

ATHENA

248

Recherche et développement technologique

Bureau de dépôt Bruxelles X - Mensuel ne paraissant pas en juillet et août - 248 - Février 2009

L'or peut être bleu
La part de l'esprit
Se vendre sur Internet

SPW

Service public de Wallonie

- 271** **L'or peut être bleu.** Recherche, analyses, formations, assistance technique, guidance technologique: le *Centre belge d'étude et de documentation de l'eau (Cebedeau)* met son expertise dans le domaine du traitement des eaux au service des industries et des services publics. Son rayonnement a largement dépassé les frontières belges, puisqu'il est présent en Afrique, ainsi qu'à Cuba et en Bolivie. Ici et là-bas, il relève le défi de l'«or bleu». Un article de **Philippe Lambert**.
- 275** **Cellules souches, f. plur.** Ce n'est pas la première fois que les cellules souches font l'objet de la rubrique Dico-Bio. Leur avènement date même de dix ans; dix ans pendant lesquels ce qu'on a appris de la cellule en général et de la cellule pleine de «potentiel de développement particulier» (toti-, pluri- ou multipotente) s'est aussi accru de façon exponentielle. **Jean-Michel Debry** raconte.
- 283** **Cancer: la part de l'esprit.** L'hypothèse selon laquelle la survenue d'un cancer pourrait être favorisée par certains facteurs psychologiques, tels un état dépressif, le type de personnalité de l'individu ou sa façon de répondre au stress, est-elle fondée ? Le sujet reste très débattu, mais il semble, explique **Philippe Lambert**, que la piste du «tout biologique» soit désormais désuète.
- 287** **Qualité logicielle: la quête du Graal.** Il est fréquent que les grands projets informatiques se heurtent à des écueils importants - coût plus élevé que prévu, fonctionnalités ne répondant pas aux attentes, sécurité laissant à désirer, etc. Or toute défaillance peut mener à des conséquences catastrophiques en termes de pertes financières ou même de vies humaines dans le cas de systèmes critiques. Pourquoi tant d'erreurs, tant d'échecs ? Est-ce autant de fatalités ? Un article d'**Alain de Fooz**.
- 291** **Se vendre sur Internet.** Comment se faire connaître et mieux maîtriser son image sur le Web. Internet constitue, en effet, une formidable vitrine permettant à des individus une promotion individuelle, explique **Christian Vanden Berghen**, passant en revue les moyens existants afin de mieux gérer son identité numérique.
- 297** **Hiper, le cousin d'Iter.** Deux projets qui exploreront chacun une filière différente de la fusion dans le but d'offrir à l'humanité, la perspective d'une énergie sûre et virtuellement illimitée. Des explications de **Jean-Luc Léonard**.
- 301** **La débâcle de la banquise Arctique.** L'étendue de la banquise de l'océan Arctique a atteint, durant la saison de la fonte des glaces, son deuxième niveau le plus bas depuis le début des mesures par satellites en 1979. **Paul Devuyst** fait le point sur les extrêmes climatiques, observés un peu partout dans le monde et les conséquences de ces changements.
- 307** **Retour belge au top niveau !** À l'issue du sommet de l'Europe spatiale - le *World Forum* - de La Haye, qui a posé les jalons du programme spatial de l'Europe pour la prochaine décennie, Sabine Laruelle était fière du résultat engrangé par la Belgique, prometteur pour son savoir-faire scientifique et technologique. Elle pouvait annoncer que celle-ci avait retrouvé sa place de n° 4 - après l'Allemagne, la France et l'Italie - dans le peloton de tête de l'*Esa* en ce qui concerne le financement des programmes optionnels (à la carte). **Théo Pirard** y assistait.

**Vous pouvez
consulter
la revue Athena
sur le site
[http://recherche-
technologie.be](http://recherche-technologie.be)**

**Si vous désirez
un abonnement,
vous pouvez
vous adresser :**

- **soit par courrier**
avenue
Prince de Liège, 7
5100 Jambes
- **soit par téléphone**
au 081/33.56.02.
- **soit par courriel**
à l'adresse
[marieclaudesoupart
@spw.wallonie.be](mailto:marieclaudesoupart@spw.wallonie.be)

**ou encore via
le site repris ci-dessus.**

Sans oublier les rubriques:

Actualités, de **Jean-Claude Quintart**, pp. 263-270.

Info-Bio, de **Jean-Michel Debry**, pp. 279-282.

Info-Physique, de **Henri Dupuis**, pp. 295-296.

Comment ça marche ? de **Jean-Luc Léonard**, pp. 299-300.

Astronomie, de **Paul Devuyst**, p. 304 et **À la Une du Cosmos**, de **Yaël Nazé**, p. 305.

Qu'est-ce qui s passe ? de **Théo Pirard**, p. 306. *Les brèves et À lire*, pp. 309-310.

De la **Région** à la **Grande Région**

Si par moment, l'Europe politique piétine, en revanche l'Europe académique avance à grands pas. Ainsi, en signant une convention de partenariat, le 15 décembre dernier, les recteurs et présidents des universités de Sarrebruck, Luxembourg, Metz, Nancy et Liège ont jeté les fondements de l'Université de la *Grande Région* (UGR), une université virtuelle construite sur la coopération transfrontalière dans le domaine de l'enseignement supérieur et de la recherche. Compte tenu du nombre d'acteurs universitaires en jeu et de leur qualité, cette initiative est unique en Europe.

Supporté par quelque six millions d'euros de fonds européens *Interreg* sur trois ans et demi, le projet d'UGR entend créer un espace commun d'enseignement supérieur au sein de l'Europe miniature qu'est la *Grande Région* et qui fédère la Sarre, la Lorraine, le grand-duché de Luxembourg, la Rhénanie-Palatinat et la Wallonie. Plus concrètement, ce projet est considéré comme le premier pas devant conduire à la création d'un espace intégré axé sur l'enseignement, la recherche et l'innovation. Un projet, vaste et ambitieux, est coordonné par l'Université de la Sarre, avec en son cœur l'Université de Liège (ULg) et déjà deux partenaires supplémentaires: les universités de Trèves et de Kaiserslautern.

De Liège à Sarrebruck

Sur le plan philosophique, l'UGR s'inscrit parfaitement dans la logique du processus de Bologne d'harmonisation du paysage européen d'enseignement supérieur et de la recherche. Après la conclusion de la phase de conception, démarre actuellement la phase opérationnelle au sein de cinq modules de travail coordonnés chacun par l'une des universités partenaires. Au printemps 2009, le projet permettra la création et la mise en réseau des structures conduisant à des nouveaux cursus de formation d'intérêt grand régional, toutes disciplines confondues, débouchant sur des diplômes conjoints assortis d'un label *Grande Région* spécifique, représentant un incontestable atout sur le marché du travail pour les étudiants. À noter que le projet est

aussi axé sur la mobilité des étudiants, des professeurs et des chercheurs, leur donnant de la sorte une perception concrète des réalités culturelles, linguistiques, sociales et économiques de l'espace grand régional. De plus, l'UGR entend aussi renforcer la coopération en recherche et formation doctorale.

Par exemple, au sein de l'UGR, un étudiant pourrait réaliser le premier semestre d'un master à Metz, le poursuivre à Sarrebruck, le finir à Liège et recevoir un diplôme conjoint des trois universités, porteur du sceau grand régional. Autre exemple: des écoles doctorales communes aux universités partenaires pourraient voir le jour pour la formation des chercheurs dans telle discipline. «Avec l'UGR, nous construisons les autoroutes de la formation dans la Grande Région. Aussi, notre volonté est de mettre en place des structures solides et pérennes de coopération transfrontalières en enseignement supérieur et en recherche», explique Bernard Rentier, recteur de l'ULg. De son côté, Rolf Tarrach, recteur de l'Université de Luxembourg, estime que «l'Ugr est une nouvelle opportunité pour les étudiants de la Grande Région, mais aussi pour ceux des autres continents qui auront ainsi l'occasion de vivre l'Europe en direct, de découvrir sa richesse qui naît de sa diversité, avec des partenaires de qualité dans quatre États différents». Pour tout savoir sur ce projet: <http://www.uni-gr.eu>



Les brèves... Les brèves...

Ne dites plus... *Cgri-Dri* mais bien *Wallonie-Bruxelles International*. L'objectif de cette fusion est double: mettre le monde dans la tête des Wallons et des Bruxellois et placer la Wallonie et Bruxelles en évidence sur la carte du monde. Cette fusion est en fait la première intégration de deux administrations régionale et communautaire. Au-delà de la symbolique, elle traduit la mise en place définitive d'un cadre cohérent et conforme au renforcement des synergies intra-francophones. «*En tant que petite communauté ouverte sur l'Europe et le monde, nous avons besoin d'un instrument qui nous permette à la foi de soutenir avec souplesse les besoins d'ouverture sur l'extérieur de tous nos opérateurs, et d'être acteur de tous les changements qui vont se produire au niveau international*», explique Marie-Dominique Simonet, vice-présidente du gouvernement de la Communauté française, ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche scientifique et des Relations internationales, ministre de la Recherche, des technologies nouvelles et des relations extérieures du gouvernement de la Région wallonne.

<http://www.wbi.be>

Votre film favori sur votre t-shirt ! Après la monnaie plastique, voici l'arrivée de la mémoire plastique ! Un pas en avant, fruit du travail d'une équipe de chercheurs de l'Université catholique de Louvain (UCL), parvenue après quatre années de travail, à stocker des informations numériques contenues dans des disques durs sur des mémoires en plastique de très petites tailles, le tout en utilisant de très faibles puissances.

Cette opération, qui auparavant n'avait jamais été couronnée de succès, ouvre la porte à la fabrication des mémoires bon marché, flexibles et transparentes. Cela signifie aussi qu'il sera possible à terme, d'intégrer la mémoire contenue dans un *I-pod* sur un simple bracelet en plastique ou encore sauver son film favori sur son t-shirt ! L'intérêt de cette découverte n'échappe pas aux industriels. Ainsi, les chercheurs de l'UCL ont d'ores et déjà vu leurs travaux bénéficier du soutien financier de *Solvay*, via la Fondation Louvain. Dans la foulée, une demande de brevet a été introduite en vue de protéger et valoriser les potentialités scientifiques et économiques de cette découverte wallonne. Enfin, un article publié dans la revue *Nature Materials* peut être consulté sur:

<http://www.nature.com/>

[nmat/journal/vaop/ncurrenbt/abs/nmat2339.html](http://www.nature.com/nmat/journal/vaop/ncurrenbt/abs/nmat2339.html)

Également plus d'infos auprès d'Alain Jonas, professeur au département des Sciences des matériaux de l'UCL. Téléphone: 010/47.37.65.

Nanotechnologies-Mégadéfis

La prochaine exposition, *Nanotechnologies-Mégadéfis*, aura lieu, du 23 au 27 mars prochain, à la Haute-école Robert Schuman (HERS), chemin de Weyler, 2 à Arlon. L'entrée est libre.

Pour rappel, l'objectif de ces expositions itinérantes est de présenter les nanotechnologies sous leurs différents aspects: scientifiques, technologiques, économiques, éthiques, philosophiques et de participer au débat citoyen autour de ces technologies.

L'exposition est accessible:

- au grand public, les lundi 23, mardi 24, jeudi 26 et vendredi 27, de 9h30 à 12h00 et de 13h30 à 16h00 ainsi que le mercredi 25 de 9h30 à 12h00;
- aux groupes scolaires ou autres du lundi 23 au vendredi 27 de 9h30 à 12h00 et de 13h30 à 16h00, uniquement sur réservation.

Pour toutes les informations complémentaires, vous pouvez vous adresser à Anne Daugimont. Téléphone : 063/23.00.00. Télécopie: 063/22.08.90. et courriel printempsdessciences@hers.be ou anne.daugimont@hers.be

Systemat à l'école ! Acteur majeur des Technologies de l'information et des communications wallonnes, *Systemat* vient d'enlever un marché de plus de trois millions d'euros relatif au projet *Cyberclasse*, couvrant près de 3 500 établissements scolaires. Ce nouveau contrat couvre deux aspects essentiels: l'assistance à l'exploitation et la gestion du matériel. L'assistance à l'exploitation consistera à apporter le support nécessaire à l'utilisation générale des équipements installés. De son côté, la gestion du matériel portera sur les interventions de réparations nécessaires au bon fonctionnement des équipements.

Le giga site du Giga !

Pôle de recherche et d'activités en biotechnologie, le *Groupement interdisciplinaire de génoprotéomique appliquée (Giga)* vient d'ouvrir son nouveau site. Un portail simple, qui permet de trouver, en un coup d'œil, l'endroit où cliquer pour atteindre les informations recherchées. À la fois géant et intime, ce site présente toutes les facettes du *Giga* qui, sis au cœur de l'Université de Liège (ULg), est physiquement implanté au Chu de Liège.

Unique en Belgique, l'originalité du *Giga* repose sur l'intégration, à la manière de poupées russes, de sept plates-formes technologiques, d'un bureau de transfert technologique, d'un espace d'implantation d'entreprises biotechnologiques, d'un incubateur et d'un centre de formations en biotechnologies, le tout axé sur la génoprotéomique, discipline qui intègre la génomique (analyse de l'ensemble des gènes) et la protéomique (étude de l'expression, de la régulation et des interactions de l'ensemble des protéines d'un organisme). <http://www.giga.ulg.ac.be>

Élégante voiture électrique : la Pininfarina B0

Pour fin 2009, le groupe *Bolloré*, spécialiste français des batteries et des transports, associé au carrossier italien *Pininfarina*, annonce cette auto tout électrique qui sera produite en série. Dévoilée au Salon de Paris en octobre dernier, la *Pininfarina B0 (B Zero)*, a fait l'unanimité pour sa ligne, son esthétisme et son efficacité.

Jusqu'ici, les véhicules électriques présentent un côté utilitaire et un aspect spartiate, tandis qu'ils ne servent que pour de courts trajets. La voiture *Pininfarina-Bolloré* pour laquelle on annonce une autonomie de 250 km et une vitesse de pointe de 130 km/h a l'allure d'une "familiale" sympathique. Entre autres astuces qui rendent ce véhicule économique : la calandre et le toit couverts de cellules photovoltaïques, l'emploi de *Batscap* (batteries Lithium Métal Polymère), le principe *Bolloré* des surcapacités (au lieu des condensateurs traditionnels) qui récupèrent l'énergie du freinage et du mouvement. Aucun prix n'est encore officialisé.



Théo Pirard

«Notre société avait déjà été sélectionnée, en 2004, pour l'assistance et la gestion du matériel déployé dans le cadre de *Cyberclasse* auprès de 523 établissements d'enseignement secondaire et de promotion sociale. La mission est donc reconduite pour une durée de quatre ans, mais cette fois pour plus de 3 000 écoles, 3 300 serveurs et 40 000 ordinateurs des Communautés française et germanophone, y compris l'enseignement primaire», explique Bernard Lescot, general manager de *Systemat Belux*. Qui ajoute: «Ce nouveau marché confirme la qualité de notre offre et nous nous réjouissons de poursuivre cette collaboration, contribuant ainsi à l'effort de modernisation de nos écoles.»

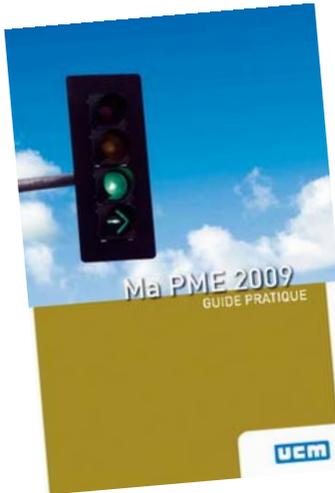
Pour rappel, le projet *Cyberclasse* vise le rééquipement en matériel informatique des établissements d'enseignements primaire, secondaire et de promotion sociale de la Région wallonne. Ce plan d'équipement résulte d'un accord de coopération signé en août 2005 entre la Région wallonne, la Communauté française et la Communauté germanophone. Plus concrètement encore, ce plan vise le renouvellement de l'ancien matériel et l'augmentation du nombre d'ordinateurs mis à disposition des écoles afin de se rapprocher de la norme d'un ordinateur pour 15 élèves. <http://www.systemat.com>

Une semaine numérique. La *Fête de l'Internet* change de nom pour devenir *La semaine numérique*. Une nouvelle appellation pour symboliser le renouvellement du projet. Leitmotiv de cette 9^e édition: l'ouverture... sur de nouveaux acteurs: enseignement, emploi, centres de recherche; de nouveaux thèmes: mobilité, multimédia et de nouvelles activités: portes ouvertes, formations à distance, forums.

Concrètement, *La semaine numérique* entend devenir un moment dans l'année pour réfléchir, sensibiliser, accompagner le public dans l'appropriation des technologies de l'information et de la communication. Ainsi, des dizaines de collectivités s'impliquent dans la préparation de cet événement. En 2008, quelque 70 communes wallonnes et 90 opérateurs avaient offert plus de 300 animations pour tous les âges et tous les niveaux. La cuvée 2009 s'annonce meilleure encore !

Du 28 mars au 3 avril 2009, *La semaine numérique* proposera une nuée de nombreuses activités dont un concours de blogs, un colloque fédéral au Sénat sur la fracture numérique, un groupe sur *Facebook*, etc. Toutes les infos sur <http://www.lasemainenumerique.be>





Elle ne connaît pas la crise ! Trois cents pages pour tout savoir... L'édition 2009 du guide *Ma Pme* vient de sortir de presse. Découpé en différents chapitres, le premier dresse l'inventaire des démarches préalables à l'exercice de l'activité et des droits et devoirs liés au statut social. Le deuxième chapitre est consacré à l'employeur. Suivent le guide du contribuable, le guide du commerce, l'inventaire des aides, la législation environnementale, etc.

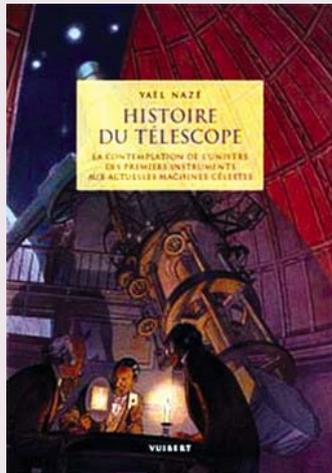
Ma Pme est disponible dans tous les bureaux de l'*Union des classes moyennes (Ucm)*; au prix de 8,50 euros. En ligne ou par téléphone au prix de 12 euros. <http://www.ucm.be>

Le fastfood, sans problème ! Amateurs de frites, hamburgers, cheeseburgers et autres nourritures baignant dans la graisse réjouissez-vous: des chercheurs de l'Université de Californie, campus de Berkeley viennent d'identifier une nouvelle enzyme, l'*AdPLA*, qui joue un rôle plus important qu'attendu dans le contrôle de l'élimination des graisses.

La lunette à l'œil !

«Regarder le ciel sans télescope, c'est une indiscretion», Victor Hugo.

A lors que la plupart des scientifiques réalisent leurs expérimentations en laboratoire, les astronomes sont condamnés à ne jamais pouvoir toucher l'objet de leurs travaux: le ciel se laisse contempler mais demeure hors d'atteinte. Pour déchiffrer le message céleste, l'œil ne suffit pas. Il faut attendre la naissance de la première lunette astronomique pour ouvrir une nouvelle voie à notre insatiable désir de savoir. Ancêtre de tous les télescopes petits et grands, ce tout premier instrument d'observation allait en effet étendre vers l'infini le pouvoir de nos yeux. Quatre cents ans après, ce sont d'immenses machines qui scrutent pour nous l'Univers, en nous permettant même de remonter le temps.



C'est leur histoire qui nous est racontée ici mais, par delà les engins les plus complexes, ce livre nous parle de leurs bâtisseurs. Démontant au passage certaines idées reçues, Yaël Nazé nous plonge dans les balbutiements de ces instruments avant de nous emmener côtoyer les premiers géants et découvrir les révolutions en cours.

Illustré de nombreux documents historiques et techniques, ce récit est également pourvu d'encadrés expliquant en profondeur le fonctionnement des instruments. <http://vuibert.com/livre32677.html>

L'équipe, à laquelle participait Kathy Jaworsky, de l'*Institut d'immunologie médicale (IMI)* de l'Université libre de Bruxelles (ULB) a démontré que les souris chez lesquelles l'enzyme avait été enlevée, ne présentaient pas de poids, malgré un régime alimentaire riche en graisses. Mieux encore, l'ablation de l'*AdPLA* pouvait même empêcher l'obésité induite chez la souris par une déficience en leptine, hormone qui supprime l'appétit. Bref, l'*AdPLA* se profile comme régulateur-clé du métabolisme grasseux et du poids ! En abondance dans les tissus grasseux de la souris et de l'homme, son absence ne modifie en rien le nombre de cellules grasseuses, mais empêche l'accumulation excessive de graisses.

«La lipolyse ou destruction des graisses est sous contrôle nutritionnel et hormonal. Un dysfonctionnement peut entraîner de graves troubles métaboliques comme le diabète et l'obésité. La lipolyse était reconnue comme régulée principalement par des facteurs endocriniens tels que les catécholamines et l'insuline. Ici, nous démontrons que la lipolyse est régulée de manière significative au sein du tissu adipeux, via l'enzyme AdPLA», explique Kathy Jaworsky. La conclusion de cette démonstration indique que l'*AdPLA* est une cible prometteuse dans la recherche d'un traitement contre l'obésité humaine. Les résultats de cette étude ont été publiés dans *Nature Medicine* du 11 janvier 2009. Kathy.Jaworski@ulb.ac.be

Main dans la main ! On les oppose souvent. Il est vrai que leurs principes de fonctionnement peuvent être très différents ! Mais à Charleroi, privé et public prouvent qu'ensemble ils sont capables de faire progresser la science et le business... En effet, l'*Institut d'immunologie médicale (IMI)* a été fondé en 2003 sur l'aéroport, de la volonté partagée de l'Université libre de Bruxelles (ULB) et de *GlaxoSmithKline Biological*, de créer dans la région un pôle d'excellence européen en matière de thérapeutiques immunologiques. Résultat, l'*IMI* fonctionne avec un budget de 10 millions d'euros apporté à raison de 50% par la Région wallonne, 25% par l'ULB et 25% par *Glaxo-SmithKline Biological*.

Pour Mathias Dewatripont, professeur d'économie à l'ULB et spécialiste des contrats, le succès du modèle *IMI*, «c'est l'équilibre entre trois partenaires, aucun ne dominant l'autre. La qualité des acteurs, l'*IMI* comptant d'excellentes équipes de recherche en immunologie et Gsk Bio une expertise de leader mondial en vaccins. Enfin, le savoir-faire de la Région wallonne qui repose sur un comité d'experts internationaux, du monde industriel et académique, pour valider les orientations stratégiques.» Et d'ajouter: «Il y a au niveau de l'*IMI*, toutes les compo-

santes du bon échange, où chacun se sent assez protégé pour que ses spécificités soient respectées. L'IMI étant d'ailleurs un bel exemple pour le pôle de compétitivité BioWin.»

De son côté, Marie-Dominique Simonet, ministre de la Recherche, des technologies nouvelles et des relations extérieures de la Région wallonne, se réjouit de la qualité de ce partenariat et des compétences dégagées par les partenaires. Dès lors, la ministre estime «qu'il est essentiel de poursuivre le soutien à un programme qui, pour avoir atteint ses objectifs, n'en reste pas moins ambitieux.» Ce qui explique la rapidité avec laquelle la Région wallonne s'est engagée à soutenir en 2009-2010 ce partenariat. Pour rappel, l'IMI cible ses travaux selon une approche interdisciplinaire basée sur de nouvelles plates-formes technologiques, autour de quatre axes: les adjuvants vaccinaux; l'immunologie du nouveau-né; la transplantation d'organes et les bio-marqueurs immunologiques. Au cours des cinq dernières années, l'Institut a publié 72 articles, formé 19 docteurs, obtenu 10 prix scientifiques et déposé 19 brevets...

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

L'évolution au programme

L'année Darwin sera dignement fêtée à l'Université catholique de Louvain (UCL) qui, pour l'occasion, organisera du 28 au 30 avril, un colloque international autour du thème *Darwinisme et spécificité de l'Humain*. La première journée sera dédiée à la problématique générale du darwinisme, et en particulier à la question cruciale de l'opposition entre finalité et hasard. La seconde s'attachera à la spécificité de l'humain, en examinant la biologie de la conscience.

Cette manifestation sera organisée conjointement par les Facultés de sciences, de médecine, d'ingénierie biologique, agronomique et environnementale, de sciences économiques, sociales et politiques, de psychologie et sciences de l'éducation, de philosophie et de théologie de l'UCL, avec la collaboration des professeurs des Facultés universitaires Notre-Dame de la Paix de Namur (Fundp). Cerise sur le gâteau, l'événement sera rehaussé en ouverture, le 28 avril à 20h, par la présence de Christian de Duve de l'UCL et de la Rockefeller University (New York), prix Nobel de médecine en 1974.

<http://www.uclouvain.be/262752>

Darwin au pays de Liège

Au moment où se prépare le bicentenaire de Darwin, on pourrait croire la théorie de l'évolution définitivement admise. Pourtant, des groupes intégristes s'efforcent aujourd'hui encore de raviver le mythe créationniste et de jouer la foi contre la science. C'est que l'acceptation ou le refus du Darwinisme n'est pas qu'une question de science. Les implications sont aussi politiques, sociales et philosophiques. Accepter Darwin revient à remettre en jeu la conception traditionnelle de l'homme et sa place dans le monde. Sitôt sa parution, *l'Origine des Espèces* suscite des réactions fort variables, selon les sensibilités et les milieux. *Darwin au pays de Liège* explore la réception du darwinisme entre 1870 et 1910 sur le plan scientifique et sociologique dans la société liégeoise, au sein de son université comme de son Grand Séminaire.

Avec de précoces découvertes en paléontologie et dans les sciences du vivant, Liège se révèle au XIX^e siècle un terreau fertile pour le Darwinisme. Vers 1770, le crâne d'un saurien vieux de 65 millions d'années a été mis au jour dans la Montagne Saint-Pierre. Le reptile recevra le nom de mosasaure ou lézard de la Meuse. Un demi-siècle plus tard, Philippe Schmerling, médecin autrichien installé à Liège, examine des crânes humains exhumés aux Awirs, auprès de restes d'animaux reconnus comme préhistoriques. Parmi les premiers, Schmerling comprend qu'une espèce humaine vécut en même temps que ces espèces animales éteintes. Vers 1840, Théodore Schwann montre que la cellule est la structure de base des végétaux et des animaux et établit l'unité fondamentale des êtres vivants. Après lui, Edouard Van Beneden s'intéresse à l'embryologie et aux affinités entre les espèces. Van Beneden s'inscrit consciemment dans la ligne de Darwin. En 1889, il place le buste du naturaliste anglais au fronton du nouvel Institut de zoologie.

L'exposition s'ouvre sur un rappel des données du récit biblique de la création et s'articule ensuite autour de trois thématiques:

- les théories transformistes antérieures à Darwin avec leur volet liégeois;
- Darwin et sa réception par la science avec un accent mis sur les sciences du vivant et la paléontologie à Liège;
- l'accueil par les milieux idéologiques: le monde catholique, la franc-maçonnerie, le mouvement ouvrier et la libre-pensée.



Enfin, la délicate question du racisme n'a pas été éludée. En effet, dans le contexte largement europeo-centré et colonialiste de la fin du XIX^e siècle, il ne faudrait pas oublier que le darwinisme a aussi étayé les prétentions de l'homme blanc à une «suprématie naturelle» sur les autres peuples.

Organisée en partenariat par le Centre d'Histoire des sciences et des techniques de l'Université de Liège et le Centre d'Action laïque de la province de Liège, l'exposition peut être empruntée.

Tout renseignement à ce sujet peut être obtenu auprès de Geneviève Xhayet. Téléphone: 04/366.94.51. G.Xhayet@ulg.ac.be ou de Julien Dohet. Téléphone: 04/232.70.56. solidarite@calliege.be

Geneviève XHAYET

La vie au sommet !

Quelque 1 200 scientifiques, académiques et professionnels des sciences de la vie sont attendus les 1^{er} et 2 avril prochain au Palais des Congrès de Liège pour l'édition 2009 de Biomedica

(1) Dans le monde du commerce électronique et d'Internet, Business to business (B2B ou BtoB, CEEE ou C3E ou commerce électronique entre entreprises) est le nom donné à l'ensemble d'architectures techniques et logicielles informatiques permettant de mettre en relation des entreprises, dans un cadre de relations clients/fournisseurs.

Organisée à Liège, cette manifestation confirme la vitalité du secteur biomédical wallon et la bonne santé des politiques euro-régionales. En effet, *Biomedica* est orchestré par les structures d'éducation et de promotion des *Sciences de la vie* de l'*Euregio Meuse-Rhin*, formée par Liège, Aachen, Maastricht et Hasselt. Un quadrilatère transfrontalier, économiquement fort et particulièrement actif sur le secteur des biotechnologies, tant en recherche et développement qu'en production.

Ainsi, après Aachen en 2007 et Maastricht en 2008, Liège met sur pied la cuvée 2009 d'un événement dont la portée dépasse largement le cadre euro-régional Meuse-Rhin. De fait, l'événement figure aujourd'hui parmi les plus importants sommets européens des sciences de la vie, rivalisant désormais avec des manifestations comme *Medica*, en Allemagne, *EuroBio*, en France. Et si 65% de ses participants viennent de l'*Euregio* Meuse-Rhin, on note aussi 20% de visiteurs des régions voisines et 15% du monde entier. C'est dire, pour Liège et la Wallonie, l'importance de cette manifestation, soutenue également par *LifeTech Aachen-Jülich*, *LifeTech-Zone Nederland* et *LifeTechLimburg.be*, les partenaires de *BioLiège*.

Pour leur événement, les Liégeois ont retenu comme thèmes: les biomatériaux et biopolymères; l'imagerie médicale et moléculaire, applications diagnostiques et thérapeutiques; les dispositifs médicaux dont les organes artificiels et la neurostimulation et les applications biopharmaceutiques, ainsi que l'alimentation - santé et nutraceutiques. Des sujets en ébullition scientifique et économique ! Durant ce sommet, près de 50 conférences seront données par des orateurs de très haut niveau; quelque 150 sessions spécialisées seront ouvertes aux participants; de nouveaux produits seront lancés; des séances



www.biomedica2009.com

The Life Science Summit – You can't miss it!

April 1–2, 2009, Liège, Belgium

Sponsors:            

- Biomaterials & Biopolymers
- Molecular Medicine and Imaging
- Medical Devices
- Pharmaceuticals & Nutraceuticals

B2B (1) planifiées et des cas d'étude présentés au public. L'événement permettra aussi de partir à la découverte des réalités biomédicales d'autres régions. Et, enfin, l'occasion d'une bourse à l'emploi sera donnée. On imagine aisément l'intérêt que remportera cette «corbeille» !

On notera aussi l'inscription gratuite au chercheur présentant un poster scientifique et participant au concours *Bioforum*. Le but des organisateurs est de promouvoir les résultats des travaux et les résultats de la recherche, de mettre en exergue la valeur économique de nos investissements en savoir et en différenciation et de stimuler les contacts entre chercheurs/docteurs et employeurs potentiels via des contacts directs.

Si le salon se veut un sommet scientifique, il entend néanmoins servir de tremplin aux chercheurs et faciliter les relations d'affaires entre les industriels et les investisseurs. L'occasion est en effet unique.

Organisé au Palais des Congrès de Liège, *Biomedica 2009* rassemblera plus de 800 participants venant pour 45% du monde académique, 40% de sociétés de différentes tailles, 16% du monde socio-économique et 15% du monde politique. En d'autres termes, la manifestation réunira les meilleurs acteurs de l'univers biomédical, donnant l'occasion à chacun de faire le point, de prendre le pouls d'un secteur à l'avenir assuré, de se mettre au niveau de l'état actuel de l'art. Réalisé avec l'aide de nombreux sponsors et soutenu largement par la Région wallonne, *Biomedica* est le sommet des sciences de la vie que vous ne pouvez manquer...

Jean-Claude QUINTART
 jc.quintart@skynet.be

Hier l'ensemencement, aujourd'hui la récolte

Et quelle récolte ! 76 entreprises employant quelque 7 464 personnes pour un chiffre d'affaires global de 2,45 milliards d'euros sont les grands chiffres du rapport 2008 de l'état du secteur des biotechnologies en Wallonie. Un secteur en parfaite santé, en plein essor et qui représente à lui-seul 74% de l'activité biotechnologie du royaume. Le reste étant couvert par la Flandre avec 21% et Bruxelles 5%.

Remarquable cette position ? Oui car rien n'était gagné d'avance ! «Après avoir semé l'invention dans des entreprises innovantes, l'heure de la récolte a sonné», explique-t-on à la Direction générale opérationnelle Économie, emploi et recherche (DGO 6). En effet, ce résultat n'est pas le fruit du hasard, mais bien le fait d'un travail de longue haleine dans les laboratoires des universités wallonnes, les centres de recherche privés et publics, les entreprises, etc. Le tout appuyé par une volonté politique sans cesse réaffirmée au cours des mandatures passées. Avec parmi les actes politiques significatifs le lancement du plan Marshall, dont il est inutile de rappeler ici l'effet levier sur l'économie wallonne.

La biotechnologie wallonne s'articule autour de quatre secteurs: • **les soins de santé**: la biopharmacie, les technologies médicales et de diagnostic, la recherche et la médecine régénérative; • **la fourniture de services et de technologies**: la découverte de médicaments, le bioinformatique et la recherche contractuelle; • **l'agroalimentaire**: les plantes, les animaux et les nouveaux aliments et ingrédients et, enfin, • **l'environnement**. Des secteurs, des créneaux et des niches sur lesquels évoluent, côté géants, des entreprises comme *GlaxoSmithKline Biological*, *Ucb*, *Baxter* et des Pme comme *DNA-Vision*, *Eurogentec*, *Euroscreen*, *Quality Assistance*, *Belovo*, etc.

Non content de ces succès, le Gouvernement wallon entend aller plus loin encore grâce aux pôles de compétitivité que permet le plan



ALMA, le nouvel observatoire européen au Chili, commence à se construire. Une première antenne de 12 m de diamètre et pesant 100 tonnes a en effet fait son apparition sur le site de Chajnantor (5 000 m d'altitude). Elle devrait bientôt rejoindre une cinquantaine d'autres antennes, qui observeront de concert le rayonnement millimétrique.

Marshall. Parmi les cinq pôles: *Biowin* et *Wagralim* ciblent spécifiquement la biotechnologie. Ainsi *Biowin* ambitionne de devenir d'ici 2015 le leader mondial dans les thématiques du cancer, de l'inflammation et des maladies du cerveau tandis que *Wagralim* s'attache à promouvoir les collaborations entre acteurs wallons de l'agro-alimentaire. De son côté, le cluster *Aresa* fédère une centaine d'entreprises actives dans la santé et la pharmacie tandis que l'incubateur *Wallonia Biotech Coaching* accompagne les porteurs de projets et *spin offs* vers la maturation de leurs ambitions.

Excellent rapport donc que celui de 2008 sur l'état de la biotechnologie wallonne. Impossible ici de citer toutes les initiatives, toutes les entreprises, tous les chiffres. Et c'est tant mieux car cela prouve la montée en flèche de ce secteur, nouveau dans notre région, hier encore connue comme vieille terre d'industrie lourde.

On peut toutefois conclure en disant qu'au terme de 2008, la Wallonie est devenue une terre de savoirs, d'innovations et de créations. Les Wallons prouvent leur capacité à mener à bien des projets scientifiques et économiques ambitieux et la Région invite celles et ceux qui le souhaitent de tenter l'aventure de l'innovation... Pour en savoir plus, vous pouvez consulter le site: <http://recherche-technologie.wallonie.be>

Jean-Claude QUINTART
jc.quintart@skynet.be

Plus 42% !

Tel est le bond réalisé par le e-commerce en Belgique pour l'exercice 2008, passant de 4,5 millions de transactions à 6,4 millions. Des chiffres communiqués par *Ogone*, société active dans le traitement des paiements en ligne. Qui précise encore que malgré les difficultés du moment, le montant total des transactions est passé de 460 millions d'euros en 2007 à 590 millions en 2008, soit une croissance de 28%.
<http://www.ogone.com>

printemps des sciences

Évolutions - Révolutions

Les éditions se suivent, les thèmes changent, la volonté de partager ses savoirs en vue de stimuler de nouvelles vocations scientifiques demeure ! C'est d'ailleurs là le but premier de l'initiative. Dans son ouvrage *Histoire des sciences et de l'industrie en Belgique*, Jean C. Baudet note que «l'ingénieur fut l'opérateur véritable du progrès scientifique, technique et industriel de la Belgique.» Si la crise que nous traversons est due à un faisceau de paramètres négatifs, le désintérêt des jeunes envers les sciences est certainement l'un des paramètres les plus pesants ! D'où l'importance d'une manifestation comme celle du *printemps des sciences* qui, en 2009, se déroulera du **23 au 29 mars**. Et surtout une belle prise de conscience de la Région wallonne envers les besoins humains de demain !

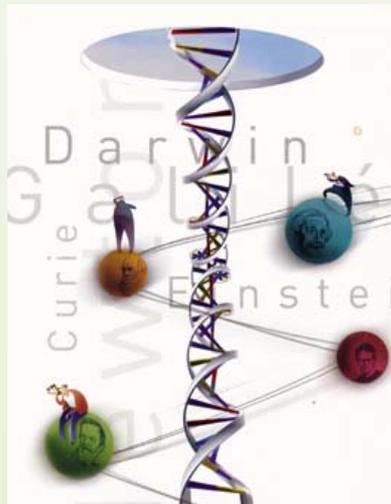
Évolutions obligent, le monde du futur sera encore plus technologique que celui d'aujourd'hui. Nos entreprises auront donc besoin de toujours plus d'ingénieurs et de techniciens qualifiés. Dans un monde globalisé, la concurrence entre scientifiques prend un relief particulier. Ainsi, les ingénieurs asiatiques seront-ils toujours plus nombreux. Avec en toile de fond, l'émergence d'une migration virtuelle grâce au travail à distance. Ainsi, les succès remportés par le plan Marshall ne pourront être amplifiés qu'avec l'aide d'une main d'œuvre à la hauteur des ambitions mises par les pouvoirs publics dans le renouveau wallon.

Le problème n'est pas simple. «Si au XIX^e siècle, comme le souligne Jean C. Baudet, n'importe qui sachant lire et connaissant un peu de calcul pouvait comprendre que la vapeur d'eau pousse le piston d'une machine à vapeur... Qui peut comprendre, au XXI^e siècle, comment l'on produit et comment fonctionne un Gsm, un Gps, un Mp3, un Usb ?» Pallier ce problème passe par l'éveil des familles aux sciences. À cette fin, il faut parler des sciences et des techniques, montrer et démontrer comment tel principe, tel procédé fonctionne, donner l'occasion de manipuler, de démonter, de découvrir les rouages ou les circuits, inviter les jeunes et leurs parents à visiter des laboratoires et des entreprises. Bref, démystifier et démythifier l'univers scientifique. Tout un programme auquel participe le *printemps des sciences*, organisé par la Région wallonne et la

Communauté française. «Face à un sentiment de désaffection et de désintérêt pour les filières scientifiques, le printemps des sciences, par une approche ludique, concrète et interactive, vise à stimuler l'intérêt des jeunes pour les matières scientifiques et à susciter des vocations auprès des futurs étudiants», explique Marie-Dominique Simonet, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique de la Communauté française.

En prise avec l'actualité

En cette année Darwin, choisir pour thème *Évolutions-Révolutions* permet aux organisateurs de montrer que la science est loin d'être figée. Le *printemps des sciences* se focalisera ainsi sur la progression continue de la connaissance des sciences et le progrès des techniques. Parmi les sujets mis en exergue par le programme, figurent des pans du savoir: rayons X, ADN, antibiotiques, imagerie médicale, électronique, communication, transport, nanotechnologies, etc. Des sujets actuels qui permettront aux visiteurs d'entrer en contact «avec une science en ébullition permanente, emmenée par des femmes et des hommes passionnés et passionnants !», précise Marie-Dominique Simonet.



Selon la tradition, le programme général est l'addition d'activités proposées par les universités, les établissements de l'enseignement supérieur, les musées, les associations et clubs scientifiques, les centres de recherche, etc. Soit la mobilisation générale de tous les acteurs scientifiques des provinces de Hainaut, Liège, Namur, Luxembourg, Brabant wallon et de la Région de Bruxelles, autour de deux cibles: le public scolaire et le grand public. Impossible ici de citer toutes les manifestations... Aussi le seul moyen de bien préparer son *printemps des sciences* est de surfer sur le site Internet conçu pour l'occasion. Quelque 42 000 personnes avaient participé à l'événement en 2008. À la lecture du programme 2009, ce chiffre devait être dépassé ! Toutes les infos: <http://www.printempsdessciences.be>

Jean-Claude QUINTART
jc.quintart@skynet.be

L'Or peut être bleu

Recherche, analyses, formations, assistance technique, guidance technologique : le Centre belge d'étude et de documentation de l'eau (Cebedeau) met son expertise dans le domaine du traitement des eaux au service des industries et des services publics. Son rayonnement a largement dépassé les frontières belges, puisqu'il est présent en Afrique, ainsi qu'à Cuba et en Bolivie. Ici et là-bas, il relève le défi de l'«or bleu»

Lorsqu'il vit le jour en 1947 à l'initiative de l'industriel Albert Dewandre et du professeur Edmond Leclerc, de la Faculté des sciences appliquées de l'Université de Liège (ULg), le *Centre belge d'étude et de documentation de l'eau (Cebedeau)* était déjà en germe depuis huit ans. Le même Edmond Leclerc et le professeur Georges Batta, lui aussi de l'ULg, avaient en effet voulu prolonger l'*Exposition internationale de l'eau*, que Liège avait accueillie en 1939, par la création d'un *Centre d'étude des eaux*. Objectif: réunir une documentation la plus exhaustive possible en matière de traitement de l'«or bleu». Au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, le *Cebedeau* prit le relais sous le statut d'association sans but lucratif et avec des missions plus larges, puisqu'elles englobaient notamment des activités de recherche et d'assistance technique dans le domaine du traitement des eaux, en particulier les eaux de production et les eaux usées industrielles et urbaines.

Un visionnaire

En cela, le Centre suivait les exemples venus d'Allemagne, de Hollande, de Grande-Bretagne et de Suisse, pays qui avaient compris quelque peu avant nous les «nouveaux enjeux» de l'eau. En clair, outre l'aspect sanitaire, essentiel bien sûr, la démarche visait prioritairement à garantir aux entreprises et collectivités de pouvoir disposer d'eaux présentant les qualités requises pour leurs activités respectives. «*Quand naquit le Cebedeau, la vision des administrations et des industriels était strictement sanitaire et économique, l'écologie n'étant pas encore d'actualité*», précise Louis Vandevenne, le directeur actuel du Centre.

L'histoire retiendra par ailleurs que ce dernier fut fondé sous le nom de *Cebedeau-Becewa*,



car, à ses débuts, il possédait un double ancrage: un siège en Wallonie, dans les bâtiments de l'Institut de chimie et de métallurgie de l'ULg, au Val Benoît, un autre en Flandre, dans des locaux de l'Institut de géologie de l'Université de Gand. Dans les années 80, le *Cebedeau* perdit son aile flamande (*Becewa*), de sorte qu'il se définit aujourd'hui comme un centre de recherche liégeois agréé par la Région wallonne et dont la clientèle est aussi bien régionale que nationale et internationale.

Jusqu'au début des années 60, il fut soutenu par l'*Institut pour l'encouragement de la recherche scientifique dans l'industrie et l'agriculture (Irsia)*. À partir de cette date, il parvint à s'auto-financer et peut donc s'enorgueillir d'être non subsidié. «*De tous les centres de recherche agréés, le nôtre est sans doute celui qui reçoit le moins de financement de la Région wallonne*, souligne Louis Vandevenne. *La quasi-totalité des fonds qui nous viennent du secteur public sont le fruit de contrats ponctuels. Nous sommes autosuffisants à presque 90%.*»

Louis Vandevenne.
Courriel:
lvdvenne@ulg.ac.be

Depuis 2004, le *Cebedeau* est implanté dans le bâtiment flambant neuf de l'*Aquapôle*, qui appartient à l'Université de Liège. Il est, aux côtés de celle-ci et de la Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, l'un des membres fondateurs de ce nouveau pôle, créé en novembre 2003, qui ambitionne de devenir le centre d'excellence wallon en matière de recherche et développement dans le domaine de l'eau.



*Analyse
microscopique
d'une biomasse
épuratrice.*

Hébergé jusqu'en 2004 au Val Benoît, dans des locaux de l'Institut de chimie et de métallurgie, et maintenant sur les hauteurs du Sart Tilman, au sein de l'*Aquapôle (1)*, le *Cebedeau* est-il un appendice de l'Université de Liège ? Oui et non. Les liens sont étroits et même privilégiés. Toutefois, le Centre se veut totalement autonome et indépendant. Il est d'ailleurs symptomatique de constater qu'il réalise l'une de ses missions, la guidance technologique, en partenariat avec l'Université libre de Bruxelles (ULB).

L'effectif du *Cebedeau* ? Il est composé d'une vingtaine de personnes, dont huit ingénieurs ou licenciés en chimie ou en sciences agronomiques, six techniciens (de niveau A1, pour la plupart), trois employés voués à l'administration (secrétariat, comptabilité, qualité) et une technicienne de surface. En fonction des programmes du moment, l'une ou l'autre personne vient se greffer temporairement au groupe initial.

Le chiffre d'affaires du Centre est actuellement de l'ordre de 1 400 000 euros. Il émane pour 55% du monde industriel et pour 45% des services publics. En gros, il s'abreuve à trois sources: le laboratoire d'analyse (40%), la recherche collective ou sous contrat, la guidance technologique et l'assistance technique (50%), les formations (10%). Évidemment, il n'existe pas de frontière totalement hermétique entre ces trois champs d'activités, qui s'interpénètrent. Ainsi, s'il répond aux demandes d'analyses des clients, le laboratoire est inévitablement très impliqué aussi dans la recherche.

Le conseil d'administration du *Cebedeau* est composé pour moitié de représentants du secteur public et pour moitié de représentants du monde industriel. Son président est Fernand Derycke, gérant de la carrière *Les Petons* (groupe *Solvay*), tandis que le rôle de conseiller scientifique a été confié au professeur Francis Edeline, le précédent directeur du Centre. «C'était un visionnaire, dit son successeur. Il a largement contribué à la

réputation de l'institut aux niveaux national et international. On lui doit notamment plusieurs ouvrages qui furent publiés aux Éditions Cebedoc et diffusés à l'étranger par les Éditions Lavoisier (France).»

Le *Cebedoc* est une société annexe du *Cebedeau*, qui édite des livres spécialisés à destination des professionnels de l'eau, de même que la revue du Centre, un trimestriel baptisé la *Tribune de l'eau*, accessible sur abonnement. De surcroît, le *Cebedeau* abrite une des meilleures bibliothèques de Wallonie sur les questions touchant à sa sphère de compétences. En un sens, il a donc su atteindre l'objectif des fondateurs du *Centre d'étude des eaux*, qui aspiraient à rassembler une vaste documentation pour répondre aux besoins des personnes physiques et morales concernées par le traitement de «l'or bleu».

Cap au Sud

Qui sont les clients du *Cebedeau* ? D'abord, des entreprises, grandes ou petites, issues de nombreuses branches de l'activité économique: agro-alimentaire, chimie, cokeries, traitements de surfaces... Plus de cent firmes font confiance au *Cebedeau*. *ArcelorMittal*, *L'Oréal*, les *Raffineries de Feluy*, *Biowanze*, *Duferco*, *Beldem*, *Hesbaye Frost*, par exemple, font partie de cet éventail. Il en va de même d'industriels actifs dans le secteur de l'eau, tels *Biotim*, *Balteau*, *Ondéo-Degré-mont*, *CFE*, *TPF-Utilities*... Autre clientèle: le ministère de l'environnement et son administration, ainsi que diverses institutions publiques. Le Centre travaille de la sorte pour la *Société publique de la gestion de l'eau (SPGE)*, laquelle a pour mission principale de coordonner la mise en place des infrastructures d'épuration en Wallonie pour les organismes d'assainissement agréés, en particulier l'*Association intercommunale pour le démergement et l'épuration des communes de la région liégeoise (AIDE)* et différents organismes publics, dont la police de l'environnement. «Après de la SPGE, le *Cebedeau* remplit un rôle de conseiller scientifique et technique», indique Louis Vandevenne.

Le champ des activités du *Cebedeau* concerne aussi la petite épuration (assainissement individuel ou semi-collectif). Le Centre propose ainsi son expertise aux architectes, entrepreneurs et particuliers. Il fait en outre partie du comité d'experts mis sur pied par la Région wallonne pour l'agrément des systèmes d'épuration autonomes et y œuvre également en tant que conseiller technique. De plus, il a conçu une plate-forme de tests, établie à Verviers sur le site du *Polygone de l'eau*, qu'il exploite en partenariat avec le *Centre de recherche et de contrôle lainier et chimique (Celabor)* et le *Forem*, en vue du marquage CE

(Communauté européenne) des stations préfabriquées selon la norme EN 12566-3.

Autre corde à son arc: une présence de longue date en Afrique (Algérie, Bénin, Burkina Faso, République démocratique du Congo, Sénégal, Maroc, Tunisie), ainsi qu'à Cuba et en Bolivie. Dans ces pays, l'intervention du Centre gravite autour de trois axes: les formations, le soutien au développement et l'aide aux entreprises. Ces projets bénéficient de budgets de la Région wallonne (Wallonie-Bruxelles International). Ils consistent par exemple en une aide scientifique et technique pour la surveillance de la qualité des eaux. C'est entre autres le cas au Bénin, où le *Cebedeau* apporte son expertise au laboratoire de la *Direction de l'hygiène et de l'assainissement de base (DHAB)*, à Cotonou, et au Burkina Faso, où elle est mise à profit par le *Laboratoire national d'analyse des eaux*, à Ouagadougou. Autre facette du soutien au développement: l'expertise en matière législative. Dans ce cadre, le Centre a dispensé des conseils pour la révision des normes de rejet au Burkina Faso. Un de ses partenaires privilégiés est d'ailleurs le *Centre régional pour l'eau potable et l'assainissement (CREPA)*, dont le siège est à Ouagadougou et dont le *Cebedeau* est membre du comité technique.

Liberté d'action

L'aide aux entreprises, elle, n'est pas subventionnée. «*Les pays en voie de développement se dotent de législations environnementales avec des normes de rejet, peut-on lire sur le site Internet du Cebedeau (<http://www.cebedeau.be>). Pour les respecter, les entreprises privées doivent trouver des solutions d'assainissement et mieux gérer leurs circuits d'eau. Le Cebedeau leur propose des solutions durables, tenant compte du contexte économique et respectueuses du milieu naturel.*» Assez récemment, le Centre a établi le schéma d'assainissement de la brasserie de Dakar, au Sénégal. Et pour l'heure, il s'attelle à un projet similaire à Lubumbashi, au Congo, et à un autre, focalisé cette fois sur la gestion des déchets organiques dans les abattoirs du Sénégal. Des initiatives de nature analogue sont en cours dans d'autres brasseries et d'autres abattoirs, ainsi que dans des tanneries et des huileries.

«*Quand nous élaborons des projets de stations d'épuration pour des entreprises ou pour des opérateurs de terrain, c'est-à-dire des entités équivalentes aux organismes wallons d'assainissement, nous collaborons régulièrement avec des bureaux d'étude implantés en Wallonie, ou du moins en Belgique, ainsi qu'avec des spécialistes de l'Université de Liège, voire d'autres universités*», souligne Louis Vandevenne.



Vue d'ensemble du laboratoire d'analyse du Cebedeau.

Retour au pays. Avant de pénétrer plus avant dans les deux principaux «métiers» du *Cebedeau*, les activités de laboratoire et la recherche, attardons-nous un instant sur les formations qu'il dispense en Belgique. Organisées à la demande d'opérateurs publics ou privés, belges ou étrangers, elles sont données en français, en anglais ou en espagnol. De quoi traitent-elles ? De tous les aspects théoriques et pratiques du génie sanitaire (traitement des eaux urbaines) et de la gestion des eaux industrielles. Tantôt très pointues, elles s'adressent aux ingénieurs des bureaux d'études, des organismes d'assainissement ou encore des entreprises du secteur de l'épuration; tantôt de caractère plus général, elles ciblent le personnel de terrain, ouvriers et techniciens en charge du fonctionnement au jour le jour des stations d'épuration. Dans le premier cas, elles peuvent avoir pour but, par exemple, de permettre aux participants de se perfectionner dans la conception et le dimensionnement des stations d'épuration, de guider les ingénieurs et techniciens dans la gestion des équipes d'exploitation et de maintenance, de transmettre aux responsables les informations pratiques nécessaires à la réception des ouvrages, etc.

Le *Cebedeau* se veut totalement indépendant. Cette liberté de pensée et d'action représente une des qualités cardinales que lui reconnaissent ses clients tant institutionnels que privés. Elle implique, entre autres, qu'il évite toute relation contractuelle privilégiée avec les fournisseurs d'équipements spécialisés dans le traitement des eaux.

C'est mû par cette philosophie que le Centre effectue quotidiennement des prélèvements, analyses et expertises à la demande de sa clientèle - plus de 300 interventions par an. Pour mener à bien cette mission, il dispose d'un laboratoire analytique complet. Grâce à ses équipements de pointe, il est à même d'assurer les pré-

Présent en Afrique:
Algérie, Bénin,
Burkina Faso,
République
démocratique
du Congo, Sénégal,
Maroc, Tunisie,
ainsi qu'à Cuba et
en Bolivie,
l'intervention du
Cebedeau gravite
autour de trois axes:

- les formations;
- le soutien au développement et
- l'aide aux entreprises.

Ces projets
bénéficient de
budgets de la
Région wallonne
(Wallonie-Bruxelles
International).

lèvements et les mesures des charges polluantes en tout lieu: égouts, eaux de surface, déversoirs... On lui doit par exemple la campagne d'échantillonnage réalisée dans les égouts de Bruxelles.

Rompus aux techniques analytiques, les laboratoires du *Cebedeau* effectuent des tests classiques et des tests spécifiques. Le plus souvent, les résultats obtenus ne restent pas de simples protocoles, mais font l'objet d'une interprétation qui permet de conseiller le client dans ses choix ultérieurs. Cette ligne directrice est notamment suivie quand le Centre est sollicité par une entreprise pour la mesure de sa charge polluante et le calcul de la taxe sur les rejets qu'elle aura à acquitter. «*Dans ce cas, notre service "gestion des eaux industrielles" peut lui présenter plusieurs solutions allant d'une simple adaptation des procédures utilisées au dimensionnement d'une nouvelle station d'épuration*», commente Louis Vandevenne.

À la source

En collaboration avec l'ULB, le *Cebedeau* assure une guidance technologique au profit de ses clients. Il leur délivre des conseils dont le but est de les orienter vers des solutions innovantes non seulement dans le domaine du traitement des eaux usées, mais également dans celui des technologies dites propres, c'est-à-dire plus économes en eau et à l'origine de moins de pollution. Souvent, la guidance ne suffit pas et il convient alors d'ouvrir une autre porte: l'assistance technique. Dans cette hypothèse, le Centre mise sur son «know-how» pour aider les entreprises et les organismes publics à résoudre des problèmes ponctuels. Il peut s'agir, par exemple, d'apporter un soutien technique lors de la mise en place ou de la réhabilitation d'une station d'épuration, de déterminer la cause d'un dysfonctionnement, de relire et d'évaluer l'offre d'un fournisseur ou encore d'aider à l'élaboration d'un cahier des charges.

Si la guidance conduit souvent à l'assistance technique, cette dernière fait fréquemment le lit de projets de recherche sous contrat. «*Par exemple, l'épuration des eaux d'une laiterie n'a plus de secret pour nous*, dit le directeur du *Cebedeau*. *Dans ce domaine, nous pouvons donner directement les conseils voulus aux industriels concernés. Par contre, résoudre un problème d'épuration particulier dans l'industrie chimique peut parfois réclamer un an de recherche.*»

Le Centre est de plus en plus sollicité au sujet des technologies propres. Quelquefois, des économies d'eau et une limitation des rejets polluants sont obtenues aisément, par une gestion

en bon père de famille. En l'occurrence, quelques conseils suffisent. Dans d'autres circonstances, traiter l'eau à la source peut être préconisé, afin de permettre son utilisation en cascade dans plusieurs processus industriels successifs. «*C'est une solution que nous avons notamment appliquée dans l'industrie des traitements de surfaces*, rapporte Louis Vandevenne. *Nous cherchons à recycler l'eau, mais aussi les métaux lourds récupérés.*»

Pilotées et partiellement financées par la Région wallonne, les recherches collectives, elles, balisent les voies du futur. Elles sont focalisées sur le développement et l'amélioration des techniques d'épuration et peuvent faire appel à des simulations sur maquettes, en laboratoire, avant de recourir à des tests «grandeur nature» sur une plate-forme industrielle.

C'est ainsi que le *Cebedeau* a réalisé de nombreuses études relatives à l'épuration membranaire des eaux (2). «*Cette technique que nous avons été les premiers à expérimenter en région wallonne pour un industriel liégeois est sans doute appelée à modifier grandement la conception future des ouvrages d'épuration*», déclare Louis Vandevenne. En partenariat avec la société *Balteau*, le Centre a dégagé les paramètres de dimensionnement associés aux réacteurs biologiques membranaires utilisés aujourd'hui par cette société.

Certains travaux portent par ailleurs sur l'emploi d'autres biomasses que les bactéries. En partenariat avec le *Celabor*, le *Cebedeau* a travaillé au développement d'un traitement intégré de détoxification d'effluents englobant une biotechnologie fongique innovante.

Une recherche collective actuellement en cours porte sur un procédé biologique, innovant lui aussi, en vue d'optimiser le cycle d'épuration de l'azote. De surcroît, le *Cebedeau* s'intéresse de près à la question de l'élimination des micropolluants organiques, tels les résidus de médicaments. Mais il ne s'agit-là que de quelques exemples parmi d'autres.

Nous pourrions aussi parler des programmes européens auxquels le *Cebedeau* a participé aux côtés d'équipes grecques, allemandes ou bulgares, des contacts étroits qu'il entretient avec le *Cemagref*, centre public dépendant du ministère de l'agriculture français, des partenariats qui l'unissent à d'autres centres collectifs de recherche, aux universités (3) ou à l'*Aquapôle* (4). Nous pourrions en parler, car si ce n'est pas de l'or bleu, c'est déjà de l'or...

Philippe LAMBERT
ph.lambert.ph@skynet.be

(1) *Le Cebedeau, sans être propriétaire, a investi dans la construction et l'aménagement du premier étage du bâtiment de l'Aquapôle, ce qui le dispense de loyers pendant la durée de remboursement de l'emprunt qu'il a contracté à cette fin.*

(2) *En caricaturant, on pourrait dire que les membranes laissent passer l'eau, mais pas les polluants.*

(3) *En particulier avec le professeur Jean-Luc Vassel, de l'ULg (site d'Arlon).*

(4) *Citons encore une recherche portant sur la réduction de la production de boues des stations d'épuration autonomes, dans le cadre d'un programme First Haute-École.*

Cellules souches, f. plur.

Ce n'est pas la première fois que les cellules souches font l'objet de cette chronique (voir Athena n° 227, pp. 234-238). Leur avènement date même de dix ans; dix ans pendant lesquels ce qu'on a appris de la cellule en général et de la cellule pleine de «potentiel de développement particulier» (toti-, pluri- ou multipotente) s'est aussi accru de façon exponentielle

Non seulement la recherche a-t-elle permis d'accroître la connaissance mais on en a profité au passage pour revoir aussi certains des concepts qui étaient depuis longtemps «coulés dans le bronze» d'un savoir universel jugé acquis.

Il n'est donc pas inutile de revenir, une décennie plus tard, sur ce qui est entrevu comme la base de la thérapie du futur: celle qui répare, qui régénère, qui remplace des tissus malades.

Autant le dire d'emblée: plus on en sait sur ces cellules plus on se garde d'en faire rapidement un usage thérapeutique, tant les paramètres à prendre en compte sont nombreux et ne risquent pas d'être totalement maîtrisés avant longtemps s'ils le sont un jour. On en reste donc le plus souvent au stade de l'exploration ou, au mieux, à celui des essais animaux; précliniques, par conséquent. Cela n'empêche évidemment pas de jeter un regard rétrospectif sur ce qui a été réalisé récemment et d'aborder les pistes potentielles d'utilisation; en précisant d'emblée que le survol sera obligatoirement très incomplet.

Un rappel des étapes

C'est en 1998 que Thomson et collaborateurs décrivent la méthode qui permet d'extraire les quelques cellules qui composent le «bouton embryonnaire» de l'embryon de 4 jours chez la souris (ou 5 jours chez l'humain): le blastocyste. Dans la foulée, ces auteurs fournissent également le détail de la manière de les faire proliférer largement *in vitro*, tout en leur interdisant de se différencier en cellules-filles plus spécialisées, ce qu'elles sont naturellement programmées pour faire.

Comme on sait que ces quelques cellules-là (3 chez la souris, une douzaine chez l'homme) sont celles dont dérive tout individu - qu'il soit

animal ou humain - la promesse paraît donc d'emblée immense: utiliser ces entités embryonnaires pluripotentes, largement multipliées en culture, pour en faire des éléments de réparation des tissus lésés, malades ou usés. Puisqu'elles sont à l'origine des 220 à 250 types de cellules qui nous composent, on les qualifie d'«embryonnaires souches» ou, dans la terminologie anglo-saxonne qui s'est imposée ensuite: de cellules *ES*, pour *Embryonic Stem cells*.

Les cellules souches deviennent adultes

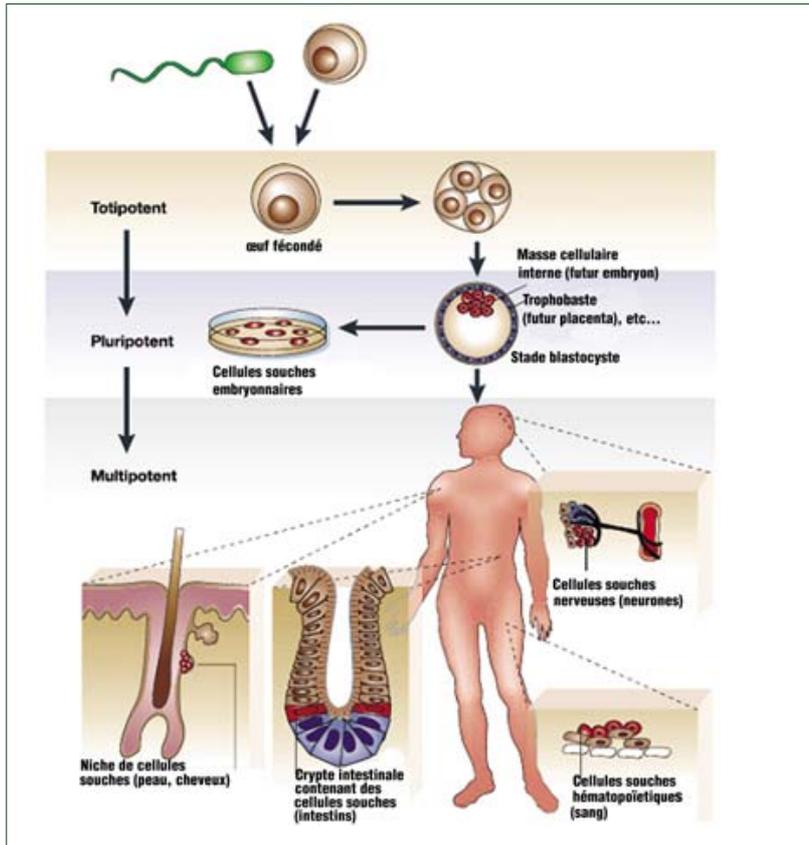
Ce qui apparaît comme une bonne idée pratique n'est toutefois pas au goût de tout le monde; pour obtenir ces cellules, il faut en effet détruire les embryons où on les trouve, ce qui n'est pas la destination normale d'une vie débutante. La plupart des pays adoptent alors une loi qui restreint sinon interdit complètement le recours aux embryons humains pour en faire des sources de cellules *ES*. La chose n'est, en soi, pas discutable sur le fond. Elle le devient lorsqu'on sait que dans le même temps, des dizaines de milliers d'embryons conçus dans le cadre des programmes de PMA (procréations médicalement assistées) et qui ne sont plus inscrits dans un projet parental, sont irrémédiablement détruits.

Si on ne peut pas avoir accès aux cellules embryonnaires, il faut trouver des «souches» ailleurs. Et on les trouve: dans tous les tissus, y compris dans ceux où on pensait ne jamais en trouver; le système nerveux central par exemple. Ces cellules «adultes» (qui gagnent ce statut dès la naissance d'un individu) ne sont frappées d'aucune interdiction. Elles présentent même d'autres avantages: greffées chez un individu malade, elles ne présentent qu'un risque très limité de mener au développement d'un tératocarcinome, c'est-à-dire à une tumeur cancéreuse. Elles n'ont en revanche plus le

Les cellules souches à l'épreuve du réel.

Un dossier abondant divers aspects de la recherche scientifique, des espoirs thérapeutiques et des questionnements éthiques.

<http://tinyurl.com/awacv5>



Des cellules souches peuvent être extraites d'un embryon, mais aussi de n'importe quel tissu adulte. (Source: Nature Reviews/ Molecular Cell Biology).

même potentiel de division et ne peuvent en principe plus produire que les cellules du tissu dont elles sont extraites: peau, muscle, etc.

Encore que... On découvre dans la moelle osseuse - là où se trouve la base du renouvellement des cellules du sang - des entités qui sont capables, placées dans un environnement de culture particulier, de produire du tissu nerveux, du cartilage, du muscle. On découvre aussi qu'au quotidien, elles œuvrent déjà dans le sens d'un renouvellement tissulaire, pourvu que la «demande» ne soit pas majeure (ischémie cardiaque, traumatisme grave, etc.). C'est le concept de *plasticité* qui s'en trouve identifié. En fonction de l'endroit où on les place ou de l'activité qui leur est demandée, ces cellules - qualifiées de stromales - s'adaptent, conditionnées par leur nouvel environnement. Cela permet également de préciser qu'il existe un *effet niche*: des cellules appelées à épauler un tissu défaillant adoptent le profil de leurs équivalents sur place simplement en se laissant conditionner par leur nouvelle implantation. On découvre pour l'occasion que tout organisme bénéficie au quotidien et sur un mode particulièrement discret de cette thérapie cellulaire que la médecine de demain appelle de ses vœux.

Les tenants du recours aux cellules embryonnaires demeurent attachés à cette possibilité qui, pour eux et avec raison, ouvre potentiellement une palette de possibilités bien supérieure. Mais

ils se contentent le plus souvent de travailler sur des modèles animaux: souris et rats, mais aussi poissons (danio) et insectes (drosophile). Bien leur en prend: ces recherches mènent à des découvertes nombreuses dont il faut ensuite évaluer la possible transposition des résultats à notre espèce.

Une étape déterminante

Résumons: on dispose d'une part de cellules souches embryonnaires dont on connaît - ou suspecte - les potentialités immenses, mais qui ne peuvent être exploitées que si leur origine est animale; d'autre part, on peut disposer autant qu'il est possible de cellules souches adultes, idéalement prélevées - pour couper court à toute problématique de rejet ultérieur - sur le sujet à traiter lui-même.

C'est alors que paraît une étude publiée par deux chercheurs japonais: Kazutoshi Takahashi et Shinya Yamanaka. Elle marque un tournant décisif dans le domaine, puisque ces auteurs présentent une méthode qui permet d'obtenir des cellules souches pluripotentes - c'est-à-dire dotées des mêmes potentialités qu'une cellule embryonnaire - au départ de n'importe quelle cellule adulte différenciée. C'est une véritable révolution. En apparence en tout cas, car il faudra en finaliser la réalisation pratique.

La démarche qui a présidé à la découverte de ces auteurs est simple. Elle a d'abord consisté à rechercher au sein de populations de cellules souches quels étaient les gènes les plus «exprimés», c'est-à-dire essentiellement les plus actifs. Une vingtaine d'entre eux ont été identifiés. Partant de cette première sélection, les chercheurs ont ensuite voulu savoir lesquels étaient à coup sûr surexprimés dans toutes les populations explorées.

Quatre ont répondu à l'attente. Ils s'appellent *Oct3/4*, *Sox2*, *c-Myc* et *Klf4*. Les chercheurs ont dès lors décidé de les injecter dans des cellules en culture pour vérifier si le simple fait de réintroduire ces gènes à l'état actif pouvait rendre les cellules traitées à une sorte de «virginité» première. Les chercheurs ont alors développé la technique aujourd'hui bien rodée de «transfection» qui repose sur l'introduction, dans des cellules, de gènes d'intérêt en les faisant transporter par des virus vecteurs. Et c'est là que la surprise a été totale: non seulement la méthode a fonctionné, mais les cellules traitées se sont effectivement retrouvées à un stade d'involution comparable à celui d'une cellule souche pluripotente. Embryonnaire, en somme. Proprement stupéfiant, même si la démarche entreprise pouvait laisser entrevoir un possible succès.

Deux remarques viennent néanmoins ternir quelque peu le tableau. **La première** est plutôt affaire de spécialistes: on ne retrouve pas dans la sélection finale le gène *nanog*, pourtant considéré comme l'identifiant principal de toute souche. **La seconde** est quant à elle plus gênante: deux des gènes retenus (*c-Myc* et *Klf4*) sont des oncogènes, c'est-à-dire qu'ils peuvent mener à une dérive cancéreuse. Celle-ci a du reste été avérée par des tests réalisés par les scientifiques de l'équipe japonaise; ils ont introduit des cellules transfectées dans des jeunes embryons de souris avant de les replacer *in utero* chez des femelles. Résultat: 20% des souriceaux conçus ont développé une tumeur. Une réalité évidemment incompatible avec une quelconque utilisation de ce type de cellules chez l'humain. On s'est dès lors mis à la recherche de substituts et ce sont des chercheurs américains qui les ont trouvés. Ils proposent de substituer aux gènes «encombrants» deux autres (*Oct3* et *Sox2*), auxquels ils ajoutent *nanog*. Leurs expériences sont couronnées de succès, puisqu'ils obtiennent eux aussi une régression cellulaire jusqu'au stade «souche». La surprise, dans leur cas, vient du fait que tous les gènes ne sont apparemment pas indispensables pour mener à la différenciation: trois d'entre eux, seulement, suffiraient.

Que sont finalement les cellules souches ?

Avec ces travaux remarquables, on a franchi une étape considérable: on peut donc apparemment obtenir des cellules souches «quasi-embryonnaires» au départ de n'importe quelle cellule adulte bien différenciée. Pour en revenir un instant à l'expérience de Takahashi et Yamanaka, précisons qu'elle a porté sur des fibroblastes - des modestes cellules de soutien - prélevées dans la queue d'une souris... Pourvu qu'elles soient facilement accessibles, qu'elles soient dotées d'un noyau et qu'elles soient capables de se multiplier facilement et rapidement en boîtes de culture, toutes les cellules conviennent. Un avantage de taille, en passant: on peut les prélever, en cas de traitement envisagé, sur le malade lui-même: on coupe court une fois de plus, à tout risque de rejet si une greffe est envisagée ensuite. C'est donc «tout bénéfique».

À ceci près, toutefois, qu'entre le prélèvement cellulaire et la greffe se déroule une phase technique assez délicate d'incorporation de gènes qui fait notamment intervenir des rétrovirus, utilisés comme vecteurs. Ce genre de «manipulation» n'est pas sans risque potentiel; il apparaît par conséquent essentiel que toute intention thérapeutique repose d'abord sur une maîtrise parfaite du processus. Il serait pour le moins

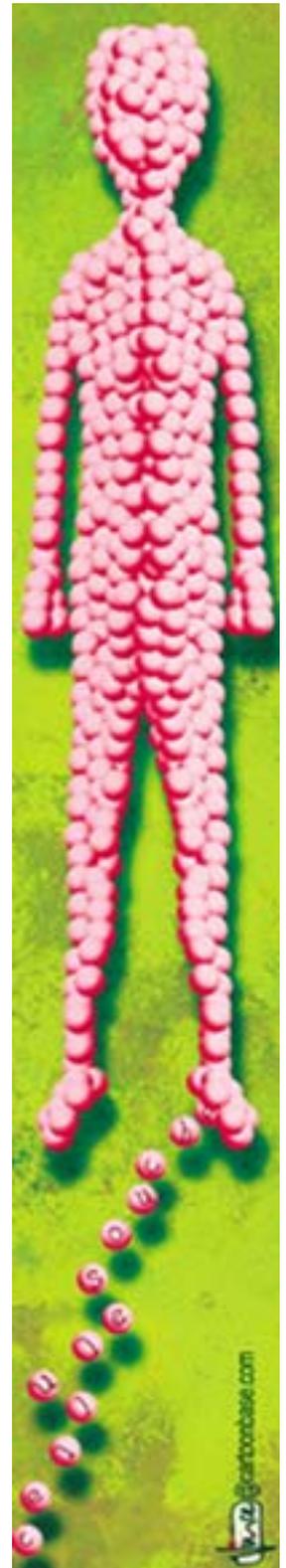
regrettable d'induire une pathologie alors qu'on souhaite simplement en traiter une autre...

Alors, finalement, que peut-on qualifier de cellule souche ? La réponse est simple: aujourd'hui, pratiquement n'importe quelle cellule...

Il y a d'abord celles qui correspondent aux tout premiers stades du développement embryonnaire, accessibles en fécondation *in vitro* dès le 2^e jour. Celles-là sont rigoureusement totipotentes puisque, isolées, elles peuvent régénérer un individu entier. Passé le «stade 4», les blastomères (le nom de ces cellules originelles) entament déjà un début de spécialisation. On arrive 3 jours plus tard au stade «blastocyste»: le jeune embryon est organisé en une petite sphère remplie de liquide qui comporte, à un pôle, un amas formé d'une douzaine de cellules: c'est le «bouton embryonnaire», celui-là même qui a valu à Thomson il y a dix ans, d'ouvrir la voie. Il s'agit de cellules «pluripotentes» puisque, si elles peuvent encore générer presque tous les types cellulaires, ceux qui correspondent au placenta leur échappent.

Replacé *in utero*, un blastocyste peut normalement se développer. Commence alors la mise en place de structures de plus en plus élaborées qui peuvent également être mises à contribution dans le cadre d'essais thérapeutiques; on l'a fait au départ d'embryons ou de fœtus spontanément avortés pour traiter des patients atteints de maladies neurodégénératives ou de diabète de type 1. Dans ce cas de figure, on ne peut plus réellement évoquer le caractère souche, puisqu'il y a un début d'orientation vers des cellules spécialisées; on parle plutôt de cellules «précurseurs». Et puis, avec la naissance et jusqu'à la fin de la vie, tous les tissus contiennent des cellules souches que l'on qualifie d'adultes. Elles ont pour fonction d'assurer l'homéostasie - c'est-à-dire de veiller au remplacement des cellules vieilles ou devenues inopérantes - ou de contribuer, dans certains cas, à la reconstruction d'un tissu abîmé. Elles peuvent être mises à contribution soit pour traiter le tissu dans lequel elles s'inscrivent, soit pour traiter d'autres tissus. Dans ce cas, il s'agit essentiellement de cellules prélevées dans la moelle osseuse - dont on a montré la plasticité - ou de n'importe quelle souche tissulaire, pourvu qu'on lui fasse subir, *in vitro*, la régression décrite par les chercheurs japonais.

Finalement, donc, les cellules souches sont partout. Pour les chercheurs, le type embryonnaire reste le «golden standard». Dans le cadre thérapeutique, on l'a rappelé, il faudra trouver autre chose. Mais tout reste possible dans ce cadre et ouvert à tous les espoirs pourvu... qu'on se montre encore patient !



Questions /réponses...

Depuis dix ans qu'on travaille sur le sujet, on n'a encore rien trouvé à traiter ? Si, bien sûr et certaines pathologies sont traitées depuis plus longtemps que ça avec des cellules prélevées sur des embryons et des fœtus; c'est notamment le cas de la maladie de Parkinson ou du diabète de type 1. On s'est toutefois rendu compte que, par méconnaissance de certains paramètres, on avait parfois rendu la situation pire qu'avant. Le savoir a toutefois beaucoup évolué en l'espace des dix années évoquées et, plus on en sait sur le sujet, plus on se rend compte de la complexité d'un traitement du vivant avec du vivant. Une cellule n'est pas un médicament; selon son origine, sa concentration dans la suspension injectée, la manipulation préalable qu'elle a subie, l'endroit où on l'injecte et son aptitude à bénéficier d'un effet «niche», notamment, la réponse peut être bien différente. Et c'est sans compter avec un possible dérèglement qui en fait une cellule cancéreuse...

Qui mais si on prend par exemple une bête cellule souche de la peau... Précisément, vous allez voir que vous m'offrez là sans le savoir un exemple particulièrement intéressant. D'abord, il n'y a pas seulement un type de cellule souche: on en trouve à la base de l'épiderme, mais aussi près de la base de chaque follicule pileux. Ce n'est donc déjà pas la même chose. Par ailleurs, selon l'endroit où elle se situe, la peau qui nous paraît au premier aspect si uniforme, a des origines embryologiques bien différentes. Résultats: les cellules constitutives le sont elles aussi et peuvent être caractérisées par des marqueurs d'activité génique différents. Cela peut tout changer à un résultat thérapeutique attendu. Rien n'est simple et plus on en sait sur le sujet, plus on s'en rend compte.

On ne fera jamais rien, alors ? Si et, si ça peut vous rassurer, des essais cliniques sont en cours ou sont sur le point d'être entamés. Des sociétés émergentes ont pour objectif de développer des traitements. C'est dire si des applications sont attendues dans le moyen, sinon le court terme. Le tout est de bien focaliser sur l'objectif thérapeutique visé et de caractériser le plus possible tous les paramètres qui entrent en ligne de compte. Le reste est, comme toujours, affaire de risque: il faut que le risque sanitaire éventuellement lié à un traitement novateur soit aussi réduit que possible par rapport à celui qui

est lié à la maladie à traiter. Le «risque zéro», comme vous le savez, n'échappe pas à ce domaine non plus.

Et c'est quoi, alors, les domaines les plus visés ? Il y en a évidemment beaucoup. Je peux en évoquer quelques-uns dont la liste, je vous le précise d'emblée, est très incomplète. Il y a par exemple le traitement des myotrophies, ces maladies du muscle popularisées par le *Téléthon*. L'idée est de traiter les muscles malades avec des cellules souches dans lesquelles on a introduit le gène normal de la dystrophine, cette protéine qui, anormale chez les malades, cause leur dégénérescence musculaire. Dans la foulée, toutes les pathologies liées à l'anomalie d'un seul gène, dites maladies monogéniques, pourraient être traitées sur un mode identique.

Tant qu'à parler de muscle, restons-y: le cœur victime d'une ischémie (infarctus) pourrait être utilement «dopé» par l'injection de cellules souches. Des essais ont déjà été tentés. Dans un registre tout différent, on peut également citer la régénération de certaines fonctions du système nerveux central, dans le cadre d'un traumatisme grave ou de maladies neurodégénératives, comme celle de Parkinson. On pense aussi pouvoir améliorer l'état de patients atteints d'anémie falciforme, une grave maladie qui affecte le transport de l'oxygène dans le sang. Bref, ce ne sont pas les perspectives ni les idées qui manquent...

C'est les sous, alors ! Peut-être aussi, mais c'est d'abord et avant tout le besoin d'en savoir vraiment plus sur tous les paramètres des traitements à mettre en œuvre. Cela signifie qu'il faut pousser la recherche préalable aussi loin que possible. Cela prend du temps, c'est clair. Mais autant se donner, avant de commencer quoi que ce soit, les meilleures garanties de succès; pour ne pas avoir à regretter ensuite un enthousiasme que certains seraient prompts à reprocher, sur la base d'éventuels résultats malencontreux observés.

L'enthousiasme en matière de traitement par cellules souches est certes nécessaire et souhaitable; mais la prudence l'est tout autant...

Jean-Michel DEBRY
j.m.debry@skynet.be

Stem Cell Basics

Un site développé par le gouvernement des États-Unis, avec une information complète et à la portée des non-spécialistes.
<http://stemcells.nih.gov/info/basics/>

Que la lumière soit perçue !

Il suffit d'être - momentanément - privé de l'usage de la vue pour se rendre compte à quel point elle participe à tout ce que nous faisons, sommeil exclu. Ce sens est également fondamental pour le vivant en général et trouve ses bases très, très loin dans l'échelle évolutive. On peut du reste se demander où se situent les origines et à quoi pouvait bien servir l'«œil» primitif, étant entendu qu'il ne pouvait sans doute pas permettre la même perception que celle dont nous pouvons disposer aujourd'hui.

On en a une idée un peu plus précise grâce à des études menées sur des organismes primitifs et en particulier sur le zooplancton. De quoi s'agit-il ? De ces animaux uni- ou pluricellulaires qui peuplent mers et océans et qui contribuent à former la biomasse mobile la plus importante de notre planète. Pourquoi mobile ? Parce que ces animalcules peuvent migrer massivement vers la surface ou, plus généralement vers une source de plus grande lumière; ce que les scientifiques appellent le phototactisme. Et s'ils peuvent identifier une source de lumière, c'est que ces animaux primitifs disposent de structures qui permettent d'en percevoir des variations. En termes moins mesurés, c'est qu'ils disposent d'«yeux».

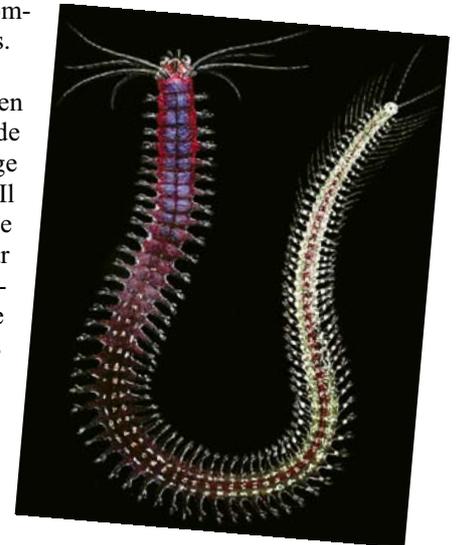
Des études récentes ont porté sur ces structures. Des scientifiques ont jeté leur dévolu sur des larves d'un ver marin, *Platynereis dumerilii*. Ce dernier participe massivement à ce zooplancton qui, à l'occasion, fait les délices de la baleine à fanons. Comme d'autres, cette larve possède deux paires de cellules spécialisées qui lui permettent d'identifier - comme des recherches menées en laboratoire l'ont démontré - un gradient lumineux; ce qui, en définitive, permet à l'animal de se mouvoir activement vers ce qui est perçu comme en étant la source.

Chacune des deux paires est constituée d'une première cellule qui agit comme photorécep-

teur. Elle est remplie de pigments et s'offre une ouverture, vers l'extérieur, dont l'angle est réduit. Elle est couplée, en tandem, à une autre cellule qui fait office d'analyseur. La jonction entre les deux est assurée par de l'acétylcholine, un neurotransmetteur bien conservé ensuite dans la lignée évolutive jusqu'à nous. Globalement, par conséquent, ce système de perception simplissime fonctionne comme un de nos neurones sensorimoteurs.

Les choses en restent-elles là ? Non, bien sûr: il faut encore que, le gradient de lumière étant perçu, l'animal se dirige activement vers la plus grande clarté. Il le fait en activant, sous l'action de ce «neurone» une série de cils portés par des cellules proximales. Leur battement orienté et à amplitude variable permet alors à l'animal d'entrer dans un mouvement giratoire qui, de proche en proche, le mène progressivement vers le haut. Et c'est à ce niveau que se situe l'intérêt d'avoir deux organes de «vision». Il y en a forcément un qui est toujours plus près de la source de lumière. Résultat, le battement ciliaire est ajusté pour aller dans ce sens et, de proche en proche, l'animal se retrouve près de la surface. Ce qu'il y fait ? Il s'y nourrit d'algues unicellulaires qui s'y trouvent aussi. Quitte, à son tour à faire les frais d'un plus gros et gourmand que lui. D'où l'intérêt, bien perçu par l'évolution, d'ajouter à la perception de la lumière une analyse raisonnée de l'image perçue !

Nature 456: 395-399.



Platynereis dumerilii, un ver marin.

Compter comme une abeille

La découverte est récente et australienne: les abeilles peuvent compter jusque quatre ! La démarche qui a mené à cette surprenante découverte est rigoureusement scientifique et a reposé sur une série d'expériences au cours desquelles des *Apis mellifera* ont été amenées à pénétrer dans un tunnel d'abord et à retrouver ensuite, dans son parcours, une source alimentaire associée à une marque spécifique. À chaque fois, on a noté que l'abeille se portait spontanément et préférentiellement vers la marque à côté de laquelle de la nourriture avait été déposée lors de l'expérience précédente. Les scientifiques ont bien sûr fait varier le type de marque ainsi que la distance par rapport à l'entrée du tunnel. Rien n'y a fait: c'est, en fonction de l'expérience précédente, la bonne marque qui était explorée... jusqu'à concurrence de la quatrième. Après, plus rien ne semblait significatif.

Voilà donc qu'on découvre que les abeilles ont un sens - certes limité - de la mémoire arithmétique. Quoi de plus naturel finalement: il y a bien des «puces» dans tous les appareils électroniques ! **Nature 455: 435.**

L'ours en question

Qu'il n'existe que huit espèces d'ours aujourd'hui ne signifie pas que l'arbre évolutif de la famille soit simple à élaborer pour autant. Les spécialistes se partagent quant à la chronologie et ont même revendiqué, à grand renfort de communiqués, leur priorité respective dans la publication de résultats récents.



Dessin d'un ours des cavernes dans la grotte Chauvet, située dans le département de l'Ardèche, région Rhône-Alpes, France.

Le terrain est effectivement fort occupé ces derniers temps, notamment par trois équipes - deux américaines et une française - appliquées à l'étude de l'ADN des mitochondries, ces petites inclusions cellulaires qui disposent de leur propre matériel héréditaire. Avantage de ce choix: un ADN moins abondant que celui du noyau, mais aussi une traçabilité évolutive plus facile à établir: les mitochondries transmises à des jeunes ne peuvent venir que d'un seul parent (la mère, via l'ovule) ce qui simplifie évidemment la traçabilité intergénérationnelle. Le taux de mutation de cet ADN étant assez bien maîtrisé aussi, on peut, à l'examen comparé de ce matériel pour des espèces proches, établir à quel moment elles ont vraisemblablement divergé. Encore que...

Cela a beau être une science, elle n'est pas exacte pour autant ou, plutôt, elle ne se conçoit

qu'avec des marges d'appréciation qui peuvent faire toute la différence entre les estimations proposées par une équipe de chercheurs ou par une autre; ce qui alimente ensuite - on en doute à peine - de longues querelles de spécialistes.

Comme évoqué, trois équipes se sont récemment livrées à l'étude d'un ADN mitochondrial ancien, extrait de vestiges osseux prélevés sur l'ours des cavernes, disparu il y a quelques dizaines de milliers d'années. Dans le cas de l'équipe française, c'est d'un sternum découvert dans la grotte Chauvet que le matériel génétique a été isolé. Globalement et dans l'ensemble, l'arbre généalogique de la famille des Ursidés prend une allure identique pour les différentes équipes de chercheurs. Pour tous, c'est le panda géant qui a été le premier à s'en séparer. Le tout étant d'évaluer avec la meilleure précision possible, quand cet éloignement est devenu significatif. Pour certains c'est 12 millions d'années, mais pour d'autres, c'est 7 millions d'années... plus tôt. Il y a tout de même une différence. Il semble bien aussi que, parmi les espèces actuelles, ce sont l'ours brun et l'ours blanc qui sont les plus proches de l'ancêtre des cavernes; mais là encore, une divergence apparaît dans les valeurs rapportées; la séparation serait apparue il y a 5 millions d'années pour certains, entre 2 et 3 millions seulement pour d'autres.

Tout ça ne change évidemment pas grand-chose pour les humains d'aujourd'hui. Au mieux, certains d'entre eux sont-ils soucieux de constater que l'ours a tendance à disparaître un peu partout, sous la pression double de la chasse et de l'urbanisation, principalement. Cela reste pour eux la préoccupation. Quant à la généalogie des espèces - surtout si elles sont éteintes - elle ne prend plus qu'une importance bien relative.

Science 322: 662.

L'appel de sirènes végétales

La protection le plus souvent apportée aux plantes est le traitement pesticide. Il est actif, soit. Mais on connaît aussi les effets collatéraux divers dont il peut être rendu responsable. Or, on a un peu oublié que nombre de plantes produisent spontanément des substances naturellement défensives. Elles agissent, telles des sirènes, tout en perversion: les odeurs qu'elles dégagent

ont en effet la propriété d'attirer de façon parfois hautement spécifique les prédateurs des insectes qui leur sont nuisibles.

Les odorants subtils impliqués dans cette attraction sont de deux types: les GVL d'une part (pour *Green leaf volatiles* ou volatiles des feuilles vertes) et les sels de l'acide

jasminique de l'autre. Dans un cas, l'odeur est celle de l'herbe coupée; dans l'autre, le parfum est floral et le nom en rappelle la gamme de fragrance. On sait que ces substances sont générées en cas de stress chez la plante par deux familles d'enzymes, chacun des deux groupes d'odeurs ayant les siennes.

Les biologistes moléculaires dont on sait l'attachement à la petite arabette (*Arabidopsis thaliana*) ont récemment étudié ces enzymes présentes dans la plante ainsi, bien entendu, que les gènes qui codent pour les composés odoriférants. L'idée est évidemment, grâce à une subtile manipulation génétique, de faire en sorte que quelques plantes cultivées puissent se défendre mieux encore qu'elles ne le font, sans que des pesticides soient appelés

en renfort ou, s'il faut en utiliser, qu'on puisse le faire en moindre proportion. Le principe est évidemment élégant mais reste globalement du domaine de la modification génétique propre aux Ogm. Or, on sait à quel point les oppositions sont farouches.

Et tiens, à propos, n'y a-t-il pas d'équivalent à ces substances chez les humains ?

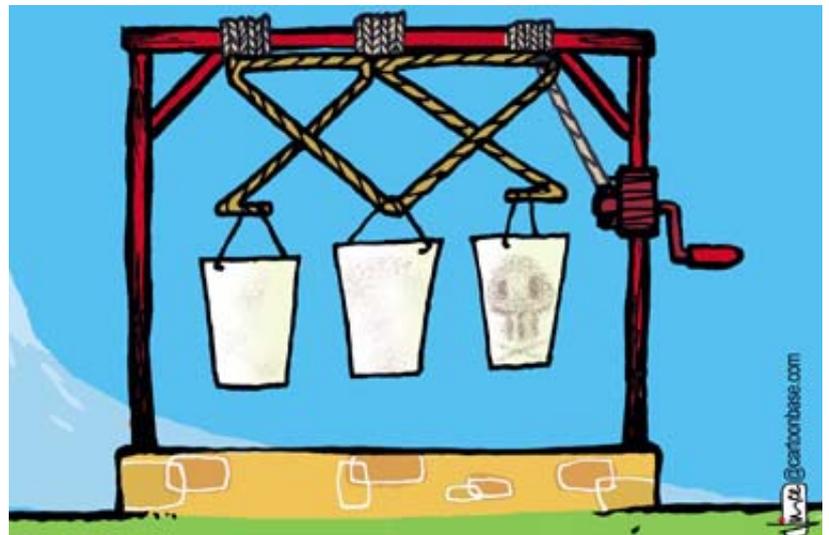
Apparemment non; si on trouve encore trace des enzymes en question chez des groupes animaux inférieurs, plus rien du genre n'est identifié au-delà. L'évolution les a donc jugées inutiles; c'est vrai que les animaux supérieurs et l'homme, mobiles et réactifs, ont trouvé d'autres moyens de se défendre... **M/s 24: 935.**

Une affaire de dosage

Depuis l'antiquité, l'homme a eu la bonne fortune d'avoir recours à des remèdes dont il ne connaissait pas fondamentalement la nature chimique, mais qui menaient à des résultats bénéfiques bien perçus. Certains d'entre eux se sont avérés être des sels d'arsénics, dont on pourrait penser qu'ils sont surtout dangereux pour la santé. Simple question de discernement, de pathologie et bien entendu de dosage. Un temps oublié au profit de traitements physiques - comme les rayons X - ces composés (dont le trioxyde d'arsenic AsO_3) - refont surface aujourd'hui dans la pharmacopée pour traiter quelques pathologies graves, comme une forme rare de leucémie et quelques autres maladies au rang desquelles on retrouve la polyarthrite rhumatoïde.

La tradition rapporte aussi que des eaux de captage faiblement arséniées sont autant d'élixirs de longue et saine vie; mais les mêmes eaux, trop riches des mêmes composés deviennent en revanche de redoutables poisons qui peuvent mener à des cancers de la peau et à la mort.

L'Asie du Sud-Est connaît ce genre de situation de surdosage; là où l'*OMS (Organisation mondiale pour la santé)* préconise une dose maximale de 50 microgrammes (μg) par kg ou par litre, on identifie des concentrations proches ou supérieures de 700 μg . Le Myanmar (ex-Birmanie), la Chine, le Bangladesh, notamment, connaissent des situations très locales de



surdosage qui, étrangement, se trouvent plutôt concentrées dans la région des deltas de grands fleuves comme l'Irrawaddy, le Gange ou le Mékong. Dans un premier temps, on a accusé certaines pratiques industrielles ou de culture intensive qui auraient mené à une pollution des eaux de ruissellement et de surface, ou à une surexploitation des eaux souterraines entraînant une dissolution accrue de roches particulièrement riches en sels d'arsenic.

Certaines de ces causes ne peuvent *a priori* pas forcément être exclues; néanmoins, on en a rapidement suspecté d'autres qui devaient se

situer ailleurs. En effet, des variations importantes de concentration en sels d'arsenic ont été notées dans des eaux puisées dans des puits très proches, ce qui est troublant. On en a recherché l'origine et on pense l'avoir trouvée.

Il semble bien qu'en fonction de la profondeur à laquelle l'eau est puisée, elle ait une origine géologique différente. Celle qui est la plus riche en arsenic viendrait de bassins naturels ou artificiels d'eau de l'Himalaya, dont les sédiments auraient subi une dégradation anaérobie, favorisant une restitution plus élevée des sels toxiques. Une exploitation importante des puits - surpopulation des deltas oblige - ferait le reste, induisant l'apparition, chez nombre d'habitants de ces régions, de lésions cutanées et de cancers.

La problématique pourrait s'arrêter là; mais il se fait que ces régions riches en chaleur et en eau

sont aussi celles où on produit massivement le riz, source alimentaire principale et souvent unique de la plus grande partie de la population asiatique. Résultat, on retrouve de l'arsenic dans le riz aussi, qui a la particularité de le concentrer, grâce à des transporteurs moléculaires dont il est doté: les aquaporines.

La problématique est dès lors complexe et, si on ne peut remplacer le riz par le blé ou l'orge dans ces régions (ces graminées concentrent beaucoup moins le composé), il va falloir trouver autre chose. Modifier la nature du riz ? Peut-être. On a déjà identifié le gène qui code pour les transporteurs en question. Va-t-on devoir imposer un riz modifié pour réduire sa toxicité ? L'avenir nous l'apprendra. **M/s 11(24): 911-912.**

M/s 11(24): 967-971.

Nature 454: 263.

Internet et fonction cérébrale ?



Surfer sur Internet est-il favorable à l'entretien des fonctions cérébrales chez les personnes âgées ? Oui et même deux fois oui, comme l'a récemment montré une étude comparative menée aux États-Unis.

Deux groupes de 12 seniors ont été suivis. Le premier était constitué de sujets habitués à Internet; l'autre, de personnes complètement

novices. Leur activité cérébrale a été suivie le temps d'une expérience consistant à rechercher à l'ordinateur des informations précises. Il en est ressorti que les habitués du Net ont des zones cérébrales (essentiellement situées dans les lobes frontaux et l'hippocampe) globalement deux fois plus actives que celles des néophytes.

Que cela signifie-t-il ? Simplement que la recherche sur le Net active d'emblée - chez les personnes qui en ont la routine - davantage de circuits relatifs à la vision, au langage et à la mémoire.

Est-ce à dire qu'il faut imposer l'outil Internet aux seniors pour maintenir leur éveil cérébral ? Evidemment non; il existe bien d'autres moyens de le maintenir. Mais incontestablement, celui-là semble aider.

À une époque où de plus en plus de mamys et de papys gardent le contact avec leurs petits enfants par le biais de l'outil informatique, c'est une bonne chose à savoir ! **Science 322: 509.**

Jean-Michel DEBRY
j.m.debry@skynet.be

Cancer : la part de l'esprit

L'hypothèse selon laquelle la survenue d'un cancer pourrait être favorisée par certains facteurs psychologiques, tels un état dépressif, le type de personnalité de l'individu ou sa façon de répondre au stress, est-elle fondée ? Le sujet reste très débattu, mais il semble que la piste du «tout biologique» soit désormais désuète

Il n'est pas rare d'entendre associer par le public, et parfois même par le corps médical, la survenue d'un cancer à des événements de vie pénibles qui auraient frappé quelques mois auparavant une personne aujourd'hui malade. On établit une relation de cause à effet entre la mort d'un proche, la perte d'un emploi ou un divorce, par exemple, et la genèse d'une tumeur maligne. Bref, on met implicitement en rapport cancer et psychologie.

Cette propension ne date pas d'hier. Ainsi, dès le II^e siècle, Galien postulait que la mélancolie et le cancer n'étaient pas étrangers l'un à l'autre. En 1876, Henry Maudsley (1835-1918), un des précurseurs de la psychiatrie britannique, écrivait dans son ouvrage *The physiology of mind*: «Le chagrin qui peut s'exprimer par des gémissements et des pleurs est vite oublié tandis que la peine muette qui sans cesse ronge le cœur, à la fin le brise.» Le professeur Christine Reynaert, chef du service de psychosomatique des Cliniques universitaires UCL Mont-Godinne, aime à citer cette phrase car, en somme, elle déroule le fil rouge de la psychosomatique: la non-expression des émotions. Ce qui ne signifie pas que l'écheveau soit facile à démêler, loin s'en faut. On pourrait également évoquer *L'insoutenable légèreté de l'être*, le roman de Milan Kundera, dont un passage établit une relation entre les événements de Prague, en 1968, et le développement d'un cancer chez le héros du livre: «Le cancer qui sommeillait sans doute discrètement dans son corps depuis quelque temps avait fleuri comme une rose.»

L'idée d'un rapprochement entre la maladie cancéreuse et des événements de vie, une dépression, un type de personnalité, un style d'adaptation au stress ou encore un manque de soutien social a fait florès. Faut-il s'en étonner ? Non, notamment si l'on éclaire le débat en y introduisant des données comme celles que nous fournit

ce sondage édifiant effectué en Belgique: le cancer représente la principale crainte en matière de santé pour 72% des individus, alors qu'il ne touche que 23% de la population. Pour d'autres affections, telles les maladies cardiovasculaires, pourtant les plus meurtrières, on observe au contraire une superposition entre les craintes et les faits. La raison de cet hiatus tient probablement à l'image que les tumeurs malignes drainent dans leur sillage: un mauvais pronostic, la souffrance, la lourdeur des traitements. Autrement dit, elles suscitent l'angoisse.

Intime conviction

La cancérogenèse est d'une extrême complexité. Aussi peut-il paraître simpliste de faire intervenir dans un processus où se manifestent, au cœur de la cellule, des phénomènes génétiques, comme les mutations, et épigénétiques, comme la méthylation de l'ADN, des notions de psychologie qui, par définition, concernent l'individu dans sa globalité. Le risque est cependant celui du réductionnisme et, ainsi que le dit Christine Reynaert, «l'illusion que le tout est égal à la somme des parties». Une autre perspective pourrait être de considérer que tout est dans tout et, en poussant le raisonnement dans ses derniers retranchements, que le cancer n'est peut-être pas une maladie locale qui se généralise, mais une maladie générale qui se localise. «Dans cette dernière hypothèse, le cancer serait aussi une maladie de l'organisation globale du sujet et non pas seulement la transfor-



*Christine Reynaert,
chef du service
de psychosomatique
des Cliniques
universitaires UCL
Mont-Godinne,
christine.reynaert@
uclouvain.be*

mation de cellules tumorales en cellules malignes, précise Christine Reynaert dans le magazine Louvain (1). Ce serait essentiellement une fragilisation des défenses de l'organisme via les relais hormonaux et immunologiques qui permettrait que se développe le cancer, localement sous forme de tumeur, à distance sous forme de métastases.»

L'existence de liens entre la cancérogenèse et des paramètres relevant de la sphère psychologique demeure très controversée. Toutefois, malgré des résultats parfois contradictoires, les nombreuses études consacrées au sujet semblent livrer, *in fine*, des indices qui épouseraient cette thèse et, malgré l'absence de preuves formelles, tracerait le sillon de l'intime conviction.

Différents travaux soulignent l'impact, sur la fonction immunitaire, des événements de vie, ou plus exactement de la manière dont ils sont perçus par les sujets concernés. Christine Reynaert relate à ce propos une étude mettant en scène des jeunes femmes qui durent faire face à la mort inopinée de leur conjoint - accident de voiture, de moto, suicide... Un an après les faits, celles qui n'avaient pas exprimé leurs émotions et prétendaient avoir surmonté seules le malheur qui les avait frappées avaient statistiquement plus de maladies que celles qui s'étaient confiées à des proches et avaient bénéficié d'un soutien moral. De même, à la charnière des années 80 et 90, l'équipe de Janice Kiecolt-Glaser, du département de psychiatrie de l'*Ohio State University Medical Center*, s'est intéressée à la psycho-socio-immunologie à travers trois études qui eurent un grand retentissement.

La première, centrée sur des femmes, montre que leur fonction immunitaire est altérée en cas de dysharmonie conjugale. Plus éloquent encore: dans l'hypothèse d'une séparation, la perturbation observée est proportionnelle à l'attachement qu'elles gardent pour leur ancien partenaire. La deuxième étude, elle, révèle que les problèmes de couple ne retentissent sur l'immunité de l'homme que lorsque ce dernier n'est pas l'initiateur de la séparation conjugale et se sent abandonné. *«Il éprouve davantage le besoin de maîtriser la situation»*, commente Christine Reynaert. Enfin, la troisième recherche met en évidence que les conflits conjugaux non exprimés, où chacun se réfugie dans une agressivité passive (bouderies, etc.), sont à l'origine des perturbations immunologiques les plus importantes relevées dans les travaux de Janice Kiecolt-Glaser.

Quelles sont les répercussions exactes de ces variations immunitaires fines sur la santé? Nul ne le sait à l'heure actuelle, de sorte que la plus grande prudence s'impose dans l'interprétation

des résultats susmentionnés. Néanmoins, dans les expériences de Janice Kiecolt-Glaser, la vitalité immunitaire est principalement appréciée par la mesure en laboratoire de l'activité de cellules NK (2), prélevées chez des volontaires, lorsqu'elles sont mises en présence de cellules cancéreuses. Or, comme l'écrit Christine Reynaert, *«il est aujourd'hui admis qu'une baisse de l'activité des cellules NK favorise la progression des cancers, le développement d'infections virales chroniques et l'apparition de maladies auto-immunes (3).»* Mais gardons-nous de toute extrapolation qui pourrait tenir du faux-semblant.

45 tours minute

Au début des années 80, la communauté scientifique eut l'attention attirée par les résultats des travaux menés sur l'animal par Thomas V. Riley, de l'*University of Western Australia*. Soit deux groupes de souris auxquelles est greffée une tumeur cancéreuse sous-cutanée. Les premières sont laissées dans leur cage, sans stress particulier; les secondes sont soumises, du quatrième au huitième jour après la greffe, à un stress rotatoire, leur cage étant posée dix minutes par heure sur une platine tournant à 45 tours minute. Qu'observe-t-on le vingt-sixième jour? Que les tumeurs des souris exposées au stress sont quatre à cinq fois plus volumineuses que celles de leurs congénères non stressées.

Selon de nombreuses études, le sentiment d'impuissance est fortement corrélé avec un effondrement du système immunitaire. Bloquées dans leur cage, les souris n'avaient aucun moyen de stopper la valse infernale à laquelle les contraignait le tourne-disque. *A contrario*, des rats qui reçoivent des chocs électriques gardent leur immunité intacte pour autant qu'ils puissent les contrôler, en actionnant un levier.



(1) Christine Reynaert, *La part de la psychologie: mythe, abus ou réalité, dans Louvain n° 116, 2001.*

(2) *Les cellules NK (Natural Killer cells en anglais, c'est-à-dire cellules tueuses naturelles) représentent de 5 à 16% de la population totale des lymphocytes. Elles sont capables de lyser des cellules étrangères à l'organisme de manière indépendante de l'antigène et sans activation préalable, contrairement aux lymphocytes T et B.*

Pour des raisons éthiques élémentaires, de telles expériences sont évidemment proscrites chez l'être humain. Aux yeux de Christine Reynaert, le sentiment d'impuissance, la conviction de ne pouvoir contrôler sa propre vie, serait cependant un des facteurs les plus «toxiques», les plus corrélés avec des déficiences immunitaires.

Prises dans leur ensemble, les études s'efforçant de déterminer dans quelle mesure des facteurs d'ordre psychologique participent à la genèse des cancers ont couvert un large champ d'investigation. En effet, les problématiques du stress, du style d'adaptation, de la dépression, du type de personnalité ou encore du soutien social y ont été abordées. Nous ne procéderons pas ici à leur dissection systématique, mais en dégagerons certains éléments saillants.

Ainsi, par la mesure des lymphocytes T et NK, F.I. Fawzy, de l'Université de Californie à Los Angeles, a mis en lumière, dans le cadre du mélanome malin, qu'il existait une relation inversement proportionnelle entre l'anxiété et la dépression, d'une part, les paramètres immunitaires, d'autre part. Par contre, l'expression de la colère, forme de «rébellion» contre la maladie, semblait de nature à stimuler les défenses immunitaires. Comme le souligne la responsable du service de psychosomatique des Cliniques universitaires UCL Mont-Godinne, «*corrélacion ne veut pas dire cause, même si l'existence de liens entre émotion et immunité a été prouvée*». Et notre interlocutrice d'insister sur le rôle qu'auraient pu jouer des agents dont on sait qu'ils induisent indirectement une baisse de l'immunité: le manque d'exercice, des carences de sommeil, des excès alimentaires, le tabagisme ou la consommation d'autres toxiques, la réticence à consulter un médecin.

Le piège

Nombre d'équipes de recherche ont mené des études rétrospectives au cours desquelles le patient cancéreux relate son histoire de vie. S'en est dégagé un type de personnalité qui a pu être associé à un risque accru de développer une maladie néoplasique: la personnalité de type C. «*Voici un exemple classique*, dit Christine Reynaert: *celui de la dame qui, voyant régulièrement le médecin pour ses enfants, sa mère ou sa belle-mère, dit à la fin d'une de ces consultations: "Tiens, docteur, vous ne pourriez pas regarder mon sein tant que je suis là ? J'ai depuis un certain temps quelque chose qui me paraît bizarre"*.» La personnalité de type C est le propre d'individus qui répriment leurs affects et leurs émotions, se sentent menacés, sont prédisposés à un désespoir caché, ont tendance à s'oublier eux-mêmes au profit de la recherche

d'un climat de coopération et d'harmonisation - c'est le cas dans l'illustration de la page 284 -, négligent leurs propres besoins biologiques et, comme le fait remarquer Christine Reynaert, ne cultivent pas leur «jardin intérieur» puisqu'ils sont réticents à se pencher sur eux-mêmes.

Le profil décrit comme étant le «pattern C» tient plus du portrait-robot que de la photographie. Il se contente de dessiner de grands axes qui ne sont pas appelés à confluer nécessairement. Il est d'ailleurs très probable que la clé de voûte des relations entre ce type de personnalité et le cancer soit le fait que les personnes concernées ne prennent guère soin d'elles-mêmes. Ce facteur de risque serait prééminent et en amorcerait d'autres en aval, telles une mauvaise gestion de l'environnement et une mauvaise hygiène de vie (excès alimentaires, tabac, alcool, sédentarité...). Dans le même ordre d'idées, il induirait de longs délais entre l'apparition d'un trouble organique et la consultation d'un médecin. Ce qui aurait un impact négatif sur les plans de la prévention et de l'issue de la maladie cancéreuse. Précision du professeur Reynaert: «*50% des patients cancéreux laissent passer trois mois en moyenne entre l'apparition des premiers signes et la démarche de consultation*». Et d'ajouter qu'une étude réalisée par son service montre que, c'est poussés par leur entourage, et non de leur propre initiative, que 57% des patients adultes souffrant d'une leucémie ont effectué leur première demande de consultation.

Attention ! le piège à éviter est celui du «tout psychologique», vision de la cancérogenèse qui est à la fois totalement erronée, culpabilisante pour le malade et de nature à discréditer la psychologie aux yeux de l'oncologie, avec le ressac d'un possible passage au «tout biologique». Pour souligner ce risque, Christine Reynaert cite un court extrait de *Mars*, livre à succès de l'auteur suisse Fritz Zorn publié en 1979 chez Gallimard: «*Toutes les larmes que je n'avais pas pleurées et n'avais pas voulu pleurer au cours de ma vie se seraient massées dans mon cou et auraient formé cette tumeur parce que leur véritable destination, à savoir être pleurées, n'avait pu s'accomplir.*» «*Il s'agit, dit-elle, d'un véritable saut de la logique symbolique prise au pied de la lettre à la logique biologique, que n'autorise absolument pas l'état actuel des connaissances.*»

Prôner le «tout biologique» en réaction aux assertions abusives de certains - psys ou autres - constitue assurément une réponse inappropriée, d'autant qu'elle pourrait faire le lit des médecines parallèles. Plus fondamentalement, les recommandations qu'émet la médecine préventive dans le domaine de la cancérologie (ne pas fumer, manger des fruits et des légumes, se protéger du

(3) Christine Reynaert, Yves Libert et Pascal Janne, *Psychogenèse: entre mythe, abus et réalité*, dans *Bull Cancer*, 2000, 87 (9).

(4) Op. cit.

F. I. Fawzy, de l'Université de Californie à Los Angeles, a montré qu'il existait une relation inversement proportionnelle entre l'anxiété et la dépression, d'une part, et les paramètres immunitaires, d'autre part.

soleil, se faire examiner au moindre changement corporel, etc.) se réfèrent à un dénominateur



commun, qui les sous-tend: une bonne gestion de son environnement et de son hygiène de vie. Sans le vouloir, la rationalité pure, déshumanisée, croise alors sur son chemin le profil des patients à risque mis en exergue par la psychologie: la personnalité de type C, celle qui réunit les individus peu enclins à prendre soin de soi et, partant, à solliciter de l'aide. Par ailleurs, sans doute faut-il attribuer le relatif échec des campagnes de prévention contre le cancer à la diffusion de messages ne réservant que la portion congrue à la dimension émotionnelle. Aussi, ne fût-ce que dans cette perspective, paraît-il indispensable de renforcer la communication entre oncologie et psychologie.

Ce qui est la tendance actuelle dans l'optique d'une démarche qui se veut de plus en plus pluridisciplinaire.

La personnalité dite de type C a été associée à un risque accru de développer une tumeur maligne. Il est très probable que la clé de voûte des relations entre ce type de personnalité et le cancer soit le fait que les personnes concernées ne prennent guère soin d'elles-mêmes. Ce facteur de risque serait prééminent et en amorcerait d'autres en aval, telles une mauvaise gestion de l'environnement et une mauvaise hygiène de vie - tabac, alcool, sédentarité...

Style d'adaptation

Nous y avons fait allusion, une approche trop «psychologisante» de la cancérogenèse porte en soi le germe du sentiment de culpabilité que pourront nourrir certains patients. «Sommes-nous responsables de notre personnalité ou de notre vulnérabilité face au stress, par exemple ? Non. Nous sommes tels que nous sommes en raison de notre dotation génétique, de notre milieu de vie, de la culture dans laquelle nous baignons... Une approche psychologique qui favoriserait l'éclosion d'un sentiment de culpabilité par responsabilisation abusive aboutirait à une inversion de sa finalité», indique Christine Reynaert. Ce raisonnement déborde bien entendu de la sphère de la genèse du cancer vers celle de la thérapie. Car la lutte ne permet pas toujours au patient de guérir, malgré tous ses efforts.

Pour l'heure, malgré de fortes présomptions, on ne peut affirmer avec certitude que des facteurs psychosociaux influencent l'apparition des cancers. Pas plus d'ailleurs que leur évolution, même s'il paraît de plus en plus évident que ce soit bien ainsi. Diverses études laissent supposer en effet que, dans le cas d'une maladie déclarée, l'attitude psychologique du patient et

le soutien social qu'il reçoit conditionnent en partie ses chances de guérison.

Dans son article de la revue *Louvain* (4), Christine Reynaert reprend les résultats de travaux portant sur des patientes atteintes d'une tumeur mammaire: «Il apparaît assez clairement que les femmes qui ont un style d'adaptation passif de type désespoir ou acceptation stoïque ont un taux de survie nettement moindre que celles qui font preuve d'un esprit combatif, voire d'un déni. Ces résultats issus de travaux menés par différentes équipes montrent sans conteste l'importance de l'attitude psychologique sur l'évolution du cancer.»

D'autres travaux incitent à penser qu'une aide psychothérapeutique peut prolonger la survie. Par exemple, selon une de ces recherches, un suivi sur six ans alliant relaxation et gestion du stress diviserait par quatre le risque de décès chez des patients souffrant d'un mélanome. C'est dans ce contexte que Christine Reynaert a été la promotrice d'une étude belge multicentrique, financée par le *Fonds national de la recherche scientifique (Fnrs)* et l'opération *Télévie*, où furent évalués qualitativement et quantitativement les besoins psychosociaux des patients cancéreux ainsi que les aides qu'ils souhaitent recevoir (et reçoivent généralement) de la part des oncologues et du personnel infirmier. Résultats: globalement satisfaits du soutien qui leur est apporté, les patients se plaignent néanmoins de difficultés de communication au sein de leur couple, mais surtout de la difficulté à obtenir des informations sur leur maladie. D'où, entre autres, la nécessité d'améliorer le style de communication des soignants en intégrant dans leur démarche des outils issus de la psychologie.

Aujourd'hui, la pluridisciplinarité est de mise dans la lutte contre le cancer. Et la psychologie scientifique a un rôle à jouer dans ce combat, même si les relations intimes qui se tissent entre les facteurs psychosociaux et la maladie doivent être mieux précisés. Le fil d'Ariane de la recherche en la matière est plus que jamais la psychoneuro-endocrino-immunologie, les systèmes endocrinien, nerveux et immunitaire étant en interaction permanente.

En attendant que les travaux de recherche en disent davantage, le clinicien devrait veiller à ce que soit apportée une aide psychologique aux patients cancéreux, spécialement quand ces derniers ne sont pas engagés dans un processus de lutte active contre la maladie ou ne bénéficient pas d'un véritable support social.

Philippe LAMBERT
ph.lambert.ph@skynet.be

Qualité logicielle . . .

la quête du Graal

Il est fréquent que les grands projets informatiques se heurtent à des écueils importants - coût plus élevé que prévu, fonctionnalités ne répondant pas aux attentes, sécurité laissant à désirer, etc. Or toute défaillance peut mener à des conséquences catastrophiques en termes de pertes financières ou même de vies humaines dans le cas de systèmes critiques. Pourquoi tant d'erreurs, tant d'échecs ? Est-ce autant de fatalités ?

Les études se suivent... et se ressemblent. Selon le «Chaos Report» du *Standish Group*, les projets informatiques ont une forte propension à ne respecter ni les budgets ni les délais qui leur sont impartis. En cause, la médiocre qualité des applications.

Le cabinet nord-américain *IDC*, qui a enquêté sur ce phénomène, a constaté à l'issue d'un sondage que trois éditeurs de logiciels sur quatre déclarent rencontrer de «*sérieux problèmes*» en matière de défaut logiciel, même après analyse du code. Conséquence immédiate, il leur faut reformuler les exigences, reconceptualiser et réécrire. Dont coût. Quant aux raisons de la multiplication de ces échecs, elles sont multiples. La qualité des logiciels serait aujourd'hui affectée par la complexification croissante des codes, également par l'élévation du niveau d'exigence. On attend toujours plus d'un logiciel. En même temps, on veut pouvoir en disposer plus rapidement... et à moindre prix. Le logiciel est devenu un «commodity product». Et *IDC* de critiquer tout particulièrement l'éparpillement géographique des équipes, la plupart des éditeurs délocalisant aujourd'hui la production de codes dans les pays à faible coût de main-d'œuvre.

Un goulet d'étranglement

Autre raison: la tendance presque génétique du code à se complexifier avec le temps, plus précisément au fil des modifications. Le code doit alors être remanié par une opération de «refactoring» et sa qualité restaurée. Ces modifications sont de nature purement techniques. En effet, il ne s'agit pas d'ajouter de nouvelles fonctionnalités, mais d'améliorer la lisibilité et, indirectement, la maintenabilité du code. Pour ce faire, il faut être capable d'identifier ce qui doit être remanié, de suivre la progression

des travaux et la non-régression de la qualité tout en minimisant les efforts fournis.

La qualité du logiciel ne serait donc pas prioritaire, mais seulement une préoccupation *a posteriori* - les opérations de vérification de qualité ne débutant qu'à l'issue de la phase d'écriture du code.

À ce stade, les équipes de test ne disposent que d'un temps très limité pour valider l'application. Cette étape, c'est à constater, est souvent vécue comme un véritable goulet d'étranglement ralentissant la mise en production. Dans ce contexte, il est difficile de certifier que les exigences sont correctement définies, d'élaborer des plans de tests cohérents, de couvrir l'ensemble des besoins exprimés et de disposer d'une visibilité générale sur les différents aspects qualité de l'application testée.

Garant de la qualité du logiciel: un métier d'avenir !

Détecter les anomalies dans les programmes, élaborer des stratégies de tests pour les corriger, assurer les allers et retours entre les programmeurs et les utilisateurs... Une mission idéale pour les développeurs qui souhaitent acquérir une vision globale des projets.

Signe des temps, assurer la recette technique d'une application est désormais une fonction à part entière. Ce rôle est de mieux en mieux défini dans les projets qui prévoient des équipes de tests extérieures à celles de développement. L'ingénieur de validation doit garder le recul nécessaire pour organiser et analyser les phases de tests; il assure, tant d'un point de vue technique que fonctionnel, qu'une application correspond au cahier des charges et ne dégrade pas le système d'information.

Longtemps cantonné à l'informatique industrielle, ce métier trouve maintenant de nouveaux débouchés dans l'informatique de gestion au sein des sociétés de services informatiques ou dans de grandes entreprises qui veulent maîtriser en interne la qualité de leurs applications.

Dans son étude «*An Information Systems Manifesto*», le cabinet James Martin démontre que les sources de 56% des défauts identifiés dans les projets logiciels sont introduites lors de la définition même des exigences ! Près de la moitié des défauts résulterait d'erreurs d'expression, d'ambiguïtés ou d'un manque de clarté des besoins; quant à l'autre moitié, elle peut être imputée au manque d'exhaustivité des spécifications, en somme à l'omission pure et simple d'exigences...

En effet, pour les applications complexes, les exigences sont souvent négociées dans le cadre de deux dialogues simultanés, évoluant continuellement pendant le cycle de vie du projet centré sur deux questions clés: «*Que devons-nous construire ?*» et «*Que pouvons-nous construire ?*» De la qualité de ces discussions dépend la qualité finale de l'application développée.

Un statut spécifique

Le logiciel ne serait-il pas un produit «différent», répondrait-il à des exigences particulières ? La question mérite d'être posée.

D'emblée, pour garantir la qualité, on serait tenté de penser qu'il suffit de multiplier les tests. La démarche fait sens. Sauf qu'il est impossible de tester exhaustivement un logiciel. Ce serait trop lourd, trop long - donc financièrement inabordable. Qui plus est, s'il n'est pas sûr qu'une batterie de tests permet d'identifier un défaut, cela n'implique pas que le logiciel soit exempt de défaut. Et, d'abord, qu'entend-t-on par «défaut»? Une carence fonctionnelle? Une erreur de code?

L'idée de «défaut» renvoie à la notion de «qualité». *In fine*, c'est elle qu'on va tenter d'évaluer selon une série de critères prédéterminés; la qualité traduit fondamentalement la recherche de l'adaptation de chaque chose à son usage prévu, c'est-à-dire le souci de l'efficacité et du confort.

Si la qualité peut être définie au moyen d'attributs mesurables, comme les performances, la stabilité ou la sûreté de fonctionnement, et cela à travers des techniques mathématiques ou pseudo-mathématiques, elle peut aussi être vue sous un angle différent en utilisant le cadre de l'intelligence émotionnelle. Exemple type, l'interface de l'application. Nous le savons: d'un individu à l'autre, elle pourra être vue différemment - ce que j'apprécie en tant qu'utilisateur, mon voisin, utilisateur également, ne l'appréciera pas forcément. Ce qui signifie, encore, que la notion de qualité n'exclut pas la subjectivité ! On peut évaluer la qualité à différents niveaux: en bout de chaîne, au niveau du développement

initial ou bien encore au niveau de chaque étape. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue qu'un logiciel ne s'emploie pas de façon isolée: il est intégré dans un système. L'approche de la qualité se doit donc d'être globale. Ce postulat posé, on appréciera encore la qualité selon que l'on regarde le logiciel de l'extérieur ou de l'intérieur. Vu de l'extérieur, ce sont les qualités d'utilisation qui seront vérifiées: fiabilité (correction et robustesse), adéquation aux besoins, ergonomie, efficacité, convivialité; également coût et respect des délais. Vu de l'intérieur, priorité à la maintenance ou comment le logiciel peut être corrigé, amélioré, adapté aux changements de son environnement... Il va sans dire que ces différentes «vues» ne sont pas toujours compatibles, ni même réalisables. Aussi se contente-t-on de compromis.

Souvent, aussi, la notion de qualité est intégrée dans le génie logiciel, autrement dit l'«art» de produire de bons logiciels, au meilleur rapport qualité/prix.

À la base, des principes d'ingénierie: le génie logiciel est basé sur des méthodologies et des outils qui permettent de formaliser et même d'automatiser partiellement la production de logiciels, mais il est également basé sur des concepts plus informels, et demande des capacités de communication, d'interprétation et d'anticipation qui ne sont pas données à tous les développeurs.

Le génie logiciel évolue au gré de la complexité croissante des systèmes développés, de plus en plus souvent embarqués, répartis entre plusieurs machines, fonctionnant en temps réel... Il est désormais courant pour un industriel de développer des logiciels de plusieurs millions de lignes de code. D'autre part, les contraintes de productivité, de qualité et de flexibilité sont sans cesse accrues. De toutes ces évolutions découle en particulier un fort besoin d'automatisation.

Tendance plus récente, l'usage des méthodes de développement dites «agiles», à savoir des procédures de conception de logiciel qui se veulent plus pragmatiques que les méthodes traditionnelles. L'idée? Replacer le donneur d'ordre au cœur du cycle de développement du projet informatique, en instaurant des relations de collaboration avec le fournisseur.

Il s'agit là d'un concept de gestion de projet - pas uniquement informatique d'ailleurs - dont le but est de trancher avec le cycle classique dans la mesure où il instaure via des itérations régulières, soit autant de courtes étapes, une relation de confiance entre prestataire et client. Concrètement, les méthodes agiles permettent de rapprocher le plus possible la découverte



d'une erreur de sa correction. Il s'agit d'un pilotage par tests - pratiquer les tests pendant l'itération. Au cours de chaque cycle - une itération dure en moyenne entre deux à trois semaines -, les «livrables» sont testés et validés par les utilisateurs. Le résultat des tests fonctionnels conditionne le passage à l'itération suivante, voire réoriente l'enchaînement des itérations et la nature même des fonctions à développer.

Une question lancinante

Cela fait plus de cinquante ans que les spécialistes de la qualité cherchent à atténuer les problèmes logistiques et techniques relatifs à l'installation des logiciels !

Des formations sont dispensées dans de très nombreux cursus initiaux, des normes comme celles issues de l'IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) ou de l'ISTQB (*International Software Testing Qualifications Board*) existent, sans oublier les méthodologies, les outils et les recueils de bonnes pratiques.

Au fil du temps, on a vu apparaître des référentiels comme *CMM* (*Capability Maturity Model*), *CMMI* (*Capability Maturity Model Integration*) ou encore *ISO 15004*. Si ces modèles peuvent être utilisés pour l'évaluation et l'amélioration

des pratiques logicielles dans la plupart des secteurs industriels, leur usage n'est pas donné à tout le monde. *CMMI*, pour ne citer que lui, compte plus de 600 pages. Et rares sont les entreprises ou organisations qui peuvent réellement l'appréhender sans une solide formation...

Enfin, comme le notent avec humilité les spécialistes, les échecs ne sont pas seulement dus à la technologie. Pour la plupart, ils résultent d'un manque de communication ou de compréhension entre les personnes impliquées... Deux caractéristiques que l'on retrouve immanquablement dans les meilleurs logiciels sont une grande robustesse et évolutivité tant dans le produit logiciel que dans la communauté de développeurs et d'utilisateurs. Sans ces deux attributs, un logiciel perdra toute crédibilité et il n'aura jamais la chance de devenir une option viable sur le marché.

N'empêche. Dans de nombreux cas, «*ce qu'il faut faire*» est remplacé par «*ce qu'on peut faire*». Le plus souvent pour des questions de budget et de temps. Mais aussi parce que les ressources expertes sont rares et assez peu motivées pour ce genre d'activité. C'est pourquoi de nombreuses organisations se tournent aujourd'hui vers des prestataires extérieurs. Dont le *Cetic* (*Centre d'excellence européen sur la qualité des services et produits logiciels*). ■

Évaluation et amélioration de processus

«Souvent, les problèmes rencontrés ont pour origine une mauvaise identification ou compréhension des besoins. Non seulement les informaticiens doivent percevoir parfaitement les desideratas des utilisateurs, mais ceux-ci doivent comprendre à leur tour les plans élaborés par les techniciens afin de pouvoir les valider en pleine connaissance de cause», confirme Simon Alexandre, directeur du Cetic

Une bonne méthodologie est nécessaire, mais pas suffisante: elle ne garantit pas la qualité du produit qu'on ambitionne de réaliser. La démarche doit être holistique. Aussi, le *Cetic* aide les entreprises à identifier tout autant leurs points forts que leurs lacunes en matière de pratiques logicielles; le Centre prône l'application de méthodes, services, produits ou formations disponibles sur le marché ou dans les laboratoires et accompagne les entreprises dans la mise en œuvre de leurs démarches d'amélioration. Ses cibles sont le plus souvent des Pme, voire des Très petites

entreprises (Tpe), proposant des services en informatique ou développant des produits informatiques.

En Europe, rares sont les centres à avoir acquis une position de pointe dans les aspects méthodologiques et technologiques de la qualité des services et des produits logiciels, aussi bien envers les entreprises du secteur informatique que des entreprises utilisatrices des technologies de l'information et de la communication. Le *Cetic* en est. «*Au cœur de nos interventions en la matière se situent deux concepts: d'une*



<http://www.cetic.be>

part, l'évaluation et l'amélioration de processus et, d'autre part, l'évaluation de la qualité des produits, notamment par l'analyse des codes sources», poursuit Simon Alexandre.

Si le centre sert de grands clients comme *Siemens*, *Electrabel* ou l'éditeur belgo-français *Selligent*, il propose aussi son approche d'évaluation et d'amélioration de processus à toute organisation tenant compte de son contexte propre. C'est ainsi qu'une démarche d'aménagement en trois étapes a été mise au point. La première, la «micro-évaluation», permet d'effectuer une analyse critique initiale des pratiques de développement d'une entreprise et de définir un plan d'amélioration générique - ce plan met en évidence les bonnes pratiques déjà existantes ainsi que celles offrant des opportunités d'amélioration. En reproduisant ce type d'évaluation à intervalle régulier, il est possible de mesurer la progression éventuelle du niveau de qualité des pratiques et de mettre en évidence les effets de la démarche d'amélioration.

Détecter les dérives

Ce projet repose sur *Owpl* (*Observatoire wallon des pratiques logicielles*), modèle d'évaluation et d'évolution des processus de production de logiciels adaptés aux petites structures dont l'objectif ultime est de prouver la possibilité d'améliorer sensiblement le niveau de qualité du processus de production des logiciels dans les Pme et Tpe sans pour autant les pénaliser en les noyant de procédures et autres tâches administratives.

Juger la qualité d'un design ou d'un code source est possible. L'industrie dispose aujourd'hui d'un ensemble de mesures ne nécessitant

pas l'exécution du code, celles-ci pouvant être appliquées très tôt dans le cycle de vie pour détecter et corriger les sources de problèmes potentiels.

Pour sa part, l'*Iso* a défini dans sa norme 9 126 un modèle liant les qualités internes d'un logiciel à ses qualités externes, ainsi qu'un ensemble de mesures les capturant. «Si ce modèle indique un lien de causalité entre des caractéristiques internes et des caractéristiques externes d'un produit, il ne permet toutefois pas de les prédire, ni de connaître "bonnes" et "mauvaises" plages de valeurs, nuance Simon Alexandre. C'est pourquoi nos chercheurs travaillent depuis plusieurs années déjà sur l'établissement de modèles mathématiques permettant de prendre des décisions sur base des métriques logicielles.» Un outil est né, *D-Side Dashboard*.

Cet outil fournit une aide à la prise de décision sur base de tableaux de bord conçus pour répondre à des questions précises, telles que: «Suis-je prêt à livrer?», «Sur quelle partie de mon code dois-je surveiller; réécrire?», etc. L'utilisation d'un tel outil peut se faire par les développeurs, les responsables de projet ou les ingénieurs qualités. Puisque chaque acteur doit répondre à des questions différentes, il consulte des tableaux de bord différents.

Aujourd'hui, par exemple, *D-Side Dashboard* est au cœur de *Cockpit Qualité*, première plateforme Web accessible en mode *SaaS* (*Software as a Service*) pour piloter la qualité des projets informatiques *Java/J2EE* et *C#/Net*. Développée et proposée par l'éditeur français *Kalistic*, *Cockpit Qualité* permet de déterminer l'objectif qualité d'un projet, d'y associer des indicateurs précis et de disposer, tout au long du projet, de tableaux de bord pour détecter immédiatement les dérives et agir efficacement pour les corriger. De son côté, le *Cetic* s'appuie sur *Cockpit Qualité* pour ses missions de génie logiciel et d'audit de code et accompagne les entreprises belges dans son utilisation.

Cette reconnaissance internationale résulte notamment de l'implication du *Cetic* dans l'Espace européen de la recherche; le *Cetic* est actuellement partenaire de plusieurs projets européens de recherche collaborative des 6^e et 7^e programme-cadre de R&D. Parmi ces projets, il est responsable de la coordination pour deux de ceux-ci: *GridTrust* (1) et *QUALOSS* (2). Ces deux projets sont d'une importance significative pour le *Cetic* car ils permettent un enrichissement significatif d'un point de vue compétences et services vis-à-vis des entreprises.

Alain de FOOZ
alain.de.fooz@skynet.be

(1) Le projet **GridTrust** a pour objectif de développer les technologies qui permettent de gérer la fiabilité et la sécurité de la Next Generation Grids (NGG).

(2) Le projet **QUALOSS**, consiste à développer un outil de mesure de la résistance et de l'évolution des composants open source (F/OSS).

Cetic

Centre de recherche agréé par la Région wallonne, il bénéficie du soutien du Département des programmes de recherche du Service public wallon (Spw) - DG06 (<http://recherche-technologie.wallonie.be>). (Voir *Athena* n° 238, pp. 291-294).

Opérationnel depuis 2001 sur le site de l'Aéroport à Charleroi, le *Cetic* est une initiative de la Faculté polytechnique de Mons, des Facultés universitaires Notre-Dame de la Paix de Namur et de l'Université catholique de Louvain. Dans le cadre de ses activités de recherche, il s'appuie fortement sur ses relations étroites avec les laboratoires universitaires et a établi des partenariats avec les plus grands centres de recherche européens.

Ses domaines de recherche sont la qualité logicielle d'une part, du point de vue des processus informatiques, en se focalisant sur les petites et moyennes organisations et d'autre part, du point de vue des métriques d'évaluation de la qualité des produits logiciels.

Se vendre sur Internet



Après avoir discuté de la promotion d'un site Web pour une Pme ou une organisation quelconque, nous abordons dans cet article la promotion individuelle. Internet constitue en effet une formidable vitrine permettant à des individus de se faire connaître et surtout de maîtriser leur image

C'est ce qu'on appelle le *Personal Branding*, c'est-à-dire l'autopromotion, dont le but est de fournir l'information la plus correcte - ou celle que l'on souhaite donner - à ceux qui vous cherchent dans un moteur de recherche comme *Google*.

S'il est possible de se bâtir assez facilement et rapidement une réputation sur Internet, il est aussi très facile de la ruiner en quelques minutes à cause d'une intervention malheureuse dans une discussion sur un forum ou en laissant un commentaire excessif sur un blog. L'Internet demande à être manipulé avec prudence et pour cela, il est évidemment essentiel d'en comprendre parfaitement le fonctionnement. C'est le rôle que nous avons fixé à ces articles.

L'identité numérique

Certains adoptent l'adage «*pour vivre heureux, vivons cachés*». Dans ce cas, leur nom n'apparaît pas sur Internet et le problème ne se pose pas. Mais si vous exercez une activité professionnelle et que vous utilisez régulièrement Internet, essayez de taper votre prénom et votre nom - le tout entre guillemets pour éviter le «bruit» - dans *Google* pour voir ce que ce moteur de recherche trouve comme information vous concernant. Le résultat est parfois déconcertant, mais il n'est jamais le fruit du hasard. Ce qui se dit de vous constitue ce qu'on appelle l'identité numérique qui se compose de toutes les traces que vous déposez sans même parfois vous en douter au gré de votre utilisation du réseau: achat de nom de domaine, commentaires de billets sur des blogs, intervention sur des forums, documents citant votre participation à une réunion d'association, composition d'un conseil d'administration dont vous êtes membre, ancien *curriculum vitae* oublié, signature de billets dans votre blog, profil sur *Facebook* ou un autre réseau social, etc.

Il y a quelques mois, dans un article consacré à la gestion de l'identité numérique (voir *Athena* n° 234, pp. 79-82), nous avons identifié quelques autres éléments constitutifs de notre image:

→ nos coordonnées, c'est-à-dire tous les moyens numériques qui permettent de nous contacter: adresse électronique, messagerie instantanée, numéro de téléphone fixe et portable. Ces coordonnées permettent également notre identification, par exemple par le biais des *Html vCard* ou *hCard* (voir <http://fr.wikipedia.org/wiki/HCard>).

Comment trouver l'identité du propriétaire d'un nom de domaine ?

Il est très facile de trouver l'identité du propriétaire d'un nom de domaine en utilisant un des nombreux sites créés à cet effet. Un des plus pratiques est *DomainSearch* (<http://www.domainsearch.com/>).

Trois étapes:

- dans le champ à gauche - où est écrit «*domain*» -, entrez le nom de domaine dont vous souhaitez connaître le propriétaire, par exemple *Brainsfeed*;
- dans le menu déroulant, choisissez le domaine. Dans ce cas-ci: *com - Commercial*;
- cliquez sur le bouton *Search*.

Après avoir effectué sa recherche, *DomainSearch* vous annonce que *Brainsfeed.com* est enregistré. Il suffit alors de cliquer sur le «*i*» (information) pour recevoir un document fournissant l'identité du détenteur du nom, son adresse, son numéro de téléphone, la date de premier enregistrement du nom et la date d'échéance. Notez que le détail des informations peut varier d'un nom à l'autre.

→ Notre adresse IP (adresse unique d'un ordinateur connecté à Internet) permet notre géolocalisation. Notre adresse IP est une des informations que nous «laissions» sur les pages Web que nous visitons. Pour voir comment l'adresse IP de votre fournisseur d'accès permet sa localisation, allez sur le site (<http://www.ip-adress.com/>). Sans lui fournir le moindre renseignement, simplement en visitant ce site, il vous montre où se trouve votre fournisseur d'accès.

→ Achats effectués chez *Amazon* ou *eBay* avec des systèmes de paiement en ligne comme *Paypal* ou *Google Checkout*.

→ Articles que nous écrivons sur des encyclopédies en ligne comme *Wikipedia* (<http://fr.wikipedia.org/>) ou en répondant à des questions posées sur des sites comme *Yahoo! Answers* (<http://answers.yahoo.com/>).

→ Réseaux sociaux sur lesquels nous diffusons des informations nous concernant, comme par exemple *LinkedIn* (<http://www.linkedin.com/>) ou *Xing* (<http://www.xing.com/>).

→ Des jeux en ligne comme *World of Warcraft* (<http://www.worldofwarcraft.com/>) ou des univers virtuels que nous fréquentons comme *Second-Life* (<http://secondlife.com/>).

→ De ce que nous écrivons dans des forums de discussions comme *Yahoo! Groups* (<http://groups.yahoo.com/>). Toutes ces traces finissent par donner une image plus ou moins précise de ce que vous êtes. Mais bien entendu, cette image n'est pas nécessairement conforme à celle que vous souhaitez donner.

Il y a ce que vous avez écrit, mais aussi ce que les autres disent de vous. Et ceci est évidemment beaucoup plus difficile à contrôler. La gestion des rumeurs est un des problèmes auxquels les entreprises, plus que les individus, risquent d'être confrontées, et cela s'apprend. Des études récentes montrent que 70% des employeurs et des recruteurs utilisent régulièrement Internet pour savoir ce qui se dit d'un candidat. Les Américains ont même inventé l'expression «*googler* quelqu'un» pour désigner cette pratique.

Ce qu'est la promotion

Dans le monde du marketing, on distingue habituellement deux versants à la promotion:

→ *Above the line* littéralement «au-dessus de la ligne»: promotion dans les médias (télévision, radio, journaux, Internet, téléphones mobiles). L'annonceur y paie sa présence soit directement, soit en passant par une agence de publicité.

→ *Below the line* «en-dessous de la ligne»: regroupe tous les autres moyens de promotion. Leur caractéristique générale est d'être suffisamment subtile pour que le consommateur ne soit pas conscient qu'il s'agit de publicité. On trouve dans cette catégorie le *sponsoring*, les relations publiques, les salons, les publi-reportages, etc. C'est ici aussi que se situe la promotion personnelle.

Rien dans les mains, peu dans les poches

La place au soleil est désormais accessible à l'individu isolé. Nous avons déjà montré à plusieurs reprises les formidables outils de communication que met à notre disposition la révolution du *Web 2.0*. Grâce à eux, l'excuse de l'incompétence technique ne tient plus puisqu'ils se gèrent tous à partir du navigateur *Web*. En quelques clics de souris, un blog est prêt à fonctionner et un bureau virtuel (*Google* par exemple) est opérationnel.

Pour se lancer, il faut:

- Une connexion Internet (environ 30 euros par mois).
- Acheter un nom de domaine (entre 7 et 15 euros par an).
- Un ordinateur, si possible portable (à partir de 600 euros, soit 150 euros par an environ).
- Un blog (gratuit).
- Un bureau virtuel (gratuit) pour gérer son courrier électronique, son agenda et ses documents.
- Un téléphone portable (à partir de 45 euros) et un abonnement (attention !) pour recevoir ses appels.
- Des cartes de visite (une centaine d'euros).
- Un carnet de notes et un stylo (5 euros).

Comme on le voit, l'investissement nécessaire est plus que raisonnable pour avoir l'ensemble des internautes à portée d'idées.

Se faire connaître et reconnaître

→ Ne confondez jamais vos dons (je suis doué pour la vulgarisation), vos passions (je suis passionné par la créativité et l'innovation) et les missions que vous vous êtes fixées (j'aimerais donner aux autres l'envie d'entreprendre et pouvoir les aider à se lancer). Ces trois éléments se superposent rarement. Mais s'ils se superposent, même en partie, vous n'aurez pas beaucoup de mal à vous faire connaître car vous parlerez bien de ce qui vous passionne tout en aidant les autres à évoluer.

→ N'oubliez jamais que le marketing consiste d'abord à demander à quelqu'un de vous accorder son précieux temps et son attention. Il est donc indispensable de «valoir la peine» en proposant quelque chose d'original et surtout de valeur. Votre message doit être court et intéressant. Si vous aidez les gens à apprendre quelque chose,



s'ils se sentent plus intelligents après vous avoir lu ou écouté, ils vous accorderont leur attention. Si vous les ennuyez, ils partiront.

→ Trouvez l'accroche. Quelle est votre valeur ajoutée ? En quoi le fait de travailler avec vous est-il un avantage ? Qu'apportez-vous d'innovant ou d'original ? Pour bien réussir en tant qu'individu, il faut se spécialiser, identifier ce que les autres ne font pas ou font moins bien. Beaucoup de gens pensent qu'en se spécialisant ils risquent de perdre des clients potentiels. C'est une erreur: plus on est pointu, plus on a de chances d'être reconnu. Les responsables marketing parleraient de niche de marché.

→ Trouvez votre slogan. Quels sont les trois ou quatre mots qui caractérisent ce que vous faites ? Essayez d'en faire une phrase.

→ Créez votre discours de l'ascenseur et mémorisez-le comme un mantra. On appelle «discours de l'ascenseur» une courte histoire qui permet en une minute (le temps d'un voyage en ascenseur) de se présenter et de dire ce qu'on fait. Ce discours doit être à la fois complet, synthétique et facile à mémoriser par votre interlocuteur. Il faut souvent plusieurs semaines, voire plusieurs mois pour trouver la bonne formule. Travaillez votre discours et adaptez-le régulièrement. Testez-le sur des gens qui ne connaissent rien à vos activités, puis demandez-leur ce qu'ils ont compris et retenu.

→ Demandez-vous ce que vous aimeriez que vos interlocuteurs retiennent de vous après vous avoir lu ou parlé, puis ce qu'il devrait avoir retenu trois mois plus tard. Et adaptez votre communication en ce sens.

→ Sortez de chez vous ! Assistez à des réunions (les Chambres de Commerce et les associations professionnelles en organisent fréquemment), rencontrez les gens, invitez-les éventuellement à partager un déjeuner. N'oubliez pas que vous pouvez tout gérer à partir d'un clavier d'ordinateur. Aucune affaire importante ne se conclura jamais à distance, par e-mail ou à travers un site Web. Favorisez toujours la relation humaine dans les affaires, ce que les Américains appellent le *face-to-face*.



→ Ayez toujours sous la main vos cartes de visite portant clairement votre slogan ainsi que tout ce qui permettra à votre interlocuteur de voir qui vous êtes: votre identifiant dans les réseaux sociaux (*LinkedIn* par exemple) et l'adresse de votre blog. Ne bricolez pas vos cartes de visite et veillez à ce qu'elles aient un aspect professionnel car elles seront le seul lien entre votre interlocuteur et vous.

→ Recherchez la reconnaissance de vos pairs. Identifiez des sources d'informations (des blogs par exemple) de qualité et parlez-en, citez les articles des experts. Ils vous renverront inévitablement l'ascenseur.

→ Essayez toujours de bâtir des relations durables avec vos contacts. Et surtout, n'essayez pas de monétiser systématiquement toutes vos actions. Pour exister sur Internet, il faut accepter l'idée du bénéfice différé: je donne d'abord et je recevrai (peut-être) après. Proposez par exemple sur votre blog de télécharger (gratuitement, bien sûr) un document original avec une sélection de liens utiles, ou un article, ou une étude sur un thème d'actualité.

Prenez la parole ou le stylo chaque fois à chaque occasion: réunion, colloque, etc. Présentez-vous avant de prendre la parole. Proposez vos services pour rédiger un article dans une revue ou un journal, même local. Bref, multipliez votre présence par tous les médias possibles: Internet, conférences, presse...

C'est le contenu de votre message qui importe, pas le nombre d'envois. Surtout, ne pratiquez jamais l'envoi de messages non-sollicités (spam) qui vous attireraient inévitablement des problèmes pouvant aller de l'opprobre des membres de la communauté aux sanctions pénales. Certains individus ou entreprises s'imaginent encore qu'elles convaincront de leurs qualités en matraquant et en multipliant leur propagande. Grossière erreur !

Surfez sur la vague ! Mettez en place un petit système de veille (par exemple avec quelques fils RSS et un bon agrégateur comme *BlogLines* - <http://www.bloglines.com/>). Nous avons consacré un article à la méthode (*voir Athena n° 236 pp. 187-190*).

Cette veille vous permettra d'identifier rapidement les tendances, les sujets qui intéressent les gens. Vous pourrez ainsi adapter votre contenu et même, le cas échéant, votre slogan et votre discours de l'ascenseur en conséquence.

Profitez de la crise ! Scrutez attentivement la moindre modification dans votre environnement. Une entreprise fait faillite ? Dommage pour elle, mais sa disparition ne crée-t-elle pas un nouvel espace de liberté pour vos services ou produits ? Ceci semblera sans doute paradoxal aux yeux de certains lecteurs, mais la crise économique actuelle génère d'innombrables opportunités pour les individus et les petites entreprises qui savent faire preuve de souplesse et d'imagination. Plutôt que de se lamenter sur ce qui disparaît, on peut aussi observer les failles qui se créent pour de nouveaux services.

Même bien menée, une campagne de promotion demande du temps et de l'énergie. Mais soyez persévérants: si vous avez choisi de vous faire connaître à travers un blog, veillez à publier régulièrement et à qualité constante.

Il vous faudra donc transformer un projet d'autopromotion en un art de vivre. Prenez des habitudes de travail adaptées. Mettez en place des procédures légères: consacrez par exemple une heure par jour à étudier votre environnement, notez toujours au même endroit les idées qui vous viennent ou les phrases qui vous frappent, écrivez régulièrement des billets sur votre blog ou des commentaires sur d'autres blogs, etc.

Un des problèmes du *Personal Branding* est que non seulement le processus est long, mais aussi que les progrès sont difficilement quantifiables. Il existe donc un risque réel de lassitude. C'est pourquoi il est important de se fixer des buts quotidiens. Tout cela est formidablement simplifié si on adopte la cartographie mentale (*mind mapping*). On peut aussi s'orienter vers des outils gratuits comme *xMind* (<http://www.xmind.net/>), *FreeMind* (<http://freemind.sourceforge.net/>), *MindMeister* (<http://www.mindmeister.com/>), certes moins performants pour l'exportation des documents, mais très satisfaisants pour la gestion de la promotion individuelle telle que décrite ici.

Le phénomène Facebook

Le *Personal Branding* doit être maîtrisé, et pour cela il est recommandé d'utiliser uniquement des outils sérieux. Beaucoup de jeunes utilisent *Facebook* pour partager des photos et dialoguer avec leurs amis. Savent-ils que cette magnifique application n'est pas sans danger? Il y a quelques semaines, *France 2* a consacré un reportage au phénomène *Facebook* dans son émission *Envoyé spécial*. Si vous avez raté l'émission, vous pouvez la voir sur le site *DailyMotion*. Elle est en deux parties, accessibles aux adresses suivantes <http://tinyurl.com/a7uxxy> et <http://tinyurl.com/a5fp2n>

Voici, synthétisé en quelques points, ce qui ressort de cette enquête:

- *Facebook* fait tout pour vous garder le plus longtemps possible.
- Il y a plus d'informations (plus précises) dans les ordinateurs de *Facebook* que dans ceux de la *CIA*.
- Les hommes politiques, comme d'autres acteurs, voient en *Facebook* un outil extraordinaire pour façonner l'opinion.



- La valeur future de *Facebook*, c'est la base de données qu'il est occupé à construire. Rappelons quand même que ce qui est gratuit sur Internet ne l'est évidemment pas réellement. La gratuité a toujours un prix, par exemple la fourniture de données personnelles plus ou moins complètes.

- *Facebook* garde tout, et essaie de ne se défaire de rien.

- *Facebook* permet à tous vos amis de tout savoir sur vous (et *Facebook* se souviendra de tout).

- Les usurpations d'identité, comme les fausses identités, sont monnaie courante sur *Facebook*.

- C'est la société *Facebook* qui décide de l'utilisation de la base de données *Facebook*.

- *Facebook* travaille dans son propre intérêt, certainement pas dans celui des utilisateurs inscrits.

Le créateur de *Facebook*, Mark Zuckerberg (24 ans), à l'allure d'adolescent, est un redoutable entrepreneur, à la tête d'une entreprise de 700 personnes, créée en février 2004. *Facebook* rassemble actuellement plus de 140 millions de membres.

Facebook a été créé à Harvard: il est à l'origine le réseau social fermé des étudiants de cette université avant de devenir accessible aux autres universités américaines. Le site est ouvert à tous depuis septembre 2006.

D'après le classement *Forbes 2008* des plus grosses fortunes de la planète, celle de Mark Zuckerberg est estimée à 1,5 milliard de dollars. Il détient à 24 ans le titre de plus jeune milliardaire de la planète. On voit que *Facebook* est tout sauf une œuvre de bienfaisance.

Après avoir dressé une liste, certes incomplète, des différentes manières de se faire connaître sur Internet, nous consacrerons le troisième volet de cette série à la récapitulation des différents sites et «endroits» virtuels où il est possible pour un individu de se faire connaître. Mais surtout, prenons l'habitude de voir aussi Internet comme une vitrine et pas seulement comme une source d'informations.

Christian VANDEN BERGHEN
cvb@brainsfeed.com
<http://www.brainsfeed.com/>

Une si riche histoire

Une fois n'est pas coutume : nous consacrerons cette rubrique non à la publication d'un article scientifique mais à un ouvrage de synthèse, historique qui plus est. Mais il nous semblait important de saluer le travail de Jean Baudet et aussi de s'attarder quelque peu sur l'importance de l'histoire récente de la physique, de voir comment les recherches du passé ont débouché sur les grands travaux d'aujourd'hui

Avec son dernier ouvrage, *Expliquer l'Univers*, Jean Baudet arrive au terme de sa monumentale histoire des sciences et des techniques. Cette vaste fresque se termine par l'histoire de la physique de 1900 à nos jours.

Davantage que dans ses autres ouvrages, l'auteur prend soin de mettre son lecteur en garde. «*Dans l'état actuel de la science, toutes les disciplines scientifiques dépendent de la physique*», prévient-il d'emblée. L'importance de la physique est donc considérable... mais cette science est devenue très complexe. Dans un précédent ouvrage *Penser le monde*, (voir *Athena* n° 224, p. 93), Jean Baudet avait déroulé l'histoire de la physique jusqu'à l'orée du siècle précédent.

Tournant du siècle, tournant de la physique

Les principes qui y étaient expliqués, depuis les ébauches d'Aristote et Archimède jusqu'aux travaux de Hertz ou de Maxwell, sont compréhensibles par quiconque veut s'en donner la peine ou se souvient de ses cours de l'enseignement secondaire. Ce n'est plus le cas aujourd'hui et la complexité n'a fait que croître, à vive allure.

Les textes d'Einstein, et bien d'autres d'avant la Seconde Guerre mondiale, sont accessibles à ceux qui ont fréquenté les facultés de sciences ou de sciences appliquées. Après, les publications ne sont accessibles qu'à quelques scientifiques hyperspécialisés. «*Cela pose le problème d'ailleurs crucial du rapport entre science et société*», ne manque pas de souligner l'auteur.

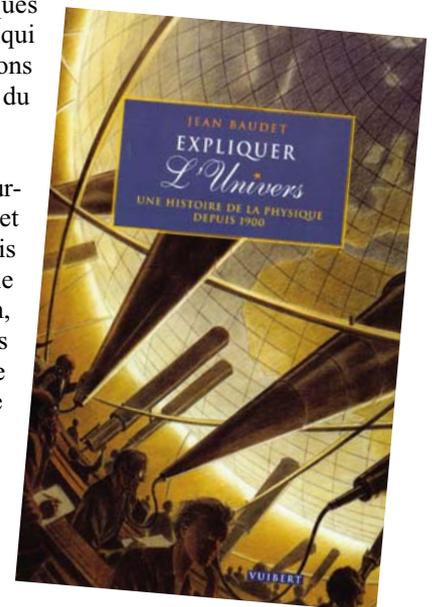
L'ouvrage reflète cette complexité croissante puisque l'essentiel porte sur la première moitié du XX^e siècle, bien moins sur les 50 dernières années. Une différence due aussi à une difficulté

que rencontrent tous les historiens: dans la débauche de publications scientifiques actuelles, comment déterminer celles qui influenceront l'histoire ? Les publications d'Einstein, faut-il le rappeler, ont mis du temps à s'imposer !

Mais qu'en est-il de la physique au tournant du siècle précédent ? Jean Baudet débute son histoire non en 1900, mais bien en 1895. Toute césure dans une chronologie est sujette à discussion, mais 1895 peut avancer des arguments pour revendiquer le titre de «date pivot». Même si 1905 en a peut-être encore davantage à opposer: n'est-ce pas à cette date que les 4 plus célèbres articles d'Einstein ont été publiés, eux qui allaient fonder ce que l'auteur appelle la physique «moderne», par opposition à la physique «classique» ?

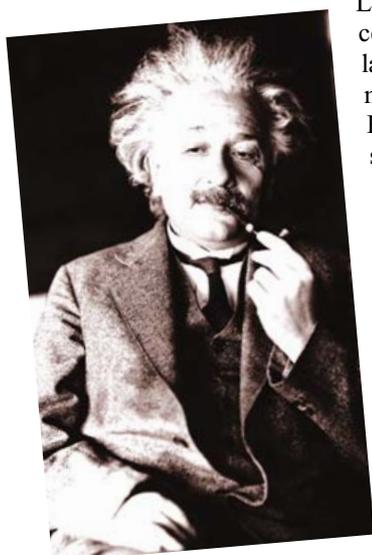
Avant cela, la physique a évidemment connu de grands progrès et le XIX^e a été très fécond. Nous entendons par là que l'unification des lois physiques, le Graal de la physique, a considérablement progressé: la thermodynamique a été englobée par la mécanique et l'optique par l'électromagnétisme comme avant cela, phénomènes magnétiques et électriques avaient été liés. Autrement dit, la physique d'alors repose sur deux piliers, l'électromagnétisme et la mécanique. Le grand débat qui anime les physiciens de l'époque est donc de savoir si la réalité ultime de l'Univers est basée sur les atomes (c'est-à-dire les mouvements, donc la mécanique) ou sur les champs et les forces (c'est-à-dire l'électromagnétisme).

Antagonisme vif entre la matière, le mouvement d'une part et l'onde, le champ de force d'autre part. Entre, finalement, les corpuscules et les ondes !



*Jean Baudet,
Expliquer
l'Univers.
Une histoire
de la physique
depuis 1900.
Paris, Vuibert,
424 pages.*

C'est dans cette perspective que Jean Baudet fait débiter le second volume de son histoire de la physique en 1895 et non en 1900. C'est à ce moment, en effet, que Jean Perrin démontre le caractère corpusculaire des rayons cathodiques et qu'apparaît donc l'idée de corps électrisé en mouvement. Et c'est cette année-là aussi que la main de Bertha, l'épouse du physicien allemand Wilhelm Röntgen, devient la main la plus célèbre de l'humanité: elle est en effet la première partie du corps humain dont le squelette a été photographié grâce à la découverte de son mari, les fameux rayons X !



Albert Einstein, (1879-1955), figure de proue de la physique du XX^e siècle.

L'article scientifique qui rend compte de cette découverte est publié le 28 décembre; la nouvelle s'étale à la une des journaux du monde entier quelques jours plus tard. Heureuse époque où la presse pouvait s'emparer d'une découverte fondamentale de la physique et en percevoir immédiatement tout l'intérêt. Ce sera sans doute l'une des dernières fois. Deux découvertes majeures donc en cette année 1895 et toujours cette dualité: ondes ou corpuscules ?

La nature des rayons continue à être étudiée. Grâce aux expériences de Thomson, on verra vite qu'il s'agit là d'électrons et on en déterminera la masse. Parallèlement, Becquerel puis les Curie entrent en scène: certains minerais émettent des rayonnements ionisants ! La radioactivité était découverte. Petit à petit se mettent ainsi en place tous les éléments qui vont permettre à un homme d'en faire la synthèse.

Ondes et corpuscules à la fois

Cet homme, c'est évidemment Albert Einstein, sans conteste le génie de la physique du siècle dernier. En quatre articles, tous publiés en 1905, Einstein va faire basculer la physique. Tout d'abord, il tranche le vieux débat entre ondes et corpuscules: la lumière est certes une onde, mais elle est aussi constituée de paquets d'énergie ou quanta. Cette dualité onde-corpuscule de la lumière sera admise au fil du temps et des vérifications expérimentales, comme le sera la même dualité pour la matière. Ainsi donc, le vieil antagonisme n'a plus lieu d'être. La physique quantique est née à ce moment, une physique qui ne donne plus des certitudes, mais seulement des probabilités.

L'autre grand apport d'Einstein est évidemment la relativité. Ou plutôt les relativités, la restreinte de 1905, la générale de 1915. La première complète les lois de Galilée et Newton, les étendant en quelque sorte à ces cas bien par-

ticuliers où l'on approche de la vitesse de la lumière. Laquelle devient un absolu alors que les mesures de temps et de longueur que l'on croyait absolues deviennent relatives ! La seconde fait entrer la gravitation dans le cadre de la relativité et nous plonge ainsi dans un espace-temps courbe. Univers étrange (à nos yeux «newtoniens») où le temps s'écoule moins vite là où la gravité est la plus forte. Mais l'année faste de 1905 nous vaut aussi l'équation la plus célèbre de la physique: $E=mc^2$, qui exprime l'équivalence entre énergie et masse. Sa démonstration expérimentale viendra en 1945...

Encore deux piliers !

Le siècle commence donc avec l'apparition de deux théories, deux nouveaux piliers: relativité et mécanique quantique. Encore deux piliers... toujours irréconciliables aujourd'hui ! Faut-il en conclure que la physique a fait du surplace pendant un siècle ? Certes non et l'ouvrage de Jean Baudet le montre.

C'est sans doute dans la connaissance de l'atome, jusqu'à ses composants les plus ultimes, que les progrès les plus importants sont à signaler. Depuis le modèle de Rutherford de 1911 (une des plus belles pages de la physique selon l'auteur !) jusqu'au modèle standard d'aujourd'hui, moins d'un siècle se sera écoulé. Mais pour arriver à ce stade, les physiciens seront passés de l'expérimentation «manuelle» d'un seul homme ou d'une petite équipe au fond d'un laboratoire à la construction de machines aussi imposantes que le *LHC (Large Hadron Collider)* ou grand collisionneur de hadron).

Un même progrès (et une même «démésure» dans les dispositifs expérimentaux) est à signaler dans l'étude de l'Univers entier cette fois et non plus de ses constituants les plus petits. Les modèles se succèdent alors que les moyens d'observation se complexifient et se spécialisent: lunettes, radiotélescopes, satellites... Pour déboucher sur une inconnue de taille: que sont cette matière et cette énergie noires qui semblent constituer l'essentiel de notre Univers ?

Jean Baudet termine son livre, et l'ensemble de son histoire des sciences, par - forcément - des interrogations. Car la physique d'aujourd'hui est la même que celle des tout débuts; elle a le même objet: expliquer tout, c'est-à-dire mettre en équations. Un seul système d'équations, celui qui permettra de décrire tous les phénomènes observés ou à observer !

Henri DUPUIS
Dupuis.h@belgacom.net

Hiper, le cousin d'Iter

Un nouveau réacteur expérimental de fusion thermonucléaire contrôlée sera sans doute construit en Europe d'ici quelques années. Après Iter, dont le chantier s'est ouvert l'an dernier à Cadarache, dans le Var (France), son cousin Hiper devrait naître dans le courant de la prochaine décennie. Sa localisation n'est pas encore fixée mais il y a une bonne probabilité qu'il soit édifié au Royaume-Uni, plus précisément à Chilton, dans l'Oxfordshire, près du Rutherford Appleton Laboratory qui pilote le projet. Les deux machines exploreront chacune une filière différente de la fusion, qui offre à l'humanité la perspective d'une énergie sûre et virtuellement illimitée

Pour Hiper comme pour Iter, le résultat recherché au final est d'imiter le Soleil en produisant de l'énergie par la fusion forcée des deux isotopes de l'hydrogène, le deutérium (D) et le tritium (T). Le deutérium est extrait de l'eau de mer et le tritium est produit au départ du lithium, un métal léger relativement abondant dans la croûte terrestre. Décrite par la théorie depuis plus de 60 ans, la fusion D-T produit de l'hélium en éjectant un neutron et en libérant une énergie fantastique (voir *Athena* n° 237, pp. 244-245). Pour obtenir cette réaction, il faut chauffer le mélange D-T à une température suffisante, pendant un temps minimum et sous une densité donnée.

Une réaction instantanée

Le projet historiquement et technologiquement le plus avancé, Iter (*International Thermonuclear Experimental Reactor*) vise à contrôler la fusion par confinement magnétique. Le mélange D-T, un gaz ionisé que l'on appelle plasma, tourne dans un tore (un dispositif en forme de pneu) où il est chauffé et confiné à distance des parois intérieures par de puissants champs magnétiques. Le but est d'atteindre le seuil d'ignition, où la réaction de fusion s'entretiendra d'elle-même et sera exploitée pour chauffer de l'eau et produire de l'électricité, comme dans les centrales à combustible classique ou à fission.

Le projet Hiper (*European High Power Laser Energy Research Facility*) permettra de pousser les recherches dans la filière de la fusion à confinement inertiel. Ici, le plasma D-T est conditionné en minuscules capsules sphériques d'environ 1 mm de diamètre qui seront soumises, au centre d'une vaste sphère, à un double

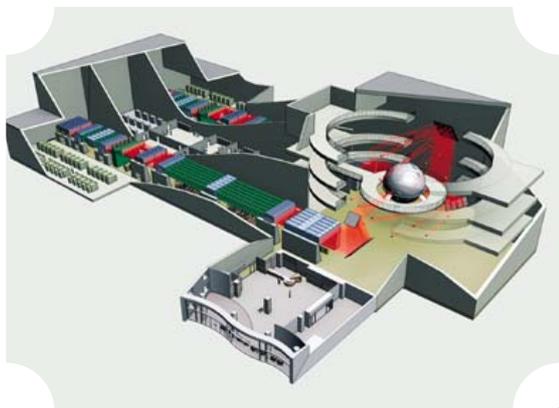


dispositif concentrique de canons laser. La première impulsion laser, de l'ordre d'une nanoseconde (un milliardième de seconde), provoquera la compression du mélange D-T qui sera porté à une densité infiniment supérieure à celle de la matière solide. Le second flux laser, d'une puissance phénoménale mais d'une durée infime, de l'ordre de la picoseconde (un millième de milliardième de seconde) allumera la réaction de fusion. La chaleur dégagée par cette ignition sera évacuée par les parois de la chambre sphérique et exploitée pour générer du courant électrique.

Pour que cette technologie puisse être effectivement mise en œuvre commercialement, il faut relever plusieurs défis technologiques. Le plus important sera sans doute de parvenir à obtenir des dispositifs lasers capables de délivrer entre 5 et 10 impulsions par seconde, alors que le meilleur rythme atteint actuellement est de... 3 impulsions par jour ! Cela peut paraître insurmontable mais des défis d'une ampleur similaire ont été relevés dans la filière de la fusion à confinement magnétique.

Le professeur Mike Dunne, chef du projet Hiper, est un ténor de la science du photon. Selon lui, «les bénéfices de l'énergie de fusion ne seront jamais assez soulignés dans une situation où le changement climatique, la pollution, la sécurité d'approvisionnement et la demande croissante d'énergie représentent les principaux défis auxquels est confrontée l'humanité.» (Photo Hiper).

Avant qu'*Hiper* entre en service, des progrès substantiels sont attendus de trois autres machines expérimentales, une américaine et deux françaises. L'américaine *Nif* (*National Ignition Facility*) est presque terminée et devrait commencer à fonctionner en 2010 à Livermore, en Californie. C'est un réacteur à fusion inertielle où des capsules de D-T seront «allumées» par 192 faisceaux lasers au sein d'une chambre sphérique de 10 mètres de diamètre. À noter que cette impressionnante machine, d'un coût estimé à 700 millions de dollars lors de sa conception, en 1990, pourrait approcher les 6 milliards de dollars, une facture comparable à celle d'*Iter*.



S'il est mené à bon port, Hiper ressemblera à ce dessin.

La chambre d'ignition est dans la partie droite, la plus élevée du bâtiment; les éléments allongés, les plus abondants, sont les dispositifs optiques des lasers. (Doc. Hiper).

Une des deux installations françaises est équivalente à la *Nif*: c'est le *Laser Mégajoule (Lmj)*. Construit et géré par le *Commissariat français à l'énergie atomique (Cea)* en tant qu'application militaire, le *Lmj* est équipé de 140 lasers dirigés sur une cible D-T. Il devrait entrer en fonction en 2011. L'autre machine française, installée sur le même site du *Cea*, au village du Barp, près de Bordeaux, porte le joli nom de *Petal (PETawatt Aquitaine Laser)*.

Une physique des extrêmes

Le terme «petawatt» traduit une puissance de mille milliards de kilowatts, une intensité d'impulsion laser phénoménale mais limitée, il est vrai, à une durée d'une picoseconde. Et une picoseconde, c'est vraiment minuscule, puisqu'il y a autant de picosecondes dans une seconde que de secondes dans 32 000 ans. Cette machine française est essentiellement destinée à progresser dans le domaine des lasers de pointe, dans la perspective du projet *Hiper*. *Petal* n'alignera que 9 lasers, du même type que ceux du *Lmj*, mais ils délivreront des impulsions beaucoup plus intenses tout en étant beaucoup plus courtes.

La cérémonie protocolaire de lancement du projet *Hiper* a eu lieu au *British Museum*, le 6 octobre dernier. L'accord de coopération signé à cette occasion implique de nombreux partenaires, européens et extra-européens (1). La construction d'*Hiper* coûtera, selon les estimations actuelles, 600 millions de livres sterling (environ 750 millions d'euros, soit environ 6 fois moins qu'*Iter*, mais l'exemple californien incite à prendre ces prévisions avec des pincettes). Ses concepteurs pensent qu'il devrait commencer de fonctionner en 2020 et prouver, au bout du processus expérimental, la faisabilité d'un réacteur de démonstration exploitant la fusion thermonucléaire à confinement inertielle. À la différence d'*Iter*, où la montée en puissance est progressive, *Hiper* produirait des réactions de fusion instantanées, comme elles ont lieu au cœur du Soleil.

Le cousin et concurrent d'*Iter* aura probablement, s'il est construit, une vingtaine d'années de retard sur ce dernier, parce que la fusion par laser, initiée il y a une quarantaine d'années par le Pentagone, a été longtemps couverte par le secret militaire. Même si cette filière ne devait jamais rattraper son retard sur la fusion à confinement magnétique, elle vaut la peine d'être explorée, parce que les ingénieurs et les physiciens y rencontreront des conditions extrêmes. Des températures de plusieurs centaines de millions de degrés, beaucoup plus chaudes que le cœur du Soleil. Des champs magnétiques un milliard de fois plus intenses que celui de la Terre. Des pressions de plusieurs milliards d'atmosphères, telles qu'elles doivent être dans les supernovæ, ces étoiles géantes qui explosent en fin de vie pour donner naissance à des trous noirs. Et peut-être des interactions encore inconnues entre la matière et la lumière, telles qu'il en a pu se produire au commencement de l'espace et du temps. *Hiper* sera donc aussi et peut-être surtout un outil de recherche fondamentale.

Jean-Luc LÉONARD
jl.leonard@skynet.be

(1) Le projet *Hiper* est piloté par une équipe scientifique du Rutherford Appleton Laboratory, le plus grand laboratoire de physique du Royaume-Uni. Pas moins de 25 institutions de 10 pays y collaborent à des degrés divers. Six États sont des partenaires directs (Royaume-Uni, France, Italie, Espagne, Grèce, République tchèque), de même que deux pouvoirs régionaux (la région française d'Aquitaine et la Communauté autonome de Madrid). Les autres pays impliqués sont la Russie, l'Allemagne, la Pologne et le Portugal et, hors d'Europe, les États-Unis, la Chine, le Japon, la Corée du Sud et le Canada.

Adresses utiles

Pour des renseignements complémentaires sur les projets *Hiper*, *Nif*, *Petal* et *Lmj*, voir les sites suivants - les deux premiers en anglais, les deux autres en français:

- <http://www.hiper-laser.org>
 - <https://lasers.llnl.gov/>
 - <http://petal.aquitaine.fr>
 - <http://www-lmj.cea.fr/html/cea.htm>
- Et, pour rappel, • <http://www.iter.org>

Le sauvetage d'un satellite

Le satellite Soho (Solar and Heliospheric Observatory) a été lancé il y a un peu plus de 13 ans, le 2 décembre 1995. Sa mission initiale était d'observer pendant deux ans le fonctionnement de notre étoile. Il l'a accomplie au-delà de toutes les espérances, puisqu'il a pu en fin de compte suivre un cycle complet du Soleil et qu'il est toujours en service aujourd'hui. Et pourtant, sa brillante carrière a failli s'arrêter prématurément en juin 1998. Voici l'histoire d'un sauvetage qui reste comme une des grandes prouesses de l'aventure spatiale

Jusqu'alors, *Soho* avait connu une mission sans anicroche. Son poste d'observation, à 1,5 million de km de la Terre, est l'un des points où s'équilibrent l'attraction du Soleil et celle de la Terre. Le point de Lagrange 1 a été appelé ainsi en souvenir du comte Joseph-Louis de Lagrange, le géomètre français qui avait défini ces points d'équilibre au XVIII^e siècle. Au début de l'été 1998, en deux bonnes années d'observation, le satellite avait déjà amassé une solide récolte d'informations sur le fonctionnement de notre étoile. Grâce à lui, les astrophysiciens commençaient à détecter les signes annonciateurs des sautes d'humeur du Soleil.

Soho ne répond plus

Le 25 juin 98, une opération routinière de maintenance, télécommandée depuis le *Goddard Spaceflight Center* de la *Nasa* à Greenbelt (Maryland) tourne à la catastrophe. Après l'envoi d'un petit programme informatique, *Soho* ne répond plus. Plusieurs semaines durant, les spécialistes de la *Nasa* et de l'*Esa*, co-propriétaires du satellite, tentent de reprendre contact avec *Soho*. Les ingénieurs de l'*Agence spatiale européenne* ne perdent pas espoir. Ils se rappellent qu'en 1991, ils ont pu récupérer *Olympus* - à l'époque le plus grand satellite européen de communication - perdu dans des circonstances similaires.

Entre-temps, une commission d'enquête conjointe *Esa-Nasa* a décelé le pourquoi de l'accident. Une erreur informatique s'était glissée dans deux des séquences de commande préprogrammée des gyroscopes du satellite. Une troisième erreur de pilotage commise le 25 juin a créé l'anarchie dans le mode de «*réacquisition du Soleil en cas d'urgence*», une procédure automatique de mise en sécurité du satellite.

Rapidement, les experts acquièrent la conviction que *Soho*, désorienté par les instructions perturbées, est probablement en train de tourner sur lui-même, avec ses panneaux solaires exposés par la tranche aux rayons du Soleil. Privé d'énergie, il ne peut donc plus répondre aux appels désespérés de la Terre. Comment obtenir des renseignements sur sa situation exacte ?

Une idée audacieuse est lancée par un groupe d'astronomes américains. L'idée est de se servir du radiotélescope de 305 mètres d'Arecibo, à Porto-Rico (le plus grand radiotélescope fixe du monde à cette époque) comme d'un émetteur radar, pointé vers le coin du ciel où est censé se trouver le satellite naufragé. Si le balayage radar touche l'engin, son écho sera détecté par l'antenne parabolique du *DSN* (*Deep Space Network*, le réseau pour l'espace lointain de la *Nasa*), à Goldstone, en Californie, cette antenne faisant office de récepteur.

Et ce système radar improvisé fonctionne à merveille. Le 23 juillet, quatre semaines exactement après sa disparition, l'écho de *Soho* est capté par l'antenne de Goldstone, qui peut même le suivre pendant plus d'une heure.

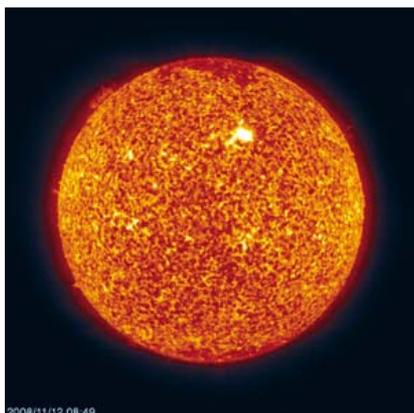
Une question d'angle

Ouf ! l'observatoire solaire est bien à l'endroit calculé par les experts et tourne effectivement sur lui-même selon un axe fixe, à raison d'une rotation par minute environ. Comme prédit, ses



*Le satellite Soho.
(Photo Alex Lutkus).*

Cette photo récente du Soleil a été prise par un des douze instruments embarqués à bord de Soho, l'Eit (Extreme ultraviolet Imaging Telescope), qui avait été assemblé et testé au Centre spatial de Liège (Csl). La petite zone claire que l'on distingue en haut, légèrement décalée vers la droite, est une tache solaire. C'est la trace d'une éruption de matière stellaire, événement violent qui s'accompagne d'une bourrasque magnétique porteuse de conséquences potentiellement fâcheuses. Cette tache est l'une des premières attribuées au cycle solaire 24 (ces cycles sont observés depuis l'époque de Galilée). Le cycle 23, qui a duré une bonne douzaine d'années (alors que la moyenne d'un cycle est de 11 ans) a commencé en 1996 et a connu son maximum d'activité entre 2000 et 2002, période marquée de violentes tempêtes magnétiques. Le minimum solaire qui a marqué la transition entre les cycles 23 et 24 s'est prolongé durant la majeure partie de l'année 2008. Le prochain maximum solaire est attendu autour de 2012.



panneaux photovoltaïques présentent leur tranche aux rayons Soleil, ce qui les rend inefficaces. Il est désormais urgent d'attendre... Le satellite étant (comme la Terre) en orbite autour du Soleil sur un axe fixe, l'angle d'éclairage des rayons solaires augmente d'un degré par jour. L'attente devait donc être relativement brève. Pour que les rayons solaires réactivent les panneaux, il faut que ceux-ci y soient exposés à au moins 30 degrés d'angle.

Le 3 août, les stations australiennes de la *Nasa* (Canberra) et de l'*Esa* (Perth) reçoivent enfin une réponse aux signaux envoyés inlassablement de plusieurs points du Globe, depuis la perte du satellite, le 25 juin. Quelques heures plus tard, les stations américaines de Goldstone et de Madrid confirment la reprise du contact avec *Soho*. Le satellite n'émet encore que de brèves rafales du signal de l'onde porteuse. Il s'agit maintenant de manœuvrer prudemment, pour que ses batteries puissent se recharger et supporter des communications complètes.

L'équipe de sauvetage du satellite, qui opère au *Goddard Spaceflight Center* sous la direction du docteur Francis Vanderbussche, un expert français de l'*Esa*, amorce d'intenses consultations. Il s'agit de recueillir, auprès des laboratoires et des contractants industriels qui ont participé à la construction de *Soho*, toutes les informations susceptibles de favoriser sa récupération.

Le 8 août, les batteries sont assez rechargées pour permettre un premier diagnostic. Le plus urgent est de réchauffer le réservoir d'hydra-

zine, partiellement gelé, qui alimente les tuyères d'orientation du satellite. Cela prendra plus de 3 semaines. Le 3 septembre (grâce à l'énergie produite par les panneaux solaires maintenant éclairés à 60 degrés d'angle), le système de propulsion est dégelé. Il faut quelques jours encore pour recharger les batteries à bloc, chose faite le 8 septembre. Les experts de l'*Esa* et de la *Nasa* s'accordent encore huit jours de réflexion avant d'envoyer à l'engin l'instruction de se remettre face au Soleil.

Cinq longues secondes

Le 16 septembre 1998, à 18h30 Temps universel, la manœuvre est tentée. Il faut cinq secondes - le temps de parcourir 1,5 million de km à la vitesse de la lumière, qui est aussi celle des ondes radio - pour que parvienne à *Soho* l'ordre crucial. Tous les efforts déployés depuis le 25 juin pour renouer le contact avec le satellite perdu se jouent en quelques instants. Et le satellite obéit. Ses tuyères d'orientation s'allument et, lentement, il se réoriente vers le Soleil.

Il ne reste qu'à vérifier patiemment, avec l'aide des douze équipes scientifiques européennes et américaines engagées dans le programme, l'état des instruments de bord. Ils ont tous bien résisté aux températures extrêmes (de +100 à -100 degrés centigrades) endurées pendant la panne du satellite. Une autre prouesse technique, totalement inédite, sera réalisée en février 1999, quand un programme informatique de contrôle totalement inédit permet à *Soho*, dont les trois gyroscopes étaient successivement tombés en panne, de reprendre ses opérations sans l'aide de ces appareils de stabilisation. Encore une grande première.

D'autres engins ont été envoyés entre-temps pour étudier le Soleil, mais c'est *Soho* qui reste le vaisseau amiral de cette flotte d'observation. Ses douze instruments de bord ont récolté un nombre phénoménal de données sur le comportement de notre étoile, en particulier ses sursauts sismiques. L'engin a aussi détecté plus de 1 500 comètes inconnues et a montré clairement le processus de vieillissement et de mort de ces objets baladeurs du système solaire. Mais sa fonction principale reste la «météo spatiale» qui permet de prévoir les tempêtes magnétiques et leurs effets potentiels sur l'ensemble de la navigation spatiale mais aussi (*voir Athena n° 242, pp. 477-478*) sur des activités plus terrestres comme les transmissions, les liaisons aériennes ou la distribution électrique.

Jean-Luc LÉONARD
jl.leonard@skynet.be

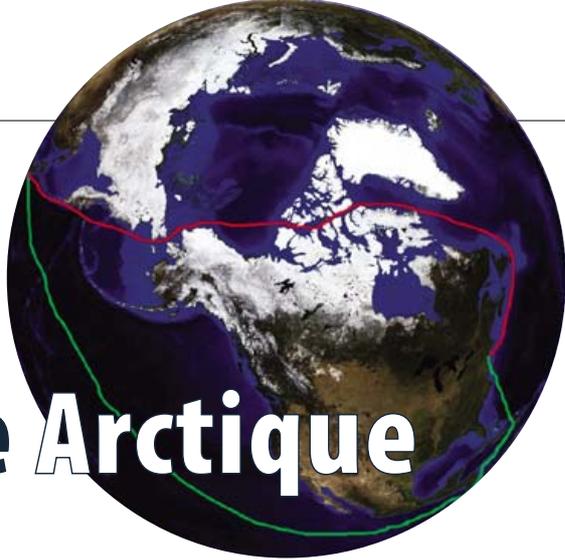
Adresses utiles

<http://soho.esac.esa.int/>

<http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime-images.html>

<http://www.spaceweather.com/>

La débâcle de la banquise Arctique



D'après les données compilées par l'Organisation météorologique mondiale (Omm), 2008 devrait se classer au dixième rang des années les plus chaudes depuis 1850, date à laquelle ont débuté les relevés instrumentaux

La température moyenne combinée de l'air à la surface des terres et de la mer en 2008 présente actuellement une anomalie positive estimée à 0,31 °C par rapport à la normale calculée pour la période 1961-1990 à 14 °C. Elle est légèrement inférieure à celle des années précédentes du XXI^e siècle, situation notamment imputable au phénomène *La Niña*, classé comme étant modéré à fort, qui est apparu au deuxième semestre de 2007.

L'étendue de la banquise de l'Arctique a atteint durant la saison de la fonte des glaces son deuxième niveau le plus bas depuis le début des mesures par satellite en 1979. Des extrêmes climatiques (crues dévastatrices, sécheresses prononcées et persistantes, tempêtes de neige, vagues de froid et de chaleur, etc.) ont été observés un peu partout dans le monde.

Disparités régionales

Ces informations pour 2008 reposent sur les observations climatologiques effectuées par des réseaux de stations météorologiques terrestres, de navires et de bouées ainsi que par des satellites. Les données sont recueillies et diffusées en permanence par les services météorologiques et hydrologiques nationaux des membres de l'Omm et plusieurs instituts de recherche qui collaborent avec eux. Les chiffres définitifs relatifs à 2008 ne seront publiés qu'en mars 2009.

Comme les années précédentes, les températures ont été supérieures à la moyenne dans toute l'Europe. Sur un vaste territoire englobant le Nord-Ouest de la Sibérie et une partie de la Scandinavie, l'hiver a été remarquablement doux. Les mois de janvier et février ont été très cléments dans presque toute l'Europe, les anomalies mensuelles de la température dépassant même +7 °C dans certaines régions de la Scandinavie.

En Finlande, en Norvège et en Suède, l'hiver 2007/08 a été, d'une manière générale, le plus clément jamais observé depuis le début des mesures. Par contre plusieurs vagues de chaleur ont touché le Sud-Est de l'Europe et le Moyen-Orient en avril et le printemps a été très chaud dans ces régions et, d'une manière générale, dans une grande partie de l'Europe et de l'Asie.

La saison des cyclones

Pour les États-Unis, 2008 figure au nombre des dix années les plus meurtrières en ce qui concerne le nombre de décès (123 au total) liés aux tornades depuis qu'il existe des statistiques fiables dans ce domaine, c'est-à-dire depuis 1953. Le chiffre record de 1 489 tornades a été relevé pour la période qui va de janvier à août 2008.

En Allemagne, de violents orages accompagnés de fortes pluies, de tornades et de tempêtes de grêle ont été observés en grand nombre entre mai et septembre. Ces intempéries ont fait plusieurs victimes et causé d'importants dégâts. Entre septembre et novembre, de très fortes pluies se sont déversées sur le Sud-Ouest de l'Europe.

Fonte des glaces dans l'Arctique. (Photo Nasa).



**Organisation
météorologique
mondiale**
Temps • Climat • Eau

L'Omm en bref

L'Omm est l'institution spécialisée des Nations unies qui fait autorité pour tout ce qui concerne l'état et le comportement de l'atmosphère terrestre, son interaction avec les océans, le climat qui en est issu et la répartition des ressources en eau qui en résulte. Elle compte 188 États et territoires membres. Elle a succédé en 1950 à l'Organisation météorologique internationale (Omi), fondée en 1873.

Depuis sa création, l'Omm a joué un rôle essentiel dans l'amélioration de la sécurité et des conditions de vie de l'humanité. Sous sa direction et dans le cadre de ses programmes, les services météorologiques et hydrologiques nationaux contribuent activement à la protection des personnes et des biens contre les catastrophes naturelles, à la protection de l'environnement et au renforcement du bien-être économique et social de tous les secteurs de la société.

Elle favorise la mise en place de réseaux permettant d'effectuer des observations météorologiques, climatologiques, hydrologiques et géophysiques ainsi que l'échange, le traitement et la normalisation des données, le transfert de technologies et les activités de formation et de recherche.

À Valence, en Espagne, le cumul des précipitations a atteint 390 mm en 24 heures dont 144 mm en moins d'une heure et en France un épisode pluvieux particulièrement intense a touché plusieurs régions entre le 31 octobre et le 2 novembre. Les cumuls de pluie durant ces trois jours ont atteint 500 mm à certains endroits, les fortes précipitations entraînant des crues et des inondations particulièrement sévères dans le centre et le centre-est du pays.

Le cyclone tropical le plus meurtrier observé en 2008 est le typhon *Nargis* qui a pris naissance dans le Nord de l'océan Indien et qui a frappé le Myanmar (Birmanie) au début du mois de mai, faisant près de 78 000 victimes et détruisant des milliers de foyers. C'est le cyclone le plus dévastateur qu'a connu l'Asie depuis 1991 et la pire catastrophe naturelle qui a frappé cet État.

En 2008, la saison des ouragans dans l'Atlantique a été dévastatrice, faisant de nombreuses victimes et entraînant des destructions importantes dans les Caraïbes, en Amérique centrale et aux États-Unis d'Amérique. Un total de 17 tempêtes tropicales ayant reçu un nom se sont formées en 2008 dans le Pacifique oriental et 22 tempêtes tropicales ayant reçu un nom ont été observées en 2008 dans le Pacifique Nord-Ouest, contre une moyenne de 27 et 10 d'entre elles entraînant dans la catégorie des typhons, la moyenne étant de 14.

Le trou dans la couche d'ozone a atteint une superficie maximale de 27 millions de km² le 12 septembre contre plus de 29 millions en 2006 (année record) et 25 millions en 2007. Les variations interannuelles de la taille du trou d'ozone peuvent s'expliquer dans une large mesure par les conditions météorologiques régnant dans la stratosphère.

L'étendue de la banquise de l'Arctique a atteint, le 14 septembre 2008, son minimum dans le cycle annuel de fonte et de gel, ce qui représente en l'occurrence le deuxième niveau le plus bas observé depuis le début des mesures par satellite, en 1979. L'étendue moyenne de la banquise en septembre - valeur standard de référence pour l'étude scientifique des glaces de l'Arctique - était de 4,67 millions de km² contre 4,3 millions en 2007, valeur la plus basse jamais constatée. Comme la banquise était plus fine en 2008, le volume global de la glace n'a jamais été aussi faible.

L'année 2008 a été marquée par la disparition spectaculaire d'une partie importante - près de 25% - des plates-formes de glace géantes qui bordent l'île d'Ellesmere. D'une épaisseur de 70 mètres, ces plateaux glaciaires couvraient, il y a un siècle, 9 000 km² dont il ne reste plus aujourd'hui qu'à peine 1 000 km², attestant ainsi la rapidité des changements qui se produisent dans l'Antarctique. «*Le recul de la banquise amorcé il y a 30 ans n'a fait que se confirmer en 2008*», souligne encore l'*Omm* et il est évidemment encore trop tôt pour faire des prévisions pour 2009 !

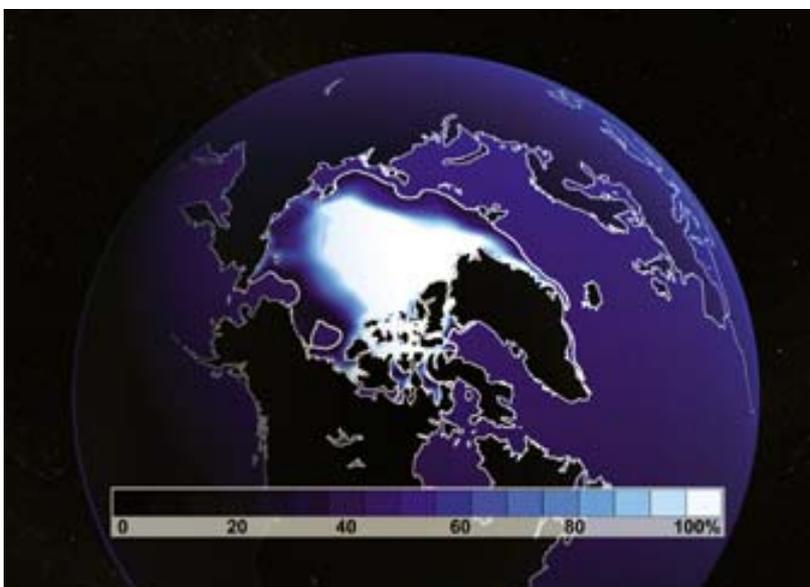
Disparition des Inuits

Cependant, selon un nouveau modèle climatique, mis au point par une équipe de scientifiques du *National Center for Atmospheric Research* de l'Université de Washington et de l'Université McGill, au Canada, le taux de fonte de la glace est désormais de 60 000 km² par an, soit 8% par décennie. Un rapport réalisé par l'*Arctic Climat Impact Assessment (Acia)*, forum intergouvernemental des huit pays frontaliers de l'Arctique, paru il y a quatre ans, avait déjà tiré la sonnette d'alarme en montrant que le climat se radoucissait au pôle Nord à un rythme presque deux fois plus rapide que le reste du monde. Les températures pourraient y gagner 4 à 7 °C d'ici à 2100, disait-il, alors que le *Groupe intergouvernemental d'experts sur le climat (Giec)* table sur une augmentation de 1,4 à 5,8 °C entre 1990 et 2100 pour l'ensemble du globe.

Le retrait, voire la disparition de la banquise arctique aurait comme conséquences non seulement la disparition des ours polaires et des Inuits mais aussi la libération simultanée des passages maritimes du Nord-Est et du Nord-Ouest qui longent respectivement les côtes sibériennes et canadiennes. Le passage du Nord-Est est parfois pratiqué par des bâtiments russes précédés par des brise-glaces. Quant au passage du Nord-Ouest, sa première ouverture avait été enregistrée à la fin de l'été 2007.

État des glaces arctiques durant l'été 2000. (Photo Nasa).

L'analyse d'une carotte sédimentaire extraite lors d'un forage réalisé en 2006 à quelque 230 km du pôle Nord a permis de mieux éclairer le climat du passé. Surprise: il y a 55 millions d'années, la température de l'océan Arctique était de 23° C et entre 49 et 48,3 millions d'années, alors que la température de l'eau était d'environ 10 °C, on y a vu fleurir des fougères aquatiques !



Le *National Snow and Ice Data Center* américain chargé de la surveillance des glaces estime que les deux routes sont bien ouvertes au sens de l'*Omm*, c'est-à-dire que leurs eaux y sont à plus de 90% libres de glace. Notons que la route du Nord-Ouest place Rotterdam à 15 700 km de Tokyo, alors que par le canal de Panama, elle est de 23 300 km et, par la route du Nord-Est ces deux villes sont distantes de 13 500 km alors que, via le canal de Suez, elle est de 21 200 km. Cette situation s'était déjà présentée en 2007 et, en principe, ne doit pas durer plus de quelques jours, la banquise commençant généralement à se reformer autour de la mi-septembre. Ce réchauffement climatique a de quoi bousculer la géopolitique mondiale car l'ouverture d'une route maritime reliant un jour l'Asie à l'Europe par le Nord fait rêver certains. À commencer par les pétroliers qui lorgnent sur les réserves d'hydrocarbures du Grand Nord russe.

Concentrations de méthane

Élément déclencheur de l'amplification arctique, la réduction de la banquise estivale affecte également les terres émergées de la région. Et en particulier le Groenland dont la réduction des glaces semble être en relation à celle de la banquise. Dans les régions les plus septentrionales de l'inlandsis, la période de fonte estivale des glaciers, habituellement comprise entre dix et quinze jours, s'est étendue sur près de trente-cinq jours pendant l'été 2008. Pour les chercheurs américains Marco Tedesco, du City College of New York, et Jason Box, de l'Université de l'Ohio, les observations par satellite révèlent que la perte de glace de l'inlandsis groenlandais a été trois fois plus importante au cours de cette période qu'au cours de l'été précédent.

Autre conséquence des changements accélérés de la région: la fragilisation du permafrost (sols perpétuellement gelés des zones arctiques) et la possible déstabilisation des hydrates de méthane qui reposent sur le plancher océanique. Or ce sont des réserves considérables de carbone organique - de l'ordre de 1 000 milliards de tonnes pour la zone arctique - dont le dégazage aurait de graves conséquences climatiques.

Une expédition océanographique russo-américano-suédoise a, au cours de l'été dernier, longé la côte russe, depuis la mer de Barents jusqu'aux confins de la mer de Sibérie orientale et de la mer de Chukchi. Plus de 1 000 prélèvements des eaux de surface ont été effectués par les océanographes qui ont noté des concentrations très importantes de méthane, un puissant gaz à effet de serre, «*allant parfois jusqu'à 100 à 200 fois les va-*

Le réchauffement suspect

Le réchauffement climatique favorise-t-il l'émergence des cyclones tropicaux ? Ceux-ci seront-ils plus fréquents à l'avenir ? Promettent-ils d'être plus intenses ? Historiquement, l'idée que le réchauffement soit de nature à favoriser l'activité cyclonique semble naturelle. En effet, les cyclones ne peuvent se former que lorsque la température de surface de l'océan excède un seuil d'environ 27 °C. Le réchauffement du climat entraînant celui des océans, le lien est vite fait !

Les météorologistes se sont cependant vite aperçus que d'autres paramètres - comme la distribution verticale des courants atmosphériques ou l'humidité de l'air - entraînent en ligne de compte et qu'il était du coup impossible de lier directement augmentation de température et activité cyclonique.

Pour le moment, du moins, l'idée que des mers plus chaudes provoquent des ouragans plus forts semble fondée et, ce qui inquiète un nombre croissant de chercheurs, c'est la possibilité que cette tendance se poursuive et que les cyclones gagnent substantiellement en puissance avec l'accroissement de la quantité d'énergie dégagée par un monde plus chaud.

Ouragans et typhons

Les termes *ouragans* et *typhons* désignent le même phénomène climatique: un cyclone tropical à la différence d'un *ouragan* est utilisé dans l'Atlantique Nord ainsi que dans l'Est et le Sud de l'océan Pacifique tandis que *typhon* l'est dans le Nord-Ouest du Pacifique. Enfin, on utilise le terme cyclone tropical dans le Pacifique Sud-Ouest et dans l'Océan Indien.

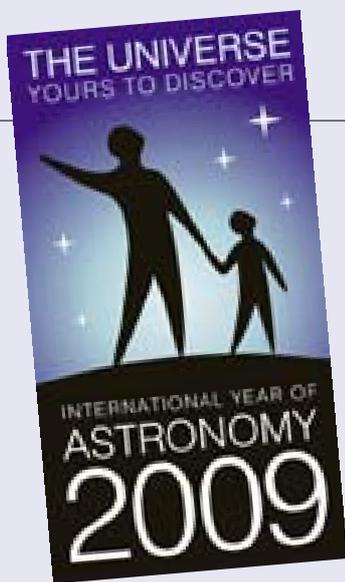
Les États-Unis utilisent l'échelle de Saffir-Simpson pour caractériser l'intensité des cyclones et estimer les dégâts qu'ils sont susceptibles de causer. Les ouragans de catégorie 1 sont les moins dangereux (vents de 118 à 153 km/h) tandis que ceux de catégorie 5 (*Katrina* en 2005 et *Mitch* en 1998) sont considérés comme dévastateurs (vents de plus de 250 km/h).

En 1970, le cyclone du Bangladesh a fait 300 000 morts et dans l'Atlantique, l'ouragan d'octobre 1780, à la Barbade et la Martinique a fait 22 000 victimes. En 1979, le typhon *Tip*, dans l'océan Pacifique, a été le plus vaste avec un rayon de 1 100 km.

leurs de fond», souligne Igor Semitelov, un scientifique de l'*International Arctic Research Center* de l'université d'Alaska.

Ces observations suggèrent que la région joue de moins en moins bien son rôle de séquestration du carbone qu'elle stocke depuis des dizaines de milliers d'années mais, un rapport américain présenté lors du congrès de l'*American Geophysical Union (AGU)* dressant l'état des connaissances sur les changements climatiques abrupts (dont une cause possible est le dégazage des hydrates de méthane), estime pour sa part «*très improbable*» une telle éventualité au cours du siècle.

Paul DEVUYST



Le Ciel depuis la Terre

en mars 2009

Toutes les heures sont données en Temps Universel, c'est-à-dire l'heure officielle - 1 h jusqu'au dimanche 29 mars et - 2 h ensuite.

2 mars. Une demi-heure avant le lever du Soleil, rapprochement visible à l'œil nu de Mercure et de Mars - à 0,6 degré - au-dessus de l'horizon en direction de l'Est-Sud-Est.

7 mars. La Lune au périgée - distance minimale à la Terre - à 15h06, la distance Terre-Lune sera de 367 017 km.

8 mars. À 17h01, Saturne sera au périgée - distance minimale à la Terre, soit à 8,39446 unités astronomique (u.a.) 1 u.a. = 149 597 870 km, demi-grand axe de l'orbite de la Terre autour du Soleil. Saturne sera visible toute la nuit à l'œil nu.

Nuit de l'Obscurité

Action symbolique visant à sensibiliser à la pollution lumineuse et aux gaspillages d'énergie, la deuxième édition wallonne de la *Nuit de l'Obscurité* se tiendra le samedi 28 mars 2009.

Au menu : extinction de l'éclairage public et commercial et activités nocturnes ludiques portées par les acteurs locaux.

<http://www.nuitdelobscurite.be>

Parmi les activités annoncées, notons :

→ Dourbes.

Soirée d'observation du ciel, ouverte au public, et promenades nature, à partir de 20 h, rue de Mariembourg, 45 à Dourbes.

Téléphone: 060/39.99.25. ou roland.boninsegna@skynet.be ou encore <http://users.skynet.be/boninsegna/index.htm>

→ Spa

• Observation du ciel depuis le centre ville de Spa, place de l'Hôtel de Ville. <http://www.groupeastronomiespa.be> ou ejehin@ulg.ac.be

• Exposition: *Rendons le ciel aux étoiles*, sur le thème de la pollution lumineuse. <http://www.groupeastronomiespa.be> ou ejehin@ulg.ac.be

→ Braine l'Alleud

• Participation à la nuit de l'obscurité, à partir de 20 h, au parc du château du Cheneau, avenue Alphonse Allard, à Braine-l'Alleud.

Téléphone: 02/387.16.42. ou michel_vde_astro@yahoo.fr

• Observation du ciel à Waterloo dès 20 h, Chemin des Cochons. Téléphone: 02/354.45.05.

10 mars. Une heure après le coucher du Soleil, Saturne sera à la gauche de la pleine Lune. Ils resteront côte à côte jusqu'à l'aube.

11 mars. Pleine Lune à 2h38.

14 mars. À 0h57, Uranus sera à l'apogée - distance maximale à la Terre, soit à 21,09280 u.a.

17 mars. À l'aube, la constellation du Scorpion sera visible dans la direction du Sud. On observera l'étoile Antarès de couleur orangée à moins d'un-demi degré de la Lune.

18 mars. Dernier quartier de Lune à 17h47. Jusqu'au 28, Vénus sera visible: au coucher du Soleil et vers l'Ouest haut dans le ciel le 18 et bas sur l'horizon le 27; au lever du Soleil et vers l'Est, bas sur l'horizon le 18 et haut dans le ciel le 28.

19 mars. À 13h15, la Lune sera à l'apogée - distance maximale à la Terre, soit à 404 299 km.

20 mars. À 11h43, équinoxe de printemps, moment de l'année où le jour et la nuit sont approximativement de même durée.

22 et 23 mars. Une heure avant le lever du Soleil, Jupiter est visible près du croissant de Lune à environ 10 degrés au-dessus de l'horizon dans la direction Est-Sud-Est.

23 au 25 mars. Dans la nuit, on observera les étoiles filantes de l'essaim des Virginides (issues de la constellation de la Vierge) dans la direction Est-Sud-Est.

25 mars. Mercure sera à l'apogée (distance maximale à la Terre) soit à 1,35364 u.a. à 23h58.

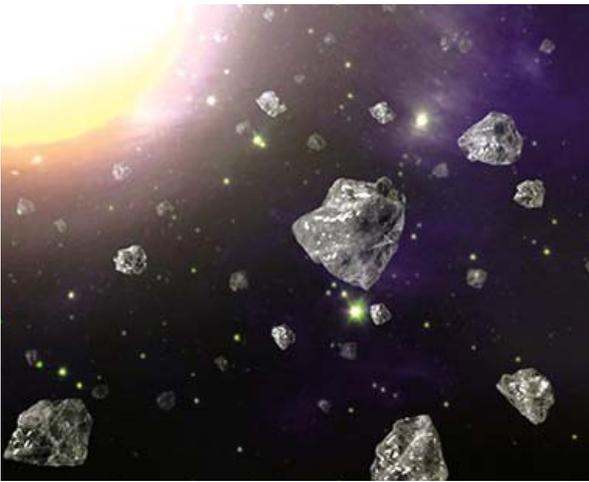
26 mars. Nouvelle Lune à 16h05.

27 mars. Vénus sera au périgée (distance minimale à la Terre), soit à 0,28147 u.a. à 12h12.

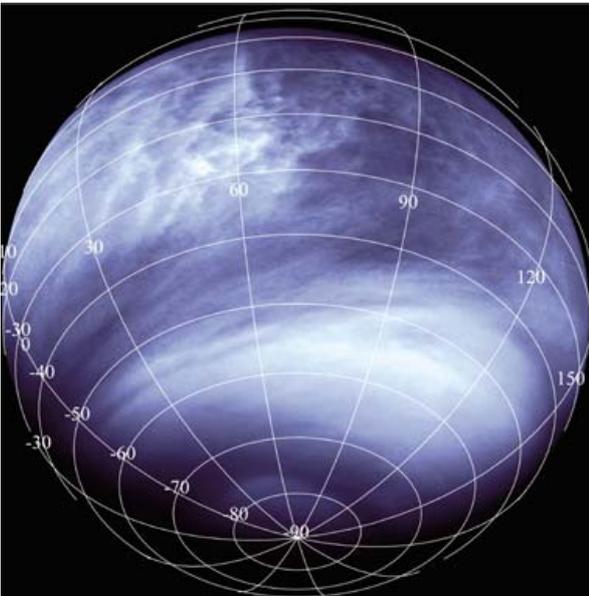
29 mars. Retour à l'heure d'été (jusqu'au 25 octobre 2009): on avance les aiguilles d'une heure. Nous aurons donc deux heures d'avance sur le Temps Universel.

Paul DEVUYST

À la Une du... Cosmos



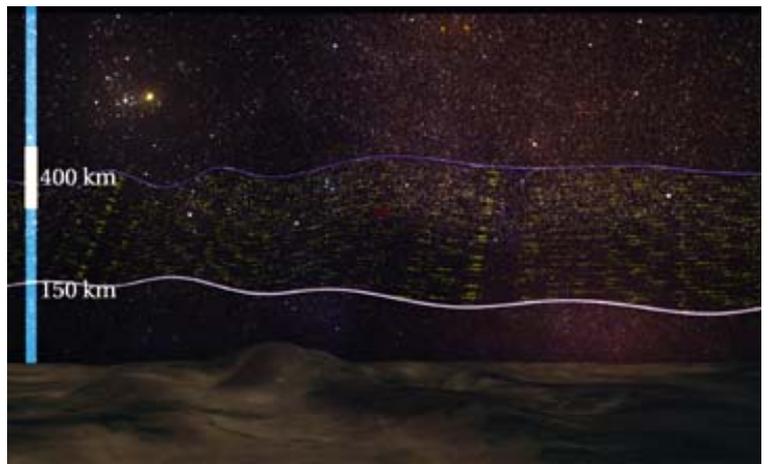
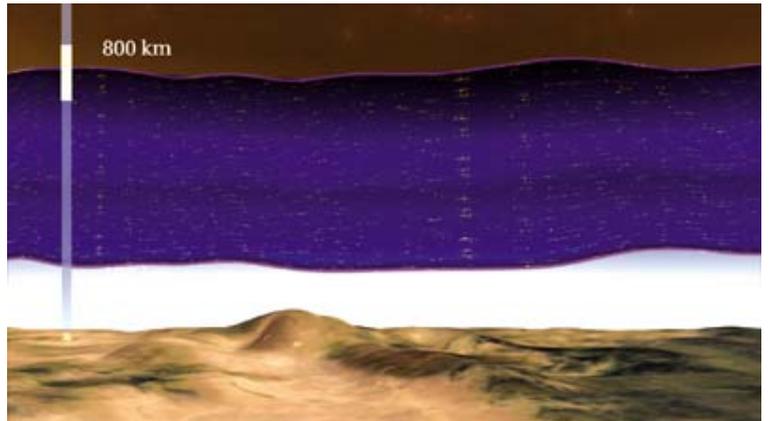
Les nanodiamants seraient assez nombreux dans l'espace... mais on n'en a pas trouvé beaucoup: ils se cacheraient peut-être sous une couche de graphite... (Photo Nasa).



La planète Vénus a probablement perdu son eau suite à l'action du vent solaire: la sonde Venus Express a en effet détecté de l'hydrogène vénusien en train de se faire «tirer» hors de l'atmosphère vénusienne... La sonde européenne a aussi révélé les températures des nuages vénusiens, ce qui permet de mieux comprendre l'atmosphère et la météo de cette planète. (Photo Esa).



Nouveau record stellaire: on a trouvé deux objets stellaires qui brillent un million de fois moins que le Soleil... Ces jumelles sont en fait des naines brunes, des étoiles «ratées» qui n'ont jamais réussi à «allumer» les réactions nucléaires en leur cœur. (Photo Nasa).



La limite entre la Terre et l'espace s'est déplacée à des altitudes extrêmement basses: 420 km de nuit et 800 km de jour, contre 640 km et 960 km habituellement. (Photo Nasa).

Yaël NAZÉ
naze@astro.ulg.ac.be



Quand la Lune était à la Une...

Il y a quarante ans, la course à la Lune battait son plein. Entre les États-Unis et l'Union Soviétique dont faisait partie la Russie, un duel de prestige était engagé. Washington, avec le programme Apollo, montrait au grand jour les exploits de sa technologie pour relever un défi à très hauts risques. À l'époque, les astronautes disposaient d'ordinateurs dont la capacité s'apparente à celle qu'on trouve aujourd'hui dans les gadgets électroniques pour enfants... De son côté, Moscou entraînait ses cosmonautes à aller autour et sur notre satellite naturel. Mais le secret de ses préparatifs, qui n'ont pu aboutir, resta bien gardé jusqu'en août 1989. L'Union Soviétique, au moment de sa chute, révéla au monde ce qu'elle appelait le grand échec du siècle

Combien d'hommes ont-ils volé jusqu'à la Lune ? Ils sont tous Américains. Le programme *Apollo* qui s'est déroulé de 1968 à 1972 a été marqué par neuf missions autour et près de la Lune. À commencer par le vol *Apollo-8* qui vit trois astronautes passer le réveillon de Noël 1968 en orbite lunaire. Il y eut la dramatique expédition d'*Apollo-13* en avril 1970. En tout, 24 astronautes américains ont vu leur planète de loin, survolé et photographié notre satellite naturel. Trois d'entre eux ont effectué deux fois l'aller-retour Terre-Lune: Jim Lovell, John Young et Eugene Cernan.

Quand a-t-on marché sur la Lune ? C'est le 21 juillet 1969, entre 3h56 et 6h10 du matin - heure belge - que Neil Armstrong et Buzz Aldrin ont arpenté une surface de poussières qui était éclairée... sous un ciel noir. Ils étaient arrivés sur le site de la *Mer de la Tranquillité* le 20 juillet, à 21h17, à l'aide du module d'excursion lunaire *Eagle*. Ils en ont re-décollé le 21 juillet, à 18h54. La Lune a été, pour la première fois, habitée pendant 21 heures et 36 minutes.

On connaît la célèbre phrase que le premier Terrien qui a marché sur la Lune a prononcée à l'issue de son pas historique: «*That's one small step for (a) man, one giant leap for mankind*» (C'est un petit pas pour un homme, mais un bond de géant pour l'humanité). Armstrong et Aldrin ont déployé quelques instruments: une banderole suisse, qu'ils ont ramenée avec eux, pour la collecte des particules solaires, un réflecteur laser, un séismomètre. Ils ont prélevé 21,55 kg d'échantillons de pierres et de poussières.



La première expérience plantée sur la Lune était d'origine suisse. Une banderole était destinée à collecter des particules. La Nasa s'était assurée que le drapeau helvétique n'y figurait pas... (Photo Nasa).

Combien de kg de Lune ont été rapportés sur la Terre et qu'en a-t-on fait ? En tout, ce sont quelque 382 kg de roches, carottes, pierres et poussières du sol lunaire, rapportés lors des six missions *Apollo* qui se sont posées sur la Lune. De leur côté, les Soviétiques ont réussi à arracher 0,325 kg du sol au moyen de robots dans le cadre de leur programme *Luna*. Avec trois succès sur six tentatives, entre 1970 et 1976, pour les robots russes.

Environ 300 kg sont sous bonne surveillance dans l'enceinte même du Centre Johnson de la *Nasa*, à Houston. Le bunker *Lunar Sample Building* a été aménagé pour mettre sous abris des tremblements de terre et protéger dans une atmosphère stérile d'azote, les fameux spécimens de sol lunaire. Ces échantillons sont répartis, en toute sécurité, dans des enceintes vitrées où on peut les manipuler via des ouvertures dotées de gants en caoutchouc. Par prudence, quelque 50 kg sont maintenus à l'écart, dans une réserve discrète, à l'Université de San

Antonio au Texas. On a veillé à ne pas placer les œufs dans le même panier, en ne stockant pas au même endroit ces souvenirs qui proviennent d'un autre monde.

Une dizaine de kilogrammes sont régulièrement employés pour réaliser des travaux de laboratoire en géologie, chimie, biologie, astrophysique. Ces laboratoires peuvent emprunter ces spécimens extra-terrestres, à condition de proposer des méthodes originales ou de nouveaux moyens en vue de faire progresser notre connaissance de l'environnement lunaire. Des échantillons d'un poids de quelque 8 kg ont été disséminés à travers le monde dans des musées, où ils sont proposés en prêt lors d'expositions, moyennant des impératifs de sécurité et d'assurance extrêmement stricts.

A-t-on roulé sur la Lune ? Il y a des traces de roues sur la Lune, laissées par cinq véhicules électriques. La Russie fut la première à rouler à la surface lunaire. Elle déposa en 1970, puis en 1973, deux *Lunokhod* à huit roues motrices télécommandés depuis la Terre. *Lunokhod-1* a parcouru plus de 10,5 km tandis que *Lunokhod-2* a roulé sur une distance de 37 km. Six astronautes, ceux des missions *Apollo-15* (juillet 1971), *Apollo-16* (avril 1972) et *Apollo-17* (décembre 1972), se sont déplacés sur le site lunaire au moyen de jeeps électriques à quatre roues motrices. Trois 4 x 4 lunaires, ressemblant à des *buggies*, ont servi à transmettre en direct le décollage depuis la Lune. Ils s'y trouvent parqués, dans l'attente qu'on vienne un jour les dépanner.

Théo PIRARD
theopirard@hotmail.com

Sommet de l'Europe spatiale

Retour belge au top niveau !

De notre envoyé spécial à La Haye

Les 25 et 26 novembre, le *World Forum* de La Haye s'était paré de bleu pour accueillir les ministres des 18 États membres de l'*Esa* (Agence spatiale européenne). Sur le thème: «*L'Espace, un atout clé pour l'Europe face aux défis mondiaux*». Il s'agissait du premier Conseil ministériel *Esa* auquel prenait part Sabine Laruelle, la ministre belge de la politique scientifique fédérale. Elle se trouvait à la tête d'une délégation d'experts et conseillers qui font partie de la haute représentation belge en politique spatiale, du service *Recherches et applications spatiales* et du ministère des Affaires étrangères. Elle était venue au Conseil en ayant apuré la note de crédit de 103 millions d'euros que notre pays avait contractée à l'*Esa*.

À l'issue de ce sommet européen qui a posé les jalons du programme spatial de l'Europe pour la prochaine décennie, Sabine Laruelle était fière du résultat engrangé par la Belgique, prometteur pour son savoir-faire scientifique et technologique. Elle pouvait annoncer que celle-ci avait retrouvé sa place de n° 4 - après l'Allemagne, la France et l'Italie - dans le peloton de tête de l'*Esa* en ce qui concerne le financement des programmes optionnels (à la carte). Notamment pour le développement de nouveaux micro-satellites



Proba, l'exploitation de la station spatiale internationale et la version améliorée du lanceur *Ariane 5-ECA*. Ce qui fait de notre pays - selon une expression de Jean-Marie Luton, qui dirigea l'*Esa* de 1990 à 1997 - «*le plus petit des grands, le plus grand des petits*» au sein de l'Europe spatiale. Il est par ailleurs le deuxième État membre pour l'effort dans l'espace par habitant, après le Luxembourg qui, on le sait, tire parti de la superbe réussite de *Ses*, opérateur privé de satellites géostationnaires de télécommunications et de télévision.

Le World Forum de La Haye à l'heure de l'Europe spatiale.
(Photo *Esa*/S. Corvaja).



Une délégation belge très active: de gauche à droite, Éric Beka, Monique Wagner (debout), Sabine Laruelle, Christophe Hardy et Kris Vanderhauwaert. (Sic/Th.P.).



La Belgique a apporté son soutien à l'Automated Reentry Vehicle qui pourrait voler vers la station en 2015. (Doc. ESA/D. Ducros).

Avec les engagements pris lors de la réunion ministérielle, la Belgique a décidé d'investir 929 millions d'euros dans le fonctionnement et les programmes de l'EsA pour les cinq prochaines années: 471 millions couvrant les engagements antérieurs et 458 millions destinés aux nouvelles souscriptions. Cette enveloppe financière 2009-2013, à laquelle s'ajoutent 67,7 millions d'euros pour couvrir des activités hors EsA - les programmes *Végétation* et *Stereo* de télédétection spatiale, la participation à l'initiative internationale *Musis* (*Multinational Space-*

based Imaging System) à caractère militaire, des expériences pour le vol longue durée de Frank De Winne -, représente une hausse de 20% dans le financement du programme spatial belge.

Le budget de la Belgique pour l'espace - près d'un milliard d'euros répartis sur les cinq prochaines années - va croître progressivement de 173 millions d'euros en 2009 à 218 millions en 2013. À peine 7% sont consacrés aux initiatives spécifiquement belges, comme le programme *Stereo* (*Support to the Exploitation and Research in Earth Observation*) de mise en œuvre des observations par satellite, la contribution à l'organisation *Eumetsat*, l'engagement de la Belgique - aux côtés de la France, l'Allemagne, l'Italie, l'Espagne et la Grèce - dans le programme *Musis* (*Multinational Space-based Imaging System*) de satellites militaires d'observation à très haute résolution, lancés à partir de 2015. Le ministère belge de la Défense, qui utilise le satellite-espion français *Hélios-2A* depuis son centre implanté à Evere, veut avoir accès à une cinquantaine d'images quotidiennes. Il devrait collaborer à *Musis* pour quelque 90 millions d'euros, budget auquel il est prévu d'ajouter 50 millions de la *Politique scientifique fédérale*.

Proba, Iss, future Ariane 5

En se référant aux avis donnés par les chercheurs et industriels dans les trois régions du pays - Flandre, Wallonie, Bruxelles -, la délégation belge au Conseil de La Haye fait porter ses efforts à l'EsA sur les priorités suivantes.

- Le programme *Gstp* (*General Support Technology Programme*) obtient 115 millions d'euros de participation belge pour le développement de nouvelles technologies qui sont à tester au moyen des petits satellites *Proba*. Des démonstrations sont en orbite, comme le vol en formation, ainsi que les missions *Végétation* (imagerie globale des ressources végétales) et *Altius* (analyse chimique des composants de l'atmosphère), toutes deux au service du programme *Gmes* (*Global Monitoring for Environment & Security*). À noter que la Commission n'a pu entériner, à cause du veto de la Pologne, le nom de *Kopernikus* (*version allemande*) donné à cette initiative dont elle assure la gestion.
- Les vols spatiaux habités et l'*Iss* (*International Space Station*) où l'astronaute Frank De Winne effectuera un vol de longue durée - de mai à novembre 2009 - reçoivent un total de 89,9 millions d'euros, dont près de 50 pour l'exploitation de la station au moyen des vaisseaux-ravitailleurs *Atv* (*Automated Transfer Vehicle*).

La Belgique a affecté 2 millions d'euros - 10% du montant approuvé à La Haye - aux études du véhicule de rentrée *Arv* (*Automated Re-entry Vehicle*) dont le développement reste à décider en 2011 lors du prochain Conseil ministériel *Esa*, en Italie.

• L'accès à l'espace reste un domaine privilégié pour l'industrie belge avec 72,7 millions d'euros. Ce montant comprend 20,4 millions pour *Ariane 5 Post-ECA*: ces 6% de financement belge pour la poursuite des travaux sur le propulseur cryotechnique *Vinci* misent sur le fait que cet effort débouche en 2011 sur un programme d'*Ariane 5* améliorée avec un budget estimé à 1,5 milliard d'euros.

Coups de cœur

La ministre Sabine Laruelle a notamment fait entendre sa voix pour que la Belgique ait une place de choix dans deux nouveaux programmes de l'*Esa*. Dans le volet *space weather* (météo de l'espace) de l'initiative *Ssa* (*Space Surveillance Awareness*), la Belgique va investir 4,5 millions d'euros sur les 11 millions prévus: «*Nous avons demandé d'être leader grâce aux compétences, reconnues sur le plan international, des Instituts scientifiques du plateau d'Uccle et du Centre de physique du globe, à Dourbes.*»

Pour la participation belge à la mission *Enhanced ExoMars*, la ministre a pris l'initiative d'ajouter 9,21 millions d'euros aux 26 millions déjà engagés au précédent Conseil à Berlin. Cette rallonge qui équivaut à une quote-part en rapport à son produit national brut est destinée à soutenir cette sonde d'exploration martienne et ce, «*bien que l'industrie ne soit pas demandeuse par rapport à ce programme, le plus ambitieux de l'Esa pour ces prochaines années.*» David Southwood, directeur *Esa* pour la *Science et l'exploration robotique*, est invité avec des experts à présenter en 2009 la nouvelle mission *ExoMars* aux chercheurs et industriels belges.

La délégation belge s'est montrée attentive à l'évolution de l'Europe spatiale. Elle a demandé que l'avenir de la station *Esa* de Redu-Libin (province de Luxembourg) soit assuré par de nouveaux investissements qui renforcent le rôle de cette infrastructure unique en Belgique. La ministre s'est dite favorable à l'ouverture de l'*Esa* à d'autres pays européens, lesquels assistaient comme observateurs à la réunion ministérielle mais «*à condition que soit préservé le principe d'un juste retour.*»

Théo PIRARD
theopirard@hotmail.com

En bref... En bref...

Fusées privées pour la maintenance de la station spatiale internationale. À moins d'un revirement présidentiel avec l'arrivée de Barack Obama à la Maison blanche, le système américain de navettes spatiales ne sera plus opérationnel à la fin de 2010. La *Nasa* dépendra des vaisseaux russes *Soyouz* et *Progress*, des ravitailleurs automatiques *Atv* de l'Europe et *Htv* du Japon pour l'exploitation de l'*Iss* (*International Space Station*) jusqu'à l'horizon 2020. Mais elle mise sur l'entreprise privée américaine pour disposer de véhicules qui assurent son accès à la station. Le 23 décembre, avec le contrat *Crs* (*Commercial Resupply Services*), elle a retenu les offres de *Space X* avec le lanceur *Falcon 9* et sa capsule *Dragon* (à partir du Cape Canaveral, Floride), ainsi que d'*Orbital Sciences* avec le lanceur *Taurus 2* et son engin *Cygnus* (depuis Wallops Island, Virginie). Les débuts sont prévus en 2010-2011. Dès cette année, *Space X* va tester l'ensemble *Falcon 9-Dragon*.



Alliance transatlantique pour les satellites radar. Le 18 décembre, *Lockheed Martin* et *Thales Alenia Space* ont annoncé la création d'un partenariat stratégique pour le développement conjoint de satellites de télédétection de nouvelle génération. Cet accord de coopération transatlantique porte sur la technologie de mini-satellites d'observation radar à usage dual (civil et militaire). Avec la constellation *Cosmo-SkyMed* - trois déjà en service -, la filiale spatiale des sociétés *Thales* et *Finmeccanica* possède une expertise technologique dans la conception, la réalisation et l'exploitation de tels satellites.

Petit satellite d'observation pour le Vietnam. Décidément, les pays de la zone Asie-Pacifique veulent disposer de leurs propres «yeux» pour surveiller l'environnement terrestre. Après le Japon, la Corée et la Thaïlande, le Vietnam va se doter d'un micro-satellite d'observation (150 kg) en coopérant avec l'industrie française. Le *Vnredsat-1* (*Vietnam Natural Resources, Environment & Disaster monitoring Satellite*), que l'Institut vietnamien de technologie spatiale veut mettre en service dès 2012, sera équipé de deux instruments optiques: 2,5 m de résolution en panchromatique, 10 m en multispectral. *Spacebel*, dont une filiale est implantée à Ho-Chi-Minh Ville, avait fait une proposition aux autorités de Hanoï sur base du micro-satellite *Proba* «made in Belgium.»

Théo PIRARD

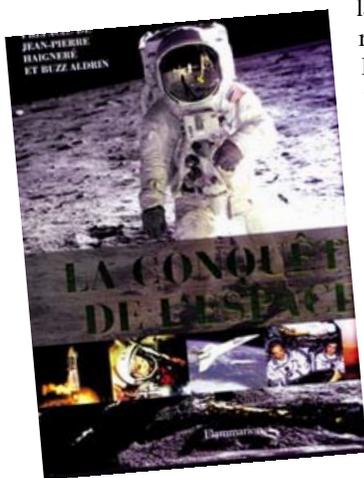
À lire... À lire... **À lire...**

La contribution de la Belgique à l'aventure spatiale européenne - Des origines à 1973. Dawinka Laureys, Éditions Beauchesne, Paris, collection Explorations. L'Esca entend faire mieux connaître les différentes facettes des débuts de l'Europe spatiale. Elle a confié aux Éditions Beauchesne la publication d'ouvrages de synthèse historique sur l'aéronautique européenne, documents qui expliquent aux jeunes générations comment les pays d'Europe ont mis sur pied une coopération internationale dans le domaine de la recherche, des technologies, des applications et de l'exploration de l'espace. Le volume 3 de cette collection «Explorations» porte sur le rôle joué dans la naissance de l'Europe spatiale par ce qui sera «le plus petit des grands, le plus grand des petits» parmi les États membres de l'Esca.



Ce travail fouillé de 420 pages, bien documenté et d'une grande rigueur est le résultat de la thèse de doctorat d'une historienne namuroise, Dawinka Laureys, qui a travaillé pour Robert Halleux, responsable du Centre d'histoire des sciences et des techniques, de l'Université de Liège. Il décrit le rôle des politiciens belges - notamment les ministres Théo Lefèvre et Charles Hanin - dans la création de l'Agence spatiale européenne, ainsi que l'intérêt et les efforts, grâce au soutien continu du gouvernement, des chercheurs et industriels belges pour faire progresser l'Europe dans l'espace.

Le livre nous explique comment les universités de Bruxelles et de Liège, les institutions scientifiques du plateau d'Uccle, les entreprises *Etca (Acec)*, *Sabca*, *Fn*



Une initiative belge avec le soutien de l'Esca

C'est le professeur Robert Halleux, directeur de recherche du *Fnrns* et responsable du *Chst* (Centre d'histoire des sciences et des techniques) de l'Université de Liège, (ULg) qui a eu l'initiative de cette collection *Explorations*, des Éditions Beauchesne de Paris, 7 Cité du Cardinal Lemoine. Les premiers volumes, publiés avec le soutien de l'Esca, sont destinés à mieux faire connaître, en publiant d'intéressants travaux d'histoire (thèses de doctorat), les origines nationales de l'Europe dans l'espace. Sont déjà parus les ouvrages concernant le spatial au Royaume-Uni, l'Allemagne, la Belgique (voir ci-dessus), l'Italie, l'Espagne et la Suisse (<http://www.editions-beauchesne.com>).

Moteurs (aujourd'hui *Techspace Aero*) et *Mble* (*Philips*) ont été les pionniers de l'aéronautique belge, comment la station de Redu et le *Centre spatial de Liège* ont pris forme sur notre territoire. Aujourd'hui, la Belgique a acquis des compétences dans des niches scientifiques et technologiques qui lui valent de participer à des missions spatiales de haut niveau, sur le plan international.

L'ouvrage de Dawinka Laureys est à lire par tous les Belges qui aiment leur pays et son savoir-faire, pour qu'ils se rendent compte de leur dynamisme et de leurs potentialités au cœur de l'Europe. Il est à méditer en ce temps difficile de réforme institutionnelle à laquelle le spatial ne devrait pas échapper. Il faut mettre tout en œuvre au niveau fédéral pour que soient non seulement préservés mais renforcés les atouts de la Belgique pour l'objectif de Lisbonne, qui est de faire de l'Europe la référence mondiale pour la connaissance au service des défis à relever pour notre planète.

La Conquête de l'espace, Gilles Sparrow, Flammarion groupe, novembre 2008. C'est la traduction française, avec préfaces des astronautes Buzz Aldrin, de la *Nasa* et Jean-Pierre Haigneré, du *Centre national d'études spatiales (Cnes)*, d'une encyclopédie très visuelle, parue en 2007, chez Dorling Kindersley (Dk), à New York. Le magnifique ouvrage que l'on doit à un connaisseur de l'aéronautique fait revivre, avec beaucoup d'images inédites et de multiples témoignages, les moments épiques et dramatiques de l'ère spatiale. Il met l'accent sur les exploits ou «premières» des États-Unis et de l'Union des républiques socialistes soviétiques (Urss).

Quel plaisir de feuilleter les 310 pages abondamment illustrées de cet album d'une conquête spectaculaire qui a marqué la deuxième moitié du XX^e siècle. Les dix dernières pages comprennent un glossaire de termes et abréviations techniques, ainsi qu'un index qui facilite la consultation d'un livre historique. Un seul regret: les efforts de l'Europe - notamment de la France - dans l'espace auraient pu être mis davantage en évidence. Une double page est consacrée aux lanceurs européens *Ariane*.

Théo PIRARD
theopirard@hotmail.com

Das blaue Gold. Ob Forschung, Analysen, Schulungen, technischer Support oder technologische Begleitung, das belgische Zentrum für Wasserstudien und -dokumentation Cebedeau stellt seine Sachkenntnis im Bereich Wasseraufbereitung in den Dienst von Industrie und Behörden. Das Cebedeau ist bis weit über die belgischen Grenzen hinaus tätig, unter anderem in Afrika, auf Kuba und in Bolivien. Hier wie dort geht es um ein kostbares Gut: das blaue Gold. Ein Beitrag von **Philippe Lambert**.

Stammzellen, f. Pl. Nicht zum ersten Mal taucht das Stichwort Stammzellen in unserer Rubrik Dico-Bio auf. Schon vor zehn Jahren wurde die Öffentlichkeit auf sie aufmerksam. Zehn Jahre, in denen sich auch das Wissen um die Stammzelle allgemein und ihr Ausdifferenzierungspotenzial (ihre Toti-, Pluri- oder Multipotenz) exponentiell gemehrt hat. **Jean-Michel Debry** berichtet.

Krebs: die geistige Komponente. Was ist dran an der Hypothese, dass Krebs durch gewisse psychische Faktoren begünstigt wird, wie Depressionen, Persönlichkeitstyp oder die Fähigkeit zur Stressbewältigung? Ein nach wie vor heiß diskutiertes Thema, doch scheint die rein biologische Erklärung inzwischen überholt, wie **Philippe Lambert** erklärt.

Zuverlässige Software, eine Gralssuche? Nicht selten scheitern große Software-Projekte an entscheidenden Schwächen: unerwartet hohe Kosten, unpassende Funktionen, unzureichende Sicherheit u.a.m. Dabei kann jeder Fehler in einem kritischen System zur Katastrophe führen und nicht nur finanzielle, sondern sogar lebensbedrohliche Folgen haben. Worauf sind all diese Fehler und Misserfolge zurückzuführen? Sind sie unvermeidlich? Ein Artikel von **Alain de Fooz**.

Werbeträchtige Internet-Präsenz. Wie kann man über das Internet seinen Bekanntheitsgrad steigern und sein Image pflegen? In der Tat ist das Internet ein idealer Schauplatz für Selbstinszenierungen, erklärt **Christian Vanden Berghen**, der in seinem Artikel kurz zusammenfasst, wie man die digitale Identität gezielt nutzen kann.

Hiper, der Cousin von Iter. Zwei Forschungsprojekte ergründen die Geheimnisse der Fusion, das eine die Laser-, das andere die Magnetfusion. Der Menschheit bietet sich damit die Aussicht auf eine sichere und praktisch unbegrenzte Energiequelle. **Jean-Luc Léonard** berichtet.

Das arktische Packeis ist in Gefahr. Während der Eisschmelze hat die Packeisgrenze ihren zweitniedrigsten Stand seit Beginn der Satellitenmessungen 1979 erreicht. **Paul Devuyt** hat die klimatischen Extremwerte zusammengetragen, die in aller Welt zu beobachten sind, und skizziert die möglichen Folgen dieses Wandels.

Belgien zurück an der Spitze. Nach dem World Forum, dem europäischen Raumfahrtgipfel in Den Haag, der das europäische Raumfahrtprogramm des kommenden Jahrzehnts abgesteckt hat, blickte Sabine Laruelle mit Stolz auf Belgien, das mit zukunftsweisendem wissenschaftlichen und technologischen Know-how herausragt und auf Platz 4 (hinter Deutschland, Frankreich und Italien) in der Spitzengruppe der ESA-Staaten vorrückt, was die Finanzierung der optionalen Programme anbelangt. **Théo Pirard** war vor Ort.

Weitere lesenswerte Rubriken:

News, von **Jean-Claude Quintart**, S. 263-270.

Bio-Info, von **Jean-Michel Debry**, S. 279-282.

Physik-Info, von **Henri Dupuis**, S. 295-296.

Wie funktioniert das? von **Jean-Luc Léonard**, S. 299-300.

Astronomie, von **Paul Devuyt**, S. 304 und **Schlagzeilen aus dem Kosmos**, von **Yaël Nazé**, S. 305.

Was ist los? von **Théo Pirard**, S. 306. **Kurznachrichten und Lesetipps**, S. 309-310.

Athena n° 248

Février 2009

Ce mensuel d'information, tiré à 14 000 exemplaires, est édité par le

**Département
du développement
technologique,
Service public wallon
Spw - DGO6**

Avenue Prince de Liège, 7 à 5100 Jambes.

Téléphone vert:

0800/11 901 (appel gratuit)

Télécopie: 081/ 30.66.00.

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

Editeur responsable:

Michel CHARLIER,

Ir. Inspecteur général

Ligne directe: 081/33.56.45.

michel.charlier@spw.wallonie.be

**Assistante de rédaction
et mise en page:**

Marie-Claude SOUPART

Ligne directe: 081/33.56.02.

marieclaude.soupart@spw.wallonie.be

Impression:

Les Éditions européennes

Rue Thieffry, 82 à 1030 Bruxelles.

ISSN 0772 - 4683

Ont collaboré à ce numéro:

Jean-Michel Debry;

Alain de Fooz;

Henri Dupuis; Paul Devuyt;

Philippe Lambert;

Jean-Luc Léonard;

Yaël Nazé; Théo Pirard;

Jean-Claude Quintart et

Christian Vanden Berghen.

Traduction: Europaco.

Dessinateurs:

Olivier Saive et Vince.

Comité de rédaction:

Michel Charlier; Marc Debruxelles;

Jacques Moisse; Jacques Quivy;

Marie-Claude Soupart et

Michel Van Cromphaut.



Visitez nos sites:

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

<http://energie.wallonie.be>



Service public wallon - DGO6

Département du développement technologique

Avenue Prince de Liège 7, à 5100 Jambes • Tél.: 081 33 56 02 • Fax: 081 30 66 00