.pdf>

Chaînes d'atomes d'or sur une surface de silicium observées au microscope à effet tunnel.



GLOSSAIRE

(PRESCOTT, 2010 ; LAROUSSE, 2011 ; NAZÉ, 2009 ; BERTHON, 2004)

Types de microscopes

Microscope	Instrument constitué d'une ou de plusieurs lentilles et servant à observer des objets très petits.
Microscope électronique	Appareil d'aspect très différent de celui du microscope optique et dans lequel les rayons ou photons lumineux sont remplacés par un faisceau d'électrons et les <i>lentilles optiques</i> (concentrant ces photons) par des <i>lentilles magnétiques</i> (concentrant ces électrons).
Microscope électronique à balayage (MEB)	Microscope électronique qui balaie un faisceau d'électrons sur la surface d'un échantillon et forme une image de cette surface à partir des électrons réfractés par celle-ci.
Microscope électronique à balayage et à effet tunnel (ou à champ proche)	Microscope électronique à balayage comportant une microsonde permettant d'explorer une surface à l'échelle atomique (1 \AA), et utilisant l' <i>effet tunnel</i> (ou probabilité non nulle pour une particule d'énergie E de traverser une région où règne un potentiel répulsif supérieur à E). Il est très utile dans l'étude des molécules biologiques (immergées dans l'eau) et des surfaces des matériaux.
Microscope électronique à transmission (MET) (magnétique)	Microscope électronique qui forme une image en faisant passer un faisceau d'électrons dans une coupe très fine d'un échantillon (de cellules, tissus,...) et en concentrant les électrons dispersés à l'aide de <i>lentilles magnétiques</i> .
Microscope optique (ou photonique)	Microscope qui utilise des <i>lentilles</i> de verre pour diriger et focaliser les rayons (ou photons) lumineux et produire des images agrandies de petits objets.
Microscope optique à contraste de phase	Microscope convertissant de faibles différences d'indice de réfraction et de densité cellulaire en différences observables d'intensités lumineuses, ce qui rend visibles des cellules vivantes non colorées.
Microscope optique à fluorescence	Microscope optique dans lequel l'échantillon (souvent transparent), marqué par un fluorochrome (ou substance à <i>fluorescence</i>), est exposé à une lumière ayant une longueur d'onde spécifique, qui permet la formation d'une image par la lumière fluorescente émise. Ce microscope est très utilisé en microbiologie médicale (bactéries pathogènes incolores) et en écologie microbienne.
Microscope optique composé	Microscope optique où l'image agrandie formée par l'objectif est élargie par une ou plusieurs lentilles supplémentaires.
Microscope optique simple	Microscope optique ne comportant qu'une seule <i>lentille</i> convexe, l'apparentant à une loupe.



Autres termes techniques

Aberration chromatique/sphérique	Défaut de l'image donnée par un système optique composé de lentille(s): l'aberration est dite chromatique/sphérique (distorsion géométrique) si les rayons lumineux convergent en des points différents selon respectivement leur couleur ou leur distance à l'axe optique.
Achromatique	Qui laisse passer la lumière blanche sans la décomposer, donc sans produire d' <i>irisation</i> , en associant des lentilles de pouvoirs dispersifs différents.
Fixateur biologique	Mélange de produits chimiques en solution coagulant les protéines des cellules sans en altérer la structure, utilisée en fixation (conservation) des tissus internes et externes pour examen au microscope.
Fluorescence	Propriété qu'ont certains corps d'absorber un rayonnement et de l'émettre à une longueur d'onde plus grande.
Grossissement	Rapport du diamètre apparent de l'image à celui de l'objet examiné.
Irisation	Propriété qu'ont certains corps de disperser la lumière en rayons colorés comme l'arc-en-ciel; reflets ainsi produits.
Lentille (optique)	Morceau de verre taillé déviant la lumière; <i>convexe</i> , elle est <i>convergente</i> si les rayons lumineux sont focalisés en un point F (appelé <i>foyer</i>), situé à une distance f (la <i>distance focale</i>) du centre de la lentille.
Lentille à immersion	Lentille de microscope où l'espace entre la lame couvre-objet et la lentille est occupé en partie par de l'air et en partie par de l'huile à immersion, afin d'augmenter la résolution et le grossissement du microscope.
Lunette (astronomique) (dite de Galilée)	Instrument optique composé d'au moins deux lentilles: celle à laquelle on accole l'œil est l' <i>oculaire</i> , l'autre est l' <i>objectif</i> . Elle s'apparente au <i>microscope composé</i> , mais sert à observer les grands objets éloignés (astres,...).
Microtome	Instrument permettant de découper des tissus animaux ou végétaux en tranches de quelques micromètres (<i>microtome</i> proprement dit), ou quelques centièmes de micromètre d'épaisseur (<i>ultramicrotome</i>), en vue d'un examen au microscope.
Résolution	Capacité d'une lentille ou d'un microscope de distinguer de petits objets proches l'un de l'autre (notre œil détecte au mieux un point de 0,2 mm de diamètre).



Nom: GÉRADIN
Prénom: Virginie
Âge: 33 ans
État civil: Mariée
Enfants: 2

Profession: Ingénieur civil et manager chez Belgacom.

Formation: Études secondaires à l'Athénée royal de Huy. Ingéniorat civil à l'Université de Liège.

Adresse (s) :
 Belgacom S.A.
 IDO - Infrastructure
 Deployment &
 Field Operations
 Rue du Nord-Belge, 6
 à 4020 Liège

Tél.: 04/349.64.15

Mail: virginie.geradin@belgacom.be

16

L'ADN de...

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

Photos: **BSIP/REPORTERS** (fond), **G. TRAN** (p.17)

Côté pile

Ingénieur, c'est une vocation que vous avez depuis toute petite ? Comment l'idée d'exercer ce métier vous est-elle venue ?

Non, toute petite, je rêvais d'être hôtesse de l'air et si l'un de mes jouets était cassé, je ne cherchais pas à le réparer ! Par contre, les maths ou les sciences m'ont toujours semblé simples à apprendre. En secondaire, c'était surtout la physique qui me plaisait, l'un de mes professeurs l'enseignait avec brio et m'a sûrement influencée. Au moment de m'orienter dans le supérieur, j'ai opté pour les études d'ingénieur car selon moi, elles pourraient m'ouvrir plus de portes et me semblaient davantage tournées vers des applications concrètes.

Comment devient-on ingénieur civil ?

En choisissant dans le secondaire une option maths et physique. Il faut également se préparer pour l'examen d'entrée en suivant des cours complémentaires de mathématiques. Durant les études, il faut pouvoir englober pas mal de matière et savoir organiser son temps entre les travaux pratiques et l'étude !

Quel a été votre 1^{er} job en tant que tel ? Vous travaillez pour une société de télécommunications, pourquoi ce secteur en particulier ?

Mon premier job consistait à concevoir un système de télécommunications sur base des idées du marketing puis à tester ce système avant de le rendre disponible aux utilisateurs. Le service serait trop long à expliquer, mais pour donner une idée, la plateforme sur laquelle je travaillais est celle qui fait fonctionner les cartes prépayées d'un opérateur GSM. Pourquoi avoir choisi une société de télécommunications ? Mon travail de fin d'études portait sur des satellites de télécommu-

nication et c'est un secteur en évolution constante.

Quels sont vos rapports avec la science ? Quels sont vos premiers souvenirs «scientifiques» ?

La science représente l'avenir: quand la science avance, nos modes de vies sont bouleversés. En disant cela, je ne pense pas qu'aux télécommunications, mais aussi à la santé. Mon premier souvenir scientifique remonte à mon enfance, où, quand nous voyagions la nuit, je me demandais pourquoi la lune nous suivait. Ou dans la baignoire, je me demandais pourquoi je devais pousser sur mon canard pour qu'il s'enfonce. La science a ce côté obscur: on doit chercher pour comprendre. Et il y a encore des tas de choses que je n'ai pas comprises !

Quelle est la plus grande difficulté rencontrée dans votre métier ?

L'Université offre une formation technique de qualité, les plus grandes difficultés de mon métier sont en fait liées à la gestion des personnes.

Quelle est votre plus grande réussite jusqu'à aujourd'hui ?

J'aimerais en citer deux: gérer un projet de transformation des boîtes de messagerie et entendre un collègue me dire: « Si je suis de nouveau motivé, c'est grâce à toi ».

Quel conseil donneriez-vous à un quelqu'un qui aurait envie de suivre vos traces ?

Suis tes passions, prépare-toi à un grand changement lors de ton entrée en première candidature et sois ouvert à te développer personnellement pendant et après tes études... ■

Virginie GÉRADIN

Ingénieur civil

Côté face

Je vous offre une seconde vie, quel métier choisiriez-vous ?

Journaliste. Comme je n'aurai qu'une vie, vous m'offrez un poste ?;-)

Je vous offre un super pouvoir, ce serait lequel et pour quoi faire ?

Voyager dans le temps. J'irais suffisamment loin dans le futur pour voir si quelqu'un a inventé la téléportation et j'emporterais discrètement la recette. J'irais dans le passé attiser ma curiosité: vérifier si Jésus-Christ a bien existé et s'il avait du charisme, espionner le roi Soleil et sa cour en tenue d'époque, assister à la joie de l'homme qui a inventé le feu, etc. J'irais aussi rendre visite à certaines personnes que j'appréciais et qui nous ont quittés trop tôt.

Je vous offre un auditoire, quel cours donneriez-vous ?

Un cours de physique pour enfants en fin de primaire.

Je vous offre un laboratoire, vous plancheriez sur quoi ?

Le cancer.

Je vous transforme en un objet, ce serait lequel ?

Le piano d'un bon musicien. Je serais la source de son plaisir.

Je vous offre un billet d'avion, vous iriez où et qu'y feriez-vous ?

J'irais en Afrique avec des cadeaux que j'offrirais à des enfants.

Je vous offre un face à face, qui rencontreriez-vous et pourquoi ?

Johnny Depp. Parce que c'est un acteur qui n'a pas peur de sortir des sentiers battus et que j'aime beaucoup. Parce que c'est un Américain qui est venu s'installer en France et que peut-être, ses impressions pourraient être intéressantes. Parce qu'il dégage quelque chose de charmant et de mystérieux à la fois, et que j'aimerais voir cela en vrai... ■

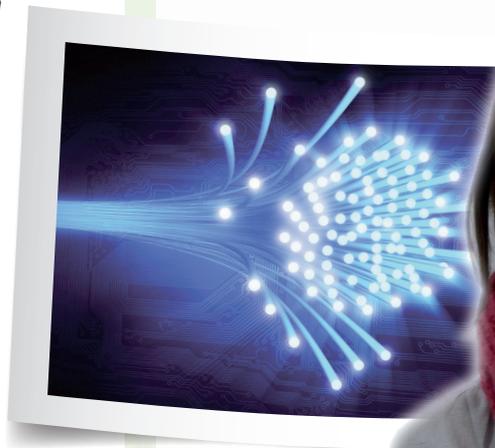


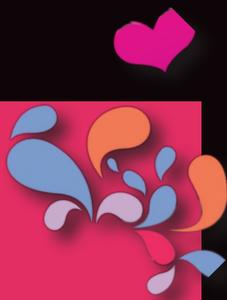
Plus d'infos:

<http://www.belgacom.be>

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

virginie.geradin@belgacom.be





Dans la **jungle** des «**apps**»

Texte: **Alain de FOOZ** - alain.de.fooz@skynet.be

Photos: **Apple** (p.20), **IntoTheWeb** (p.21)





Certaines applications sont éphémères, ne survivant que quelques heures, alors que d'autres s'imposeront. La loi des «apps», cette nouvelle génération d'applications mobiles pour smartphones et autres tablettes, est sans pitié: vous devenez roi en quelques clics, vous disparaîsez de la même façon. Dans cette «jungle», quelques Belges ont trouvé leur voie...

«**There is an app for that !**» - «Il y a une application pour cela !». Le slogan d'Apple, lancé en 2008, a fait mouche. Au terme de cette année, 18 milliards d'applications - toutes plateformes confondues - auront été téléchargées, estime le cabinet américain de marketing *Gartner*; 48 milliards devraient l'être en 2015. Si l'on se réfère à un sondage mené par le quotidien français *Le Monde* sur son site web, on peut estimer que chaque possesseur de *smartphone* télécharge entre 70 et 120 applications. Si la plupart sont gratuites, d'autres sont payantes. Il y a donc un marché des «apps». *IDC* l'estime à 50 milliards d'euros dans le courant de 2013.

Un nouveau marché, plein de promesses, initié voici trois ans avec l'*App Store* d'Apple, la plate-forme de vente des applications destinées à l'*iPhone*, est né. Très vite, les applications mobiles sont devenues des vecteurs de communication incontournables pour les professionnels. Qu'ils soient ludiques ou utilitaires, ces petits programmes permettent aux entreprises d'augmenter la visibilité et l'accessibilité de leurs produits et d'atteindre de nouveaux prospects.

Pour certaines applications qui ne survivront que quelques heures à peine, d'autres sont appelées à connaître un succès planétaire. À bien des égards, ce marché ressemble à celui du cinéma, avec sa dose hebdomadaire de renouvellement et de nouveautés. À cette nuance près: l'offre est infinie. Jeux, fils d'informations, services d'annuaires, applications de géolocalisation, livres numériques... Gratuites ou payantes, utiles ou complètement décalées comme les coussins péteurs ou les miroirs déformants, les «apps» transforment nos téléphones mobiles multimédias en mini-ordinateurs, en agendas personnels, en consoles de jeux, en liseuses électro-

niques, voire en appareils de mesure de la tension artérielle.

Et dans ce nouvel univers, le meilleur peut côtoyer le pire. On se souvient de l'application «Juif ou pas juif ?» basée sur une liste de 3 500 personnalités d'origine ou de religion juive. L'application avait d'autant plus suscité l'indignation qu'elle avait été précédemment «validée» par Apple... Le meilleur, c'est par exemple *Skypix*, une application développée par l'équipe du magazine *Science et Vie*. Intégrant à la fois carte du ciel, boussole et GPS, elle permet de savoir quels astres vous contemplez avec votre *iPhone*... *Skypix* est un planétarium autonome, qui vous permet d'explorer l'Univers et découvrir des milliers d'astres via les catalogues *Hipparcos* et *NGC*. Et comme dans un véritable planétarium, il est possible d'afficher à l'écran le tracé des constellations et le tracé de l'écliptique, où s'alignent comme à la parade Soleil, Lune et planètes.

Avant Apple, déjà...

Tous les téléphones ne donnent pas accès aux mêmes services. L'offre la plus foisonnante est sans conteste celle de l'*iPhone*, le téléphone tactile d'Apple: ses «apps», qui se comptent désormais en centaines de milliers d'unités, sont disponibles dans son magasin virtuel, l'*App Store*.

Si le «boom» est venu d'Apple, le concept d'applications mobiles préexistait à l'*iPhone*: il y a quelques années, les propriétaires de téléphones *Nokia* haut de gamme pouvaient déjà bénéficier de services avancés. Mais ces derniers étaient alors encore difficiles d'accès. Apple a réussi à réunir les pièces du puzzle. Grâce à un terminal reconnu pour son ergonomie (les applications sont accessibles en un

clic) et ses qualités techniques (un écran plutôt large pour un téléphone). Grâce aussi à *iTunes*, la plate-forme de distribution et de paiement en ligne initialement conçue pour les baladeurs musicaux *iPod* - une fois ses coordonnées bancaires saisies dans *iTunes* lors de l'achat de l'*iPhone*, il suffit de rappeler son mot de passe pour télécharger une application. Grâce enfin à une proposition de valeur simple aux éditeurs de services tiers - ce sont eux, et non Apple, qui créent les applications; ils conservent 70% des revenus tirés de l'application, le solde allant au groupe américain.

En quelques mois est apparu un véritable «écosystème», avec des dizaines de nouveaux acteurs ne travaillant que pour Apple. Parmi les plus remarquables, les start-up californiennes *Zynga* (créatrice de *Live Poker*) et *Tapulous* (éditrice de *Tap Tap Revenge*, l'un des jeux les plus téléchargés à ce jour sur l'*iPhone*). À la tête de cette dernière, le Belge Bart Decrem - le modèle à suivre pour toute une génération de nouveaux développeurs. Il est vrai que son succès laisse pantois. Vingt jours à peine après son lancement en juillet 2008, son jeu avait déjà été téléchargé plus d'un million de fois. Fin 2010, *Tap Tap Revenge* avait été sélectionné dans l'*App Store* à plus de 35 millions de reprises, et plus d'un milliard de chansons ont été jouées sur cette application. Selon une étude, *Tap Tap Revenge* aurait été téléchargé par un utilisateur d'*iPhone* sur trois aux États-Unis... Aujourd'hui, *Tapulous* est une filiale de *Disney Interactive Media Group*, au centre de la stratégie «technologies mobiles» du géant du divertissement. Et Bart Decrem siège désormais comme *senior vice-président* de la compagnie...

Nouveau support pour l'industrie du jeu vidéo

Aujourd'hui, après les jeux, les applications de localisation (via GPS) sont les plus répandues, suivies de près par les besoins en applications de SMS gratuits, les applications de «streaming» radio, les sonneries personnalisées et les outils de retouche et de transfert de photos.

Très présentes, également, les applications servant de relais aux réseaux



sociaux (*Facebook, Twitter, MSN Messenger...*) ou servant d'alternative téléphonique (comme la voix sur IP de *Skype*), sans oublier les plateformes de téléchargement (*iTunes* principalement) ou d'abonnement musical (*Spotify, Deezer...*).

20

N'empêche: près de 80% des téléchargements d'applications sur mobile sont des jeux. *Smartphones* et tablettes sont en train de relancer ce marché qui s'était tassé avec le temps et signer la fin des consoles portables, qu'elles égalent désormais en termes de performances; la fin aussi des consoles de salon longtemps favorisées pour la variété de jeux vidéo proposés et au confort procuré.

Les téléphones de nouvelle génération proposent des jeux de même qualité, mais surtout, il n'est plus nécessaire d'acheter de disque; on les télécharge simplement via les «stores». Il suffit de quelques secondes et pour quelques euros, voire quelques centimes. Une révolution soudaine qui annonce un bouleversement sur un marché que l'on annonçait en déclin.

Un individualisme non sans danger

À tous niveaux, on sent de l'intérêt pour ce nouveau type de dialogue avec le consommateur. Le secteur de la santé n'y échappe pas. La «*mHealth Industry*» (industrie de la santé mobile) en tire pleinement parti. Pour le meilleur, mais pas toujours.

Contrôler la qualité de l'air pour les asthmatiques, surveiller la qualité de son sommeil, apprendre à connaître ses cycles... Pas de problème, ces conseils et informations indispensables sont désormais disponibles où que vous soyez. On trouve également des guides qui donnent les équivalences entre un médicament normal et son générique, des applications pour que les diabétiques puissent contrôler leur taux de glycémie. Dernière en date, une application *iPhone* dédiée au suivi des effets indésirables de la chimiothérapie chez les patients atteints d'un cancer - l'occasion pour les malades d'améliorer leur qualité de vie, mais également de mieux communiquer les effets néfastes du traitement à l'équipe soignante.

Ces «apps» renforcent l'approche individuelle de la médecine, le patient devenant, à l'aide de ses applications, un véritable rapporteur auprès de son médecin. À condition, bien sûr, que les applications remplissent leur rôle, qu'elles soient fiables. Or, selon une étude récente, sur 47 applications pour *iPhone* destinées à aider les fumeurs à réduire leur consommation de tabac, seules quelques-unes reposaient sur des preuves et faits tangibles. Les conclusions de l'étude - menée par des chercheurs de l'université George Washington - étaient sans appel: très peu d'applications étaient dignes de confiance; aucune ne renvoyait le fumeur vers de véritables traitements, manières ou conseils pour arrêter.

Ne nous leurrons pas: ces «services» ont

bien souvent une vocation commerciale... ou cachent une marque. C'est pour elles un moyen efficace d'être visibles numériquement. Mais le succès n'est pas toujours au rendez-vous. Une grande marque belge, sans doute la plus connue partant du nombre de factures émises chaque mois, a fait un flop avec son application mobile, et cela malgré un grand battage publicitaire. Son application était inutile, tout simplement !

Beaucoup de candidats, peu d'élus

Fort peu d'applications sont appelées à connaître un véritable succès. Beaucoup de candidats, peu d'élus, résume sobrement la société belge *Tappic*, spécialisée dans le développement d'applications mobiles. Selon ses spécialistes, 85% ne seraient jamais téléchargées; 25% ne seraient utilisées qu'une seule fois pour être, aussitôt après, désinstallées. Enfin, au bout de trois mois, 95% des applications seraient purement et simplement désinstallées !

En fait, avec les applications mobiles, on revit ce que l'on a connu voici une dizaine d'années, lors de l'avènement des premiers sites Internet. Être présent pour le principe n'a pas de sens, pas de valeur. Pas plus que les sites «vitrines». Il faut soit divertir, soit aider, accompagner en informant. Être utile. C'est d'autant plus vrai pour les marques, qui devront attirer le consommateur. La démarche est volontaire - le consommateur doit lui-même télécharger l'«app» depuis une interface d'hébergement. Partant qu'il aura franchi ce premier pas, pas question de le décevoir. Il attend une réelle expérience, de l'intérêt.

Le mobile a ses règles, reconnaissent les pionniers du secteur. Vouloir porter une application faite pour un ordinateur traditionnel sans vraie réflexion mobile est voué à l'échec. Les contraintes d'une application mobile en termes d'ergonomie, de poids, de formats (vidéo et textes



notamment), mais également de fonctionnalités ne sont pas les mêmes que pour une application «desktop». Selon que l'on soit assis à son bureau ou quelque part dans la rue, les besoins diffèrent.

Ça passe ou ça casse. Idéalement, une application mobile doit compléter - et pas dupliquer - les outils déjà en ligne, principe d'une stratégie multi-canal réussie. Elle doit faire connaître la marque, la renforcer; permettre aussi de diffuser des offres promotionnelles via un contenu mobile interactif... Choisir la mobilité, c'est basculer dans un nouveau mode de communication. Jusqu'ici, on était habitué à l'information à travers l'Internet, aux flux RSS, aux réseaux sociaux. La mobilité ajoute de nouvelles dimensions qu'il s'agit d'exploiter au mieux. En créant du «jamais vu», de l'exclusif. Concrètement, cela signifie capitaliser sur la géolocalisation, pour remonter à l'utilisateur les informations dont il a besoin à son emplacement actuel; capitaliser aussi sur la réalité augmentée: la vue de la caméra de votre *smartphone* sera, par exemple, enrichie par des informations superposées sur l'écran en temps réel. Bref, miser plei-

nement sur ces nouvelles technologies, dont les *QR Codes* (Voir encadré), ces compléments d'information à la suite du décodage.

C'est un monde sans pitié. Avec ses règles, on l'a vu. Mais aussi ses codes. Une «app» est jugée sur quelques détails - les cases à cocher, les listes de choix... Gare aux susceptibilités ! Quand on est pro-*iOS*, on n'est pas pro-*Android*. Et vice versa. Ainsi, par exemple, les *iPhone* et *iPad* possèdent un seul bouton de navigation, alors que les *smartphones* sous *Android* en possèdent quatre. Pratiquement, lors du développement d'une application pour une plateforme de données, il est d'usage de respecter la ligne de conduite du constructeur sur son interface utilisateur. Celle-ci se base sur l'ergonomie de navigation usuelle qui découle de la structure matérielle du *smartphone*. Détails ? Détrompez-vous. On touche ici indirectement à l'identité de l'utilisateur, à l'image qu'il entend refléter. Sujet forcément sensible. L'utilisateur veut des «apps» qui lui ressemblent. Qui dit mobilité dit individualisme. ■

Le QR code (pour Quick Response) est un type de code-barres en deux dimensions constitué de modules noirs disposés dans un carré à fond blanc. Destiné à être lu par un lecteur de code-barres, un téléphone mobile, un smartphone, ou encore une webcam, il a l'avantage de pouvoir stocker plus d'informations qu'un code à barres 1, et surtout des données directement reconnues par des applications, permettant ainsi de déclencher facilement des actions comme naviguer vers un site Internet, ou mettre l'adresse d'un site en marque-page, déclencher un appel vers un numéro de téléphone ou envoyer un SMS; montrer un point géographique sur Google Maps; etc.



Place aux start-up !

A 26 ans, Anthony Heukmes fait partie de cette génération qui surfe sur le Web avec son *iPhone* et qui s'est approprié les réseaux sociaux pour en faire, notamment, des outils de marketing. Aujourd'hui, il est à la tête d'*IntoTheWeb*, une start-up liégeoise qui est parvenue à générer 80 000 euros au cours de sa première année d'existence et créé trois emplois. «C'est via Facebook que nous avons trouvé notre premier client, un restaurateur luxembourgeois qui souhaitait disposer d'une application mobile permettant à ses clients de réserver en ligne, de découvrir la carte, les actualités, les événements...»

Anthony Heukmes et son équipe ont ensuite enchaîné en développant la plate-forme www.mobileresto.com, destinée à accueillir les restaurateurs belges qui souhaitent créer une application mobile pour leurs établissements. Le restaurateur peut créer son application lui-même via *MobileResto*, où qu'il se situe, sans même passer par *IntoTheWeb*.

Socle du projet, un *CMS* (*Content Management System*) spécifique, qui permet à des non professionnels de gérer simplement leur contenu à diffuser auprès des consommateurs.

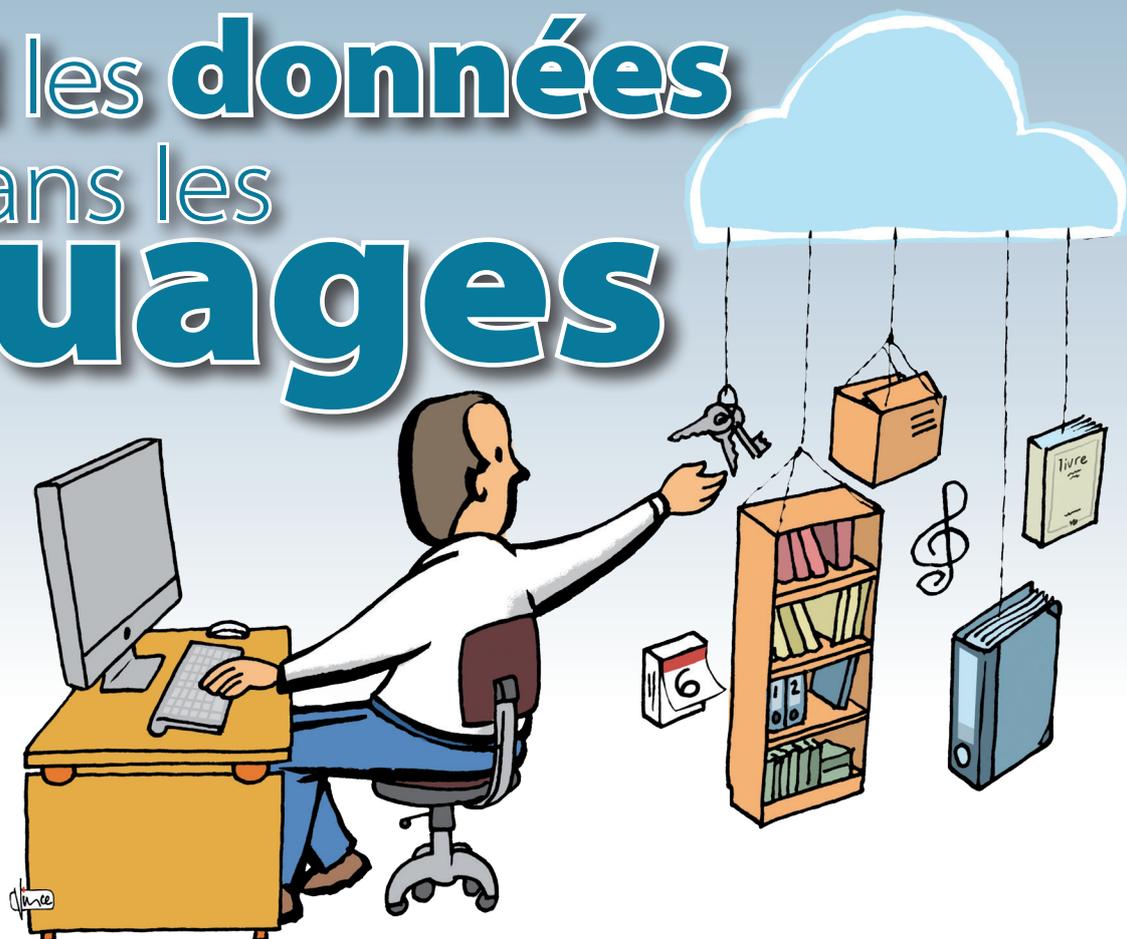
Parmi ses autres projets, relevons encore «La Maison du Peket», «Jean de la Gaufre» et «Rouches», une application (non officielle) réservée aux supporters du *Standard* de Liège. Pour 0,79 euro, l'application permet de lire les dernières nouvelles du club de football et de choisir ses sources d'informations, de recevoir une notification «push» à chaque nouveau goal, de suivre les résultats des matchs en live, de disposer du classement complet, de partager sur Facebook... Mais si elle est chère au cœur d'Anthony Heukmes, Liège n'est pas la seule ville à s'être laissée tenter. *Eggo*, la chaîne de cuisines d'*Euro Center* en province de Namur, a également choisi la solution mobile d'*IntoTheWeb*.

«Nous sommes actuellement une des agences en Wallonie qui a le plus de références à montrer, assure Anthony Heukmes.

Nous pouvons donc nous reposer sur la bouche-à-oreille et nous concentrer pleinement sur le côté technique. Mais la concurrence va s'intensifier. Ce qui signifie que nous allons devoir améliorer notre communication et promouvoir davantage nos produits et services. Par ailleurs, nous allons également devoir faire face aux nombreuses plate-formes en train de se développer. Dans un domaine qui évolue très vite, cela implique que nous allons constamment devoir nous tenir à jour et apprendre de nouvelles technologies.»



Quand les données sont dans les nuages



2^ÈME PARTIE

22

Texte: Christian VANDEN BERGHEN • <http://www.brainsfeed.com> • cvb@brainsfeed.com
<http://inventerlefutur.eu> • <http://twitter.com/brainsfeed>

Illustrations: Vince

Dans la première partie de cet article, nous avons abordé quelques éléments techniques qu'il est bon de connaître pour aborder le cloud computing, c'est-à-dire le stockage de programmes et/ou de données en ligne. Nous avons également évoqué les avantages de ces outils, surtout pour les particuliers et les PME qui n'ont ni les moyens financiers, ni les compétences techniques pour utiliser des serveurs locaux. De plus, de grosses entreprises - y compris des multinationales - ont déjà compris l'intérêt du cloud computing et ont décidé de migrer leurs données dans les nuages

Dans cette seconde partie, nous allons examiner quelques outils intéressants. Le but n'est évidemment pas de citer toutes les applications et tous leurs concurrents. Mais une recherche rapide sur le Web permettra de trouver des applications similaires. Avec une requête de type *similar to dropbox*, on trouvera rapidement quelques concurrents de *DropBox* (examiné dans la première partie) comme *SugarSync* (<https://www.sugarsync.com/>) ou *BoxNet* (<http://www.box.net/>). Chaque concurrent propose soit davantage de place, soit d'autres caractéristiques qui emporte-

ront la décision. Ce qui est important, c'est la facilité d'utilisation sur d'autres supports (*smartphone*, *iPad*...) et d'accès.

Evernote pour tout noter

Evernote (<http://www.evernote.com/>) est une merveilleuse application qui deviendra vite indispensable à toute personne à qui les idées viennent quand elle s'y attend le moins... Elle permet de tout noter, de tout classer et de tout retrouver. Ce petit programme s'installe sur

l'ordinateur et sur le téléphone. L'on peut insérer des photos, dicter une note, sauvegarder des favoris ou encore, créer des listes à cocher.

• Utiliser Evernote pour sauvegarder des pages Web

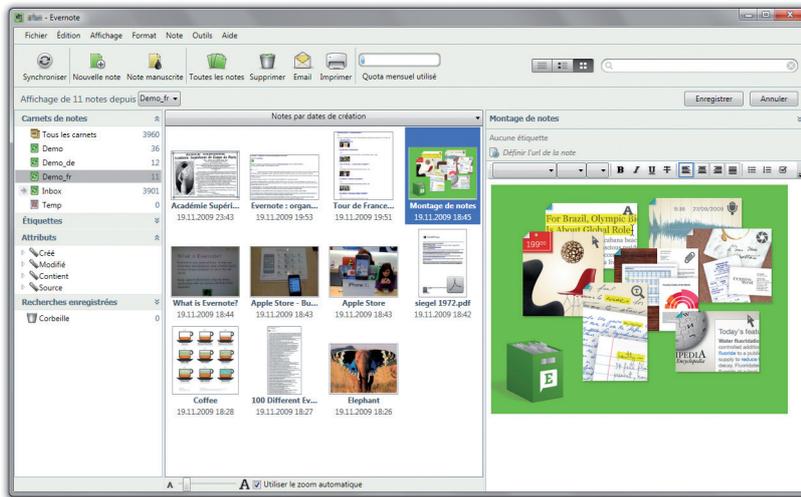
Evernote permet la sauvegarde d'une sélection de texte d'une page Web ou de toute une page:

- » sélectionnez le texte à sauvegarder,
- » cliquez dessus avec le bouton droit de la souris,
- » choisissez «Capturer dans *Evernote*». Vous verrez alors apparaître deux

options: capturer le texte sélectionné ou capturer l'URL.

Il est recommandé de mettre en place le «bookmarklet» proposé qui est un bouton qui s'installe dans la barre de

ment par date. Noter ses petites idées de billets ou d'articles, photographier une carte de visite, enregistrer la référence d'un livre cité dans une émission à la radio, mémoriser rapidement un numéro de téléphone, etc. deviennent



menu et qui permet de capturer toute une page. Vous trouverez ce bouton sur la page «Téléchargements», à l'adresse <http://goo.gl/I2n15>.

Toutes les notes peuvent être regroupées dans des «carnets». Ainsi par exemple, les notes concernant un même projet peuvent être déposées dans le même carnet, celles concernant des idées de billets pour un *blog* dans un deuxième, des notes de cours dans un troisième, etc.

Il est par exemple très pratique de se créer un semainier dans lequel le titre de chaque note commencerait par la date sous la forme «2011-11-30». Les notes viendront alors de ranger propre-

ment un jeu d'enfant. Grâce à un semainier, *Evernote* devient un gestionnaire de tâches pratique et efficace.

Il est également possible d'associer des «étiquettes» (*labels*) aux notes, de joindre des fichiers attachés à des notes, etc. Et, cerise sur le gâteau, *Google* propose de chercher dans le Web ET dans les notes stockées dans *Evernote*. Il faut pour cela installer l'extension dans votre navigateur.



Diigo pour conserver les favoris

Si vous utilisez le système natif de votre navigateur pour conserver vos favoris (*signets*, *bookmarks*) et que vous avez un ordinateur au bureau et un autre à la maison, vous connaissez le problème: vous vous retrouvez avec deux jeux de favoris puisque le fichier qui les contient est lié à l'ordinateur. Il existe évidemment des tas de petites applications qui permettent de les synchroniser, mais c'est peu pratique. Et en cas de crash de votre disque dur, il y a de fortes chances pour que vos favoris, que vous rangiez avec amour depuis des années se soient évaporés à jamais.

Pourquoi ne pas utiliser le *cloud computing* pour conserver vos favoris et y accéder de n'importe où ? C'est ce qu'on appelle aussi le *social bookmarking*. Comme le nom l'indique, ces outils permettent de partager ses favoris avec une communauté (ce n'est pas obligatoire) pour bénéficier ainsi des trouvailles des autres membres. Les favoris sont stockés en ligne et accessibles de n'importe où. Encore une fois, *Diigo* (<http://www.diigo.com/>) n'est pas seul sur le marché, mais c'est une des applications les plus abouties.

• Comment utiliser Diigo ?

Il suffit de se rendre sur la page d'accueil et de créer un compte (il est possible de créer un compte directement à l'aide de son compte *Twitter*, *Facebook* ou *Gmail*).

JE CHERCHE
DU RÉSEAU
POUR ME
CONNECTER
À MES NOTES
DANS LE CLOUD
""

'FAUT VRAIMENT
QUE JE RANGE
MIEUX MES NOTES
PRISES AU VOL
DANS LE CLOUD...



Sauvegarder des pages Web, conserver ses favoris, travailler en ligne simultanément, créer et stocker des documents ne sont désormais plus un cauchemar !

24

Astuces pour les tags

- Ne multipliez pas le nombre de tags différents.
- Évitez d'orthographier un même tag tantôt au singulier, tantôt au pluriel.
- Un mot = un tag
Si mon tag doit être «moteur de recherche», cela fera 3 tags. Écrivez donc «moteur_de_recherche», ce qui sera considéré comme un seul tag.

Ensuite, on se connecte à son compte en ligne et, dans le bas de la page, dans le menu «Tools», se trouve un lien permettant d'installer une barre d'outils (toolbar) dans le navigateur. Pour les utilisateurs du navigateur *Google Chrome* (sans doute le meilleur et le plus rapide actuellement), *Diigo* propose plutôt l'installation d'une extension qui prendra la forme d'un bouton à droite du champ d'adresse. Voilà, *Diigo* est prêt à l'emploi.

Chaque fois que vous êtes sur une page ou un site qui vous intéresse, cliquez sur «Bookmark» dans la barre d'outil (ou sur le bouton bleu dans *Chrome*). Cela provoque l'affichage d'une fenêtre dans laquelle *Diigo* a récupéré le titre de la page et son adresse. Vous pouvez ensuite ajouter une description (chose impossible avec les gestionnaires de favoris intégrés dans les navigateurs) et des tags (libellés) pour classer vos favoris.

• Pour retrouver vos favoris

Vous pouvez retrouver vos favoris en ligne en vous connectant à votre compte *Diigo*. Mais vous pouvez également les retrouver dans la rubrique «My library» accessible à partir de la barre d'outils pour *Firefox* et *Explorer* ou de l'extension pour *Chrome*. C'est également là qu'il est possible par la suite de modifier un signet en ligne, de le supprimer, de compléter sa description ou ses tags.

• Sauvegarder des morceaux de document

Diigo permet de sauvegarder des morceaux de texte ou d'image sur une page Web sous la forme d'un signet. Comment procéder ?

- » sélectionnez la partie de texte à sauvegarder.
- » cliquez sur «Highlight» dans la barre d'outils. Le texte sélectionné apparaît alors surligné.
- » cliquez ensuite sur «Bookmark» pour faire apparaître la fenêtre classique comportant déjà le titre et l'adresse URL de la page (ne vous inquiétez pas, le texte sélectionné ne s'affiche pas dans cette fenêtre). Ajoutez un commentaire et des tags et sauvez.

Pour voir le résultat de cette opération, retournez ensuite dans «My Library».

Google Docs pour travailler en ligne

Aux yeux de beaucoup de gens, *Google* est un moteur de recherche avec quelques applications ludiques comme *Google Earth* ou *Google Maps*. À ce propos, connaissez-vous *Google Moon* (<http://www.google.com/moon/>) et *Google Mars* (<http://www.google.com/mars/>) ?

Mais *Google*, c'est infiniment plus que cela. Et pour les particuliers comme pour les entreprises, c'est d'abord un excellent outil collaboratif commun sous le nom de *Google Apps*. Avant toute chose, il faut se souvenir que *Google* propose deux versions de ses services: une version gratuite et une version payante (40 euros par an et par utilisateur). Si les applications proposées dans les deux services se ressemblent, elles diffèrent sur de nombreux points dont celui de la sécurité des données.

Pour ceux qui s'accrochent désespérément à *Outlook* et à son agenda, il est possible de continuer à les utiliser mais en les faisant «tourner» avec la technologie *Google*.

• Par où faut-il commencer ?

Restons-en au service gratuit, amplement suffisant pour les particuliers et

les petites PME. Le point de départ chez Google est toujours le compte *Gmail* (*Google mail*). Il s'agit donc de commencer par créer un compte. Rien de plus simple, il suffit de lire les instructions en se rendant sur la page <http://mail.google.com>. Outre le fait qu'il constitue la porte d'entrée vers tous les services de Google, ce compte de courrier électronique est très pratique pour plusieurs raisons: il est extrêmement stable, toujours disponible, propose 7 GB d'espace de stockage (25 GB avec la version payante) et surtout, il dispose d'un filtre anti-spam redoutablement efficace.

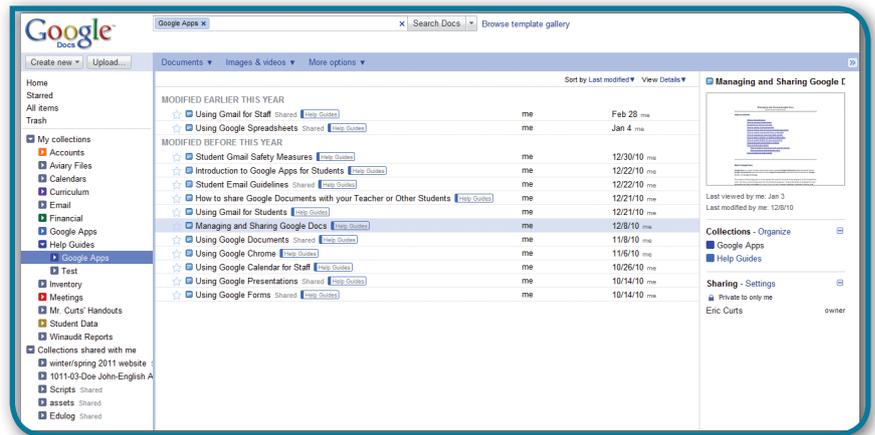
Un conseil: n'oubliez pas de fournir une «*adresse de courrier secondaire*» qui permettra à Google de réinitialiser votre mot de passe en cas d'oubli.

Dès que vous êtes connecté à votre compte *Gmail*, vous voyez apparaître dans la partie supérieure de l'écran un lien «*Document*». Si la page ne s'affiche pas dans la langue que vous souhaitez, cliquez sur la petite roue dentée (tout en haut, à droite) et allez dans «*Documents settings*». C'est également là que vous pourrez ajuster le fuseau horaire.

• Créer des documents

Pour créer un nouveau document, cliquez sur le bouton... «*Créer*». Vous aurez le choix entre plusieurs options. Les voici avec leur équivalent dans *Microsoft Office*:

Google Documents	Microsoft Office
Document texte	<i>Word</i>
Présentation	<i>Powerpoint</i>



Feuille de calcul Excel

Les autres options n'ont pas d'équivalent direct:

- » **Formulaire:** permet de créer n'importe quel type de formulaire (satisfaction, inscription, vote, etc.).
- » **Dessin:** comme son nom l'indique, il s'agit d'un outil de dessin relativement peu utile.
- » **Table:** encore en version bêta, Table permet de visualiser des données sur une carte (*Google Maps*).
- » **Collection:** nom que Google attribue aux dossiers dans lesquels seront rangés les documents.

Qu'il s'agisse d'un «*Document texte*», d'une «*Feuille de calcul*» ou de l'outil «*Présentation*», l'utilisation est intuitive et sans surprise. Bien évidemment, ces applications ne sont sans doute pas aussi puissantes que leurs équivalents tournant sur le disque dur, mais pour une utilisation classique, ils sont généralement suffisants dans 90% des cas.

Dès qu'un document est créé, Google le sauve en lui donnant comme titre, par défaut, les premiers mots du document. Il est toutefois possible de le renommer à tout moment à partir du menu «*Fichier*».

• Classer ses documents

Avant, on classait les documents dans des dossiers. Avec la généralisation du Web 2.0, le mode de classement se fait par des libellés (voir ci-dessus).

Commençons par créer une nouvelle collection:

- » Créer > Collection > Renommer la collection
- » Cliquez ensuite sur «*Tous les élé-*

ments» pour retrouver l'ensemble des documents.

La nouvelle collection créée s'affiche dans la partie gauche de la page. En passant la souris dessus, vous verrez apparaître un petit triangle bleu. Celui-ci donne accès de plusieurs options dont «*Modifier la couleur*». Ceci facilite le repérage visuel.

Ensuite, pour classer les documents, il suffit d'aller dans la liste, de positionner la souris sur un titre et (en maintenant enfoncé le bouton gauche de la souris) de le tirer vers la collection créée. Aussitôt après, le document reprendra sa place dans la liste, mais le nom de la collection s'affichera à droite de son nom. En fait, les collections ne sont rien d'autre que des libellés. L'intérêt est évident puisqu'il permet de classer un même document dans plusieurs «*catégories*». Pour n'afficher que les documents correspondant à une collection, il suffit de cliquer sur la collection choisie.

• Toute la puissance de Google à votre service

Qu'il s'agisse des documents, de l'agenda ou de *Gmail*, le haut de la page affiche toujours un champ de recherche qui permet de retrouver n'importe quel mot. Google indexe donc instantanément le contenu de vos documents, agendas ou courriers électroniques.

Dans le prochain article, nous continuerons à explorer *Google Documents*, mais nous examinerons également l'agenda. Nous verrons en particulier comment partager des documents afin de permettre à plusieurs personnes de travailler simultanément sur un même document. ■





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

Photos: **Ph. LAMBERT** (vignette p.26),

REPORTERS (pp.26 et 28),

REPORTERS/BSIP (p.29),

REPORTERS/ImageSource (p.29)

26

Entre le sage et le savant

Le Comité consultatif de bioéthique est né de l'Accord de coopération signé le 15 janvier 1993 par l'État fédéral, les Communautés française, flamande et germanophone ainsi que la Commission communautaire commune (Bruxelles). Ce n'est cependant qu'en octobre 1996, après trois ans d'«incubation», qu'il devint opérationnel. Cet automne, il a donc fêté quinze ans d'activité. Manipulations génétiques, euthanasie, procréation assistée, essais thérapeutiques, prélèvements et greffes d'organes, vente de tissus humains...: ses avis portent sur la substance même de la vie

La première référence explicite au concept de bioéthique remonte à 1927, lorsque le pasteur, théologien et philosophe allemand Fritz Jahr publie un article intitulé *Bio-Ethik*. Il y est question de l'éthique du vivant humain et non humain. C'est dans la même acception générale que Van Rensselaer Potter, professeur d'oncologie à l'Université du Wisconsin, à Madison, utilise pour la première fois le mot «*bioethics*», en 1970. Très rapidement cependant, le terme se vide d'une partie de sa substance pour se focaliser sur les domaines de la biologie, de la santé et de la médecine humaines. Ainsi, à l'instar de ses homologues étrangers, tel le *Comité consultatif national d'éthique pour les sciences de la vie et de la santé* (CCNE), créé en France en 1983, le *Comité consultatif (belge) de bioéthique* a adopté ce cadre plus restrictif.

«Aujourd'hui, cette limitation est remise en cause, dans la mesure où il est patent

que la santé humaine est étroitement liée à l'environnement. Songeons par exemple à la pollution, à l'alimentation, mais aussi aux nanotechnologies et à leurs applications potentielles en médecine, comme l'emploi de nanocaméras pour visiter nos artères ou l'implantation de nanopuces sous-cutanées», dit Marie-Geneviève Pinsart, professeur à la faculté de philosophie et lettres de l'Université libre de Bruxelles et actuelle présidente du *Comité consultatif de bioéthique* (voir photo ci-dessus). Aussi s'interroge-t-on sur la nécessité de réintroduire l'humain dans un contexte plus large, celui du vivant en général.

L'écho des voix minoritaires

Comme son équivalent français, le *Comité national de bioéthique* est un organe consultatif; en d'autres termes, il ne jouit que du pouvoir que lui confère

la sagesse de ses avis. Au législateur, le cas échéant, de lui emboîter le pas en coulant ses recommandations dans des textes de loi. En France, le CCNE se doit de remettre des avis de consensus, chaque membre en désaccord avec le texte final faisant valoir son point de vue via l'ajout d'une note nominale. Les recommandations du *Comité français* pèsent d'un poids extrême et, dans la pratique, le législateur les suit de façon quasi systématique.

En Belgique, la procédure est très différente: toutes les positions doivent être exposées dans l'avis final. «*Je pense qu'il est très important que les voix minoritaires soient représentées, estime Marie-Geneviève Pinsart. Cela permet au législateur de nuancer ses textes et d'y introduire des exceptions en ayant à l'esprit les problèmes particuliers qui pourraient surgir. Il me semble essentiel que la loi puisse être appliquée dans la vie quotidienne des hôpitaux, notamment.*»

L'expérience montre par ailleurs que, contrairement au schéma en vigueur dans l'Hexagone, le pouvoir législatif belge n'adhère pas toujours aux recommandations du *Comité*. Composé de personnes nommées, celui-ci n'a pas de représentativité démocratique, et il paraît donc sain que le législateur se distancie éventuellement de certains de ses avis au terme du débat parlementaire. Dans le même ordre d'idées, il arrive que le *Comité*, au lieu de préparer le processus législatif, donne à ses travaux une dimension critique en se penchant sur des lois existantes ou des amendements qui leur ont été apportés sans qu'il lui ait été demandé de s'exprimer.

Déposé le 9 mai 2011 en réponse à une demande de la ministre des affaires sociales et de la santé publique, son dernier avis s'inscrit dans ce cadre. Il a trait à certains aspects éthiques des modifications apportées par la loi du 25 juin 2007 à la loi du 13 juin 1986 relative au prélèvement et à la transplantation d'organes. Au cœur du problème: le prélèvement d'organes chez des personnes incapables juridiquement. Imaginons le cas d'un enfant dont la survie nécessite la transplantation d'un rein. Aucun organe issu du don *post mortem* n'est disponible; or, il y a urgence. Il s'avère que le frère du patient, un mineur incapable d'exprimer sa volonté en raison de son état mental, est potentiellement un donneur compatible. Que faire ? La loi du 13 juin 1986

stipule qu'à défaut de volonté expresse du donneur, un médecin ne peut pas procéder à un prélèvement si un proche lui communique son opposition. Cette disposition a disparu de la loi du 25 juin 2007, malgré un avis négatif du Conseil d'État jugeant trop laxiste le texte alors en projet et insuffisante, la protection des personnes n'ayant pas la capacité de consentir.

«*Le Comité consultatif de bioéthique s'est montré très prudent sur l'utilisation de ce type de donneurs, indique Marie-Geneviève Pinsart. Il a jugé, lui aussi, la loi trop permissive et a proposé qu'elle adopte des mesures de précaution beaucoup plus strictes.*»

Des objets de pensée nouveaux

Consultatif et, partant, ne disposant d'aucun moyen de coercition, le *Comité* bénéficie d'une grande liberté pour explorer des voies nouvelles. Si la réflexion éthique et la réflexion juridique peuvent se croiser, elles sont de nature différente. L'avis rendu par le CCNE en 1984 sur le statut de l'embryon illustre bien cette réalité et souligne la possibilité offerte à la réflexion éthique de sortir des sentiers battus. Pour le *Comité français*, l'embryon est une personne humaine potentielle (1). Pourtant, en droit, il n'existe que des personnes et des choses. On imagine donc l'embarras du législateur face à cette définition. Évidemment, on pourrait avancer que, incapables de trancher la question, les membres du CCNE ont «noyé le poisson». Pour Marie-Geneviève Pinsart, il n'en est rien. «*Ici, le problème est que le poisson n'est pas déterminé, qu'on ne sait pas ce qu'on noie, dit-elle de façon imagée. Autrefois, on ne voyait l'embryon que lorsqu'il y avait une fausse couche, et on s'en séparait. De nos jours, le développement des sciences et des techniques permet de le manipuler à diverses fins. En bioéthique, nous nous trouvons souvent face à des objets de pensée véritablement nouveaux, qui exigent une manière de réfléchir nouvelle. Sans cette créativité, nous n'arriverions pas à en cerner toutes les dimensions.*»

Lorsque le *Comité* est appelé à débattre, un premier élément de complexité se

manifeste déjà à l'entame des travaux. Il tient à la perception qu'a chacun de ses membres de l'objet même du débat en passe de s'amorcer. Ainsi, pour l'un, l'embryon, par exemple, n'est qu'un amas de quelques cellules; pour un autre, une entité dont il perçoit déjà toutes les facultés intellectuelles potentielles. Bref, dans un premier temps, le *Comité* est amené à dégager de manière pluraliste un consensus sur une reformulation de la question initialement posée. De la sorte se dégage un dénominateur commun sur lequel se fonderont les discussions, sachant que chacun exposera en détail et de manière argumentée sa position.

Vend son rein droit

Par qui le *Comité* peut-il être saisi ? Contrairement à la procédure appliquée en France, pas par quiconque le souhaite. Qui alors ? Les présidents du Sénat, de la Chambre des représentants, d'un Conseil communautaire ou de l'Assemblée réunie (Bruxelles); un membre du Gouvernement national, d'un Exécutif communautaire ou du Collège réuni; un organisme de recherche scientifique, un établissement de soins ou d'enseignement supérieur; un comité d'éthique local attaché à un établissement de soins, à une université, ou agréé par une Communauté.

Le *Comité* peut également s'emparer d'une question en dehors de toute demande émanant de l'extérieur - on parle d'autosaisine. Illustration: en 2007, il remit d'initiative un avis relatif à la problématique de la commercialisation de parties du corps humain. Question essentielle s'il en est, qui justifiait cette attitude prospective. Dans les années 1990 déjà, le professeur Jean Bernard, alors président du CCNE, nous rapportait une petite annonce parue dans un journal brésilien: «*Fernando Gomez, 28 ans, bonne santé, vend son rein droit. Prix à débattre.*» Il nous expliquait par ailleurs qu'aux États-Unis, des personnes fortunées en attente d'une greffe pratiquaient la surenchère pour l'obtention de l'organe recherché.

A priori, on serait tenté de proclamer le refus absolu de la vente de tout tissu humain. Mais, comme toujours, le débat

éthique nous montre que la réalité est un entrelacs de complexité. Aussi l'avis du *Comité belge* se fit-il l'écho de positions très diverses allant de l'opposition radicale à tout commerce de parties du corps humain jusqu'à une attitude beaucoup plus libérale où ce commerce est admis sous certaines conditions - l'urgence, la situation socioéconomique déplorable du donneur, l'absence d'un autre donneur compatible, l'existence de liens de parenté entre le donneur et le receveur... «Certains membres ont considéré que, dans des situations précises et sous certaines conditions, le fait de monnayer une partie de son corps n'était pas non éthique», précise Marie-Geneviève Pinsart. «Avez-vous le droit d'interdire à quelqu'un qui meurt de faim de vendre un de ses organes ?», s'interrogeait le professeur Jean Bernard.

L'obligation qu'a le *Comité* de présenter, dans ses avis, toutes les positions défendues par ses membres ne risque-t-elle pas d'aboutir à une simple juxtaposition d'opinions et, par conséquent, à une dérive vers une forme de relativisme ? A dit que, mais B pense que, tandis que C... Pour éviter cet écueil, le *Comité* est tenu d'essayer de dégager des points de convergence, afin de rendre ses avis «utilisables». En outre, pour tout sujet à traiter, il constitue une commission restreinte dont le travail de réflexion servira de terreau à la discussion qui aura

lieu ensuite au sein du **Comité plénier**. «Chaque opinion exprimée au sein d'une commission restreinte doit l'être de manière argumentée, insiste notre interlocutrice. On assiste à un travail interdisciplinaire et pluraliste qui est de nature réflexive dans la mesure où il induit des changements d'opinion.»

Au cœur de la société

L'éthique n'est figée ni dans l'espace ni dans le temps. De ce fait, il n'est pas étonnant de voir certaines positions reflétées dans les premiers avis du *Comité* se modifier dans des avis ultérieurs. Ce fut le cas, par exemple, sur les questions de la fin de vie (euthanasie, déclarations anticipées où une personne refuse d'être réanimée dans certaines circonstances...). «Nous observons une évolution vers un pluralisme accru et, dès lors, vers une richesse de positions qui n'existait pas dans les premiers avis, estime Marie-Geneviève Pinsart. Aujourd'hui, nous travaillons moins en blocs idéologiques.» Et d'ajouter: «Le *Comité* est constitué de personnes qui vivent dans une société en évolution rapide, où ce qui était inconcevable il y a 15 ans à peine ne l'est plus aujourd'hui. La procréation médicalement assistée pour les couples homo-

sexuels ou pour les femmes célibataires, par exemple. Il ne faudrait pas que, dans un souci de cohérence avec ses avis antérieurs, le *Comité* cadennasse sa réflexion et se retrouve placé sur des rails.»

Faut-il donc en déduire que ses avis sont contextuels ? Oui, dans la mesure où, comme le souligne sa présidente, les idées n'étant pas innées, chacune d'elles est le fruit d'une construction intellectuelle, sociale, culturelle... Non, dans la mesure où l'Accord de coopération de 1993 impose trois piliers de réflexion au *Comité*: l'interdisciplinarité, le pluralisme, mais aussi le respect des droits de l'Homme. «Nos avis se fondent et s'articulent aussi sur ces principes universels. De ce point de vue, ils ne sont pas contextuels», conclut Marie-Geneviève Pinsart. ■

(1) Les avis du *Comité consultatif (belge) de bioéthique* concernant l'embryon font apparaître une grande diversité d'opinions. La position de certains membres se réfère au concept de «personne humaine potentielle» tel qu'il a été défini par le CCNE.



Mécanique interne

Le *Comité consultatif de bioéthique* est nommé pour quatre ans et dispose de la faculté de former en son sein des commissions restreintes en vue d'instruire les questions qu'il est amené à examiner. De surcroît, ces groupes de travail sont habilités à s'adjoindre des experts extérieurs, un droit dont peut également se prévaloir le *Comité* lui-même. En pratique, la commission mise sur pied pour se pencher sur une problématique particulière rend un rapport au Comité plénier, lequel peut l'adopter tel quel, l'amender en motivant les modifications apportées ou le renvoyer en commission restreinte pour un nouvel examen. La commission disparaît sitôt sa mission terminée.

Le *Comité* est composé de trente-cinq membres effectifs, de trente-cinq membres suppléants et de huit représentants (avec voix consultative) des ministères nationaux ou des instances communautaires. Seize membres effectifs sont issus des milieux universitaires, une moitié provenant des facultés des sciences et de médecine et l'autre, des facultés de droit, de philosophie et des sciences humaines. Le «noyau de base» comprend également six docteurs en médecine en activité (dont trois omnipraticiens), deux avocats, deux magistrats, ainsi que neuf personnalités concernées par les problèmes de bioéthique et désignées selon certains cri-

tères de répartition respectivement par le Roi, les Exécutifs des Communautés flamande, française et germanophone et le Collège réuni. De surcroît, chaque membre effectif possède une «double» (un des membres suppléants) qui le remplacera en cas d'absence momentanée, de décès ou de démission.

Les nominations se réalisent au terme d'un processus assez alambiqué, pour la plupart sur la base de listes élaborées par différentes instances, tel le Conseil inter-universitaire de la Communauté française ou le Conseil national de l'Ordre des avocats. «Il sera veillé, dans la composition du Comité, à la représentation équilibrée des différentes tendances idéologiques et philosophiques ainsi qu'à la présence d'un nombre équilibré de membres féminins et masculins, peut-on lire dans l'Accord de coopération de janvier 1993. Le Comité comprendra autant de membres d'expression française que de membres d'expression néerlandaise.»

Par ailleurs, l'appartenance au *Comité* exclut l'exercice d'un mandat au sein d'une des assemblées législatives, du gouvernement ou d'un exécutif. Enfin, si les membres effectifs bénéficient seuls du pouvoir de décision, les membres suppléants et les

représentants des ministères et des instances communautaires sont associés aux travaux.

Outre ses avis, le *Comité consultatif de bioéthique* est investi d'une mission d'information du public, qu'il assure par différents canaux: un site Internet (www.health.fgov.be/bioeth), un rapport annuel, la brochure *Bioethica Belgica* (disponible sur simple demande), des conférences de presse, un centre de documentation, l'envoi de tous ses avis à l'agence *Belga* ou encore l'organisation d'une conférence bisannuelle sur les problèmes éthiques soulevés par les sciences de la vie et de la santé. ■



As

Tatis

Off

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

Photos : MLL/Flick'r (p.30), J.-B. LE GRAND/Flick'r (p.30), MathKnight (p.31), REPORTERS (p.32), Gerbil (p.33)

... Mais des découvertes qui comptent et qui font avancer notre compréhension du monde et de la vie.

30

La nature est bien faite: elle a parfois besoin d'un coup de pouce, peut se révéler sous son jour le plus sauvage ou encore, succomber aux assauts du progrès. Mais elle subsiste toujours et se bat pour garder ses mystères qui la rendent si fascinante...

Le goût du chaud

Les tortues comme les autres reptiles sont des animaux à sang froid. Pour leur bonheur, elles fréquentent davantage les zones chaudes du globe que les tempérées et *a fortiori* les froides, ce qui concourt à leur assurer d'abord une survie; un métabolisme suffisant ensuite. La recherche de la chaleur constitue même une quête permanente et ceux qui détiennent des reptiles en vivarium - et des tortues en particulier - savent que ces animaux aiment venir se placer à l'aplomb des lampes, là où la chaleur radie un maximum. On pourrait croire que ce tropisme commence avec la vie autonome des animaux lorsque, sortis de l'œuf, ils sont exposés aux rigueurs de l'environnement.

Et bien qu'on se détrompe: dès l'intérieur de l'œuf, les jeunes reptiles manifestent déjà cette attirance pour la chaleur. Ce sont des chercheurs chinois qui ont permis de l'établir.

Ils ont placé des œufs de tortues (*Pelodiscus sinensis*) en incubateur pour en mesurer la croissance. Puis ils ont eu l'idée d'orienter la source de chaleur tantôt d'un côté, tantôt de l'autre et de vérifier les effets de tels changements. Ils ont ensuite observé la position prise dans l'œuf par les embryons. Dans tous les cas, ceux-ci étaient placés du côté le plus chaud, manifestant un tropisme actif vers la chaleur dès les stades embryonnaires. On a bien sûr voulu savoir à partir de quelle différence de température existant entre un côté et l'autre, le jeune embryon était capable de faire la distinction. Et contre toute attente, l'aptitude sensorielle s'avère particulièrement fine puisqu'elle se manifeste dès une différence de 1 °C ! Pour autant, le choix d'un côté plutôt que l'autre n'est pas non plus

le fruit d'un heureux hasard; si en cours d'expérience, on change l'orientation de la source de chaleur en la faisant passer d'un bord à l'autre, on observe un changement de position de l'embryon dans le même sens.

On sait par ailleurs que la température a des effets fondamentaux sur la vitesse de développement des reptiles dans l'œuf, de même qu'elle peut déterminer le sexe. Tous les herpétologues le savent.

Quant aux fœtus humains, ils sont par bonheur à une température constante du début à la fin de leur développement. S'ils modifient leur position dans l'utérus, ce ne peut être qu'en raison d'autres impératifs. Quant au sexe, il est fixé par la fécondation quelle que soit la température. Nous voilà donc rassurés: un accès de fièvre de la mère ne pourrait rien y changer ! ■

Nature 2011: 19





L'Oryx est de retour !

lations ont globalement augmenté, en dépit d'un braconnage difficile à contrôler sur un territoire qui s'étend d'Israël aux Émirats et qui couvre au passage la Péninsule arabique.

On pense que l'ensemble des populations réparties sur tout ce territoire pourrait atteindre aujourd'hui un millier de têtes. Cela peut paraître beaucoup, mais vu la taille du territoire concerné, cette présence reste fragile. À toutes fins conservatoires, plusieurs milliers d'Oryx seraient toutefois toujours élevés dans des espaces clos et quelques centaines d'autres le seraient en semi-liberté. Ces élevages sont visiblement prolifères, l'espèce n'ayant été mise en péril que par une chasse réalisée sans contrôle.

Compte-tenu de ce succès, *Oryx leucoryx* n'est plus considéré aujourd'hui comme une espèce menacée, mais seulement vulnérable. Jusqu'à ce que d'ici quelques années, aidée par une

protection renforcée et des élevages performants, elle ne soit cataloguée nuisible. On a déjà vu ça. Mais on n'en est pas là. Pour l'heure, cet animal aux cornes longues, cannelées et effilées comme des dagues, fait la fierté de tous ceux qui ont plaisir à le voir enfin revenir près de chez eux. ■

Science 2011: 1488

Disparu des espaces naturels du Moyen-Orient où le dernier représentant a été abattu il y a une quarantaine d'années sur le territoire d'Oman, l'Oryx d'Arabie (*Oryx leucoryx*) est aujourd'hui de retour à l'état sauvage dans son aire d'origine.

Par bonheur, des individus avaient été prélevés à temps et détenus par des zoos; ce qui a permis de reconstituer des troupeaux en captivité et depuis une trentaine d'années, d'opérer des tentatives de réintroduction. Avec un relatif bonheur puisque les popu-



31

Malin comme... une moule

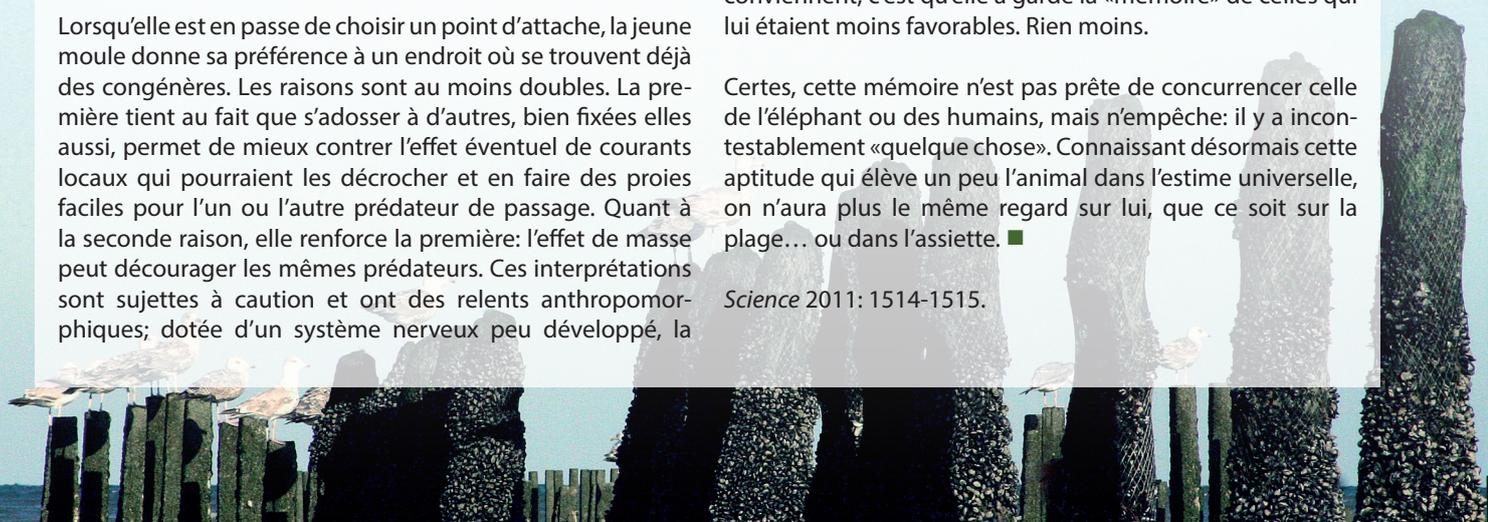
Lorsque la marée est basse et que des supports existent sur la plage, on a l'occasion de voir - de contempler, peut-être ? - la présence de colonies de moules. Rien de plus banal sans doute que ces coquilles fermement accrochées sur le support dans un désordre évident. Évident ? Pas si sûr. Une étude récemment publiée semble indiquer le contraire. Elle a été menée tant sur le terrain qu'en laboratoire, en conditions contrôlées. Et ce qui apparaît, c'est que le nombre et la position des bivalves sur le support répond à une organisation particulière qui n'a rien d'aléatoire et qui est l'aboutissement de ce que les spécialistes appellent la «marche de Lévy». À quoi celle-ci tient-elle ? Jetons-y un regard scrutateur et mytilicole...

Lorsqu'elle est en passe de choisir un point d'attache, la jeune moule donne sa préférence à un endroit où se trouvent déjà des congénères. Les raisons sont au moins doubles. La première tient au fait que s'adosser à d'autres, bien fixées elles aussi, permet de mieux contrer l'effet éventuel de courants locaux qui pourraient les décrocher et en faire des proies faciles pour l'un ou l'autre prédateur de passage. Quant à la seconde raison, elle renforce la première: l'effet de masse peut décourager les mêmes prédateurs. Ces interprétations sont sujettes à caution et ont des relents anthropomorphiques; dotée d'un système nerveux peu développé, la

moule ne peut *a priori* pas avoir conscience de ces réalités. Ce qu'on a constaté pourtant, c'est que la jeune moule teste de nombreuses positions afin d'identifier la meilleure; celle qui lui permet une fixation optimale et d'avoir accès à une nourriture suffisante faite d'algues abondantes et de plancton. Comme toutes les congénères œuvrent de la même façon, cela concourt à l'élaboration de colonies formées de groupes soudés mais qui présentent, l'un par rapport à l'autre, des espaces favorables au brassage de l'eau et à l'apport de nourriture. L'animal doit également composer avec des paramètres physiques comme la température, l'acidité de l'eau, etc.; bref, avec son environnement. Et si elle opte finalement pour une localisation et une position qui lui conviennent, c'est qu'elle a gardé la «mémoire» de celles qui lui étaient moins favorables. Rien moins.

Certes, cette mémoire n'est pas prête de concurrencer celle de l'éléphant ou des humains, mais n'empêche: il y a incontestablement «quelque chose». Connaissant désormais cette aptitude qui élève un peu l'animal dans l'estime universelle, on n'aura plus le même regard sur lui, que ce soit sur la plage... ou dans l'assiette. ■

Science 2011: 1514-1515.



La question du mois

Quel événement survient 704 fois dans les aventures d'Astérix ?

Réponse: un traumatisme cérébral... C'est une très sérieuse étude publiée dans *Acta Neurochirurgica* qui précise ce nombre, dont les amateurs de la bande dessinée pourraient s'étonner qu'il ne soit finalement pas plus élevé, tant les bagarres au village des «irréductibles Gaulois» et avec les légions romaines sont nombreuses. Dans un registre similaire, on laissera à d'autres revues de haut vol le soin de publier de très intéressants travaux sur les risques liés à la surconsommation de sangliers, à la perte d'acuité auditive associée à la voix dysphonique d'un barde mal inspiré ou aux fractures multiples liées aux bagarres et autres batailles évoquées ci-dessus.

32

Il faudra peut-être aussi que quelqu'un lâche un jour le morceau: Astérix, ce n'est pas le reflet de la vraie vie! C'est même «pour rire». Et tant pis pour ceux qui croient à l'existence et aux vertus de la potion magique... ■

Science 2011: 1490



Obésité: la piste de l'insuline ?

Les raisons pour lesquelles les contemporains ont une tendance à la prise de poids sont nombreuses et vraisemblablement complexes. Dans nos régions d'Europe occidentale, la nourriture est généralement riche, abondante et l'option n'est plus forcément à une dépense physique compensatoire. On ne le sait que trop bien. Il semble par ailleurs que des facteurs environnementaux - actifs dès la période néonatale sur les embryons et les fœtus - sont également à impliquer dans ce registre; et il est vraisemblable que de ce point de vue, on ne soit pas encore au bout des découvertes.

L'insuline, produite par le pancréas, joue en rôle majeur dans le métabolisme en général, où il opère comme un régulateur. Des perturbations liées à l'action d'agents externes sont possibles avec à la clé des dérégulations pouvant mener à une prise inconsidérée de poids et au pire, à l'obésité. Les résultats d'une recherche récemment menée en Allemagne sur des souris en témoignent.

L'hormone opère un rôle régulateur sur un centre situé dans la partie moyenne du cerveau et en particulier, sur ce qu'il est convenu d'appeler le «circuit d'auto-récompense». On sait depuis longtemps que ce circuit est activé chez celles et ceux qui trouvent notamment une (juste ?) compensation à leurs problèmes du quotidien dans une alimentation itérative, agréable au goût et souvent particulièrement riche en énergie. Le chocolat est régulièrement cité dans ce contexte. Résultat: un risque d'embonpoint si ce n'est davantage.

L'insuline intervient donc dans la régulation de ce circuit et le fait normalement de façon répressive. Les chercheurs allemands ont donc souhaité savoir jusqu'à quel point cette répression se montrait active. Ils ont produit, en intervenant sur le génome, une souche des souris chez lesquelles cette hormone pancréatique est inopérante, en partie ou en totalité. Résultat: le circuit d'auto-récompense demeure activé. Les souris concernées restent donc avides d'une autosatisfaction alimentaire qui en fait rapidement des animaux obèses, développant dans la foulée un diabète insulino-dépendant modéré.

Si cette réalité est également vérifiée chez l'humain, on tient peut-être une piste additionnelle d'action pour contrecarrer ce besoin compulsif d'alimentation qui en obsède plus d'un(e), avec les conséquences qu'on imagine en matière de surpoids, voire d'obésité. Comme les souris de l'expérience, voilà donc des humains qui seraient victimes d'un système hormonal moins efficace. À vérifier tout de même... ■

Cell Metab. 2011: 720-728

Ötzi: le retour !

Il y a vingt ans, la fonte d'un glacier aux confins de l'Italie et de l'Autriche laissait émerger le corps momifié d'un homme, conservé dans un excellent état depuis sa mort, il y a 4 500 à 5 000 ans. Rapidement appelé Ötzi - en référence à la région de l'Ötztal où on l'a découvert - il a, depuis, fait l'objet de nombreuses études et ce n'est apparemment pas fini. Il offre en effet une rare opportunité d'en savoir un peu plus sur les populations humaines du Néolithique. Progressivement, après l'examen des vêtements, du corps, puis de fragments de son génome, on en arrive aujourd'hui à aborder des réalités plus subtiles.

On vient par exemple, grâce à une étude d'ADN, d'identifier les quelques fibres animales extraites du tube digestif. De toute évidence, ce chasseur avait consommé du cerf et de l'ibex, le bouquetin des Alpes (*Capra ibex*). Rien de surprenant à cela puisque c'est une des proies auxquelles ce chasseur pouvait prétendre dans son environnement habituel. On sait déjà qu'il avait aussi consommé des céréales.

On a également pu étudier de près l'état - plutôt mauvais - de ses dents ainsi que celui de ses gencives qui ne valait guère mieux. L'examen du génome, initié dès les premiers temps de la découverte, est toujours en cours et devrait permettre, par juxtaposition des fragments identifiés, d'arriver petit à petit à reconstituer quelques gènes. C'est en particulier ce qui autorise des chercheurs à suspecter que les yeux étaient bruns et non bleus comme on tend un peu gratuitement à le penser depuis le début.

Tout cela ne va bien entendu pas changer la face du monde. Petit à petit, avec le concours bien involontaire d'un chasseur tué d'une flèche reçue dans le dos il y a près de 5 000 ans, on va en savoir un peu plus sur ceux qui furent nos ancêtres. Et il y a peu de chances qu'on lui trouve des comporte-

ments fort différents de ceux qu'on connaît de l'homme d'aujourd'hui. Sait-on par exemple que sur la lame de son couteau et sur la pointe de certaines de ses flèches, on a retrouvé des traces de sang qui correspondent à quatre individus différents ? Cet homme-là ne chassait à l'évidence pas que le cerf ou l'ibex. Comme n'aurait pas manqué de le faire remarquer Jean Rostand: «*Armé, tué d'une flèche et sans doute assassin lui-même, c'est bien l'ancêtre qu'il nous fallait !*». C'est vrai que certains comportements n'ont guère changé depuis... ■

Science 2011: 1789-1490



Un coup ça fond, un coup ça ne fond pas...

Dans *Nature* du 26 mai 2011, en page 422, on peut lire ceci (traduit de l'anglais): «*Les trois plus grands glaciers du Groenland ont perdu une quantité énorme de glace pendant la décennie écoulée, mais chacun présente des perspectives bien différentes pour ce qui concerne sa stabilité à long terme. Ian Howat de l'Université d'état de l'Ohio à Columbus et ses collègues ont combiné des mesures relevées de façon espacée à des modèles climatiques, pour estimer les quantités de glace gagnées ou perdues chaque mois entre 2000 et 2010. En dépit d'un retrait drastique entre 2004 et 2006, le glacier Helheim a réussi à gagner un peu de masse à la fin de cette période. Le glacier Jakobshavn, se réduisait comme jamais. Quant à la masse de Kangerdlungssuaq, si elle a diminué, elle est revenue à sa valeur de 2000. Ces différences, affirment les chercheurs, démontrent qu'extrapoler simplement des données récentes n'est pas la bonne façon de prédire la perte future de glace.*»

En d'autres termes et quel que soit le domaine concerné, cela signifie qu'il faut s'en tenir à des réalités observées, qu'il faut bien choisir ses références et qu'il faut inscrire le tout dans le temps. Aujourd'hui, notamment parce qu'on est dans «le temps présent» et qu'il faut médiatiser, on finit souvent par prendre ses impressions - quand il ne s'agit pas de ses désirs - pour des réalités. En optant tantôt pour le «verre à moitié vide», tantôt pour le «verre à moitié plein».

Les scientifiques le savent. Mais il n'est parfois pas inutile de le rappeler... ■

Nature 2011 (473): 422



L'énigme des cellules tumorales circulantes

34

Texte: Philippe LAMBERT • ph.lambert.ph@skynet.be • Photos: REPORTERS / BSIP (p.34), Ph.LAMBERT (p.35), CyberKnife® (pp.36 et 37)

Le CHU de Liège et le GIGA-Cancer de l'Université de Liège viennent de lancer un programme de recherche translationnelle sur la nature et le rôle des cellules tumorales circulantes dans le cancer pulmonaire non à petites cellules. À la croisée de la recherche fondamentale et de la recherche clinique, l'objectif poursuivi est à la fois diagnostique et thérapeutique

Dans le cancer, le développement de métastases signe une extension souvent irréversible de la maladie. Aussi l'élucidation des mécanismes moléculaires et cellulaires présidant à la cascade métastatique, c'est-à-dire aux événements successifs jalonnant le parcours des cellules tumorales qui quittent la lésion primitive pour aller former des colonies à distance, représente-t-elle un objectif majeur de la recherche en cancérologie. C'est pourquoi les *cellules tumorales circulantes* (CTCs) polarisent actuellement un vif intérêt.

Cellules cancéreuses «en transit» dans les vaisseaux sanguins ou lymphatiques, elles sont considérées comme les précurseurs des métastases. De sorte que leur détection, leur isolation et leur caractérisation sont importantes dans une perspective diagnostique, mais également dans le but de trouver de nouvelles thérapies. Car le constat est là: d'une part, il

existe une carence avérée des moyens de détection clinique précoce des processus métastatiques en cours; d'autre part, les cliniciens se heurtent à la faible efficacité des thérapies disponibles pour éliminer les foyers secondaires distants de la tumeur primitive.

Les CTCs peuvent avoir une origine épithéliale (1) - c'est le cas dans le *cancer du poumon non à petites cellules (NSCLC)*, lequel va retenir notre attention dans cet article. Les CTCs sont des cellules qui se sont dédifférenciées, ont acquis des caractéristiques de cellules mésenchymateuses (2). «*Nous assistons en quelque sorte à un retour en arrière, dans la mesure où c'est du mésenchyme que sont dérivées les cellules épithéliales*», indique le professeur Luc Willems, directeur de recherches du *Fonds national de la recherche scientifique (FNRS)* exerçant ses fonctions au sein de Gembloux Agro-Biotech et du GIGA-Cancer de l'ULg. Et de préciser: «*Cette dédifférenciation permet au CTCs de briser les jonctions serrées*

qui tiennent les cellules épithéliales accolées l'une à l'autre et de rentrer ensuite dans le circuit sanguin pour migrer.»

Les CTCs doivent donc quitter la tumeur primitive, traverser la paroi des vaisseaux afin d'être véhiculées par la circulation sanguine ou lymphatique et la retraverser pour atteindre leur lieu de destination en pénétrant dans l'organe où elles vont s'implanter. C'est devant les différentes membranes basales à franchir, ces véritables barrières qui séparent les tissus et organes, que les cellules en train d'essaimer passent probablement le plus de temps. Soumises à la pression sanguine, ballottées dans le torrent circulatoire, peu d'entre elles survivent au «voyage» - 0,01%. «*Quand on les isole et qu'on essaie de les mettre en culture, on s'aperçoit de leur extrême fragilité, tant elles ont été mises à rude épreuve*», rapporte encore Luc Willems.

Une traque difficile

Sur le plan clinique, des études menées dans les cancers du sein, de la prostate et du côlon ont démontré l'existence d'un parallélisme entre les variations du nombre de cellules tumorales circulantes détectées et l'évolution clinique des patients. La capacité des CTCs à prédire le devenir de ces derniers en termes de survie sans rechute et de survie globale a donc été évaluée dans ces cancers. De ces recherches, il ressort entre autres que les taux sanguins de CTCs permettant d'apprécier le risque d'engagement de la maladie dans un processus métastatique varient selon le type de cancer. D'autres travaux sont en cours dans le cadre du mélanome malin.

Les services de pneumo-oncologie (Dr Lionel Bosquée - voir photo 1 ci-contre) et de radiothérapie (Pr Philippe Coucke - voir photo 2) du CHU de Liège viennent d'initier, avec l'équipe du professeur Luc Willems (voir photo 3), un programme de recherche translationnelle centré sur les cellules tumorales circulantes dans le cancer du poumon non à petites cellules. Ces travaux sont subsidiés principalement par la *Fondation contre le Cancer*, l'ULg et le FNRS.

Selon le Registre du cancer (données de 2006), les cancers de la prostate, du

poumon et du côlon représentent en Belgique près de 60% de l'ensemble des tumeurs masculines. Au niveau mondial, le cancer du poumon est le plus fréquent chez l'homme, devant le cancer de la prostate. Chez la femme, les cancers du sein, du côlon et du poumon constituent 56% des tumeurs malignes, le cancer du col de l'utérus étant néanmoins le plus répandu à l'échelle planétaire. En raison de l'augmentation de leurs pratiques tabagiques, les femmes sont cependant de plus en plus sujettes au cancer pulmonaire.

On distingue deux types de cancer du poumon. Le premier, dit à petites cellules, est le plus virulent. On le rencontre dans environ 20% des cas. Quant au second, qualifié de **cancer du poumon non à petites cellules (NSCLC)**, il se développe plus lentement et se traite mieux, bien qu'il soit porteur d'une très lourde mortalité.

Sur le plan technique, les chercheurs liégeois utiliseront, pour l'isolation et le comptage des CTCs dans le cancer pulmonaire non à petites cellules, l'appareillage *CellSearch®*, acquis grâce à des fonds FEDER. Il s'appuie sur une méthode très spécifique et est d'ailleurs le seul à ce jour à avoir été validé par la *Food and Drug Administration (FDA)* (3) pour les cancers du sein, de la prostate et du côlon. Le défi auquel il répond est de taille, car, lorsque des CTCs sont présentes dans les vaisseaux sanguins, leur nombre oscille entre 0 et 1 000 par 10 ml de sang, ce qui représente une quantité infime par rapport au nombre de cellules sanguines. L'aiguille dans la botte de foin...

Un étonnant taux de survie

Dans quel contexte le programme de recherche du GIGA-Cancer et du CHU de Liège a-t-il écloré ? «*Les stades III du NSCLC sont non métastatiques mais localement avancés avec une extension ganglionnaire médiastinale* (4), explique le docteur Bosquée. *Ils représentent une entité particulière de cette affection, où l'intervention de la chirurgie est toujours débattue, qu'elle soit proposée après une approche néoadjuvante à base de chimiothérapie ou intégrée après*

une induction à base de chimiothérapie et de radiothérapie. Un protocole en cours au CHU de Liège depuis le début des années 2000 a démontré une efficacité particulière par comparaison aux résultats de la littérature, qu'ils se réfèrent à une approche multimodale intégrant la chirurgie ou à une association radiochi-



miothérapeutique concomitante exclusive. Ce protocole laisse le choix entre la chirurgie comme solution radicale après l'induction par chimioradiothérapie ou la poursuite de l'association chimiothérapeutique jusqu'au maximum de son application. Les patients bénéficiant de la chirurgie montrent la meilleure survie à long terme, mais ils représentent ceux qui ont le mieux répondu au traitement d'induction, avec une stérilisation tumorale dépassant les 30%.»

D'après les courbes de survie récemment publiées par l'International Association for the Study of Lung Cancer (IASLC), la survie à 5 ans dans le NSCLC au stade 3A (stade localement avancé non métastatique avec extension ganglionnaire médiastinale du même côté que la tumeur) est de l'ordre de 25%. Au stade 3B, où l'extension médiastinale est controlatérale, la survie atteint 10 à 12%. Or, avec le protocole thérapeutique appliqué par l'équipe du docteur Bosquée, les chiffres montent à 34%, stades 3A et 3B confondus. Comment expliquer le phénomène ? Peut-être l'étude des cellules tumorales circulantes livrera-t-elle des éléments de réponse décisifs. C'est en tout cas l'espoir des cliniciens et scientifiques liégeois.

36

Reconnaître les patients opérables

Un de leurs premiers objectifs sera évidemment de déterminer si, comme dans les cancers du sein, de la prostate et du côlon, les variations de taux des CTCs sont en lien direct avec l'évolution clinique du patient et partant, constituent un élément prédictif.

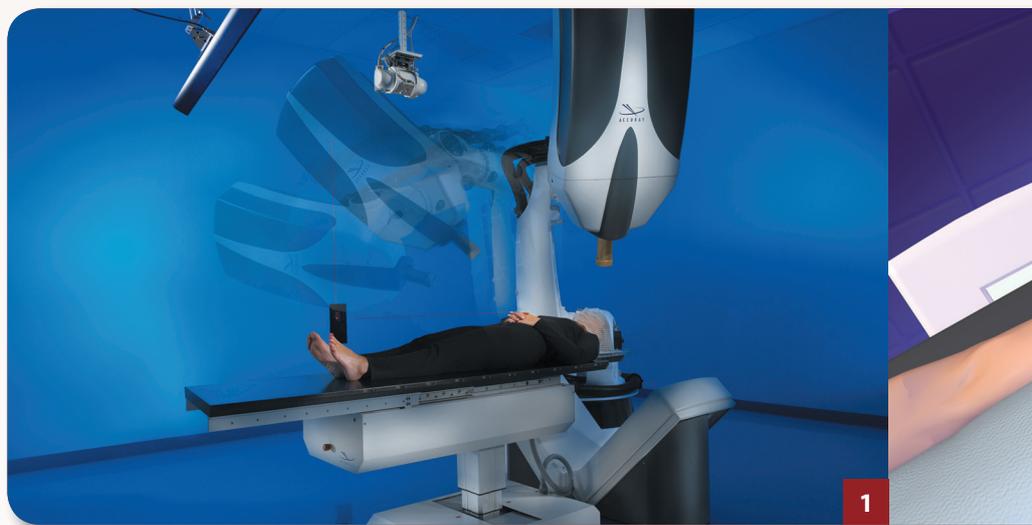
La base du traitement du cancer du poumon non à petites cellules est la chimiothérapie à base de cisplatine associée à de la radiothérapie. Dans les années 90, le protocole le plus actif faisait appel à un triplet: cisplatine, vindesine et mitomycine. Il apparut très vite que cette dernière molécule était peu compatible avec la radiothérapie. «Nous lui avons substitué de l'ifosfamide, anticancéreux tombé quasi en désuétude, mais dont l'efficacité a été largement démontrée», relate Lionel Bosquée. Dans l'esprit des cancérologues du CHU de Liège, la polychimiothérapie ainsi conçue a pour but

d'induire, au niveau local, une régression de la maladie (spécialement à l'échelon ganglionnaire médiastinal) et de contrôler, à un niveau périphérique, les micrométastases occultes, lesquelles résulteraient de la dissémination des CTCs.

En cas de réponse suffisante au traitement, le patient pulmonaire est susceptible d'entrer dans un processus de résection chirurgicale pour autant qu'il puisse tolérer la réduction de sa capacité respiratoire. «Le problème est que les examens standard, c'est-à-dire la tomo-

résection chirurgicale est la bonne solution, commente le responsable du service de pneumo-oncologie du CHU de Liège. Par contre, si nous découvrons chez un patient qu'il persiste une quantité significative de CTCs et ce, malgré des clichés "rassurants", notre hypothèse de travail est que nous serions conduits à renoncer à opérer.»

Pour mieux cerner ces problèmes, un essai randomisé sera mis sur pied afin de permettre une comparaison, essentiellement via le comptage des CTCs, entre le protocole en vigueur au CHU de Liège et



1

densitométrie thoracique, voire la médiastinoscopie, sont peu précis pour prédire l'efficacité opératoire chez les patients candidats à la chirurgie, souligne le docteur Bosquée. Il y a en effet un hiatus entre les données fournies par l'imagerie et l'évolution tissulaire.»

Une des principales hypothèses sous-tendant les travaux entrepris est que l'analyse de la variation du nombre de CTCs au cours de l'induction thérapeutique devrait permettre de s'extraire de la zone de flou actuelle, de mieux reconnaître les patients opérables; les autres, mauvais candidats à la chirurgie, étant alors orientés vers la poursuite de l'association chimioradiothérapeutique jusqu'au maximum de son application. «Une diminution drastique ou une disparition des CTCs (dans les limites de la précision des techniques disponibles) pourrait nous laisser penser que nous avons bloqué de façon suffisante la transformation épithélio-mésenchymateuse de la tumeur et que, même si les données d'imagerie ne sont a priori pas totalement favorables, la

un protocole plus documenté au niveau international, basé sur le cisplatine-VP16 et la radiothérapie.

CyberKnife®

Par ailleurs, d'autres questions qui intéressent directement les cliniciens demeurent en suspens. Par exemple, le nombre de CTCs peut-il prédire la réponse tumorale locale et le potentiel métastatique de la tumeur primitive au terme d'un traitement des stades précoces du NSCLC au moyen d'une radiothérapie stéréotaxique de type CyberKnife® ?

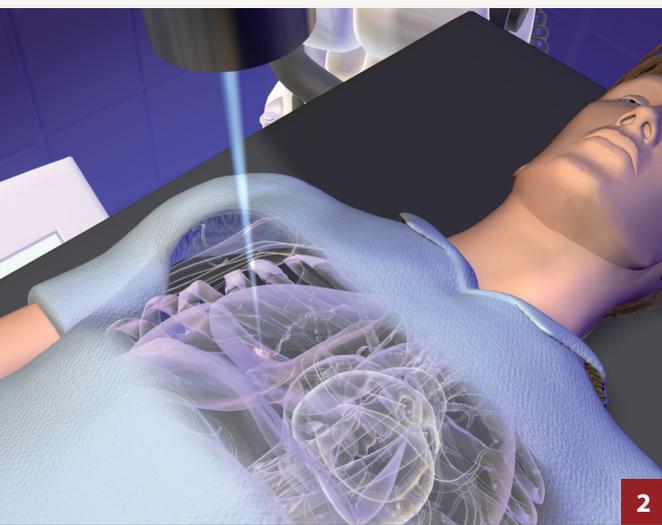
Accélérateur sophistiqué basé sur la technique du «tracking respiratoire», qui permet la prise en compte totalement automatisée du cycle respiratoire du patient durant l'irradiation, le CyberKnife® (voir photos 1 et 2 ci-dessus) se caractérise par sa précision millimétrique pour les cibles en mouvement,

telles les tumeurs pulmonaires, et sous-millimétrique pour les cibles immobiles - intracrâniennes, par exemple. On observe que la prise en charge de cancers pulmonaires de stade précoce, non métastatiques, par une telle radiothérapie permet d'obtenir des résultats équivalents à ceux de la chirurgie en termes de contrôle local de la tumeur et de taux de survie. «Or, précise le professeur Philippe Coucke, chef du service de radiothérapie du CHU de Liège, les patients sélectionnés, qui reçoivent en moyenne trois séances d'irradiation en traitement

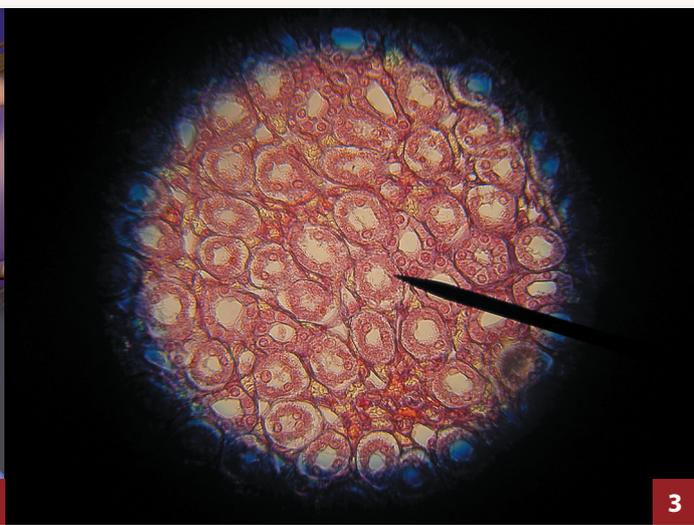
ambulatoire, sont inopérables, souvent âgés et affaiblis de comorbidités.»

lité. «Nous allons nous efforcer d'élaborer un système qui permette de les maintenir en vie, précise Luc Willems. Nous essayerons de les réimplanter dans des souris et, d'autre part, nous utiliserons des systèmes de culture cellulaire tout à fait particuliers, la technique traditionnelle de la boîte de Pétri étant vouée à l'échec. Une des techniques envisagées, la culture cellulaire en sphéroïdes, consiste à "emballer" les CTCs dans du collagène, afin de les protéger de l'environnement extérieur tout en les plongeant dans un milieu de culture.»

Les CTCs restent nimbées de mystère dans le NSCLC. Outre les questions susmentionnées, elles en éveillent beaucoup d'autres, ne fût-ce que celles-ci, essentielles: que sont intrinsèquement ces cellules et quelle est leur durée de vie? ■



2



3

ambulatoire, sont inopérables, souvent âgés et affaiblis de comorbidités.»

Les cliniciens voudraient pouvoir disposer de marqueurs prédictifs - le taux de CTCs pourrait en être un - afin de détecter les patients à haut risque de récurrence, locale ou à distance, après un traitement par CyberKnife®. Seuls ceux-ci seraient éligibles pour des doses supplémentaires d'irradiation ou pour une chimiothérapie adjuvante.

Données génétiques

Le programme de recherche réunissant les équipes de Luc Willems, Lionel Bosquée et Philippe Coucke comprendra encore d'autres aspects. Ainsi, sera étudiée la possibilité de mettre les CTCs en culture. Une fois isolées par le CellSearch®, ces cellules, nous l'avons évoqué, s'avèrent d'une extrême fragi-

lité. La comparaison des données génétiques obtenues dans chacune des deux approches aura son intérêt, dans la mesure où la mise en culture recèle un biais: les cellules peuvent se modifier par rapport à ce qu'elles étaient à l'origine.

Un élément clé sera la recherche de mutations dans les CTCs et la détermination de leur profil de sensibilité à la chimiothérapie et à la radiothérapie. Dans ce contexte, on se demandera notamment si les traitements déployés pour l'heure contre le NSCLC agissent aussi sur les CTCs. «Il sera très utile de déterminer les concordances et les discordances entre le matériel génétique des cellules tumorales circulantes et des cellules de la tumeur primitive», explique le docteur Bosquée. Et d'ajouter: «Depuis une quinzaine d'années, les agents chimiothérapeutiques mis à la disposition des cliniciens sont arrivés à un plateau d'efficacité dans le traitement du cancer du poumon. Aussi assiste-t-on à une profusion d'études centrées sur les mutations génétiques dans ce type de tumeur.»

- (1) L'**épithélium** est un tissu composé de cellules juxtaposées disposées en une ou plusieurs couches, reliées entre elles par des «ponts intercellulaires» (voir photo 3 ci-dessus).
- (2) Les cellules souches dites **mésenchymateuses** sont des cellules indifférenciées qui donnent naissance à des cellules de l'os, des adipocytes, des cellules de cartilage et des fibroblastes.
- (3) La **FDA** a notamment pour mission d'autoriser la commercialisation des médicaments sur le territoire américain.
- (4) Région médiane du thorax, le **médiastin** est compris entre les deux poumons, latéralement, le rachis dorsal, en arrière, et le sternum, en avant.



Ces biomatériaux

qui réparent

le corps

38

Rencontre avec
une scientifique de l'Institut
de la matière condensée
et des nanosciences de l'UCL

Texte : Paul DEVUYST

Photos : O. GILLAIN (p.39), S. DEGAND (p.40)
D.DAVIS (p.41)

C'est plus de la science-fiction: le nombre d'hommes et de femmes qui vivent aujourd'hui normalement avec des implants ou des prothèses qui remplacent partiellement, voire totalement, certains organes déficients, est en nombre croissant. En Europe, ce sont 1,5 million de greffes osseuses qui sont réalisées par an et rien qu'en Belgique, ce sont des milliers de prothèses de hanche qui sont posées chaque année pour améliorer la locomotion de personnes souffrant de douleurs au dos ou au bassin. Des chiffres impressionnants et un passage obligé: la chimie. Une discipline indispensable pour fabriquer les biomatériaux (1) entrant dans la

fabrication de la prothèse, et pour élaborer leurs propriétés de biocompatibilité et de durabilité.

Implants osseux, prothèses articulaires, implants auditifs, cristallins ou plus simplement lentilles de contact... tous ces matériaux rencontrent le même problème une fois au contact du corps humain: la biocompatibilité. L'organisme détecte facilement tout ce qui n'est pas de nature biologique et déclenche ses défenses, ce qui peut aboutir à de l'inflammation voire au rejet du matériau importé. Pour améliorer l'acceptation de ces intrus, «nous les habillons d'un camouflage biologique», explique le professeur Christine Dupont de l'Institut de la Matière

Condensée et des Nanosciences (IMCN) de l'Université catholique de Louvain (UCL).

Les interfaces

«Je m'occupe d'une équipe de jeunes chercheurs qui ont chacun leur propre sujet de recherche. Je veille à ce que ceux-ci aient des connexions entre eux de manière à obtenir une équipe qui s'échange idées et informations», poursuit le professeur Dupont «sur une thématique centrale qui est le comportement des protéines et des cellules aux interfaces». Autrement dit, lorsqu'un matériau solide est plongé dans un milieu liquide, il s'agit de com-

Bio express

**Nom:** DUPONT**Prénom:** Christine**État civil:** Mariée, quatre enfants**Formation:**

Études secondaires (sciences maths) à l'Institut du Sacré Cœur à Jette (Bruxelles) et de bio-ingénieur à l'UCL (dont 1 an à la KULeuven).

Doctorat en sciences agronomiques et ingénierie biologique à l'UCL et une année de post-doc à l'Université de Manchester (UK).

Profession:

Enseignante-chercheuse à l'UCL (Faculté de Bio-ingénierie et Institut de la Matière Condensée et des Nanosciences).

Adresse:

Pr Christine Dupont-Gillain,
Université catholique de Louvain,
Institut de la matière condensée
et des nanosciences,
Croix du Sud, 1 (bte L7.04.01),
1348 Louvain-la-Neuve
Tél.: 010/47.35.84

E-mail: christine.dupont@uclouvain.be

prendre ce qui se passe à la frontière de ces deux phases. Pourquoi ? Parce que c'est la réponse biologique que va donner cette zone de contact qui va jouer un rôle très important.

Il y a les spécialistes des matériaux qui s'intéressent aux propriétés en masse des matériaux car, si l'on considère la fabrication d'une prothèse de hanche par exemple, celle-ci doit répondre à différentes contraintes liées aux aspects mécaniques: il faut un matériau suffisamment résistant pour supporter toutes les sollicitations liées à la marche telles que le poids à chaque pas mais aussi des torsions, etc. Comme il ne faut pas que ce matériau vienne à casser, il doit avoir des propriétés mécaniques en rapport avec la fonction qu'il va exercer. C'est le domaine des spécialistes en science des matériaux et, pour le cas de la prothèse de hanche, leur choix se porte généralement sur des matériaux du type métallique, du titane par exemple.

Mais il faut aussi que cette tige qui va être implantée au cœur de l'os soit bien intégrée par celui-ci, que l'os puisse vraiment se reconstruire autour du matériau; c'est l'ostéo-intégration. Autrement dit, il faut que les cellules osseuses puissent fabriquer de l'os de manière à ce que l'ensemble ne se désolidarise pas trop facilement. Pour que cela se produise, ce ne sont pas les propriétés de la masse du matériau qui vont compter mais bien la nature de la pellicule de surface en contact avec le milieu biologique.

Les solutions

Ce problème peut être résolu de différentes manières. On peut partir du matériau de base et, avec les outils de la chimie, modifier ses propriétés de manière à ce qu'il soit mieux accepté par le milieu biologique. On peut aussi considérer que le matériau choisi est peu biocompatible et le recouvrir avec une couche plus ou moins épaisse d'un tout autre matériau, par exemple un dépôt d'une céramique ou d'un polymère qui va envelopper toute la structure. Enfin, on peut faire appel à des modifications physiques et, par exemple, «bombarder» les prothèses métalliques avec des particules abrasives (du sable par exemple) de manière à augmenter leur rugosité. Dans ce cas, ce ne sera plus un changement

chimique mais plutôt topographique car cette rugosité va permettre aux cellules de venir s'ancrer dans le métal.

Cet exemple montre que chimie et physique sont étroitement liées car si on modifie les propriétés physiques d'un matériau on modifie presque inévitablement ses propriétés chimiques. «C'est pourquoi», précise le professeur Dupont, nous nous présentons souvent comme des physico-chimistes des surfaces». Cette appellation fait aussi référence aux outils d'investigation dont les chercheurs disposent pour étudier les surfaces, souvent basés sur des processus physiques.

Reste-t-il encore quelque chose à découvrir dans ce domaine ? Effectivement, vu le nombre de prothèses posées, on pourrait supposer la technique maîtrisée. Malheureusement il reste cependant des personnes qui ont des problèmes d'infection ou de mauvais ancrage de la prothèse et pour lesquelles nos travaux ne sont pas sans intérêt. D'autre part, le marché médical est un très grand marché potentiel et les entreprises essaient de se profiler les unes par rapport aux autres en amenant de l'innovation.

Un «stent» compatible

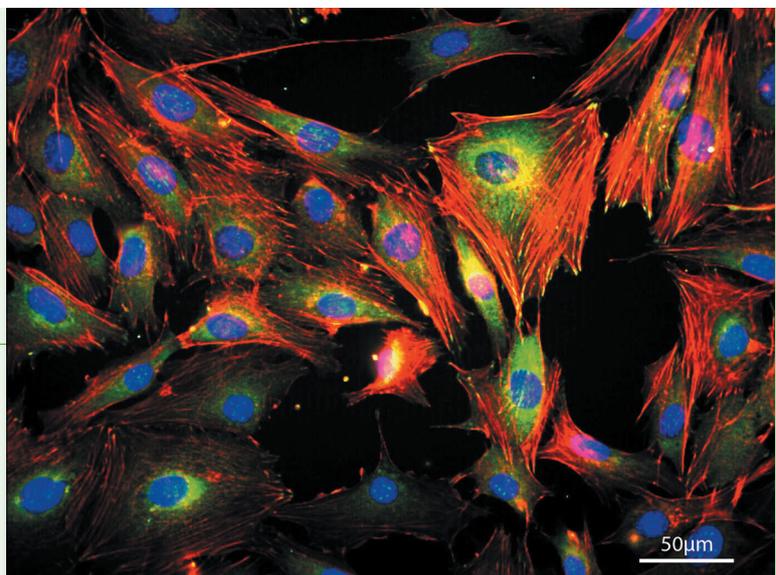
Nous avons créé le «Centre de recherche et d'ingénierie des biomatériaux» au sein de l'université, explique le professeur Dupont, justement dans le but de mettre autour de la table des chercheurs qui travaillent dans le secteur des sciences et technologies et d'autres issus des sciences de la santé (notamment des médecins) en vue de trouver des convergences éventuelles. Les difficultés sont nombreuses: chacun a des visions fort différentes des problèmes, il faut tenir compte de la législation existante, on se heurte aux difficultés de transfert des idées et aussi au fait que, contrairement à d'autres domaines, on ne peut implanter une nouvelle idée en quelques minutes. Ce travail de recherche est cependant très motivant car, même si nous trouvons tout à fait en amont des problèmes, on se dit que les solutions que nous proposons - parfois de manière naïve - ont peut-être un avenir.

C'est ainsi que le laboratoire contribue à un projet (financé par le pôle de com-



Stent (2) métallique dont la surface est traitée pour la rendre très hydrophobe, comme en témoigne la forme de la goutte d'eau déposée à sa surface.

L'observation de la morphologie de cellules mises en culture sur des échantillons traités en surface permet d'évaluer la réponse cellulaire aux stratégies de modification de surface mises en œuvre. La coloration met en évidence les noyaux (en bleu), le cytosquelette (en rouge) et des protéines liées à la reconnaissance des signaux d'adhésion (en vert).



pétitivité BLOWIN) avec une petite entreprise qui fabrique des «stents» (2) ce qui permettrait de déboucher sur une application concrète. Les stents sont constitués d'un alliage métallique et nous essayons de modifier la nature de leur surface en y déposant des molécules qui vont empêcher la formation de caillots sanguins en même temps que favoriser la repousse de cellules typiques des parois internes du vaisseau sanguin. L'intention est de recréer ainsi un tapis de cellules par-dessus le stent de manière à ce que le sang passe dans le canal en ne rencontrant plus que des cellules qu'il connaît. Le matériau artificiel est alors totalement enfoui et devient «invisible».

40

Des vaccins plus efficaces

«Un doctorant travaille actuellement dans le domaine des vaccins, poursuit le professeur Dupont. Il faut savoir que lorsqu'on fabrique un vaccin, on dépose un antigène - qui est la molécule qui va stimuler l'immunité - sur un adjuvant car si on injectait l'antigène seul le corps ne fournirait pas une réponse immunitaire suffisante que pour être protégé.

En discutant avec des industriels du monde des vaccins, nous nous sommes rendu compte que le mode d'action de l'adjuvant n'est pas encore bien connu. Les scientifiques ont élaboré des ébauches d'explication mais ce manque de clarté empêche de produire des vaccins de la manière la plus efficace qui soit. Autrement dit, on y va un peu à tâtons !»

Or la problématique est la suivante: l'adjuvant est constitué de particules et l'antigène est une petite molécule (une protéine par exemple) qui va venir s'adsorber sur les particules, c'est-à-dire s'accumuler à leur surface. Par conséquent, on se retrouve exactement devant un cas d'un matériau plongé dans un

milieu biologique, constate notre professeur. Nous allons donc, grâce aux outils d'investigation que nous avons déjà développés, essayer de mieux comprendre comment un antigène interagit avec un adjuvant.

C'est ainsi qu'un chercheur de l'équipe modélise les résultats obtenus avec un outil que l'on appelle «microbalance à cristal de quartz», poursuit notre interlocutrice. De quoi s'agit-il ? On fait vibrer un petit cristal entre deux électrodes et, si on injecte une solution à la surface du cristal (un fluide qui contient des protéines par exemple) la fréquence de vibration va s'en trouver modifiée. Il développe des modèles mathématiques afin que l'on puisse déterminer la quantité de protéines déposées sur la surface. Ceci devrait nous permettre de mieux déterminer ce qui va se déposer sur un matériau plongé dans un fluide (comme le sang). Il s'agit là d'un outil d'investigation de phénomènes autrement invisibles, conclut le professeur Dupont.

La recherche fondamentale

Certains doctorants travaillent sur des questions plus fondamentales, poursuit-elle. C'est ainsi que l'un d'entre eux essaye de comprendre si les cellules du corps humain peuvent être influencées non pas uniquement par la chimie ou la topographie du matériau qu'elles rencontrent mais aussi par les propriétés mécaniques de ce matériau.

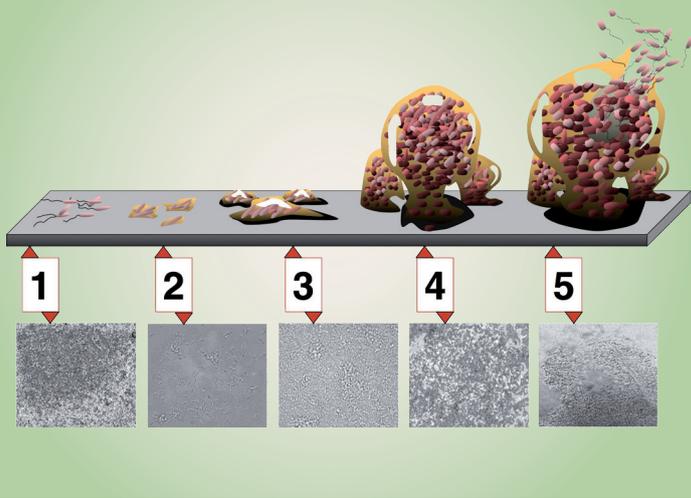
Pour essayer de faire la part des choses entre l'effet chimique, l'effet topographique et l'effet mécanique, il a réalisé

un montage consistant en une surface dure (plaque de verre) sur laquelle il dépose de petites particules elles aussi dures. Ceci constitue déjà tout un travail si l'on sait que ces particules ont un diamètre d'environ 500 nanomètres (3). Et sur le tout, il dépose une couche d'un élastomère, c'est-à-dire une couche d'un matériau plus mou. L'idée est de voir si une cellule déposée au-dessus de l'élastomère peut «ressentir» les petites billes. On peut faire varier l'espace qui sépare les petites billes ou l'épaisseur de l'élastomère de manière à essayer de comprendre à quel point une injonction de type mécanique peut modifier un comportement cellulaire.

Des expériences de ce genre devraient nous permettre savoir si, lorsqu'on fabrique des matériaux entrant en contact avec le corps humain, jouer sur les propriétés mécaniques en surface du matériau plutôt que sur les propriétés chimiques ne donnerait pas de nouvelles possibilités de développement, explique le professeur Dupont.

De la lentille de contact...

Si l'on considère une application biomédicale telle que la prothèse de hanche, il est très important que les cellules osseuses viennent s'intégrer intimement au matériau, dit-elle, mais il y a des applications où l'effet inverse est recherché. Ainsi, une lentille de contact est un objet qui doit évidemment rester transparent, qui ne peut pas adhérer et il faut donc tout mettre en œuvre pour éviter que les cellules ne s'accrochent au matériau. En général, quand une cellule s'accroche



Les 5 étapes du développement d'un biofilm sur une surface dure.

Étape 1: attachement initial; **étape 2:** attachement irréversible;

étape 3: maturation I; **étape 4:** maturation II; **étape 5:** dispersion.

Chaque étape du développement de ce schéma est associée à une photomicrographie d'un biofilm de *Pseudomonas aeruginosa* en développement. Les photomicrographies sont toutes faites à même échelle.

à un matériau, elle le fait au travers de récepteurs. Pour rappel, les cellules sont enveloppées d'une membrane qui contient des protéines. Certaines de celles-ci ont pour fonction de reconnaître des signaux d'adhésion et donc, quand une cellule s'accroche sur un matériau, en réalité c'est parce qu'elle y a trouvé des signaux d'adhésion, eux-mêmes portés par des protéines. Quand on veut favoriser l'adhésion on va donc essayer à tout prix qu'il y ait des protéines sur la surface et, si on souhaite l'effet inverse, on va essayer qu'il n'y ait pas de protéines. On va par conséquent développer des systèmes «anti-protéines» dont les bases reposent sur la chimie: on va, par des méthodes chimiques, immobiliser sur la surface considérée des chaînes de polymères qui ont tendance à s'hydrater très fortement, qui sont très flexibles et qui vont par conséquent prendre toute la place. Résultat: lorsqu'une protéine se présente, elle est repoussée par le polymère et ne peut donc pas se déposer sur la surface.

Ce type de stratégie est développé pour empêcher l'adsorption (4) et c'est ce qui va faire que la lentille de contact ne va pas s'accrocher à la cornée et rester libre et transparente.

... à la coque d'un navire

Un doctorant du laboratoire du professeur Dupont est impliqué dans un projet de recherche européen visant à lutter contre la bio-corrosion, un énorme problème pour diverses industries, notamment pétrolière et des transports maritimes.

En effet, tous les pipe-lines importants

qui amènent du brut peuvent se corroder par endroits, ce qui entraîne des pertes financières énormes sans parler des pollutions éventuelles. Les chercheurs ont remarqué que les bactéries contribuent étroitement à cette corrosion et qu'il ne s'agit pas uniquement d'une corrosion au sens chimique du terme mais bien avec une contribution biologique plus ou moins importante.

D'autre part, la partie immergée de la coque des navires se couvre régulièrement de moules, de crustacés et de coquillages, ce qui entraîne une perte importante d'énergie lors de leur déplacement ou d'une immobilisation lors d'un passage en cale sèche pour le nettoyage du carénage.

Enfin, les échangeurs de chaleur (c'est-à-dire les refroidisseurs) des centrales électriques sont alimentés par de l'eau de mer ou de rivières. On a constaté que dans les tuyauteries se développe petit à petit un encrassement de type biologique, ce qui handicape les échanges de chaleur et nous essayons de mettre au point des stratégies pour empêcher ce biofilm (5) de se déposer.

Dans tous ces cas, le problème est toujours le même: un biofilm se dépose parce que, au départ, il y a un dépôt de protéines présentes dans le milieu et qui provoquent un encrassement. Il faut donc travailler sur la surface afin que ce dépôt ne se forme pas et, pour observer et modifier cette surface, il nous faut disposer des meilleurs outils possibles. «Ce qui est un immense défi compte tenu de l'échelle à laquelle nous travaillons», conclut le professeur Christine Dupont. ■

(1) Un **biomatériau** est un matériau destiné à entrer en contact avec le corps humain et plus précisément avec des tissus biologiques soit directement lorsqu'il est implanté (valve cardiaque, prothèse de hanche), soit de manière extra-corporelle (lentille de contact, cartouche de dialyse, poche à sang).

(2) Le «**stent**» («tuteur vasculaire») est un dispositif semblable à un ressort, qui sert à maintenir la circulation sanguine de vaisseaux rétrécis par des plaques d'athérosclérose, ou encore à réduire un anévrisme. Il est introduit dans le vaisseau à traiter, et s'y déploie soit spontanément, soit sous l'action d'un ballonnet d'angioplastie. S'agissant d'un matériau en général métallique, étranger au corps humain, c'est donc un point d'appel naturel à la formation d'un caillot sanguin. Un stent se caractérise par son diamètre (une fois déplié) et sa longueur.

(3) Le **nanomètre** est la milliardième partie du mètre, c'est-à-dire 0,000 000 001 mètre ou encore 10^{-9} m.

(4) **Adsorption** signifie accumulation de matière à l'interface entre deux phases distinctes.

(5) Un **biofilm** est une communauté multicellulaire plus ou moins complexe et symbiotique de micro-organismes (bactéries, champignons, algues ou protozoaires), adhérent entre eux et à une surface, et marquée par la sécrétion d'une matrice adhésive et protectrice.

Détecteur de 1 800 tonnes de l'expérience OPERA, à la conception et réalisation duquel ont collaboré les chercheurs de l'ULB.

Flagrant délit

42

Texte: Henri DUPUIS • dupuis.h@belgacom.net • Photo: OPERA (p.42)

La nouvelle est tombée le 23 septembre dernier: des neutrinos auraient été surpris en flagrant délit d'excès de vitesse. Plus vite que la lumière dans le vide ! De quoi révolutionner toute la physique ? Le point avec Gaston Wilquet et Pierre Vilain, seuls chercheurs belges à participer à l'expérience

L'expérience OPERA (lire *Athéna* n° 237, janvier 2008) a pour but l'étude des neutrinos. Le CERN, près de Genève, produit des faisceaux de neutrinos dirigés vers un laboratoire situé sous le Gran Sasso, à environ 150 km de Rome. Les neutrinos parcourent ainsi 730 km dans la croûte terrestre avant de traverser les détec-

teurs du dispositif OPERA. Le service de physique des particules élémentaires de l'ULB est la seule équipe belge qui participe à l'expérience OPERA et ce depuis sa conception et le professeur Gaston Wilquet, maître de recherches honoraire F.R.S.-FNRS et actuellement professeur de l'ULB, est actuellement président du Bureau de la Collaboration (l'instance qui regroupe les représentants des 30 institutions issues de 11 pays qui participent à l'expérience). L'apport de l'équipe bruxelloise est loin d'être négligeable puisqu'il a consisté en l'étude, la construction et le contrôle (avec des équipes françaises, suisses et russes) des détecteurs optoélectroniques qui ont été utilisés pour mesurer avec précision le temps d'arrivée des neutrinos au Gran Sasso (lire *Athéna* 237). Notons enfin que la participation belge se marque aussi à travers le financement que l'Institut Interuniversitaire des Sciences Nucléaires, fonds associé au F.R.S.-FNRS, apporte à l'expérience.

L'expérience a réellement démarré en 2008. «Il faut savoir», précise Pierre Vilain, maître de recherche honoraire F.R.S.-FNRS et actuellement professeur de

l'ULB, que le but de l'expérience OPERA n'est pas de mesurer la vitesse de déplacement des neutrinos ! L'objectif est d'étudier le phénomène d'oscillation des neutrinos (lire l'encadré), et plus particulièrement la transformation de neutrinos μ (mu) en neutrinos τ (tau). Car si on a déjà pu observer la disparition d'une saveur, on n'avait pas encore réussi à en voir apparaître une. Chose faite aujourd'hui puisqu'une première oscillation d'un neutrino de type μ en type τ a été observée en 2010. Un exploit si l'on songe que le seul moyen de «voir» ce phénomène est de repérer la trace laissée par la particule τ produite, mais celle-ci se désintègre après environ un dix millième de nanoseconde (10^{-13} s).

Plus vite que la lumière

Si la mesure de la vitesse de déplacement des neutrinos n'est pas le but de l'expérience OPERA, elle n'a pas été négligée pour autant. «Dès le début de l'expérience», commente le professeur Gaston Wilquet, nous avons prévu d'inclure la mesure

de vitesse des neutrinos dans notre programme scientifique. Pour nous, c'était une mesure complémentaire intéressante qui méritait d'être faite. Mais à l'origine, nous ne le faisons qu'avec des instruments dont la précision ne permettait pas de tirer des conclusions qu'on peut tirer aujourd'hui». En fait, c'est essentiellement à partir de 2008, lorsque les physiciens se sont mis à utiliser notamment des GPS plus performants (développés par la firme Septentrio de Louvain avec la collaboration de l'Observatoire Royal de Belgique!) qu'ils se sont lancés dans une campagne de métrologie poussée. Résultat ? Les neutrinos arrivent au Gran Sasso avec une petite avance par rapport au temps que la lumière aurait mis pour faire le même parcours dans le vide. Cette précision dans les termes est importante car ce qui était considéré jusqu'à aujourd'hui comme un «dogme» par la physique est l'impossibilité de dépasser la vitesse de la lumière dans le vide. Mais il est tout à fait normal qu'une particule de grande énergie puisse se déplacer à une vitesse supérieure à cette valeur dans un milieu dont l'indice de réfraction est supérieur à 1. L'avance mesurée dans le cadre de OPERA sur la distance de 730 km est de 60 nanosecondes sur les 2,4 milli-secondes qu'auraient mis d'hypothétiques photons s'ils avaient parcouru le même trajet dans le vide. Autrement dit, les neutrinos, au bout des 730 km, franchissent la ligne d'arrivée avec 20 mètres d'avance sur des photons qui auraient parcouru cette distance dans le vide. Calculs faits, la vitesse des neutrinos dépasserait celle des photons de 6 kilomètres par seconde. Est-ce significatif ? «Oui», clament en cœur les deux physiciens bruxellois. «Ce n'est certainement du point de vue de l'erreur statistique. Du point de vue de l'erreur systématique, toutes les mesures de distances, de synchronisation des horloges et de transmission des signaux ont été faites et refaites en

utilisant des techniques complémentaires. On a même tenu compte d'un éventuel effet de la rotation de la Terre ou de la différence d'altitude entre Genève et le Gran Sasso ou encore des effets de marée. Mais rien n'y fait: la différence est toujours là.» Il reste maintenant à essayer d'améliorer encore la précision des mesures et il reste à d'autres équipes à refaire des mesures semblables. Cela sera le cas, peut-être déjà dès 2012 aux USA, dans l'expérience MINOS. Curieux hasard: celle-ci détecte des neutrinos produits également à 730 km de distance ! Et les Américains ont déjà constaté des anomalies dans la vitesse de déplacement des neutrinos... mais l'imprécision affectant les mesures n'avait pas permis de conclure.

Quelles conséquences?

L'invariabilité de la vitesse de la lumière dans le vide et la limite qu'elle représente est un des fondements de la physique actuelle depuis qu'Einstein l'a énoncée en 1905. Notre modèle spatio-temporel à quatre dimensions repose sur elle; le modèle standard décrivant le monde des particules élémentaires aussi. Les résultats d'OPERA remettent-ils tout cela en cause? Il est beaucoup trop tôt pour l'affirmer. Première hypothèse: une correction n'a pas été prise en compte. Autre possibilité: l'effet observé serait lié au fait que les neutrinos ne voyagent pas dans le vide mais dans la croûte terrestre. Certains modèles théoriques suggèrent que la matière pourrait se comporter pour les neutrinos comme un «métamatériau», c-à-d un milieu d'indice de réfraction plus petit que 1. Depuis plusieurs années, les physiciens s'interrogent sur l'existence de particules dont la vitesse serait supérieure à c à condition qu'elles ne descendent jamais sous cette

vitesse. Cela ne violerait pas la relativité restreinte, qui n'interdit que le passage d'une vitesse inférieure à une vitesse supérieure et réciproquement. Ces particules ont été appelées «tachyons»; le neutrino dans la matière pourrait être le premier tachyon observé. Bien des voies s'ouvrent encore aujourd'hui aux physiciens avant de rejeter la théorie de la Relativité. ■

Les chercheurs Gaston Wilquet (1) et Pierre Vilain (2)



1



2

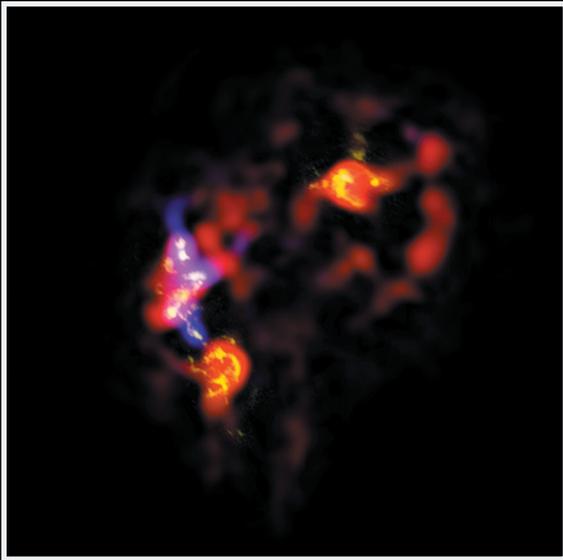
Les neutrinos

Prédictée théoriquement dans les années 1930, l'existence des neutrinos, particules élémentaires constitutives de la matière aux côtés des quarks, de l'électron, du muon et du tau, n'a été démontrée expérimentalement qu'en 1956 tant leur taux de réaction avec la matière est faible: un neutrino issu d'une désintégration β traversera en moyenne une épaisseur de plomb d'une année-lumière avant d'interagir ! Saisir un tel événement, même si on a des milliards de neutrinos

à sa disposition, est donc extrêmement rare. Au fil du temps, les physiciens vont découvrir qu'il y a trois espèces («saveurs») de neutrinos: ceux qui accompagnent l'électron (il va s'appeler neutrino e) mais aussi ceux accompagnant le muon et le tau (ils s'appellent respectivement neutrino μ et neutrino τ). Et qu'un type de neutrino peut se transformer en un autre type, phénomène appelé «oscillation». Il n'est possible que si les neutrinos ne sont pas strictement de masse nulle. ■

À la Une du Cosmos

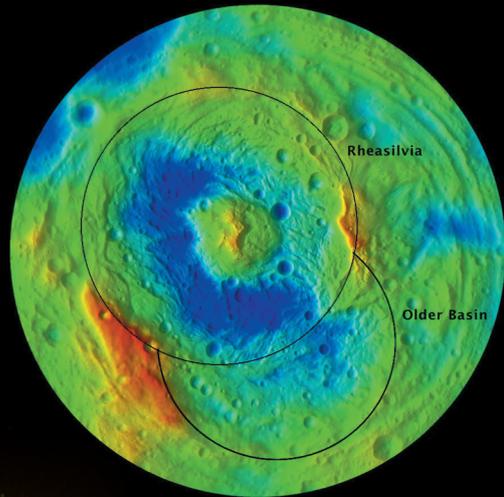
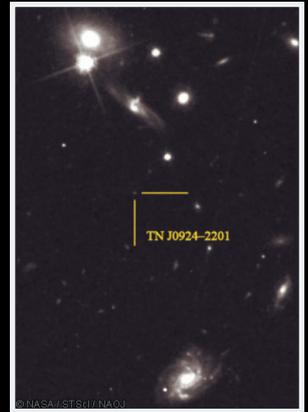
Texte : Yaël NAZÉ • naze@astro.ulg.ac.be • <http://www.astro.ulg.ac.be/>



←
Première image d'ALMA,
le nouvel observatoire chilien.
Toujours en construction,
il ne comprend que le tiers
des 66 antennes prévues.
Photo: ESO

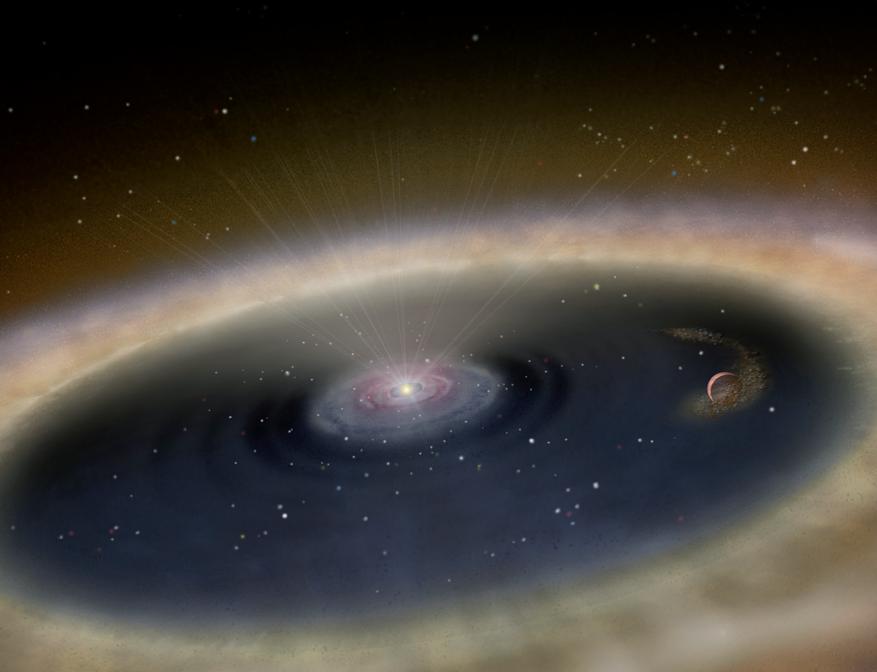
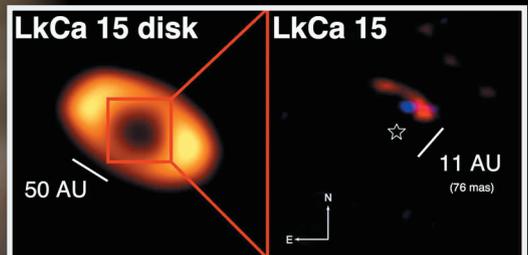
↓
Tout va très vite au début de l'Univers.
Le brouillard d'hydrogène semble s'être
dissipé plus vite qu'on ne le pensait
et l'évolution chimique semble déjà impor-
tante un milliard d'années après le Big Bang.

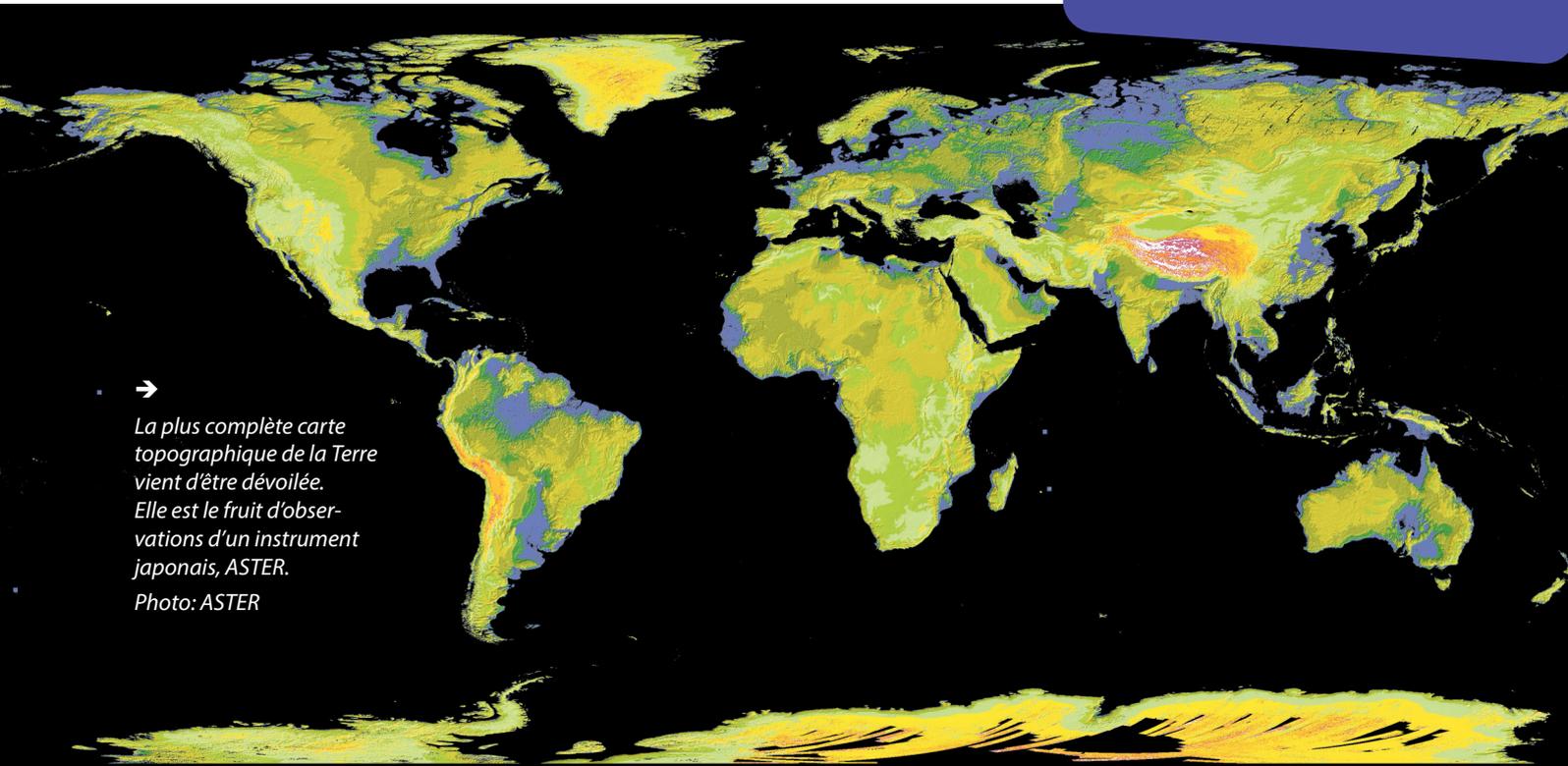
Photo: NAOJ



→
La sonde Dawn a découvert
sur l'astéroïde Vesta une des plus
hautes montagnes du système
solaire (20 km d'altitude!).
Photo: Dawn

↔ ↓
Pour la première fois, on a détecté
une planète en formation, LkCa 15 b :
elle s'était trahie en creusant un sillon dans
le disque de poussières entourant l'étoile.
Photo: Keck





La plus complète carte topographique de la Terre vient d'être dévoilée. Elle est le fruit d'observations d'un instrument japonais, ASTER.

Photo: ASTER



45



À gauche: une jolie bulle céleste, RCW 86, posait problème. Née lors de l'explosion d'une supernova en l'an 185, elle était trop grande pour son âge. On vient de comprendre pourquoi: l'étoile avait fait le vide autour d'elle avant d'exploser, ce qui a facilité l'expansion des nuages de débris. Photo: Spitzer. À droite: cela vient seulement d'être déclassifié: un Belge, Phil Pressel, a imaginé les caméras d'un célèbre satellite-espion américain, qui a eu un rôle important durant la Guerre Froide. Photos: R. GUILLEMETTE/space.com



L'astéroïde Lutetia, survolé par la sonde européenne Rosetta en juillet 2010, se révèle très dense et d'une composition chimique inhabituelle. Survivant des planétésimaux qui ont formé les planètes, il donc est né plus près du Soleil et a été conduit dans la ceinture des astéroïdes par les interactions planétaires.

Photo: ESA



Texte: Théo PIRARD • Photo: Nasa

«**H**ouston, nous avons un problème.» Cette annonce dramatique, qui a rapidement fait le tour de la planète le 14 avril 1970, marque le début d'une page d'Histoire. C'est le SOS lancé dans l'espace par Jim Lovell, le commandant de bord de l'expédition Apollo-13 en route vers la Lune. Son équipage vient d'être secoué par l'éclatement d'un réservoir d'oxygène dans la «salle des machines» du vaisseau Odyssey. La survie de trois astronautes est en jeu.

Cet accident qui survient à plus de 321 000 km de la Terre rappelle que l'odyssée de l'espace est une entreprise périlleuse, qu'il ne saurait être question de routine sur le chemin des étoiles, que toute technologie bien testée au sol peut réserver de tragiques surprises dans un milieu hostile et semé d'embûches... Encore aujourd'hui, le vol spatial habité demeure un exploit à la fois technologique et humain

La mésaventure d'Apollo-13, immortalisée dans un film avec Tom Hanks, s'est finalement bien terminée ?

On doit son *happy end* au sang-froid des trois naufragés sur une trajectoire qui les éloignait de la Terre et qui allait leur faire contourner la Lune. Les contrôleurs de la Nasa (*National Aeronautics & Space Administration*) au Centre Johnson à Houston ont, dans l'urgence, fait preuve de beaucoup de créativité grâce à des solutions improvisées et bricolages qui ont fonctionné ! Avec la perte d'oxygène, l'air, mais également l'électricité et l'eau produites par les piles à combustibles, allaient manquer. La climatisation et la purification de l'atmosphère dans la cabine se trouvaient compromises. L'équipage, sérieusement en danger, trouva refuge dans le module *Aquarius* d'exploration lunaire. Celui-ci

servit de chaloupe de sauvetage où Jim Lovell, Fred Haise et Jack Swigert allaient trouver air, électricité et eau... Après être passé derrière notre satellite naturel, le vaisseau *Apollo-13* endommagé amorçait son retour. Le 17 avril, la capsule d'*Odyssey* réussissait, à quelque 40 000 km/h, sa rentrée dans l'atmosphère pour se poser intacte dans le Pacifique. Trois Terriens, revenus de loin mais sains et saufs, étaient accueillis comme des héros, après avoir donné lieu à un suspense d'une grande intensité.

Tous les drames de l'espace n'ont pas connu de fin heureuse. Combien ont trouvé la mort ?

L'aventure spatiale, compte tenu des risques qu'il faut affronter, a jusqu'ici fait peu de victimes. Si 525 personnes ont eu, à ce jour, cet honneur et ce privilège de voyager autour de la Terre, on a enregistré 18 victimes lors d'un vol spatial: ils sont 4 cosmonautes russes, 13 astronautes américains et un astronaute israélien à avoir trouvé la mort en mission.

Quelles sont les raisons de ces accidents mortels lors d'expéditions près de la Terre ?

Comme pour un vol en avion, les phases de l'envol et de l'atterrissage sont les plus risquées. Du côté russe, les cosmonautes

ont succombé au retour. Le 24 avril 1967, la capsule *Soyouz*, testée par le cosmonaute Vladimir Komarov, s'écrasait au sol, à cause d'un mauvais déploiement des parachutes. Le 30 juin 1971, les trois membres de la première expédition dans la station orbitale *Saliout-1*, sont retrouvés sans vie sur le site d'atterrissage, à bord du *Soyouz-11*: n'étant pas protégés par des scaphandres, ils ont été victimes d'une dépressurisation brutale de leur habitacle, à cause d'une valve à demi fermée.

Aux États-Unis, le *Space Shuttle* a montré les limites de sa technologie à deux reprises. La Nasa connut deux grandes tragédies avec la perte dramatique de deux équipages de sept astronautes. Celle de *Challenger*, le 28 janvier 1986, lors de la phase spectaculaire du décollage. À la 73^e seconde de vol, le *Space Shuttle* explosait dans le ciel de la Floride: l'un des deux propulseurs à poudre, à cause du défaut d'étanchéité d'un joint, est venu heurter l'imposant réservoir d'hydrogène et oxygène liquides. Il y eut la rentrée catastrophique de *Columbia*, le 1^{er} février 2003. Son bouclier thermique qui avait été abîmé lors de son lancement n'a pu supporter la chaleur infernale du freinage brutal dans l'atmosphère: la navette s'est désintégrée au-dessus du Texas. ■



Les téléspectateurs du monde entier ont assisté en direct à la fin heureuse de la dramatique mission Apollo-13. On voit l'astronaute John Swigert qui vient de sortir de la cabine Apollo. Il est hissé à bord d'un hélicoptère où se trouve déjà Fred Haise, son compagnon d'infortune. Il va être rejoint par Jim Lovell, l'héroïque commandant, qui a survolé à deux reprises la Lune mais n'y marchera jamais.

Un demi-siècle de vols spatiaux habités : que de records !

« Échapper à la pesanteur, nous l'avons tous éprouvé dans nos rêves et ceci peut nous rappeler l'origine de la vie dans les océans. Mais cela peut nous faire pressentir un avenir plus long dans l'espace »

Arthur C. Clarke (1917-2008),
le « père » de l'orbite
géostationnaire et auteur
de 2001, l'odyssée de l'espace.

Texte: Théo PIRARD

théopirard@yahoo.fr • Photos: Nasa

5 25, c'est le nombre de personnes qui, en un demi-siècle se sont aventurées dans l'espace et y ont vécu plus d'une heure en microgravité. Avec la mission *Soyouz TMA-22* prévue à partir de ce 14 novembre, ils sont **525** - 470 hommes, 55 femmes - depuis ce jour historique du 12 avril 1961: ce jour là, en effectuant un tour du monde en 108 minutes (lancement et retour compris), Youri Alexeïevitch Gagarine, officier de l'Armée Rouge de 27 ans, devenait le premier être humain à voler à près de 28 000 km/h jusqu'à l'altitude de 327 km (1).

Pour les 280 vols habités - dont 110 avec le vénérable vaisseau *Soyouz* - qui ont été effectués dans l'espace entre avril 1961 et avril 2011, le site <http://www.space.com> a dressé, le 8 avril, un bilan qui épingle une douzaine de réalisations «record» sur base de données chiffrées. Voici l'épopée des héros qui ont affronté le nouveau monde de l'espace:

- la plus jeune personne à être allée sur orbite avait **25 ans et 11 mois**: c'est le cosmonaute Guerman Titov (1935-2000), le 6 août 1961;
- la personne la plus âgée avait **77 ans**: c'est l'astronaute John Glenn qui fut le 1^{er} Américain autour de la Terre en février 1962, devint sénateur et revola dans la navette *Discovery* (Sts-75) en octobre 1998;

- le record du séjour dans l'espace a été établi par le cosmonaute-médecin Valeri Polyakov: il est resté autour de la Terre **plus de 437 jours**, du 8 janvier 1994 au 22 mars 1995 lors d'un séjour de longue durée à bord de la station modulaire *Mir*;
- le *recordman* des séjours sur orbite est le cosmonaute Serguey Krikaliev, actuel administrateur du centre d'entraînement Youri Gagarine: il a passé le temps cumulé de **803 jours** - 2 ans et 2 mois - avec **6 vols** spatiaux (dont 3 avec la navette américaine);
- la *recordwoman* est l'astronaute américaine Peggy Whitson qui a séjourné plus de **376 jours** dans l'espace (2 vols de longue durée dans l'*Iss*);
- le plus grand éloignement de la Terre est à l'actif de l'équipage d'*Apollo-13* qui s'est aventuré, en avril 1970, à plus de **400 000 km**, en réussissant à contourner la Lune dans les circonstances dramatiques que l'on sait (retour en catastrophe);
- le vol le plus long du *Space Shuttle* a été réalisé lors de la mission *Sts-80* de la navette *Columbia*, avec 5 astronautes, du 19 novembre au 7 décembre 1996, soit **17 jours et 16 heures** dans l'espace;
- le record de vitesse établi par un vaisseau spatial habité le fut par *Apollo-10*, avec 3 astronautes à bord, lors du retour de la Lune vers la Terre le 26 mai 1969: la vitesse de **39 897 km/h** fut atteinte!
- le séjour le plus long à la surface de la Lune fut réalisé par les 2 astronautes -

Eugene Cernan et Harrison Schmidt - de la mission *Apollo-17* en décembre 1972: équipés d'un 4x4 électrique, ils ont exploré le site de Taurus-Littrow pendant **75 heures**;

- le record pour le nombre de vols spatiaux est de **7**: il est à l'actif des astronautes américains Franklin Chang-Diaz (entre 1986 et 2002) et Jerry Ross (entre 1985 et 2002) au cours de missions à bord du *Space Shuttle*;
- le vaisseau spatial le plus longtemps habité est l'*Iss* (*International Space Station*), où astronautes et cosmonautes se relaient sans discontinuité depuis le 2 novembre 2000;
- le record d'occupants dans un vaisseau spatial est de **13** dans l'*Iss*, en juillet 2009 ! Les 6 habitants de la station - parmi lesquels l'astronaute belge de l'*Esa* Frank De Winne - ont reçu la visite de 7 personnes avec la navette *Endavour*;
- le record de femmes dans un vaisseau spatial est de **4** dans l'*Iss*, en avril 2010: l'astronaute Tracy Caldwell Dyson reçut la visite des astronautes Stéphanie Wilson et Dorothy Metcalf-Lindenburger (*Nasa*) ainsi que Naoko Yamazaki (*Jaxa*/Japon);
- la plus longue sortie extra-véhiculaire est l'œuvre des astronautes Jim Voss et Susan Helms restés **8 heures et 56 minutes** à l'extérieur de l'*Iss* lors de la mission *Sts-202*, le 10 mars 2001;
- le record des sorties extra-véhiculaires en scaphandre dans le vide spatial

pour une seule personne est de 16: c'est à Anatoly Soloviev qu'on le doit, qui a passé plus de 82 heures en scaphandre à l'extérieur de la station *Mir*, lors de 5 missions de 1988 à 1998.

Trois acteurs en première ligne

La maîtrise des systèmes complexes du vol spatial habité est considérée comme la référence du savoir-faire technologique au plus haut niveau. Un vaisseau piloté pour l'espace constitue le summum dans le développement des techniques de pointe. À ce jour, seuls trois états dans le monde ont démontré leur capacité à effectuer des missions humaines, à près de 28 000 km/h autour de la Terre.

La Russie (qui faisait partie de l'Union Soviétique) fut la première à envoyer un homme dès 1961, puis une femme (Valentina Terechkova, du 16 au 19 juin 1963). Elle mit au point et utilisa les vaisseaux *Vostok* et *Voskhod* avec capsules sphériques, puis *Soyouz* (capsule de forme sphéro-conique, dans différentes versions, depuis avril 1967). La Russie et les USA ont réussi, en juillet 1975, une «première» internationale, avec l'arrimage sur orbite de vaisseaux *Soyouz* (2 cosmonautes) et *Apollo* (3 astronautes). Aujourd'hui, ce vaisseau *Soyouz*, de plus en plus modernisé mais toujours exigu, constitue le seul trait d'union entre la Terre et la *Station spatiale internationale*.

Les États-Unis sont les seuls à avoir réussi à faire voler des astronautes

autour de la Lune (de 1968 à 1972) et à les faire «alunir». Douze Américains ont marché et travaillé à sa surface (entre 1969 et 1972) pour ramener des échantillons lunaires. La *Nasa* et l'industrie américaine ont réalisé les vaisseaux de forme conique *Mercury* (1 astronaute, de 1961 à 1963), *Gemini* (2 astronautes, entre 1965 et 1966), *Apollo* (3 astronautes, de 1968 à 1975). Ils ont voulu faire en sorte que le vol spatial habité soit routinier, devienne plus accessible et moins cher en se dotant d'une flotte de 4 à 5 navettes réutilisables - *Columbia*, *Challenger*, *Discovery*, *Atlantis*, *Endeavour* - dans le cadre du programme *Space Shuttle* (jusqu'à 8 astronautes à bord). Ce système révolutionnaire de transport spatial s'est révélé très coûteux et fort risqué. Deux navettes, chacune avec un équipage de 7 personnes, ont été perdues en vol: *Challenger* au lancement, le 28 janvier 1986 (10^e lancement); *Columbia* lors du retour, le 1^{er} février 2003 (28^e mission).

Le *Space Shuttle* a largement contribué à l'assemblage de l'*Iss* qui représente aujourd'hui une infrastructure modulaire de 370 t à quelque 350 km au-dessus de nos têtes. Depuis son atterrissage le 21 juillet, il ne vole plus, après 135 missions sur orbite. Les 3 navettes qui restaient vont trouver une retraite méritée dans des musées aérospatiaux à Washington D.C., au Cape Canaveral (Floride) et à Los Angeles (Californie). Jusqu'en 2016 (au mieux), l'Amérique va dépendre du *Soyouz* de la Russie pour l'envoi de ses astronautes dans l'*Iss*. Cette dépendance pour la vie à bord de la station vient de poser de façon dramatique la question de son occupation permanente avec des équipages: ce 24 août, *Soyouz*, qui met

également sur orbite le vaisseau habitable du même nom, échouait dans la satellisation du ravitailleur *Progress-44* (M-12M). Décidément, l'ère post-*Shuttle* a plutôt mal commencé...

La Chine est la 3^e puissance à avoir développé, avec son programme *Shenzhou*, un système pour des missions spatiales habitées. Le vaisseau *Shenzhou-5* (qui a un air de famille avec le *Soyouz* russe) a volé du 15 au 16 octobre 2003 avec le 1^{er} taïkonaute, Yang Liwei. Deux ans plus tard, *Shenzhou-6* emmenait 2 taïkonautes pour 5 jours autour de la Terre. En septembre 2008, trois Chinois sont à bord de *Shenzhou-7*, équipé d'un sas de sortie extra-véhiculaire; deux ont testé des scaphandres de «sortie» dans l'espace. L'aéronautique chinoise est en train de franchir une nouvelle étape: *Tiangong-1* sur orbite, laboratoire habitable pour des vols de longue durée, sert à tester les délicates manœuvres d'arrimage spatial pour visiter et ravitailler une station. Beijing a planifié la mise en service d'un complexe orbital habité de 60 t à l'horizon 2020.

Le tourisme spatial avec des engins privés mise sur des «sauts de puce» (vols suborbitaux jusqu'à plus de 100 km) dans l'espace. Trois compagnies américaines, *Virgin Galactic* (à partir du *Spaceport America* de Las Cruces au Nouveau Mexique), *Xcor Aerospace* (depuis l'île de Curaçao) et *Blue Origin* (au Texas) veulent «populariser» l'accès commercial à la dimension spatiale. Par ailleurs, 3 autres États asiatiques ont manifesté leur intérêt de développer leurs systèmes spatiaux habités: l'Inde avant la fin de la décennie, l'Iran vers 2020 et le Japon en 2025. ■

(1) Le site *Réflexions* de l'ULg lui a consacré un dossier fort bien illustré: http://reflexions.ulg.ac.be/cms/c_33931/youri-gagarine-12-avril-1961-je-viens-du-cosmos-1



Brèves spatiales...

d'ici et d'ailleurs

Texte: **Théo PIRARD** • Photos: **ATK, SONACA**

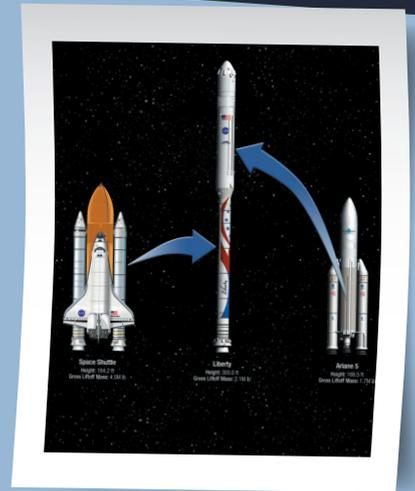
Lisri, un institut wallon de recherche spatiale. Liege Space Research Institute: l'Université de Liège (ULg), avec la création de cet Institut, entend capitaliser sur ses ressources et compétences autour de la thématique de la recherche spatiale. L'objectif est d'exploiter des synergies entre les activités des chercheurs et l'expertise des industriels pour mieux tirer parti des systèmes dans l'espace. Lisri s'appuiera sur le potentiel universitaire et les acquis, au niveau international, du Département Ago (Astrophysique géophysique océanographie), du Ltas (Laboratoire des techniques aéro-spatiales), de l'Unité de Géomatique (télétection) et du Csl (Centre spatial de Liège). ■

Sonaca, toujours jeune et alerte à 80 ans ! L'entreprise a vu le jour le 12 septembre 1931 sous le nom de *Fairey Belgique*: elle va faire preuve d'une grande ingéniosité et s'illustrer avec le développement, la production et l'entretien d'avions. Ce fleuron de la Belgique aéronautique devait connaître une histoire tumultueuse mais exaltante, avec des hauts et des bas au gré des circonstances politiques et économiques qui ont affecté l'aviation en Europe. En 1975, le «contrat du siècle» avec le choix du chasseur F16 pour équiper plusieurs forces aériennes en Europe constitue un tournant pour *Fairey Gosselies*. Le dépôt de bilan de la maison-mère britannique arrive à un mauvais moment, alors que la Belgique doit concrétiser la participation de son industrie à l'important programme F16. Le sauvetage de la filiale belge donne naissance à la *Sonaca*, le 30 avril 1978.

La nouvelle société a la Région wallonne pour principal actionnaire et

se trouve aujourd'hui à la tête d'un groupe international spécialisé dans la conception et la réalisation de structures d'avions (fabrication récurrente avec des machines-outils) et de satellites (réalisation sur mesure en salle propre). Le bureau d'études avec 300 ingénieurs et experts, ainsi que le centre européen de production (pour *Airbus*, *Dassault*) et de maintenance d'appareils militaires (chasseurs F16, drones Hunter) se trouvent à Gosselies. Depuis l'an 2000, *Sonaca* élargit son assise au niveau mondial en mettant en œuvre des filiales près de grands constructeurs d'avions: *Sobraer*, *Sopexaero* et *Pesola* à Sao Paulo (Brésil), *Sonaca Wichita* (États-Unis), *Sonaca Montréal* (Canada) et *Sinelson* à Tianjin (Chine). On prévoit que son chiffre d'affaires approche les 300 millions d'euros en 2011. Il devrait croître avec une commande *Boeing* d'éléments en matériaux composites. ■

Deux ingénieurs de *Sonaca*, Pierre Sonveaux et Pierre Taquet, racontent dans un superbe livre, avec de nombreuses illustrations à l'appui (dont certaines inédites), 80 ans de passion aéronautique au sein de la *Sonaca* (ex-*Fairey*).



Lanceur privé Liberty, mélange de Space Shuttle et d'Ariane 5.

En début d'année, une initiative industrielle transatlantique faisait à la *Nasa* l'incroyable proposition d'un système commercial de transport spatial pour ses vols spatiaux habités. «Première» audacieuse et ambitieuse: il s'agit de réaliser un puissant lanceur qui tire parti des héritages d'investissements publics aux États-Unis avec le *Space Shuttle* et en Europe avec la fusée *Ariane 5*. *Liberty* utilise des éléments qui ont démontré leur fiabilité et leurs performances: son 1^{er} étage sera le propulseur à poudre qui servait à faire décoller la navette, tandis que son 2^e étage sera l'*Epc* (Étage principal cryotechnique) du lanceur européen.

Jusqu'ici, ce concept *Liberty* est le fruit d'études réalisées chez *Atk*, le spécialiste américain de la propulsion solide, et par *Eads Astrium*, l'architecte et le producteur d'*Ariane 5*. *Liberty*, qui mesure 90 m de haut, pourra satelliser 22 t en orbite basse. Il doit servir à lancer le vaisseau *Orion Mpcv* (Multi-purpose crew vehicle) de la *Nasa* avec 4 astronautes. Son essai en vol pourrait avoir lieu dès 2014 en vue d'une mise en service opérationnel durant 2015. Du côté européen, l'intégrateur *Eads Astrium* et le motoriste *Safran Snecma* ont étudié sur fonds propres les modifications à apporter à l'*Epc*, à son avionique, au contrôle d'attitude, et au moteur *Vulcain 2* pour que celui-ci puisse être allumé en vol et dans le vide. Ce projet de coopération américano-européenne, s'il devait se concrétiser, devrait impliquer l'industrie belge des systèmes spatiaux: la *Sabca* (Bruxelles) pour les servo-commandes et les structures, *Thales Alenia Space Etca* (Charleroi) pour l'électronique de bord, *Techspace Aero* (Herstal) pour les vannes du propulseur *Vulcain 2*. ■



À vos AGENDAS !

OGM : À table !

Le 26 janvier 2012 à 19h30

À Charleroi...

Les cafés scientifiques du CCS (*Centre de Culture Scientifique*) à Charleroi rassemblent soit le grand public, soit des élèves. Ils abordent des sujets de société où interviennent les sciences.

Tout concourt à rendre agréables ces moments de la connaissance. Le lieu: une brasserie sympathique au centre-ville, cela change des salles de cours; les intervenants: des experts du domaine; les films, qui nous emmènent dans les labos; les miniateliers, où l'on met la main à la pâte; les discussions libres autour d'une table avec les experts; et enfin, le bon dosage entre tous ces ingrédients.

L'avantage de cette combinaison: l'utilisation de différents canaux de transmission repose les neurones du public qui est toujours d'attaque. D'autre part, chacun trouvera l'activité qui lui parle.

Un moment important: l'introduction générale. Il faut faire comprendre aux participants à la fois le problème de société abordé et le programme

des activités. Cela nécessite de «sentir» la salle: Il faut essayer d'accrocher l'attention du public tout en lui montrant l'intérêt de l'affaire. Une bonne coordination entre les organisateurs et le «*Master of Ceremony*» est un gage de succès: les premiers veillent au respect du temps et organisent les rotations d'activités, le second s'attache à rendre claires les explications des experts. C'est plutôt dynamique.

Une question: peut-on tout faire dans ce cadre? Transmettre des savoirs scientifiques ou médicaux et donner à voir la «recherche européenne» dans ses dimensions institutionnelles ne sont pas du même ordre, n'est-ce pas une gageure? Reste que ce type d'activités rend la science à la fois proche, accessible et sensible puisqu'il apparaît évident qu'à travers ses acteurs, elle est concernée par des questions de société qui nous touchent tous. Résultat: un moment exceptionnel pour les participants. Ils auront touché du doigt des questions d'actualité comme le diabète et l'obésité, l'asthme, les cellules

souches et les thérapies cardiaques, ou les OGM, et en garderont un souvenir certain.

Texte: **Alexandre Wajnberg**, journaliste scientifique et animateur.

Où ? Brasserie de l'Éden, Boulevard Bertrand, 1-3 à 6000 Charleroi

Pour qui ? Tous publics (nombre de places limité, réservation nécessaire)

Tarif ? Gratuit

Infos et réservations ?

Tél.: 071/600.300

E-mail: ccscomm@ulb.ac.be

http://www.ulb.ac.be/ccs/cafes_scientifiques.html



50

Brussels museums: les nocturnes

Jusqu'au 15 décembre 2012

À Bruxelles...



On ne change pas une formule gagnante: Les Nocturnes des Musées bruxellois sont devenues un classique de l'automne culturel de la capitale, et reviennent cette année avec 57 musées participants, un record pour l'événement ! Jusqu'au 15 décembre, pas moins de 6 musées ouvriront leurs portes au public tous les jeudis soir. Des visites guidées, des ateliers, des démonstrations, des rencontres avec des conservateurs ou des visites dans les coulisses vous feront découvrir les musées bruxellois sous un jour nouveau et dans une ambiance détendue.

Où ? Un peu partout à Bruxelles (voir calendrier sur le site)

Pour qui ? Tous publics et amateurs noctambules !

Tarif ? Adultes: 3 euros; jusqu'à 25 ans: 1,5 euro, parfois gratuit !

Infos et réservations ?

Conseil bruxellois des Musées
Galerie du Roi, 15 à 1000 Bruxelles

Tél. : 02/512.77.80

E-mail: info@brussel museums.be

<http://www.brussel museumsnocturnes.be>



**PAS DE PANIQUE
AU VILLAGE!**GESTION ENVIRONNEMENTALE
D'UN VILLAGE**Pas de panique au village !**
Du 8 novembre au 2 décembre 2011**À La Louvière...**

Cette année encore, la Maison de La laïcité de La Louvière, l'équipe de l'Expérimentarium de l'ULB et l'IPES de La Louvière proposent, sur le thème de la physique et de l'environnement, un atelier on ne peut plus interactif puisqu'il met les participants concrètement en situation ! En effet, ils devront réaliser la gestion environnementale d'un village ! Eh oui, rien que ça ! Autour d'une maquette de village, les participants doivent relever des défis: étudier un épurateur d'eaux usées, éclairer de façon satisfaisante un terrain de foot, chauffer à moindre coût une maison, alimenter un foyer en énergie, analyser l'eau de la rivière, etc... L'occasion de découvrir leur performance environnementale !

Dans son souci permanent de maintenir l'Homme au rang de citoyen acteur, responsable et conscient, la Maison de la Laïcité a toujours cherché à développer des activités qui permettaient à celui-ci d'accroître son sens critique, d'élargir son autonomie et d'augmenter son sens de la responsabilité. Depuis quelques années, c'est plus particulièrement par le biais du domaine des Sciences qu'elle œuvre en ce sens, proposant toute une série d'animations scientifiques destinées à un jeune public. Cette activité est rendue possible grâce au soutien du *Département du Développement Technologique (DGO6)* du Service Public de Wallonie.

Où ? IPES (Institut Provincial d'Enseignement Secondaire Léon Hurez), Rue Bonne Espérance, 1 à 7100 La Louvière

Pour qui ? De la 5^e primaire à la 2^e secondaire (groupes de maximum 30 personnes) et tous publics (à partir de 10 ans) le mercredi après-midi.

Tarif ? Gratuit

Infos et réservations ?

Tél.: 064/84.99.74

<http://www.laicite-lalouviere.be/agenda.php>



Sorti de PRESSE

La physique expliquée à notre futur Président.
Nucléaire, terrorisme, réchauffement climatique
Vuibert

Il est difficile de nier que notre société dépend de nombreux aspects scientifiques et techniques. «Derrière les défis de notre époque sont tapies de vraies questions scientifiques»; questions que les dirigeants politiques devraient idéalement appréhender correctement. Qu'il y ait un accident grave dans une centrale nucléaire, qu'une bombe «sale» soit lancée par des terroristes: c'est rapidement et en connaissance de cause que des décisions devront être prises. Le réchauffement climatique est-il réel ? Faut-il développer les agrocarburants ? Ce sont là quelques-uns des thèmes adressés dans le livre de Richard Muller. C'est en pensant aux candidats en course pour l'élection présidentielle américaine, qu'il a écrit ce livre.

Soyons clair: quand on parle de relations sciences et société,

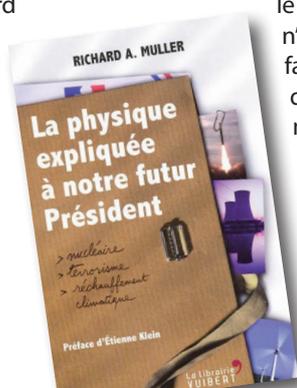
à partir de données et raisonnements scientifiques, divers auteurs peuvent arriver à des conclusions différentes. N'est-ce pas pour cela que les experts ne sont pas toujours d'accord entre eux. Dans le cas particulier de ce livre, l'auteur est américain et certaines conclusions s'en ressentent. De plus, bien que destiné à des lecteurs non scientifiques, force est de constater que le livre n'est pas facile à lire. Bien sûr, comme le dit Étienne Klein, par ailleurs lui-même excellent vulgarisateur, dans sa préface à l'édition française: «Les écoliers le pressentent, les collégiens le disent, les anciens collégiens le répètent: la physique n'est pas une discipline facile d'accès». La lecture du livre ne le démentira malheureusement pas. Mais pour celui que les raisonnements et les chiffres ne rebutent pas

et qui, en outre, s'intéresse aux relations sciences et société, il y a beaucoup à tirer de cet ouvrage.

Le terrorisme, l'énergie, le nucléaire, l'espace et le réchauffement climatique sont bien discutés, à partir de données scientifiques fiables. Et pour le «futur président», chaque chapitre est terminé par un résumé pour le Président, relativement accessible.

En résumé, ce livre est un «véritable vademecum d'initiation scientifique pour tout citoyen responsable, qui trouvera place à l'Élysée comme dans le Bureau ovale de la Maison Blanche» (et surtout, des conseillers scientifiques), et sur tout bureau de citoyen avec une culture scientifique non négligeable. ■

Texte de Michel Wautelet
wautelet@umons.ac.be





Visitez nos sites :

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



Service public
de **Wallonie**

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

