

ATHENA

247

Recherche et développement technologique

Bureau de dépôt Bruxelles X - Mensuel ne paraissant pas en juillet et août - 247 - Janvier 2009

La soudure fait la force
Des sites et des outils
Amos dans la cour des grands



- 217** **IBS, la soudure fait la force.** Né en 1942, l'*Institut belge de la soudure (Ibs)* a pour objectifs principaux de stimuler l'innovation auprès de ses membres, de déterminer les meilleurs procédés et matériaux de soudage pour des applications nouvelles ou existantes, de diffuser les résultats des projets de recherche dont s'acquittent ses laboratoires et de favoriser une réduction des coûts du soudage dans les entreprises en y stimulant une élévation de productivité dans ce domaine. Des explications de **Philippe Lambert**.
- 221** **FW, n.f.** Pour ceux qui l'ignorent encore, il s'agit de la fécondation *in vitro*, technique qui consiste à opérer des fécondations en éprouvette avant de replacer un - voire plusieurs - embryon(s) dans l'utérus. **Jean-Michel Debry**, sous sa rubrique Dico-Bio, fait le point, de ce qui est entré dans le domaine de l'assistance médicale et qui est devenu, après trente ans d'existence, un succès.
- 229** **Une armée contre les affections neurologiques.** Troisième programme d'excellence financé dans le cadre du plan Marshall, *Diane*, projet de recherche relatif aux maladies neurologiques est composé de sept équipes de chercheurs qui s'acquitteront de sept «grands travaux», avec pour fil d'*Ariane* les désordres inflammatoires inhérents à ces maladies. Des explications de **Philippe Lambert**.
- 233** **Une sélection de sites et d'outils.** Graver un CD, traduire en ligne ou encore gérer un agenda, **Christian Vanden Berghen** propose, comme chaque année à la même période, une sélection de sites et d'outils réellement utiles dans tous les domaines.
- 237** **Les avions survivront-ils au pétrole ?** Vu l'importance du secteur de l'aviation dans notre société, il est temps de se poser des questions majeures, sans tabous, si nous ne voulons pas aboutir, dans un avenir plus ou moins rapproché, à des catastrophes sociales et économiques. Les flottes actuelles pourront-elles être remplacées par des avions alimentés par autre chose que du pétrole ? **Michel Wautelet, Damien Duvivier** et **Patrick Brocorens** tentent d'apporter des éléments de réponse.
- 242** **Pour innover mieux et plus facilement.** Créée en 2006 par la Région wallonne, l'*Agence de stimulation technologique (Ast)* a pour mission d'ouvrir aux entreprises, singulièrement les Pme, le réseau de «*toutes les expertises et intelligences disponibles en Wallonie*» et de leur en faciliter l'accès, explique Véronique Cabiaux, directrice de l'*Ast*. **Jean-Luc Léonard** l'a rencontrée.
- 249** **Les océans malades des hommes.** Chercheuse au laboratoire d'océanologie de l'Université de Liège, dans le service du professeur Jean-Marie Bouqueneau, Krishna Das s'intéresse aux niveaux et aux effets des polluants toxiques tels que les métaux lourds et autres composés organiques qui s'accumulent dans les tissus de plusieurs espèces marines de poissons, reptiles, oiseaux et mammifères. Le portrait de cette jeune chercheuse, attirée par le milieu marin, brossé par **Paul Devuyt**.
- 255** **Amos dans la cour des grands.** Créée en 1983, *Amos*, entreprise liégeoise d'optomécanique de précision va célébrer cette année ses 25 ans. Elle s'affirme comme la spécialiste belge des simulateurs d'environnement spatial notamment avec des équipements de tests, des télescopes terrestres à hautes performances et d'optiques complexes à bord de satellites d'observation depuis leur conception numérique «sur mesure» jusqu'à leur livraison «prêt à l'emploi», en passant par les outils de leur fabrication et leurs essais de mise en œuvre. Des explications de **Théo Pirard**.

Sans oublier les rubriques:

Actualités: *Bilan et perspectives de la recherche*, et *Les brèves*, de **Jean-Claude Quintart**, pp. 212-216;
Info-Bio: de **Jean-Michel Debry**, pp. 226-228;
Matériaux: *La déformation des matériaux*, de **Roger Hubert**, pp. 245-246;
Info-Physique: de **Henri Dupuis**, pp. 247-248;
Astronomie: la carte du ciel, de **Paul Devuyt**, p. 252 et À la Une du Cosmos, de **Yaël Nazé**, p. 253;
Espace: *Qu'est-ce qui s' passe ?* de **Théo Pirard**, p. 254.

Vous pouvez consulter la revue Athena sur le site <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

ou encore via le site repris ci-dessus.

Le **nouveau visage** de l'**administration wallonne**

Pour une administration qui soit à la fois plus accessible et plus performante, le gouvernement wallon a décidé, au départ des deux administrations jusqu'ici existantes, à savoir le Ministère de la Région wallonne (Mrw) et le Ministère de l'Équipement et des transports (Met), de mettre en place une nouvelle structure appelée *Service public de Wallonie (SPW)*.

Cette modernisation entraîne une refonte de tous les services de l'administration wallonne. Dans cette perspective, outre le secrétariat général et deux directions générales transversales (DGT), sept directions générales opérationnelles (DGO) seront désormais chargées de la gestion de l'ensemble des compétences autrefois dévolues au Mrw et au Met, en vue d'être encore plus proches des citoyens, des entreprises, des universités et des centres de recherches.

Dans le cadre de cette restructuration, les compétences «**Énergie**» de la Direction générale des Technologies, de la recherche et de l'énergie (Dgtre) sont intégrées à la Direction générale opérationnelle 4 (DGO4), Aménagement du territoire, Logement, Patrimoine et Énergie, tandis que les compétences «**Recherche**» sont intégrées à la DGO6, Économie, Emploi et Recherche. (*Voir tableau ci-dessous*).

En ce qui concerne la revue *Athena*, elle est prise en charge par le **Département du développement technologique**, un des **huit** départements de la DGO6.

Pour plus de renseignements, vous pouvez consulter le site <http://www.spw.wallonie.be/>

Direction générale opérationnelle 6 : Économie, emploi et recherche (DGO6)

Direction fonctionnelle et d'appui				Direction des licences d'armes			
Département de l'emploi et de la formation professionnelle	Département de l'investissement	Département du développement économique	Département de la compétitivité et de l'innovation	Département du développement technologique	Département des programmes de recherche	Département de la gestion financière	Département de l'inspection
Direction de l'emploi et des permis de travail	Direction des programmes d'investissement	Direction du développement des entreprises	Direction de la politique économique	Direction de l'évaluation et de la sensibilisation	Direction des programmes régionaux	Direction de la gestion financière	Direction de l'inspection sociale
Direction de la promotion de l'emploi	Direction des PME	Direction des projets thématiques	Direction des réseaux d'entreprises	Direction des projets de recherches	Direction des programmes fédéraux et internationaux	Direction de l'analyse financière	Direction du Hainaut
Direction de la formation professionnelle	Direction de l'équipement des parcs d'activités	Direction de l'économie sociale	Direction de la coopération et de l'encadrement	Direction de l'accompagnement de la recherche			Direction de Liège et de Luxembourg
Direction des politiques transversales Région/Communauté							Direction de Namur et du Brabant wallon

Bilan et perspectives de la recherche régionale

Elle fait la Une depuis plusieurs mois déjà. Pour Alain Minc, «C'est la crise de la finance folle !» Un coup de tabac qui laissera des traces. Aussi, pour éviter de passer d'une crise financière à une crise économique, Région wallonne et Communauté française jouent à fond la carte de la recherche...

«**L**a recherche doit être au cœur des efforts pour que notre économie profite des meilleurs atouts afin de bon dir et prendre ainsi une longueur d'avance dès la reprise», précise Marie-Dominique Simonet, ministre de la Recherche et des technologies nouvelles du gouvernement wallon. Bref, si hier nous étions prostrés dès le moindre problème, aujourd'hui nous surfons sur toutes les opportunités, y compris les plus paradoxales ! En effet, c'est en temps de crise que se forment les nouvelles fortunes, les nouveaux succès ! À condition de se doter des moyens et d'oser aller de l'avant.

Le total des subsides de la Communauté française en faveur de la recherche fondamentale est passé en quatre ans de 234,7 millions à 295,5 millions d'euros, soit un bond de 26% ! Pour la première fois, depuis 1999, le taux d'accroissement du budget de la recherche dépasse celui de l'indice santé. Côté Région: même

constat. Le total des budgets de recherche dans les universités, hautes écoles, centres de recherche et entreprises augmentera de 48% en moyens d'action et de 31% en moyens de paiement sur un an ! Un budget record selon la ministre.

Stimuler les synergies

Ces pactoles permettront la réalisation du plan de développement du *Fonds national de la recherche scientifique (Fnrs)*, initié en 1996. À savoir:

- porter le nombre de nouveaux mandats de doctorants de 80 à 100 par an;
- porter le nombre de nouveaux chargés de recherche (post-doctorants) de 35 à 60 par an et d'allonger leur mandat de trois à quatre ans;
- porter à 400 le nombre de chercheurs permanents;
- prendre des mesures en faveur de la qualité de la recherche par l'acquisition de matériel scientifique de pointe et le développement de notre attractivité internationale.

Des objectifs qui seront atteints grâce à une nouvelle augmentation de 5,735 millions d'euros du budget du *Fnrs* et des Fonds associés. Le total passera de 61,78 millions d'euros en 2005 à 86,65 millions d'euros en 2009.

Ce progrès facilitera l'ouverture de nouveaux programmes d'attractions (mandats d'impulsion scientifique; mandats de clinicien). D'autre part, le but des 600 chercheurs sera atteint au *Fonds pour la formation à la recherche dans l'industrie et dans l'agriculture (Fria)*.

Start, un nouveau programme, a été lancé par la Région wallonne en vue d'aider les **universités** à engager de nouveaux collaborateurs en offrant



dès le départ le financement de leur recherche dans les domaines stratégiques. D'un montant de 100 000 euros par an, douze fonds *Start* seront créés.

Côté **entreprises**, la Région a renouvelé son soutien au *National Contact Point (Ncp)*, créé au sein de l'*Union wallonne des entreprises (Uwe)* en vue de préparer les entreprises aux rouages des programmes cadres de l'Union européenne. De même, le décret du 3 juillet 2008 entend stimuler les synergies et les partenariats entre entreprises et entre entreprises et unités universitaires, unités des hautes écoles et centres de recherche dans le cadre de l'innovation technologique.

Enfin, dans le cadre des **fonds structurels européens**, différents types d'aides ont été mis au point dont le chèque services technologique qui permet aux petites entreprises de travailler facilement et rapidement avec les centres de recherches agréés et les hautes écoles.

«*Qu'il s'agisse du Fnrs ou du plan Marshall, les objectifs sont largement remplis. Le moment est idéal pour réfléchir à l'avenir de notre R&D et pour fixer de nouveaux projets quantitatifs et qualitatifs*», estime la ministre. Et de lancer l'idée des «*États généraux de la recherche fondamentale et appliquée...*».

Jean-Claude QUINTART
jc.quintart@skynet.be

Les brèves... Les brèves... Les brèves...

Tea time... pour l'Université libre de Bruxelles (Ulb) dont le recteur Philippe Vincke a signé un accord de partenariat privilégié et historique avec John Hood, *vice chancellor* de l'Université d'Oxford. Une institution qui a vu passer 47 prix Nobel et 25 premiers ministres ! Ce partenariat privilégié facilitera le développement de nouveaux projets en commun. Il intensifiera aussi les échanges entre doctorants, post-doctorants et professeurs. Enfin, il permettra une collaboration plus intense entre les autorités des deux universités. On notera l'importance de la *Fondation Wiener Anspach* qui, chaque année, envoie une dizaine de doctorants, post-doctorants de l'Ulb vers Oxford.

Pour l'Ulb, le très célèbre établissement *british* s'ajoute à une série de partenariats privilégiés des plus prestigieux. Citons: l'*University of California-Berkeley*, l'Université Pierre et Marie-Curie (Paris VI), le Collège de France, l'Université de Montréal, *The University of British Columbia* et l'Université Fudan, de Shanghai. À quoi s'ajoutent des conventions conclues avec plus de 300 institutions à travers le monde. Des alliances qui font de l'Ulb une université globale. Infos:

<http://www.ulb.ac.be> et <http://www.ox.ac.uk>

Bravo l'Ucl ! Les professeurs Bernard Remiche et Paul Belleflamme de l'Université catholique de Louvain (Ucl) ont été récompensés par *GDF Suez* pour leur projet d'analyse juridique

et économique des transferts internationaux de technologies environnementales.

C'est depuis 2002, que la *Fondation Louvain*, soutenue financièrement par *GDF Suez*, décerne, tous les deux ans, un prix de 125 000 euros destiné à stimuler les travaux de recherche liés à l'environnement et au développement durable. Grâce à ce ticket *GDF Suez/Ucl*, les professeurs sélectionnés peuvent *booster* leur recherche et surtout engager l'un ou l'autre doctorant.

<http://www.udouvain.be> et <http://www.gdfsuez.com>

Reach s'enrichit. Au cours des six derniers mois, 1 900 entreprises belges ont procédé à 65 000 pré-enregistrements auprès de l'*Agence européenne des produits chimiques (Echa)*. Voulu par l'Union européenne, le principe de base de *Reach* est simple: pas de données, pas de marché ! Autrement dit, pas d'information sur la substance, pas de commerce de cette substance ! L'enregistrement offre donc aux entreprises et à leurs clients la sécurité juridique quant aux substances pouvant être produites et utilisées. Au total, 50 000 substances chimiques ont été pré-enregistrées dans l'Union européenne.

<http://www.echa.eu> et <http://www.essencia.be>

Huit millions cinq cent mille euros; tel est le résultat de la première levée de capitaux d'*Okapi Sciences*. Un vrai succès et un finance-

Les professionnels
de l'agroalimentaire
et des métiers
de bouche se
retrouveront
à Marche-en-Famenne
du 8 au 12 mars 2009.
<http://www.horecatel.be>

ment qui assure de solides perspectives à la *spin-off* de la Katholieke Universiteit Leuven (Kul), à l'Académie des sciences de Prague et à l'Université de Liège (Ulg), spécialisée dans les médicaments antiviraux destinés aux applications vétérinaires.

La vocation sociale d'*Okapi Sciences* est de développer des médicaments pour le traitement et la prévention d'affections virales chez les animaux. On l'oublie souvent, mais les infections virales menacent gravement la santé de nos animaux de compagnie comme celle des animaux d'élevage. À ce jour, les moyens antiviraux sont très limités pour combattre les infections virales vétérinaires. Et pourtant, le marché des médicaments vétérinaires, notamment celui des animaux de compagnie, est considérable et en perpétuelle croissance ! Aussi, *Okapi Sciences* espère bien conquérir, avec ses produits, un segment du marché encore peu exploité, celui des affections virales.

Quelques dates à retenir...

Du 1^{er} février au 19 avril: la Maison de la Francité lance un concours de textes sur le thème *La tête dans les étoiles*, un titre qui peut s'interpréter de bien des façons au gré de la fantaisie de chacun. Plus d'informations sur le site <http://www.maisondelafrancite.be>

Cent ans ! En 1909, se tenait au grand palais de Paris le premier salon de la locomotion aérienne. Devenu salon de l'aéronautique et de l'espace du Bourget, la cuvée 2009 marquera donc, du 15 au 21 juin, le centenaire de cet événement.
Infos : <http://www.salon-du-bourget.fr>

Du 27 février au 12 avril: la ville de Mons et l'Université de Mons-Hainaut (UMH) accueillent à la salle Saint-Georges (Grand Place à Mons) une exposition sur *L'âge d'or des sciences arabes*, réalisée par l'Université libre de Bruxelles, sous la direction du professeur Hossam Elkhadem, commissaire scientifique.
Plus d'informations: 065/37.34.90. Courriel: <http://www.umh.ac.be/cds>

Biomedica 2009

Organisé 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, la cuvée 2009 de cette grande manifestation se déroulera au Palais des Congrès de Liège du 1^{er} au 2 avril. Plus de 1 200 scientifiques, académiques et professionnels sont attendus !

Au programme: biomatériaux, biopolymères, imagerie moléculaire et médicale, produits pharmaceutiques et nutraceutiques, et dispositifs médicaux.
Plus d'infos: <http://www.biomedica2009.com> et <http://www.euregio-mr.org>

Dans ce contexte, *Okapi Sciences* travaille en étroite collaboration avec des sociétés de recherche contractuelle et des groupes académiques. Citons: le *Rega Instituut* de Louvain, la Faculté de médecine-vétérinaire de l'Université de Liège (Ulg) et le Centre d'études et de recherches vétérinaire et agrochimique d'Uccle (Cerva). «Grâce à cette levée de capitaux, à l'apport des connaissances et de la propriété intellectuelle de différents groupes de recherche de renom, nous disposons d'un portefeuille de produits à un stade déjà avancé de développement, permettant à l'entreprise de démarrer très rapidement», explique Erwin Blomsma, Ceo d'*Okapi Sciences*.

Infos: <http://www.kuleuven.ac.be>,
<http://www.var.fgov.be> et <http://ulg.ac.be>

Innovation de rupture. Efficace, propre et utilisable dans de nombreuses applications, notamment la production d'énergie sur sites isolés, la distribution, la cogénération, etc., la technologie de conversion énergétique de pile à combustible à le vent en poupe. Aussi, *Solvay* a pris une participation de 13% dans *Acal Energy*, société du Royaume-Uni spécialisée dans le développement de piles à combustible qui compte exploiter sa technologie innovante *FlowCath®* pour réduire le coût des piles à combustible et améliorer leur fiabilité de manière significative.

FlowCath® remplace une partie des métaux précieux dans les catalyseurs, utilisés dans les piles à combustible conventionnelles, par ses propres catalyseurs liquides, nettement moins onéreux. Si cette substitution réduit le coût de la pile, elle accroît aussi sa durée de vie et sa fiabilité, tout en simplifiant le système en éliminant des mécanismes de défaillance.

Directeur général de *Solvay recherche et technologie* et membre du Comité exécutif, Jean-Michel Mesland considère que «cet investissement permet à *Solvay* de participer à une innovation de rupture qui rendra les piles à combustible plus performantes en termes de coût.» Et de rappeler: «*Solvay s'est engagé à soutenir fermement la mise au point d'appareils contribuant au développement durable.*»

Pour mémoire, la technologie de la pile à combustible est basée sur la transformation catalytique de combustible (hydrogène, méthanol) par une réaction chimique avec l'oxygène, en électricité, chaleur et eau. Beaucoup plus respectueuse de l'environnement que le moteur à combustion traditionnel et aussi plus efficace, le taux de conversion énergétique de la pile à combustible est d'environ 50%.

<http://solvay.com> et <http://www.acalenergy.co.uk>

Argent frais. Le gouvernement wallon a décidé d'octroyer une aide à la recherche, d'un montant de 4 083 472,50 euros à *Sonaca*, dans le cadre de sa participation au programme *Legacy* d'*Embraer*. Nouvelle famille d'avions d'affaires, les *Legacy 450* et *500* complèteront la gamme *corporate* du constructeur brésilien en comblant le créneau existant entre les modèles *Phenom 300* et *Legacy 600*. Ces nouveaux avions transporteront de 4 à 8 passagers sur des distances allant de 4 000 à 5 500 km selon les modèles et la charge. Une centaine de lettres d'intention ont d'ores et déjà été adressées au constructeur. Sur ce programme, *Sonaca* étudiera et fabriquera le fuselage arrière. La phase d'étude et de réalisation des prototypes s'étalera jusqu'en 2011, les premières fournitures de séries démarrant en 2012. <http://www.sonaca.com> et <http://www.embraer.com>

Des Wallons à la pointe du progrès ! Le cancer est un dossier brûlant ! Aussi, tous les pays sont-ils en quête de solutions. Dans ce combat quotidien, des chercheurs de l'Université catholique de Louvain (Ucl) viennent d'envoyer une nouvelle flèche sur cette maladie, véritable fléau de notre société. En effet, ils sont parvenus à identifier un processus de recyclage des déchets dans les tumeurs et ensuite à bloquer ce processus pour détruire ainsi les cellules tumorales les plus résistantes. D'où l'arrivée d'une approche nouvelle dans le traitement de différents cancers. Et surtout un nouveau pas en avant dans la lutte contre le cancer. En effet, cette découverte exploitée seule où associée à la radiothérapie fait régresser les tumeurs cancéreuses chez la souris.

Pour saisir le cheminement de cette recherche, qui a duré quatre années, il faut se rappeler qu'on trouve au sein d'une tumeur deux types de cellules cancéreuses: les cellules tumorales oxygénées proches des vaisseaux sanguins et les cellules tumorales hypoxiques exposées à de faibles taux d'oxygène. Au cours du traitement de la maladie, les cellules tumorales oxygénées sont en général éliminées par la chimiothérapie ou la radiothérapie. En revanche, les cellules tumorales hypoxiques résistent davantage suite à leur éloignement des vaisseaux sanguins transportant les médicaments et aussi par leur grande résistance aux traitements anticancéreux. Cette survie des cellules tumorales hypoxiques explique les nombreux cas de rechute de la maladie.

On savait depuis longtemps déjà que ces deux types de cellules vivaient au rythme de métabolismes différents: les cellules tumorales oxygénées se nourrissant de glucose et d'oxygène pour rejeter ensuite du gaz carbonique et les cellules tumorales hypoxiques uniquement de

Wally à la découverte de la Wallonie

Outil pédagogique, cette brochure est destinée aux enfants de 10 à 14 ans. Son but: expliquer comment et dans quelle mesure la Région wallonne intervient au quotidien dans la vie de tout un chacun.

Le premier volet fixe les idées au niveau de l'institutionnel: histoire, géographie, répartition des compétences entre Fédéral, Communautés et Régions. Le second permet d'aborder chaque mois de l'année scolaire une ou plusieurs compétences régionales: agriculture, technologie, tourisme, etc.

Tout au long des 120 pages, le jeune lecteur est accompagné par Wally et ses amis. L'éveil est maintenu par des textes adaptés et un graphisme coloré. Cette nouvelle version de la brochure peut être obtenue gratuitement sur simple demande par téléphone au 0800/11 901. Par courriel à wally@mrw.wallonie.be ou en écrivant Wally, Place Joséphine Charlotte, 2 à 5100 Jambes.



Calculer mieux

Dans le cadre *First-Entreprise*, le Département de développement technologique du Service public wallon (Spw) a décidé de soutenir un projet de recherche de la société *Greisch*, visant la mise au point d'un nouvel outil de calcul. Ces développements permettront de compléter, avec les conseils du département *Argenco* de l'Université de Liège (Ulg), un élément fini de «poutre», déjà très complet, pour prendre en compte le phénomène de la distorsion de sa section droite. L'outil sera implémenté au programme de calcul *Finelg* grâce auquel *Greisch* conçoit, dimensionne et vérifie les ouvrages d'art exceptionnels. <http://www.greisch.com> et <http://www.argenco.ulg.ac.be>

glucose en éliminant du coup un autre type de déchet: le lactate. D'où leur survie en absence d'oxygène.

La première découverte de l'équipe de l'Ucl a été celle du processus de recyclage des déchets dans les tumeurs. Elle a noté que le lactate, produit par les cellules tumorales hypoxiques, n'était pas éliminé dans le sang, mais recyclé par les cellules oxygénées comme nourriture de substitution ! Mieux encore, les chercheurs ont remarqué que les cellules oxygénées préfèrent le lactate (déchet) au glucose. Dès lors, les cellules tumorales hypoxiques reçoivent tout le glucose nécessaire à leur survie !

Soucieux de percer cette énigme, les chercheurs ont tenté de comprendre comment le lactate arrivait à pénétrer dans les cellules tumorales oxygénées pour se nourrir. Et le hasard faisant

toujours bien les choses, c'est ici qu'ils ont fait leur seconde découverte en parvenant à identifier la voie d'entrée du lactate dans les cellules tumorales oxygénées et l'intérêt thérapeutique de bloquer cette voie d'accès. Et, pour fermer cette porte d'entrée, baptisée *MCT1*, ils ont utilisé un composé précurseur d'un nouveau médicament.

Le fait de bloquer *MCT1*, c'est l'ensemble du processus de recyclage qui se trouve perturbé ! Agissant de la sorte, les chercheurs obligent les cellules tumorales oxygénées à se nourrir de glucose et non plus de lactate. Par ce biais, les cellules tumorales hypoxiques se trouvent au régime sec et finissent par mourir de faim !

Chez la souris, ce processus de blocage permet d'éliminer les cellules tumorales hypoxiques dont on connaît le degré de dangerosité. Et en combinant le blocage à la radiothérapie, on observe de surcroît et toujours chez la souris une régression majeure des tumeurs. Si des tests n'ont pas encore été pratiqués chez l'homme, les chercheurs ont apporté les preuves de l'existence de *MCT1* dans différents cancers de l'homme: tête et cou, sein et colon.

Aussi, ils estiment que ce traitement pourrait être utilisé dans le traitement d'une grande variété de cancers humains. À cette fin, une collaboration avec une firme pharmaceutique sera prochainement engagée afin de permettre à cette stratégie thérapeutique validée aujourd'hui chez l'animal de devenir un remède pour le patient cancéreux. Une découverte de plus qui

montre et confirme surtout l'esprit d'innovation qui règne dans les universités wallonnes.

olivier.feron@uclouvain.be et

pierre.sonveaux@uclouvain.be

MecaTech en pleine forme. Avec plus de cent partenaires impliqués dans ses projets, le pôle *MecaTech* soulève un enthousiasme et un dynamisme sans précédent ! Parmi les derniers développements, on peut citer *Solautrak* labellisé dernièrement. Ce projet vise à développer de nouveaux échangeurs thermiques pour les absorbeurs solaires. Une thématique bien dans l'air du temps !

Concrètement, il s'agit de développer un système de chauffage thermo-solaire capable de rendre une habitation autonome par rapport aux autres sources d'énergie, notamment les énergies fossiles. L'idée ou plutôt l'innovation visée par *MecaTech* est d'utiliser un stockage chimique intersaisonnier afin de restituer en hiver la chaleur accumulée en été. Les produits chimiques envisagés sont des sels inoffensifs, capables d'absorber ou de libérer de la chaleur lorsqu'ils se déshydratent ou s'hydratent.

Dans une première étape, les chercheurs comptent développer des supports poreux pour les sels ainsi que des techniques d'absorption de sels dans lesdits supports. Dans un second temps, ils mèneront des modèles mathématiques afin d'optimiser la vitesse de transfert d'eau et de chaleur entre le sel, son support et les réservoirs extérieurs. Au-delà, ils envisageront aussi l'analyse environnementale des nouveaux produits et matériaux pour assurer leur durabilité jusqu'en fin de vie. <http://polemecattech.be>

Déjà à 360 km/h. Développé par le géant français de l'énergie, du transport et de l'innovation *Alstom*, l'*AGV* a débuté ses tests à 360 km/h pour vérifier en grandeur nature les simulations et modélisations informatiques concoctées par les ingénieurs et les bureaux d'études. Les mesures effectuées visaient l'ensemble des éléments critiques du train sur les fondamentaux de la très grande vitesse ferroviaire. Les contrôles ont donc porté sur la dynamique roue-rail, c'est-à-dire la qualité du contact entre ces deux éléments; le couple pantographe-caténaire; la chaîne de traction; le système de freinage; la compatibilité électromagnétique et la résistance à l'avancement. *Alstom Transport* est présent en Wallonie, à Charleroi, avec de la production notamment pour les trains à grande vitesse et de la R&D. <http://www.transport-alstom.com>

Jean-Claude QUINTART
jc.quintart@skynet.be

À l'honneur...

L'Université de Mons-Hainaut (Umh) a reçu le **prix de vulgarisation scientifique 2008**, pour la réalisation, par Michaël Terzo, du Laboratoire de Zoologie, de l'ouvrage «*Les Abeilles sauvages, bourdons et autres insectes pollinisateurs.*»



Commanditée et financée par le Service public wallon, Direction générale opérationnelle 3 (DGO 3), agriculture, ressources naturelles et environnement, (anciennement Direction générale de l'agriculture), cette étude avait pour titre «*Malvas: méthodes agri-environnementales liées à la valorisation des abeilles sauvages.*»

Cet ouvrage vise en premier lieu les agriculteurs, car c'est sur base de leur volontariat que se développe le programme *Malvas*. Toutefois, le document a été rédigé de manière à être accessible à tous publics: écoles, associations naturalistes, etc.

Créé en 1950, ce prix d'un montant de 2 500 euros entend couronner la valeur d'une œuvre destinée à rendre accessible au plus large public un sujet fondamental ou un ensemble de sujets ressortissants aux sciences exactes, aux sciences de la nature ou aux sciences de l'Homme. <http://www.umh.ac.be> et <http://www.agriculture.wallonie.be>

IBS, la soudure fait la force

Créé en 1942, l'Institut belge de la soudure (IBS) a pour objectifs principaux de stimuler l'innovation auprès de ses membres, de déterminer les meilleurs procédés et matériaux de soudage pour des applications nouvelles ou existantes, de diffuser les résultats des projets de recherche dont s'acquittent ses laboratoires et de favoriser une réduction des coûts du soudage dans les entreprises en y stimulant une élévation de la productivité dans ce domaine d'activité

L'Institut belge de la soudure (IBS) naît en 1942 à Bruxelles, avec le statut d'association sans but lucratif. Son ambition est alors de contribuer au développement et à l'amélioration de la technologie du soudage des métaux en aidant les universités belges dans le choix et la coordination de programmes de recherche dont les résultats bénéficieront aux entreprises. À l'époque, le soudage apparaît comme une technologie pleine de promesses, voire un secteur stratégique, d'autant que, attirée par la perspective de réaliser des assemblages rapides, l'industrie de guerre s'y intéresse au premier chef. Mais encore faut-il le domestiquer, s'immiscer dans ses arcanes pour le rendre plus performant, en étendre le champ des applications et éviter les «retours de flamme».

L'exemple des premiers bateaux soudés, les *Liberty Ships*, illustre bien le chemin qu'il reste à parcourir. En effet, ces cargos construits en masse aux États-Unis dans le but de ravitailler les alliés durant la bataille de l'Atlantique (1939-1945) ne furent pas à la fête. En raison des attaques ennemies, bien sûr, mais aussi parce qu'un certain nombre d'entre eux sombrèrent lorsque la température de l'eau avoisinait 0° C. Dans les années 40, on ignorait encore le phénomène de la température de transition des métaux et, partant, que ces derniers perdaient leur ductilité aux alentours de 0 °C.

Quoi qu'il en soit, au-delà du chaos et du bruit des bottes, l'industrie de guerre avait dessiné la voie du futur: le triomphe de la production de grandes séries, ce qui faisait du soudage la technologie de référence. En outre, la sidérurgie belge était une des plus importantes au monde par tête d'habitant. «Dans l'immédiat après-guerre, un des objectifs de l'IBS fut de protéger nos industries contre la concurrence étrangère

à travers la définition de règles et de normes et de les représenter dans les comités internationaux», indique Walter Vermeirsch, le directeur actuel de l'Institut.

L'empreinte d'un homme

En un sens, l'«histoire moderne» de l'IBS commence en 1972. De fait, c'est cette année-là qu'il se dote d'un centre de recherche qui sera appelé le *laboratoire Soete*, du nom de son fondateur, Walter Soete, professeur à la faculté des sciences appliquées de l'Université de Gand. Certes, l'Institut conservait sa dimension nationale, mais, comme le souligne Walter Vermeirsch, devenait en quelque sorte une *spin-off* avant la lettre du service universitaire dirigé par le professeur Soete. Celui-ci allait guider l'IBS durant plus de quarante ans. Le siège social de l'asbl restait à Bruxelles, mais le centre de recherche proprement dit était implanté dans les bâtiments de l'Université de Gand, où il est toujours aujourd'hui.

L'évolution respective du tissu économique de la Flandre et de la Wallonie explique pourquoi Gand fut préférée à Liège à l'heure de la création d'un laboratoire de recherche au sein de l'Institut belge de la soudure. Après avoir fait florès, l'industrie lourde wallonne était en nette perte de vitesse - *Cockerill*, la *Fabrique Nationale...* -, tandis que *Sidmar* éclosait à Zelzate, à une vingtaine de kilomètres de Gand, ou que le groupe *Bekaert*, spécialisé



Walter Vermeirsch,
directeur de l'IBS.
Courriel:
[walter.vermeirsch](mailto:walter.vermeirsch@bil-ibs.be)
[@bil-ibs.be](https://www.bil-ibs.be)

(1) En 1947, Paul De Grootte, ministre du rééquipement national, dépose un arrêté-loi fixant les conditions de création de centres collectifs de recherche ayant pour vocation de contribuer à la relance économique du pays au lendemain de la Seconde Guerre mondiale. Ainsi naquirent de telles entités, articulées chacune autour d'un secteur industriel déterminé - construction, bière, diamant, etc. Ces centres portent le nom de centres De Grootte.

entre autres dans la transformation avancée des métaux, était en pleine croissance. «À la fin des années 60, est apparue en Flandre une industrie solide dans les domaines de la sidérurgie et des transformations métalliques», précise Walter Vermeirsch. Le Centre s'est alors focalisé sur elle et, par ailleurs, sur le choix des alliages pour les plates-formes pétrolières off-shore, domaine dans lequel le professeur Soete jouissait d'une réputation mondiale.»

Actuellement, l'IBS compte 271 membres, parmi lesquels on recense 209 entreprises et 62 centres de formation et de recherche, instituts d'enseignement et personnes physiques. Septante-quatre pour cent d'entre eux sont établis en Flandre contre 18% en Wallonie, 5% à Bruxelles et 3% à l'étranger. La nouvelle vie de ce qui fut Cockerill-Sambre, désormais maillon d'ArcelorMittal, l'arrivée de Caterpillar à Gosselies ou le redéploiement de CMI (Cockerill Maintenance & Ingénierie) ont cependant revivifié la demande wallonne dans la sphère de la recherche relative aux technologies de la soudure. Créé en 1989, le Centre d'étude wallon de l'assemblage et du contrôle des matériaux (Cewac), qui comprend une branche «Assemblages et essais associés» et une autre baptisée «Engineering d'innovation et de développement», a répondu à cette attente. Dans une cer-

taine mesure, il s'est donc positionné comme le pendant wallon d'un IBS «national» jusque-là surtout tourné vers la Flandre.

Horizons élargis

Depuis la fin de 2005, l'Institut belge de la soudure et le Cewac forment un groupement d'intérêt scientifique. Pris individuellement, chacun des deux centres a une taille nettement insuffisante pour répondre à l'évolution technologique ultrarapide dans le secteur du soudage. Aussi l'un et l'autre misent-ils désormais sur la complémentarité plutôt que sur la concurrence qu'ils pourraient se livrer. «Nous constituons ce que j'appellerais une asso-

ciation forte, dit le directeur de l'IBS. En clair, nous sommes deux associations qui souhaitent travailler ensemble, mettre en commun leurs ressources, échanger des informations et qui sont représentées dans les organes de gestion de l'autre.»

Dès lors, rien d'étonnant de voir fréquemment les deux asbl lancer de concert des programmes scientifiques. En 2008, leurs laboratoires initièrent notamment deux projets de recherche col-

lective - en cours d'évaluation - portant sur des technologies de soudage innovantes: *Soudimma*, qui a trait au soudage électromagnétique à haute vitesse, et *Arclaser*, qui vise à favoriser l'introduction et le développement, dans les entreprises wallonnes, de la technologie moderne de soudage hybride faisant appel, comme son nom l'indique, au laser et à un soudage additionnel à l'arc.

L'IBS a su élargir ses horizons, même si son laboratoire demeure localisé dans les bâtiments où il est né, à l'Université de Gand. Pour l'heure, le Centre collabore régulièrement avec d'autres universités, comme celles de Liège et de Louvain-la-Neuve. Plus fondamentalement, il n'est plus confiné dans le giron du service universitaire d'où émana son laboratoire, en 1972, mais mène une existence plus autonome.

Vingt-trois personnes sont employées par l'Institut: 17 ingénieurs dont 14 (7 en 1997) ont des activités de recherche, 3 techniciens, 4 personnes chargées de la direction ou de l'administration, ainsi qu'un «guideur technologique», ingénieur lui aussi, qui fait office d'antenne de l'IBS au sein du Cewac. Au total, trois personnes travaillent à Bruxelles, au siège social, dix-neuf à Gand et une à Liège.

Où l'Institut puise-t-il ses ressources. S'il est assimilé à un centre De Grootte (1), il n'en est pas un à part entière. C'est pourquoi les entreprises de son secteur d'activité ne sont pas tenues par la loi de s'y affilier et d'y cotiser. Non, devenir membre de l'IBS suppose une adhésion volontaire. «Les cotisations de nos membres ne représentent que 5% de notre chiffre d'affaires, commente Walter Vermeirsch. Notre plus grande source de revenus, environ 50 à 60%, provient de contrats passés avec les entreprises pour des essais et des recherches industrielles. Il faut y ajouter les subventions (30 à 40%) en provenance de l'État fédéral, des Régions et de la Communauté européenne pour des programmes de recherche ou des activités de guidance technologique. Les formations que nous dispensons et les journées d'étude que nous organisons nous rapportent également un peu.»

En vraie grandeur

Les contrats avec l'industrie peuvent prendre différentes formes, de la petite expertise réclamant une ou deux heures de travail à la recherche à caractère confidentiel s'étendant sur plusieurs mois. Des entreprises de toute taille sont concernées: un grand nombre de Pme, mais aussi des groupes importants, tels *Shell*, *Usinor*, *Bekaert*, *ArcelorMittal*, *Alstom Energy*, *Solvay*, *Distrigaz* ou *Cockerill Mechanical Industries*.



Eddy Deleu,
responsable
technique
de l'IBS.
Courriel:
[eddy.deleu@
bil-ibs.be](mailto:eddy.deleu@bil-ibs.be)

Eddy Deleu, le responsable technique de l'Institut, tient à mettre en exergue trois éléments qui constituent autant de forces de l'IBS tant dans le domaine des essais et de la recherche sous contrat que dans celui de la recherche collective. Le premier est évidemment une expertise et des connaissances de pointe dans les techniques et la caractérisation du soudage. Le deuxième est une parfaite maîtrise dans l'analyse des fissures et des ruptures. «*À ce niveau, nous travaillons surtout pour la pétrochimie et l'ensemble du secteur de la génération d'énergie, dit Walter Vermeirsch. Nous nous rendons sur les lieux où une soudure a pu poser problème, nous effectuons une expertise totale et, le cas échéant, donnons notre avis sur le choix des matériaux et des processus de fabrication.*» Le troisième atout sur lequel Eddy Deleu insiste est la capacité du Centre d'opérer des essais à grande échelle, c'est-à-dire en vraie grandeur ou presque.

«*Par exemple, tous les laboratoires du domaine de la soudure sont équipés pour faire des essais de traction de quelques centimètres, mais très rares sont ceux qui sont à même de les réaliser à grande échelle, précise le directeur de l'IBS. En Europe, nous sommes parmi les seuls (avec le laboratoire Soete), ce qui a contribué à asseoir notre réputation et explique que nous soyons fréquemment sollicités pour participer à des programmes européens.*»

Pour l'IBS, l'objectif cardinal de la recherche collective est simple: rendre service à ses membres. Aussi deux types de projets ont-ils été définis. Les premiers, dont le choix repose sur l'avis de l'industrie, ont pour finalité de répondre à des problèmes actuels auxquels les entreprises sont confrontées. Les seconds, eux, relèvent d'une projection dans l'avenir, partant du postulat que «*gérer, c'est prévoir*». Il s'agit alors d'anticiper, de s'investir dans des domaines où des innovations sont en germe. Globalement, les programmes de recherche épousent un ou plusieurs des cinq grands axes suivants: le comportement des matériaux, la détermination du procédé de soudage le plus approprié et du matériau le plus adéquat, les techniques de production (coupage, soudage, traitements de surface...), la maîtrise des processus et de la qualité et enfin la sécurité et la fiabilité.

Un exemple d'une recherche actuellement soutenue par le département des programmes de recherche de la DGO6 (anciennement Dgtre) et Industeel (groupe ArcelorMittal) concerne un acier très spécifique, contenant 9% de nickel, utilisé pour les cuves de stockage du gaz naturel liquéfié. L'industrie souhaite une augmentation de la capacité, donc du volume, desdits réservoirs. Or à l'accroissement de la hauteur et

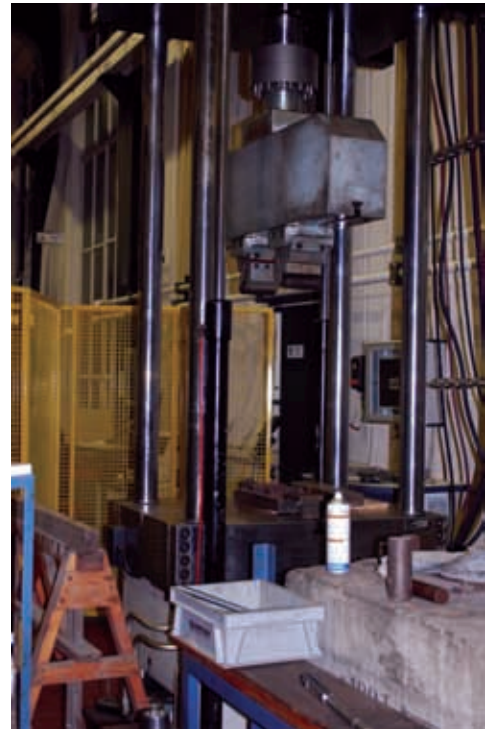
du diamètre de ces cuves bardées de soudures doit répondre un accroissement de l'épaisseur du métal. «*Nous connaissons le comportement de celui-ci et des soudures pour des épaisseurs allant jusqu'à 30 millimètres, rapporte Eddy Deleu. Mais que se passera-t-il avec des épaisseurs de 50, voire 75 millimètres ? Imaginons qu'une rupture apparaisse dans la partie haute d'un réservoir. Va-t-elle s'arrêter spontanément ou se propager jusqu'au bout, auquel cas tout le fluide pourrait s'échapper ?*»

Dimension écologique

L'IBS s'intéresse à toutes les nouvelles technologies de soudage. Ces dernières ont généralement comme dénominateur commun d'éviter ce qu'il est convenu d'appeler le bain de fusion. En effet, lorsque, sous l'empire de hautes températures, du métal entre en fusion et se liquéfie, il y a dégagement de gaz toxiques. De plus, les techniques impliquant un bain de fusion consomment une énergie considérable. Mettre en œuvre d'autres solutions va dans le sens de la protection du travailleur et de l'environnement.

Historiquement, la première technologie plus «*propre*» fut le soudage par friction. Bien que l'acier ne soit pas fondu, ce procédé implique néanmoins des températures de 600 à 700 °C. Le soudage par impulsion magnétique, qui fait l'objet du projet de recherche *Soudimma* (voir *supra*), constitue pour sa part une sorte d'idéal, dans la mesure où il s'effectue très rapidement, à froid et sans émanations. De surcroît, l'opérateur, qui utilise une télécommande, se trouve à l'abri à distance de l'équipement de soudage. «*Ce procédé est vraiment respectueux de l'environnement*», insistent Walter Vermeirsch et Eddy Deleu.

La dimension écologique est désormais jugée essentielle par les responsables de l'IBS. «*Les recherches collectives que nous entreprenons portent sur des procédés susceptibles d'assurer un soudage de qualité, de garantir la sécurité de l'opérateur ainsi que le respect de l'environnement et enfin de déboucher sur un gain de productivité, déclare le directeur de l'Institut. Si un de ces éléments fait défaut, le procédé étudié doit être abandonné.*»



Machine d'essai universelle et servo-hydraulique avec une capacité maximale de 1 000 kN, offrant la possibilité de tester facilement des échantillons standardisés à des températures très basses.



Vue d'un montage destiné à étudier le comportement d'un tube soumis à une charge de fatigue.

Quatre ingénieurs du Centre sont affectés à la guidance technologique, dont un, nous l'avons signalé, est établi au Cewac. Afin de conserver un ancrage dans la recherche et de remettre ainsi en permanence leurs connaissances à niveau, ils consacrent 20% de leur temps de travail à suivre les études menées dans les laboratoires. Telle que la conçoit l'IBS, la guidance technologique est bicéphale. Tantôt elle se veut proactive, informant les membres de l'Institut des innovations dans l'univers du soudage. Tantôt elle vise à solutionner dans les plus brefs délais des problèmes ponctuels rencontrés par des entreprises - fabrication à l'arrêt, mauvaise qualité de la production, questions relatives aux normes en vigueur, etc. «Le nombre de nos interventions s'élève à environ 500 par an, indique Walter Vermeirsch. Elles s'adressent à nos membres, mais nous acceptons parfois de prêter notre concours à des sociétés qui ne sont pas affiliées chez nous. Ces services sont gratuits.» Face à certains problèmes récurrents, il peut arriver qu'une recherche sous contrat, voire une recherche collective, soit initiée.

Opérateur sectoriel

L'IBS n'a pas de cellule vouée à la veille technologique. De façon pragmatique, chaque ingénieur suit l'actualité dans son domaine de prédilection et les connaissances acquises de la sorte se diffusent au sein de l'Institut à l'occasion de réunions plénières bimensuelles. Ces informations sont relayées vers l'extérieur par les «guideurs», mais également via le site Internet du Centre (<http://www.bil-ibs.be>), par des articles publiés en français et en néerlandais dans la revue *Métallerie* et par le magazine *Lastechniek, Vakblad voor verbinden en snijden*, dont il n'existe actuellement qu'une version néerlandaise.

(2) Institut belge de normalisation.

(3) Normalisatie Bureau de normalisation.

(4) Il existe en Wallonie d'autres centres spécialisés donnant des formations aux soudeurs. Technifutur, par exemple.

Une autre mission importante de l'IBS est la normalisation. Depuis la restructuration de l'IBN (2), devenu en 2007 le NBN (3), l'Institut a été désigné comme «opérateur sectoriel». Autrement dit, il s'est vu transférer la responsabilité des activités de normalisation que l'IBN exerçait dans le domaine du soudage. De ce fait, il représente l'industrie belge dans les commissions de normalisation européennes et, s'étant doté d'une «Antenne Normes», informe nos entreprises de l'évolution de celles-ci. À l'avenir, l'IBS entend en outre jouer un rôle dans la certification des entreprises ainsi que des soudeurs et du personnel d'encadrement. Cela, via l'Association belge du soudage, asbl indépendante du Centre, mais cependant apparentée si l'on se réfère à la composition de ses organes de gestion. «Notre volonté est de ne pas encourir le reproche d'être à la fois juge et partie, dit Walter Vermeirsch. Des auditeurs s'assurent d'ailleurs régulièrement que l'Association belge du soudage fonctionne bien selon les règles établies par l'International Institute of Welding (IIW).»

Dans le bâtiment qu'il occupe à Bruxelles, l'IBS cohabite avec le Centre de perfectionnement des soudeurs (CPS), une asbl proche qui entretient des relations privilégiées avec le Service public wallon de l'emploi et de la formation professionnelle (Forem) et avec son homologue flamand, le Werk opleidingen in Vlaanderen (VDAB) (4). C'est dans ce même bâtiment que l'Institut dispense des formations de haut niveau débouchant sur des diplômes reconnus dans le monde entier: ceux d'ingénieur soudeur international, de technologue soudeur international et de spécialiste soudeur international. «Ces formations sont essentielles pour répondre aux normes internationales en matière de soudage, commente Walter Vermeirsch. Disposer d'un personnel bien formé, c'est-à-dire possédant les diplômes et qualifications appropriées, doit être une priorité pour les entreprises si elles veulent continuer à satisfaire aux exigences des donneurs d'ordre.»

Toujours désireuse de ne pas être juge et partie, l'IBS n'organise pas les examens relatifs à ses formations et ne délivre pas de diplôme. Cette mission incombe à l'Association belge du soudage, laquelle est reconnue par tous les instituts de soudage européens comme étant l'Authorized National Body (ANB) en Belgique. La soudure est faite...

Philippe LAMBERT
ph.lambert.ph@skynet.be

FIV, n.f.



FIV ou son équivalent un peu plus long *Fivete*, est aujourd'hui entré dans le quotidien de nombreuses personnes, généralement associées en couple. Il s'agit - pour ceux qui l'ignoreraient encore - de l'abréviation de *Fécondation in vitro* et, dans sa version complète, du même concept additionné de *et transfert d'embryon*. Pour faire simple, il s'agit donc de cette technique entrée aujourd'hui dans une longue routine qui consiste à opérer des fécondations en éprouvette avant de replacer un - voire plusieurs - embryon(s) dans l'utérus.

Cette réalité biomédicale est tellement entrée dans la pratique qu'elle n'appelle plus réellement de commentaire dans sa version habituelle; on pourrait, du coup, se demander ce qui vaut son évocation dans ces colonnes, généralement réservées à des néologismes évocateurs de nouveautés scientifiques.

La raison est finalement toute simple; cette technique qui a longtemps défrayé la chronique à l'occasion de ses développements multiples, a aujourd'hui trente ans. C'est en effet le 25 juillet 1978 qu'une équipe britannique inconnue du grand public annonçait la naissance d'une petite fille conçue en dehors du corps maternel. Une première mondiale; une prouesse biomédicale lourde de sens mais aussi un espoir fabuleux pour tous les couples jusque-là condamnés à une stérilité définitive.

Trente ans plus tard, plus grand monde ne s'étonne de ce qui est entré dans le domaine de l'assistance médicale. Le premier bébé du miracle, aujourd'hui logiquement trentenaire et maman de jumeaux conçus comme elle en éprouvette, peut se vanter d'être le premier d'une série qui n'est pas près de s'interrompre. Le nombre d'enfants dont la conception doit beaucoup à l'intervention du laboratoire doit excéder un million dans le monde. C'est dire le succès de la méthode.

Pourtant tout n'a pas été simple. Et trente ans plus tard, il n'est pas inutile de se pencher sur ce qu'est devenue cette «FIV». En Belgique, en particulier.

Des débuts hasardeux...

On l'a oublié: la conséquence immédiate de l'annonce du premier succès en 1978 a été l'arrêt des essais pendant un an en Grande-Bretagne; un moratoire imposé par le besoin d'en savoir un peu plus sur les effets de cette méthode en rupture avec des lois naturelles fondamentales. Mais les développements concomitants en Australie et dans quelques autres pays pionniers ont permis aux essais de reprendre. Avec une large part d'inconnue au départ et une lourdeur certaine pour les patientes: anesthésie générale, intervention en salle d'opération, analyses hormonales lourdes et répétitives, ponctions à toute heure du jour et souvent de la nuit. Avec, de plus, des résultats peu à la hauteur des espérances.

Puis, au fil du temps et de l'implication d'équipes de plus en plus nombreuses, des améliorations substantielles sont apparues; dès 1981, les premières ponctions sous échographies sont décrites; elles se généralisent dès 1988 avec la mise sur le marché de sondes échographiques à utilisation vaginale.

Un peu plus tard, les premiers vrais régimes de stimulation hormonale des ovaires sont décrits; les ponctions d'ovules, fixées à des heures diurnes plus confortables, ont aussi des résultats moins aléatoires: la FIV devient une vraie technique thérapeutique reproductible.

Entre-temps, les indications - à l'origine réservées à quelques pathologies de la femme - s'étendent à celles de l'homme et, dès le milieu des années '80, la FIV est de plus en plus souvent

Quelques sites...

La fécondation in vitro et la régulation hormonale.

Extrait d'un cours de biologie, clair et illustré.

<http://www.sio2.be/cours/bio5/ch4.htm>

Langue: français.

Fécondation in vitro.

Présentation d'une émission de la Rtbf

(à commander)

<http://cnasm.fr/Fécondation-in-vitro>

Langue: français.

mise en œuvre quand la contribution masculine laisse peu ou prou à désirer. Les premières méthodes sont plutôt aventureuses; les enveloppes externes de l'ovule sont franchies mécaniquement et pas à pas, jusqu'à ce que la Belgique innove avec une méthode qui aujourd'hui a largement supplanté toutes les autres: l'*ICSI*, l'introduction mécanique d'un spermatozoïde au sein de l'ovule. On en est, avec l'accès au cœur de l'ovule, au stade ultime de la progression normalement réservée au spermatozoïde. Le reste n'est plus de son ressort: il est intégralement pris en charge par les mécanismes ovulaires jusqu'à la fusion des noyaux.

Un autre site...

L'embryon humain,
sujet de savoir,
objet de passions.
Une conférence
par René Frydman
à voir en ligne.
<http://tinyurl.com/62ecuv>
Langue : français

Cette option d'*ICSI* est proprement stupéfiante puisqu'il suffit d'un seul spermatozoïde - pourvu qu'il soit simplement vivant - pour féconder un ovule. Les premières tentatives vont effectivement dans ce sens et nombre de couples qui se croyaient condamnés à une vie sans enfant ou candidats à l'adoption découvrent cette nouvelle option du miracle. De miracle, il en est vraiment question puisque l'usage permet de découvrir que les résultats, en termes de fécondation, sont même plus élevés avec l'*ICSI* qu'en cas de *FIV* «classique», lorsque le sperme est tout à fait normal. C'est sans doute ce qui entraînera la perversion de la méthode: un recours assez systématique pour «assurer» des résultats en cas de doute. On y reviendra.

... puis la routine

Vers le milieu des années '90, la *FIV* et son complément *ICSI* s'installent dans la routine. Les indications médicales sont bien posées en fonction de l'étiologie et n'accèdent à ces techniques «haut de gamme» que les couples qui y ont spontanément droit en raison des causes identifiées de leur infertilité et ceux qui ont traversé au préalable et sans succès les méthodes de traitement moins lourdes et invasives. Il est vrai qu'à ce moment, le remboursement des frais associés se limite encore essentiellement aux analyses hormonales, à la pratique médicale

et à certains médicaments. Pour le reste - et donc pour la pratique du laboratoire - tout est à charge des couples. On évoque à ce moment un coût globalisé par tentative qui oscille entre 20 et 35 000 francs (500 à 875 euros). Entreprendre une *FIV* repose donc sur un choix raisonné pour la plupart des couples concernés qui, lorsque la chose est possible, préfèrent d'abord épuiser leur «potentiel chance» en recourant aux simples inséminations intra-utérines si toutefois cette méthode est porteuse de chance réelle.

À ce moment, la pratique de la *FIV/ICSI* atteint un plateau pour l'ensemble du pays avec une valeur relativement stable de 8 500 tentatives pour le territoire national; toutes n'étant d'ailleurs pas réalisées au bénéfice des seules résidentes du pays. Chiffres d'incidence à l'appui, on se convainc alors que cette valeur répond étroitement au besoin national du traitement de l'infertilité. C'est sans doute assez étroitement vrai.

Un remboursement, enfin

Depuis le début des années '80, toute tentative de *FIV* et ensuite d'*ICSI* est précédée d'une utile stimulation hormonale des ovaires; un dopage qui permet de récolter, le moment venu, une dizaine d'ovules en moyenne. La fécondation étant acquise 7 fois sur 10 environ, chaque tentative se solde par la présence d'autant d'embryons, soit 6 à 8 dans un profil de tentative moyenne. Longtemps, on a cru que plus le nombre d'embryons remplacés était élevé, plus les chances de grossesse l'étaient également. Ce n'est pas faux; simplement, cette réalité ne tient pas compte de la «qualité» embryonnaire. Résultat assez rapide des remplacements embryonnaires multiples: des grossesses qui le sont tout autant et les naissances de jumeaux, triplés, voire quadruplés font partie du décours de la méthode.

Beaucoup s'émeuvent, la larme à l'œil, de ces succès multiples, issues heureuses d'années souvent nombreuses d'une infertilité pesante. Le monde médical voit néanmoins les choses sous un autre angle: ces naissances multiples coûtent à la société et surtout ne sont pas sans risque pour ces enfants qui naissent trop tôt, et peuvent en subir des séquelles durables. Tout cela a un prix; pour la société, mais aussi, bien entendu pour les couples concernés et, cela va de soi, pour les enfants eux-mêmes.

La première intention consiste à réduire de façon proactive le nombre d'embryons remplacés lors du transfert utérin; il est généralement plafonné à trois puis, dans le chef de certaines équipes, à deux seulement. C'est à ce moment - fin des années 90 - que des scientifiques luci-

Tout aussi efficace !

Les centres de *PMA* (*procréation médicalement assistée*) les plus connus sont les centres universitaires. Ce sont généralement chez eux qu'émergent les nouveautés biomédicales, recherche universitaire oblige. Mais il existe des centres régionaux qui ont toute leur importance pour la population et qui rendent donc un service de proximité. Un exemple ? Le centre de Libramont. Loin des grands circuits universitaires, ce centre luxembourgeois répond aux besoins de la patientèle de la province et, globalement, du Sud-Est du pays, avec une panoplie de possibilités thérapeutiques équivalentes à celles dont peuvent se prévaloir la plupart des autres centres agréés. Autant le savoir. Pour plus d'info: <http://www.fiv-luxembourg.be>

des établissements, valeurs chiffrées à l'appui, que les chances de grossesse restent significativement identiques en *FIV/ICSI* si un seul embryon est replacé, pourvu que celui-ci corresponde aux critères d'une morphologie optimale.

Trois centres belges associés entreprennent une étude prospective dont l'objectif est d'évaluer ce que la sécurité sociale peut faire comme économie en réduisant de façon radicale le nombre de grossesses multiples. Afin de faire émerger des différences, on compare les taux de grossesses observés après transfert d'un ou de deux embryons, et on évalue l'économie en termes de soins médicaux en réduisant les frais de néonatalogie liés à la prise en charge des «multiples». Menée pendant deux ans, cette étude a permis, à taux de grossesse égal, d'établir une substantielle économie puisque, très logiquement, le transfert d'un seul embryon ne mène qu'à la naissance d'un enfant unique à la réserve, assez réduite, de la jumeauté vraie.

Ce qui a suivi est assez subtil: les instigateurs de l'étude ont considéré le nombre de tentatives menées chaque année en Belgique et l'ont confronté à l'économie réalisée. Divisant la seconde valeur par la première, ils sont arrivés à un montant d'économie par tentative de *FIV/ICSI*; un montant proche du coût réel de l'activité du laboratoire ! La proposition avancée logiquement au ministre de tutelle de l'époque a donc été la suivante: imposons le transfert d'un seul embryon et offrons en contrepartie le remboursement des frais. Pour les finances de l'État, l'opération est normalement «blanche»: ce qui est épargné d'un côté est redistribué de l'autre aux premiers ayants droit. On ne peut plus simple. C'est de cette façon que le remboursement des frais de laboratoire a été offert aux couples candidats à la *FIV/ICSI* dès le 1^{er} juillet 2003 pourvu que le transfert ne concerne qu'un seul embryon en première intention; en tout cas et s'il correspond aux critères d'excellence.

Un lent glissement

Offrir un remboursement pour cette technique coûteuse a obligatoirement eu un effet incitatif sur ceux pour lequel le prix à payer était jusque-là réhibitoire. L'effet était attendu. On imaginait sereinement un accroissement du nombre de tentatives de 25%. Il est aujourd'hui de l'ordre de 100%...

Les raisons sont évidemment multiples. Il y a bien sûr l'accès de la méthode aux couples aux revenus les plus modestes. Logique. Pour d'autres, la répétition est plus rapide: plutôt que se limiter à une ou au maximum deux tentatives

par année, les couples peuvent multiplier leurs chances de conception dans le même temps.

On peut bien sûr ajouter à ces belles intentions quelques effets collatéraux. Il est clair par exemple que certains centres de *PMA* ont saisi la balle au bond pour accroître leur volume d'activité, prenant quelque liberté avec les indications médicales. D'autant plus volontiers, d'ailleurs, que la simple insémination intra utérine, beaucoup plus simple à mettre en œuvre, n'a pas bénéficié - jusqu'il y a peu - d'un remboursement par la sécurité sociale. On a donc proposé d'emblée la technique «haut de gamme» (par ailleurs porteuse de meilleures chances de grossesse) plutôt que la méthode plus simple au nom de l'efficacité et du moindre coût apparent. Il demeure que la différence - plus que substantielle - est à supporter par les soins de santé.

Aujourd'hui, la Belgique est aussi le pays au monde - valeurs du registre national à l'appui - où la pratique de l'*ICSI* est la plus élevée. Initialement réservée aux seules indications masculines sévères, son incidence dépasse maintenant celle de toutes les infertilités masculines (y compris les plus modérées) pour atteindre une valeur située entre 65 et 70%. Sept fois sur dix, par conséquent, une ponction d'ovules est suivie d'une insémination mécaniquement assistée. On n'est plus dans le registre de l'indication médicale, mais dans celle d'une certaine efficacité recherchée. Ce ne serait évidemment qu'un moindre mal si la technique en soi n'était porteuse de certains risques - certes jugés mineurs - qui lui sont associés.

Et la loi ?

De toutes les pratiques biomédicales, les procréations médicalement assistées (*PMA*) sont incontestablement les mieux encadrées par des textes législatifs. En 1999, un premier arrêté royal a fixé les normes d'agrément des centres et en a définitivement réduit le nombre à un par université et un par province, soit 18 pour l'ensemble du pays. Ces centres agréés, qualifiés de «type B» peuvent s'en adjoindre d'autres, de «type A» où seule la pratique médicale est autorisée, à l'exception de celle du laboratoire.

Depuis, d'autres textes ont suivi, aux effets un peu plus périphériques: loi relative au droit du patient en 2002, loi relative à la recherche embryonnaire en 2003 et décret d'application prévoyant les conditions du remboursement en 2003. Le 6 juillet 2007 enfin a été promulguée la «loi relative à la procréation médicalement assistée et à la destination des embryons surnuméraires et des gamètes». Sans entrer dans le détail, ce texte fixe essentiellement les condi-



tions d'accès aux pratiques de la PMA aux couples hétérosexuels, mais aussi aux couples de lesbiennes et aux femmes seules. Il fixe également des règles de conservation des gamètes (ovules et spermatozoïdes) et des embryons, ainsi que les modalités de destruction et de don à d'autres femmes ou couples. Ce texte a, bien entendu - compte-tenu de son contenu «sensible» - alimenté un long débat à la Chambre et au Sénat. Il fixe aujourd'hui, et pour une longue période sans doute, la pratique en matière de conception assistée.

Et l'avenir ?

Pas plus que les autres pratiques biomédicales, la *FIV* et ses développements multiples ne vont stopper leur évolution. Nombre d'entre eux ont été acquis et sont toujours en cours en matière de stimulation hormonale et de mode d'administration, l'objectif étant de réduire l'inconfort des injections pour les patientes. Pour le reste, la méthode est bien rodée par trois décennies de pratique et de modalités de mise en œuvre dans la plupart des pays du monde.

Une nouvelle étape a été franchie assez récemment et appelle encore de nombreux développements: la conservation de fragments d'ovaires de femmes jeunes en préalable à un traitement à risque stérilisant (radio- et chimiothérapie). La première mondiale, là encore, est belge et sa

réalité a été confirmée par d'autres succès observés ailleurs. À ce jour, quelques enfants ont en effet été conçus après prélèvement, congélation et autogreffe de fragments d'ovaires chez des patientes traitées pour un cancer. Si la finalité est salutaire - la conservation de la fécondité de la femme - on pressent toutefois un risque de dérive: le prélèvement, chez des jeunes femmes en pleine santé d'un fragment d'ovaire, sa congélation, et la greffe vingt ans plus tard. Bénéfice: les ovules produits à ce moment sont jeunes (leur développement a été interrompu pendant tout le temps de la congélation) et la vie féconde de la femme s'en trouve prolongée. Science-fiction ? Non: réalité. Pour le moment, aucun spécialiste ne s'est risqué à proposer la congélation ovarienne dans ce contexte, mais cela ne devrait pas tarder...

Autre domaine d'intérêt: la conservation - par congélation - de tissu testiculaire de garçons prépubères et la greffe assortie ensuite d'un démarrage de la fonction testiculaire exocrine (c'est-à-dire la production de spermatozoïdes) passé l'âge de la puberté.

La liste n'est pas close; d'autres domaines occupent aujourd'hui des spécialistes nombreux dans tous les domaines que la reproduction humaine concerne de près et de loin. Tout cela a eu un point de départ : la première conception humaine *in vitro*. C'était donc il y a 30 ans. Quel chemin parcouru depuis !

Questions / réponses...

Bon, les lois, les dérives, c'est bien beau, mais la *FIV* c'est quand même un traitement de la stérilité, non ? Vous avez raison: c'est d'abord et avant tout ça. S'ils doivent s'imposer un parcours souvent difficile pour enfanter, les couples infertiles ne connaissent pas forcément leur bonheur de vivre à l'heure actuelle; il y a fût-ce 50 ans, nombre d'entre eux auraient été voués à une vie sans enfant.

Mais vous aurez aussi compris que dès l'instant que la *FIV* a permis de voir, d'appréhender l'embryon sous toutes ses formes, on a aussi pensé à lui donner d'autres destinations que celle qui permet la naissance d'un enfant. Je ne l'ai pas évoqué, mais le parcours des 30 dernières années a aussi vu émerger la problématique du clonage, celle des cellules souches etc. On est loin du seul désir d'enfant !

La *FIV*, ça ne marche pas à tous les coups, on le sait bien. La science n'a pas progressé dans ce sens-là ? Au début, si. Mais les valeurs actuelles ont été atteintes après quelques années seulement. Si on n'a plus progressé ensuite, c'est parce qu'on a atteint les limites des aptitudes humaines à la conception. 20% environ des couples qui ont «profité» d'une *FIV/ICSI* rentrent neuf mois plus tard avec un ou deux bébés à la maison; soit 1 sur 5. Or, grâce aux dosages de l'hormone de grossesses réalisés deux semaines après le transfert embryonnaire, une grossesse débute dans 35 à 40% des cas. Puis surviennent les fausses-couches souvent très précoces, un peu plus souvent d'ailleurs après une *ICSI*. L'explication tient notamment à des anomalies génétiques qui affectent les embryons conçus. La technique biomédicale n'y est pour rien ou en tout cas pas grand chose: ce sont les gamètes - ovules surtout, mais aussi et dans une

moindre mesure, les spermatozoïdes - qui sont porteurs de ces erreurs de distribution des chromosomes.

L'âge y est pour quelque chose ? Bien vu ! Plus un ovule vieillit, plus il risque de comporter des anomalies. Or, beaucoup de femmes qui sollicitent le monde médical aujourd'hui pour concevoir, sont plus proches de 40 que de 20 ans. C'est forcément lié aux contraintes de la société: les femmes font de plus en plus souvent des études, veulent faire carrière et pensent ensuite à faire des enfants. Les centres de *PMA* doivent prendre en charge des patientes dont l'âge est proche, voire supérieur à 40 ans. Aujourd'hui, une femme de cet âge est toujours d'aspect jeune. Sur le plan reproductif, elle est malheureusement déjà «vieille». Elle a parfois tendance à l'oublier et l'âge «de cœur» n'a malheureusement rien à voir avec l'âge des ovaires !

Et l'homme ? L'homme vieillit aussi. Ce n'est pas un scoop. Mais les spermatozoïdes qu'il produit, quel que soit son âge, ont toujours 75 jours lors de leur libération dans le sperme. Il n'empêche qu'avec le temps, ces cellules germinales portent elles aussi de plus en plus d'anomalies. Mais pas autant que les ovules en fonction de l'âge de la femme. L'explication tient à la génétique et à une division particulière qu'on appelle méiose. Ce serait un peu compliqué d'en évoquer les détails ici.

Il y a un âge limite de l'homme pour concevoir ? Non. La volonté de concevoir lui appartient. On connaît les cas d'hommes âgés qui, à l'image d'Yves Montant par exemple, ont eu un enfant sur le tard. Il n'est pas question ici de porter un jugement. Néanmoins, les enfants conçus sont forcément des jeunes orphelins en puissance.

Il y a beaucoup d'enfants-FIV en Belgique ? Dans la mesure où depuis longtemps un registre national existe, appelé *BelRAP*, on pourrait savoir avec une relative certitude combien d'enfants ont été conçus grâce à la *FIV*, à l'*ICSI* et à la congélation/décongélation d'embryons. Tout ça est connu. Dans les grandes lignes, on peut dire que pendant longtemps il est né 2000 «bébés-épreuve» chaque année; une valeur aujourd'hui proche du double, comme on peut le supposer.

Et c'est quoi l'avenir ? J'ai envie de dire: la même chose. La *FIV* et l'*ICSI* sont désormais inscrites dans la routine: celle du traitement de l'infertilité. Cela va continuer. Pour répondre au souhait des couples infertiles...

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

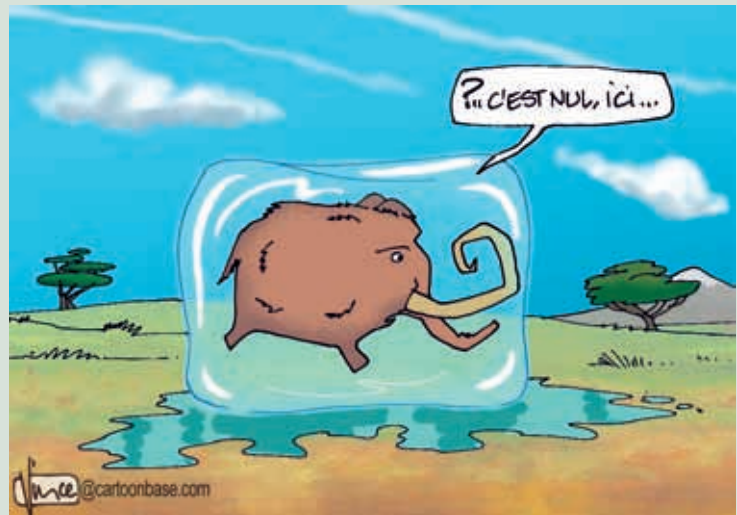
Des clones à remonter le temps

Cloner des souris n'est pas neuf. Il y a une dizaine d'années déjà, le clonage reproductif de ces petits rongeurs était une réalité plusieurs fois reproduite. Mais il y a aujourd'hui un plus: ce que des chercheurs japonais ont réussi, c'est produire des clones au départ d'une souris morte il y a 16 ans et conservée congelée, à -20 °C.

La température, déjà, interpelle. Elle est de nature à conserver, mais l'est-elle suffisamment pour interdire un début de dégradation, aussi lent soit-il ? On en doute. En revanche, c'est un niveau de température qui reste compatible avec des conditions naturelles, pourvu qu'on aille les chercher dans le grand Nord. Comme dans le permafrost - un sol en permanence gelé - dans lequel restent notamment prisonniers des mammouths laineux. Cela voudrait-il dire qu'on pense aujourd'hui vraiment pouvoir cloner des animaux depuis longtemps disparus ?

On y pense de plus en plus, même s'il y a de la marge entre 16 ans et 100 000 ans. Celle d'une dégradation lente de l'ADN, en particulier, avec des cassures et l'inclusion du matériel héréditaire de microorganismes divers. Mais on peut encore y croire. Et on y croit vraiment. Un article récent rapporte que le génome du mammouth laineux, précédemment évoqué, est aujourd'hui connu à 70%; un génome constitué de 4,7 milliards de nucléotides, soit 1,4 fois celui de l'humain. On approche donc du but. Il faudra bien entendu cloner (ou hybrider) ce génome dans le noyau d'une cellule de l'éléphant africain, le plus proche parent actuel du colosse disparu, les deux partageant 99,4% de leur matériel héréditaire. Après multiplication de ce type de cellule *in vitro*, il restera à en inclure quelques-unes dans autant d'ovules débarrassés de leurs noyaux. Avec un peu de chance, on verra alors apparaître, nés d'éléphantines porteuses, quelques mammouths tout poilus et sans doute un peu étonnés d'être là.

Fantasma de scientifiques ? De moins en moins. Reste à voir ce qu'on pourra faire de ces monstres velus dans un monde qui, nous dit-on, n'en finit pas de se réchauffer. D'autant que, portés par des mastodontes africains, ils risquent de voir le jour dans la savane. Chaud, chaud, le destin des mammouths à venir ! *Nature* 45 : 330-331 et 144.



Le père des microsomes

Qui se souvient de George Palade ? Les plus anciens sans doute qui associent ce nom à celui de deux célébrités belges de la recherche biomédicale: Albert Claude et Christian de Duve, tous les trois co-lauréats du prix Nobel de physiologie et médecine de 1974.

George Palade a été, pour une génération, celui qui a découvert les grains qui ont porté un temps son nom, avant de devenir les microsomes, puis les ribosomes. L'«inventeur» de ces ribosomes, les composants cellulaires qui transforment l'information des ARN messagers en protéines, c'est lui. Un précurseur de la découverte des structures cellulaires; tout simplement parce qu'il a été un des premiers artisans de l'utilisation du microscope électronique, cet outil de l'observation de tout ce qui est très petit, de l'ordre du micron, et souvent moins encore. Il a donc scruté la cellule, avec les deux autres savants précités, à l'Institut Rockefeller de recherche médicale de New York, devenu, depuis, l'université éponyme. Et il a découvert les grains évoqués avant de remarquer qu'ils s'intègrent dans une structure plus complexe, le réticulum endoplasmique.



George Palade, roumain d'origine, devenu américain par les hasards de la guerre et de la recherche biomédicale, vient de mourir. C'est une page de la cytologie qui se tourne, même si depuis longtemps les ribosomes n'ont plus de patronyme. Pour les Belges qui ont vécu cette histoire en temps réel, les lysosomes portent encore un peu le nom de de Duve. Mais ils sont bien les seuls. La science fondamentale est universelle. Les composants de la cellule aussi. Ils n'appartiennent par conséquent à personne. Pas même à ceux qui ont permis quelques découvertes fondamentales. *Nature* 456: 52.

La vie au vert

Vit-on en meilleure santé à la campagne (ou, à défaut, à proximité d'un parc ou autre espace vert en milieu urbain) que dans une cité tendue de béton et de macadam ? Poser la question revient d'une certaine façon à y répondre, tant il paraît évident que le rapport à la nature - fût-elle réduite à un parc ou un jardin - est moins générateur de stress qu'un rapport équivalent et permanent à un environnement artificiel.

Encore faut-il en apporter les preuves. C'est dans une certaine mesure ce que vient de faire une étude britannique. Elle est notamment partie du principe - scientifiquement attesté - que l'incidence de certaines pathologies est inversement proportionnelle au niveau socio-écono-

mique. Ceci étant posé, cette relation inverse est-elle atténuée ou non par une existence à la campagne ou, de façon plus générale, à proximité d'un milieu «vert» ?

L'étude a été essentiellement menée à partir des informations fournies par l'Institut national de statistique du Royaume-Uni. Ces données sont récentes et tiennent compte de l'ensemble des pathologies, de celles qui sont relatives aux systèmes cardiovasculaire et pulmonaire, mais aussi des suicides.

L'idée est de vérifier, après avoir soumis les informations disponibles à des analyses multivariées, si les différences notées dans l'incidence des pathologies entre les populations les plus et les moins aisées - sur un plan socio-économique - ne sont pas atténuées dans un environnement «vert». Par bonheur, la statistique britannique divise son territoire en neuf types d'utilisation, l'«espace vert» constituant l'un d'entre eux. Cela simplifie les choses. Il ne s'agit donc pas uniquement de la campagne; l'espace vert peut bien entendu être urbain, pourvu qu'il ait une surface minimale.

Les résultats sont clairs et statistiquement éprouvés. Tant pour l'ensemble des pathologies que pour celles qui concernent le système circulatoire, le fait de pouvoir profiter d'un espace vert atténue les différences. Sans entrer dans le détail des chiffres, l'incidence des maladies évoquées est deux fois plus élevée dans les populations défavorisées que dans celles des plus nanties qui le sont le plus en milieu «non vert»; cette incidence devient inférieure à 50% dans l'alternative «verte». Cela reste évidemment élevé, mais le progrès est incontestablement significatif.

La bonne idée serait bien entendu de mettre les villes à la campagne; ce qui paraît pour le moins illusoire. En revanche, rien n'interdit de rendre les villes plus vertes, ce qu'on a déjà bien compris dans nombre d'entre elles. Et puis rien n'indique que l'«exposition» au vert doit être totale et permanente pour être bénéfique. Les responsables urbains disposent par conséquent d'un nouvel argument de taille pour prévoir les aménagements de demain: la prévention sanitaire et la réduction des frais de santé. Déterminant !

Un mot, pour en finir, avec les affections pulmonaires et le suicide. Les premières, qui tiennent essentiellement au cancer dû à un tabagisme régulier, ne mènent à aucune différence; en d'autres termes, fumer est aussi nocif quel que soit l'environnement fréquenté. Quant au penchant suicidaire, il apparaît lui aussi identique. C'est vrai que les notes bénéfiques de vert sont de peu d'effet quand on voit du gris partout... *The Lancet* 372: 1655-1660.

Où les cellules souches vont-elles se nicher ?

On pressent de plus en plus qu'une partie au moins des traitements thérapeutiques du futur reposera sur les cellules souches, celles qui gardent ou ont retrouvé le potentiel de se différencier en n'importe quel autre type, pourvu que ce soit celui qui nécessite un remplacement. Jusqu'ici, la cellule embryonnaire était et demeure le «golden standard» en la matière. On sait néanmoins toutes les restrictions que ce recours impose. Reste donc les cellules souches prélevées chez l'être humain accompli, et qui sont qualifiées d'«adultes». On en trouve dans tous les tissus. Le problème est qu'à quelques exceptions près, elles ne peuvent spontanément plus donner naissance qu'à des cellules pour lesquelles elles sont génétiquement prédestinées.

On sait néanmoins depuis quelques années que certaines de ces souches - et en l'occurrence celles qui peuvent être isolées de la moelle osseuse - peuvent servir de base à des lignées qui n'ont rien à voir avec leur destination première: cellules nerveuses, cartilage, etc. Il y a deux ans, des scientifiques japonais ont également démontré qu'on pouvait obtenir l'équivalent de cellules embryonnaires originelles au départ de n'importe quelle autre cellule, fût-elle totalement spécialisée. Pour autant, la démarche de mise en œuvre n'est pas simple et requiert une solide phase de laboratoire avec insertion intracellulaire de plusieurs gènes grâce à des virus vecteurs. Bref, quelque chose qui ressemble à de la haute voltige.

Une nouvelle option vient de voir le jour, fruit d'une recherche menée en Allemagne. On sait que les glandes séminales contiennent des cellules très jeunes, aptes à générer les gamètes: ovules et spermatozoïdes. Chez l'homme, ces entités de base sont les spermatogonies. On les trouve dans les tubules séminifères du testicule où elles donnent naissance, à l'issue d'une maturation assez longue, aux spermatozoïdes. Les chercheurs ont voulu mettre à profit la «jeunesse» spontanée de ces précurseurs pour les faire régresser jusqu'à un stade plus précoce encore, qui serait l'équivalent des cellules embryonnaires tant recherchées pour leur pluripotence: les fameuses cellules ES (pour *Embryonic Stem cells*).

À partir de biopsies testiculaires opérées chez 22 hommes, ces scientifiques ont d'abord isolé les cellules germinales souches de toutes les autres, puis les ont longuement cultivées dans un milieu de culture interdisant leur différenciation spontanée. À l'issue de quelques semaines, ils ont alors constaté, preuves génétiques à la clé, qu'elles étaient devenues l'équivalent de l'objectif recherché: les cellules ES; assez simplement tout compte fait et sans faire intervenir une technologie lourde de manipulation génétique.

Ces cellules GSC (pour *Germline Stem Cells* ou cellules souches de la lignée germinale) ont-elles toutes les potentialités de leur équivalent strictement embryonnaire ? On le croit; injectées chez des souris immunodéprimées, elles ont formé des tératomes, amalgames cellulaires dans lequel on retrouve des représentants de tout ce qui fait l'embryon débutant.

Une utilisation thérapeutique est-elle à la clé ? Peut-être, encore qu'on soit loin, une fois de plus, d'une quelconque utilisation dans ce registre. Il faut d'abord s'assurer que tous les paramètres de ces «souches» d'un nouveau genre sont parfaitement maîtrisés. Ensuite, on les utilisera préférentiellement chez les individus desquels elles auront été extraites. Des hommes, par la force des choses. Et les femmes, alors ? Pour elles, un petit peu (plus) de patience s'impose... **Nature 456: 344-349.**

Les cellules souches porteuses d'immortalité. Un document à lire et à écouter <http://tinyurl.com/6p4mcq>

Un gène, deux gènes et tout change

On a souvent dit et répété que ce qui fait la différence entre les types «raciaux» humains, tient à très peu de chose eu égard à l'ensemble des gènes qui nous gouvernent. Pourtant, ces caractères tout à fait marginaux sont aussi ceux dont les effets sont les plus visibles. Il en va de même pour certaines plantes. Entre la modeste téosinte d'Amérique centrale - une graminée haute d'une trentaine de centimètres et riche de neuf grains seulement - et le maïs, il n'y aurait que l'espace de 3 à 5 mutations. Pourtant, la différence est de taille. Des chercheurs belges viennent de le confirmer une fois encore. Chez la très modeste arabette (cette toute petite fleur annuelle qui persiste à pousser entre les cailloux et les pavés), ils ont modifié deux gènes seulement: *soc1* et *ful*. Résultat, une plante buissonnante et vivace, à larges feuilles et aux tiges solides qui n'a plus grand-chose à voir avec celle dont elle dérive. Et tout ça pour deux petits gènes. Si quelques humains aux penchants racistes pouvaient en prendre de la graine... **Nature 456: 284.**

Intelligence

et longueur de temps...

À noter dans le cadre de l'année Darwin la possibilité de profiter de conférences «tout public» sur le thème «L'Origine de la Vie et le Sens de l'Évolution» données par Francis Leroy de Biocosmos centre.

Tout contact peut être pris via le courriel biocosmos.eu@tele2allin.be

Cette conférence dont le contenu se partage entre science et philosophie peut être donnée dans des institutions (écoles, bibliothèques...) mais aussi, pourquoi pas, au sein de réunions familiales intéressées.

Le sujet est délicat. Pourtant il repose sur quelques réalités chiffrées qui répondent à l'exigence de la statistique: il existe un rapport étroit entre l'intelligence et la longévité. Pour faire simple: plus on est intelligent, plus on a de chances de vivre vieux. Des données épidémiologiques rapportent même que l'intelligence est statistiquement plus prédictive d'une survie majorée que l'indice de poids corporel, le cholestérol total, la tension artérielle ou le taux de glucose sanguin. Son caractère prédictif serait du même niveau - mais en ordre inverse - que le tabagisme, dont on connaît le lien avec une des formes les plus fréquentes et meurtrières du cancer.

Et quelle est la raison de ce lien ? On le cherche encore... Bien entendu, on a avec le temps avancé un certain nombre de raisons plus ou moins vraisemblables et crédibles mais qui sont elles-mêmes sujettes à caution. Quelques-unes

d'entre elles ? Être plus intelligent mène généralement à des études plus poussées et à l'accès à des professions plus gratifiantes exercées dans des environnements de meilleure qualité. Être plus intelligent favorise également des comportements plus en accord avec un meilleur état sanitaire: pratique d'exercice physique, réduction des risques de tous types, suppression du tabagisme, consommation réduite d'alcool et surveillance alimentaire.

Mais une plus grande intelligence est également le fait de cerveaux qui n'ont pas subi de traumatismes *in utero* et qui ont été correctement «nourris» pendant tout le temps de leur développement précoce. Enfin, l'intelligence pousse à rechercher à l'âge adulte des environnements moins perturbés et plus sains.

Bref, toutes ces explications qui ont des accents de crédibilité en ont d'autres qui renvoient aux différences sociales. Par ailleurs, les tests les plus souvent évoqués pour «mesurer» l'intelligence sont ceux qui permettent d'établir le QI qui n'offre comme on l'a souvent dit qu'une vision partielle de ce qu'il est convenu d'appeler intelligence.

Ce qui devrait mettre tout le monde d'accord, c'est qu'il n'y a aucun manichéisme dans cette réalité avec d'une part les intelligents qui meurent vieux et les autres qui disparaissent plus tôt. La différence se situe vraisemblablement de façon assez subtile autour de valeurs moyennes ou, pour ceux qui manient davantage les répartitions mathématiques, dans la différence entre les modes de deux courbes de Gauss qui se chevauchent en partie.

Il est clair qu'on ne peut refaire l'histoire et si on a eu des origines modestes et une jeunesse dans des quartiers insalubres, rien n'empêche d'un prendre conscience et de s'offrir un environnement sanitaire meilleur ensuite entre sport d'entretien, refus d'excès en tous genres et vie au vert. Finalement, n'est-ce pas aussi une belle preuve d'intelligence ? **Nature 456: 175-176.**

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

L'année de l'évolution

Question: qui est né à Shrewsbury (Angleterre) le 12 février 1809, soit il y a deux siècles tout pile ? Un certain Charles Darwin. Celui-là même à qui on doit cette théorie si controversée aujourd'hui de l'évolution.

Il ne fait pas un pli que 2009 sera l'année Darwin ou ne sera pas; année des controverses entre scientifiques et obscurantistes, de l'opposition cent fois réitérée entre cette théorie d'une évolution naturelle des espèces et celle du créationisme, avec quelques accents instillés de «dessein intelligent».

On ose espérer que ce qui va alimenter des commémorations multiples - avec toutes les déclinaisons que la science connaît - ne va pas mener à des levées de bouclier hostiles appuyées de violence. On a assez d'autres terrains de discorde pour ne pas en créer de nouveaux. Et qu'on se souvienne que l'animal dont le nom est le plus généralement associé à celui du savant est un pinson astucieux. Cette seule image devrait être de nature à apaiser les esprits.

Une **armée** contre les affections neurologiques

En septembre 2008, l'Université catholique de Louvain a placé sur les rails un vaste projet de recherche relatif aux maladies neurologiques. Nommé Diane, celui-ci est, après Neoangio en 2006 et Cibles en 2007, le troisième programme d'excellence financé dans le cadre du plan Marshall. Sept équipes de chercheurs s'acquitteront de sept «grands travaux», avec pour fil d'Ariane les désordres inflammatoires inhérents à ces maladies

Il n'échappe à personne que, sous l'impact de l'augmentation de l'espérance de vie et, par tant, du vieillissement de la population, la fréquence des affections neurodégénératives ne cesse de croître. Aux États-Unis, par exemple, cinq millions de personnes souffrent actuellement de la maladie d'Alzheimer. Et dans notre pays, où 100 000 individus en seraient atteints, on dénombre en moyenne 37 nouveaux cas chaque jour. En outre, on recense quotidiennement 6 nouveaux cas de maladie de Parkinson. D'autres maladies neurologiques, telles la sclérose latérale amyotrophique (SLA), elle aussi neurodégénérative, ou la sclérose en plaques (SEP), affection neuroinflammatoire (peut-être d'origine auto-immune) et secondairement neurodégénérative, soulèvent également d'importantes interrogations scientifiques et lancent à la communauté médicale d'épineux défis de santé publique.

L'Université catholique de Louvain (Ucl) a démarré cet automne un vaste programme de recherche baptisé *Diane* (Désordres Inflammatoires dans les Affections Neurologiques). S'inscrivant dans le cadre du plan Marshall, il est financé pour moitié par le Département des programmes de recherche de la DGO6 (voir tableau de la page 211) de la Région wallonne et pour moitié par l'Université elle-même. Au total: 25 millions d'euros sur une période de cinq ans. Le but poursuivi est de mieux comprendre les facteurs déclencheurs des maladies concernées et d'étudier les étapes successives de la détérioration du système nerveux initiée par leur action.

Ces travaux ont cependant une clef de voûte, un dénominateur commun qui en constituera l'élément charnière: les processus inflammatoires intimement liés au dysfonctionnement des cellules nerveuses. En effet, ainsi que le souligne

Jean-Noël Octave, professeur au Laboratoire de pharmacologie expérimentale de l'Ucl et promoteur du programme d'excellence *Diane*, «les maladies neurodégénératives se caractérisent la plupart du temps par une dégradation des neurones, suivie de l'activation de processus inflammatoires qui, à leur tour, peuvent affecter la fonction des neurones ou des cellules gliales.» Nous nous trouvons donc face à un cercle vicieux responsable d'une cytotoxicité à long terme conduisant à la mort neuronale. Aussi le programme *Diane* s'est-t-il donné pour objectif cardinal de «casser» ce cercle vicieux et d'appréhender l'inflammation dans les affections neurologiques comme une nouvelle cible thérapeutique.

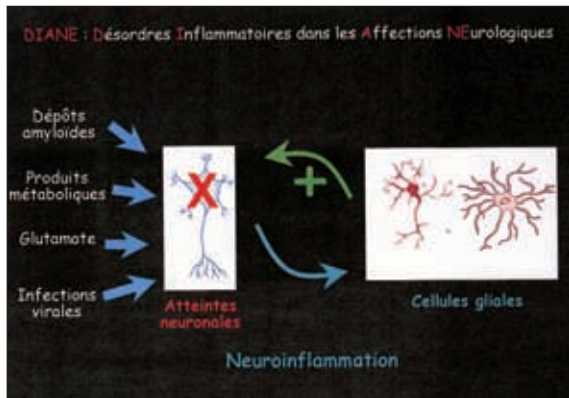
D'importants moyens

Cette option fut souhaitée par un des parrains industriels du projet: le groupe biopharmaceutique *UCB*, qui ambitionne de développer, par ce canal, des stratégies médicamenteuses nouvelles relatives aux différentes maladies étudiées. Autre partenaire industriel: la firme *EAT*, spin-off des Facultés universitaires Notre-Dame de la Paix (Fundp), à Namur. Spécialisée dans la sphère diagnostique, cette jeune société fondée en 1999 par le professeur José Remacle voit dans le programme *Diane* des perspectives d'identification, à visée diagnostique ou pronostique, de nouveaux biomarqueurs associés aux processus inflammatoires présents dans les affections



*Jean-Noël Octave,
professeur
au Laboratoire
de pharmacologie
expérimentale
de l'Ucl.
Courriel:
jean-noel.octave@
uclouvain.be*

neurologiques. Il s'agira alors pour elle d'intégrer lesdits marqueurs dans des kits de détection basés sur les technologies où s'exerce son expertise. *«Nos parrains industriels ne soutiennent pas financièrement les recherches entreprises, précise Jean-Noël Octave. Ils interviendront en valorisant en région wallonne des résultats qui se seront révélés potentiellement exploitables.»*



Au contact de différents agents toxiques, les neurones subissent une atteinte primaire, qui entraîne une réaction neuroinflammatoire capable d'activer les cellules gliales. Ces dernières, à leur tour, sécrètent des substances qui peuvent être neuroprotectrices ou neurotoxiques.

Vingt laboratoires de l'Ucl sont engagés dans le projet *Diane*. Ils bénéficieront de l'appui de trois autres entités vouées à la recherche: le Laboratoire d'histologie, de neuroanatomie et de neuropathologie de l'Université libre de Bruxelles (Ulb), le Laboratoire d'immunologie-vaccinologie de l'Université de Liège (Ulg) et l'Unité de recherche en biologie cellulaire animale des Fundp. Sept équipes de recherche, composées au total de 146 chercheurs, s'acquitteront de sept grandes tâches qui formeront le cœur du programme. Pour ce faire, elles auront recours à neuf plates-formes technologiques, respectivement dédiées à la transgénèse, à la protéomique, au profilage biochimique, à la métabolomique, au profilage génomique et transcriptomique, à l'analyse morphologique, à l'analyse du phénotype des petits animaux sur les plans moteur et cognitif, à l'évaluation de paramètres physiologiques par télémétrie, à la production d'anticorps monoclonaux.

Équilibre en péril

En outre, les équipes de recherche pourront compter sur la collaboration du Service de neurologie des Cliniques universitaires Saint-Luc, à Bruxelles. Il s'agit là d'un élément essentiel, car ce service, impliqué dans le diagnostic, le traitement et le suivi d'environ 18 000 patients, est non seulement une mine de données cliniques, mais aussi une «banque» de matériel biologique (plasma, liquide céphalo-rachidien, tissus) prélevé chez des patients en proie à une maladie neurologique. *«Les échantillons mis à notre disposition nous offrent une occasion unique d'examiner des biomarqueurs diagnostiques ou pronostiques potentiels»*, souligne le professeur Octave.

Mais revenons aux fondements du projet. Le système nerveux abrite deux grandes classes de cellules, les neurones et les cellules gliales. Ces

dernières se subdivisent en trois types: les astrocytes, qui assurent le support structural des neurones et la régulation de leur environnement extracellulaire chimique et ionique, les oligodendrocytes, producteurs de la gaine de myéline formée autour des axones (1) du système nerveux central et de la moelle épinière, et les cellules microgliales, sorte d'éboueurs qui phagocytent les débris laissés par les neurones ou les cellules gliales en voie de dégénérescence. En conditions physiologiques, neurones et cellules gliales vivent en synergie.

Lorsque le tissu nerveux subit une «attaque», ce bel équilibre est en péril. Au départ, les neurones, les cellules gliales ou les deux sont la cible d'une agression primaire et, dans la foulée, on assiste généralement au recrutement et à l'activation des astrocytes et des cellules microgliales. Dans les maladies neurodégénératives, par exemple, ces dernières s'efforcent de «nettoyer» le cerveau des agrégats de dépôts protéiques délétères pour les cellules nerveuses.

En soi, cette action est bénéfique. Mais voilà, à la vague succède le ressac. *«Une fois activées en réponse à une agression, les cellules microgliales libèrent une grande variété de médiateurs biochimiques proinflammatoires et anti-inflammatoires, dont en particulier des cytokines. Or les neurones possèdent eux-mêmes des récepteurs pour ces substances, de sorte que risque de se développer une réaction inflammatoire très néfaste pour eux.»* Ainsi prend corps le cercle vicieux évoqué précédemment.

Aujourd'hui, les maladies caractérisées par une mort neuronale importante ne bénéficient que de traitements symptomatiques. Aucune thérapie curative ou protectrice digne de ce nom n'est disponible. Dans l'Alzheimer, par exemple, les inhibiteurs de l'acétylcholinestérase, actuellement les molécules les plus utilisées pour combattre les symptômes de la maladie, ont une efficacité souvent assez relative et, de toute façon, chevillée à un horizon à court terme.

Autre illustration: dans la sclérose latérale amyotrophique, affection où toutes les fonctions motrices sont rapidement frappées de paralysie, la prise en charge médicale est circonscrite au soutien des fonctions vitales primaires.

C'est dans ce contexte que le programme *Diane* ambitionne de baliser des voies encore inexploitées, en tout cas inexploitées, vers un diagnostic précoce des maladies neurologiques et vers de nouvelles approches thérapeutiques dont la mise en œuvre devra intervenir aussi tôt que possible, avant qu'une abondante perte neuronale n'ait eu le temps de se produire. Comme nous le signalions, l'inflammation est le pivot

des recherches entreprises, d'autant que sa survenue rapide dans le processus pathologique devrait permettre aux stratégies diagnostiques et thérapeutiques de satisfaire aux impératifs temporels susmentionnés. «*Le développement de médicaments capables de stimuler les réactions inflammatoires positives et d'inhiber leurs effets dommageables nécessite de comprendre l'initiation de la maladie considérée, d'étudier les mécanismes de la dégénérescence du système nerveux et les capacités de réparation endogène de celui-ci, fussent-elles très restreintes, de mieux cerner le rôle de l'inflammation, de se pencher sur la question des vaccinations et d'affiner les critères diagnostiques*», explique le promoteur du projet *Diane*.

Cortex isolé

Ces réflexions nous conduisent naturellement sur la piste des sept tâches que les équipes de recherche se sont assignées. La première, qui relève du groupe du professeur Octave, a trait au métabolisme cellulaire et à la fonction du précurseur du peptide bêta-amyloïde (*amyloid precursor protein - APP*). Dans sa forme comportant 42 acides aminés, ce peptide est à l'origine de la formation des plaques séniles, une des deux «*signatures*» de la maladie d'Alzheimer, à côté des dégénérescences neurofibrillaires (2). Mais, dans ses formes moins toxiques plus courtes, voire même dans sa forme à 42 acides aminés, peut-être la protéine bêta-amyloïde remplit-elle malgré tout un rôle primordial sur le plan physiologique ? La question est donc : peut-on faire obstacle à sa production en inhibant le clivage de son précurseur, l'APP ? «*A priori, mon sentiment est que les stratégies thérapeutiques visant à éliminer le peptide bêta-amyloïde sont probablement plus à encourager que celles qui cherchent à empêcher sa formation*», indique Jean-Noël Octave.

Placée sous la responsabilité du professeur Émile Van Schaftingen, la deuxième tâche porte sur la neurotoxicité de produits métaboliques. De fait, il existe des maladies métaboliques très rares qui induisent des pathologies neurologiques majeures. C'est le cas de la L-hydroxyacidurie, affection héréditaire dont le gène responsable a été identifié par Émile Van Schaftingen. Pourquoi certaines maladies métaboliques font-elles le lit d'affections neurologiques des plus sévères ? Sans doute parce que, en raison d'un déficit enzymatique, le produit métabolique impliqué n'est pas dégradé et s'accumule dans le cerveau. La tâche numéro 2 comporte une autre facette : l'évaluation du rôle de la glycation (3) dans la physiopathologie d'affections neurologiques. «*Si celui-ci est important, on pourrait envisager comme nouvelles approches thérapeutiques des stratégies*

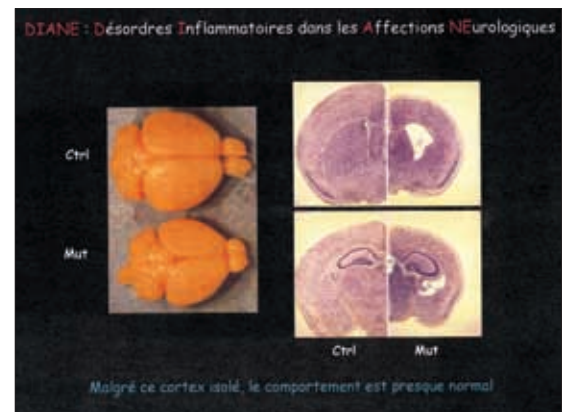
permettant de réduire la glycation ou d'augmenter la déglycation», soulignent les promoteurs du programme *Diane*.

La responsabilité de la troisième tâche incombe au professeur André Goffinet. Ici, deux objectifs principaux sont poursuivis : d'une part, produire de nouveaux modèles de souris transgéniques, afin d'étudier la dégénérescence et la réparation du tissu nerveux *in vivo*; d'autre part, déterminer si certains facteurs impliqués dans l'embryogenèse peuvent être «*détournés*» de leur fonction première et utilisés pour réparer du tissu nerveux lésé.

Parmi les modèles expérimentaux de souris transgéniques nés dans le laboratoire d'André Goffinet, le plus spectaculaire à l'heure actuelle est assurément celui dit du «*cortex isolé*». En réduisant au silence un gène dont le rôle est essentiel dans les phénomènes de migration neuronale, le chercheur a élaboré des souris dont le cerveau est à la fois nettement plus petit que celui d'une souris normale et dépourvu de connexions avec les structures sous-corticales. «*Ces souris ne vivent pas très vieilles, mais le plus étonnant est qu'elles font montre d'un comportement relativement normal durant leur courte existence*, dit Jean-Noël Octave. *Se manifeste donc un phénomène d'adaptation lors du développement cérébral. Ne pourrait-on imaginer de le détourner pour pallier un déficit lésionnel induit par une maladie neurodégénérative ? La question est posée.*»

Autre exemple d'une recherche incluse dans la tâche numéro trois : l'étude de la physiopathologie du stress oxydatif, lequel est lourdement impliqué dans la pathogenèse d'affections neurodégénératives comme les maladies d'Alzheimer et de Parkinson.

Les cellules gliales, spécialement les astrocytes, jouent un rôle déterminant dans le contrôle de la recapture du glutamate. Ce neurotransmetteur excitateur est responsable d'une excitotoxicité neuronale importante lorsque sa concentration est trop élevée. D'où le caractère primordial de la mission dévolue, dans ce cadre, aux astrocytes. C'est autour de cette thématique que gravite la quatrième tâche du programme *Diane*, intitulée : «*protection contre l'excitotoxicité : rôle de la neuroinflammation et des interactions entre les cellules gliales.*» Le professeur Emmanuel Hermans dirigera cette recherche qui s'appuiera



Des souris transgéniques, dont le cerveau est à la fois nettement plus petit que celui d'une souris normale et dépourvu de connexions avec les structures sous-corticales, font preuve d'un comportement presque normal durant quelques mois.

sur des cultures cellulaires, mais aussi, dans un deuxième temps, sur des rats transgéniques porteurs d'une mutation du gène codant pour la superoxyde dismutase humaine (SOD), mutation à l'origine de certaines scléroses latérales amyotrophiques.

«Au cours de processus dégénératifs, la capacité d'élimination du glutamate excitotoxique par les astrocytes est soumise à divers mécanismes de régulation, peut-on lire dans un document émanant des promoteurs du projet. Il est suggéré que les cellules microgliales (et en particulier avec les médiateurs inflammatoires que ces dernières libèrent) contribuent à la régulation des fonctions astrocytaires. Ainsi, la manipulation pharmacologique des réponses inflammatoires impliquant les cellules gliales devrait permettre de définir de nouvelles approches neuroprotectrices des maladies neurologiques.»

Vaccination et biomarqueurs

La réponse inflammatoire aux infections virales constitue le thème de la cinquième tâche. Le modèle de l'infection de la souris par le virus de Theiler est utilisé comme modèle expérimental de la sclérose en plaques. Le professeur Thomas Michiels, responsable de l'équipe affectée à la tâche numéro cinq, a mis récemment en évidence que, contre toute attente, un neurone infecté par ce virus est capable de produire les interférons (4) dits de type I et de type III. Manifestement, de nombreuses inconnues planent encore au-dessus des réponses immunes et inflammatoires cérébrales aux infections virales.

En recourant au modèle d'infection de la souris par le virus de Theiler, le groupe du professeur Michiels s'efforcera d'abord d'identifier les facteurs déclencheurs de la réponse immune dans le système nerveux central (SNC), ainsi que certains marqueurs biologiques qui attestent le caractère chronique de la réaction inflammatoire. Ensuite, il essaiera de comprendre comment moduler le cours de la maladie chronique.

Sixième axe: la vaccination contre des cytokines. «Le professeur Jean-Christophe Renaud dirigera cette recherche, précise Jean-Noël Octave. Il a notamment montré, sur un modèle murin d'encéphalopathie auto-immune, qu'il était possible de protéger des souris contre la maladie en les vaccinant contre l'interleukine 17 (IL-17), cytokine très toxique dont certains travaux chez l'homme semblent indiquer qu'elle serait surexprimée dans les cellules mononucléées sanguines durant les poussées de sclérose en plaques.»

D'autres cytokines, tels les interleukines 12 (IL-12) et 23 (IL-23), seront également passées au crible avec, en filigrane, la possibilité de voir éclore des vaccins ciblés contre elles.

La dernière tâche revêt une coloration proche de la médecine clinique, puisqu'elle a trait à l'analyse de biomarqueurs. Confiée au professeur Christian Sindic et à son équipe des Cliniques universitaires Saint-Luc, elle a pour finalité la détection de marqueurs protéiques solubles dans le liquide céphalo-rachidien (LCR) qui correspondraient aux différentes affections neurologiques étudiées dans le programme *Diane*, spécialement la maladie d'Alzheimer, la sclérose en plaques et la sclérose latérale amyotrophique.

Dès à présent, les chercheurs disposent d'une banque de plus de 200 échantillons de LCR provenant de patients souffrant de pathologies neurologiques variées. Ils ont été mis à leur disposition par les Cliniques universitaires Saint-Luc avec l'accord du comité d'éthique hospitalo-facultaire de l'Ucl. Les protéines susceptibles de servir de biomarqueurs pourraient tantôt être surexprimées dans le LCR des malades (par référence aux échantillons de contrôle), tantôt sous-exprimées, car catabolisées ou «consommées» dans le système nerveux central. La quête est lancée...

Le programme *Diane* est sur les rails depuis septembre 2008. Il s'est donné cinq ans pour relever le gant.

Philippe LAMBERT
ph.lambert.ph@skynet.be

Maladie d'Alzheimer.
Site québécois
destiné aux patients.

<http://tinyurl.com/6zor2z>

**Pharmacologie
de la maladie
de Parkinson.**
Par la Faculté
de médecine
de Rennes.

<http://tinyurl.com/5lwq56>

**Sclérose latérale
amyotrophique (SLA).**
Tout sur la maladie.

<http://www.info-sla.ca/>

**Multiple sclerosis
(Sclérose en plaques).**
Article de Wikipedia.

http://en.wikipedia.org/wiki/Multiple_sclerosis

(1) L'axone est en quelque sorte le câble de sortie de la cellule nerveuse. Il s'agit d'un long prolongement cytoplasmique du corps cellulaire qui, à la manière d'un fil électrique, véhicule les messages nerveux à distance vers un autre neurone ou un organe effecteur.

(2) Les dégénérescences neurofibrillaires revêtent l'aspect d'enchevêtrements de filaments dans les neurones. Ces «longs fils» sont constitués d'une protéine, la protéine tau. Lorsqu'elle est anormalement phosphorylée, elle s'accumule dans les neurones et forme des amas.

(3) La glycation des protéines est une réaction entre un sucre et une protéine. Elle génère des protéines «glyquées» qui ne peuvent être ni détruites ni libérées de la cellule dans laquelle elles s'accumulent. La glycation joue notamment un rôle important dans la genèse de certaines maladies en induisant des lésions cellulaires, tissulaires et vasculaires.

(4) Glycoprotéines de la famille des cytokines, naturellement produites par l'organisme, et ayant pour rôle de défendre ce dernier contre des agents pathogènes tels que les virus, les bactéries, les parasites et les cellules tumorales.

Une sélection de sites et d'outils

Comme chaque année à la même époque, nous vous proposons de découvrir une sélection de sites et d'outils réellement utiles dans tous les domaines

Le déploiement du *Web 2.0* nous amène petit à petit à travailler autrement. Nous nous en rendons très peu compte, mais ce nouveau concept se caractérise par le développement d'outils fonctionnant non plus sur notre disque dur, mais s'ouvrant directement dans notre navigateur. Les outils que nous commençons à utiliser ne doivent donc plus être téléchargés et installés. Avec, dans les prochains mois, une conséquence très importante: l'installation et l'utilisation de *Windows* sur son ordinateur ne seront plus indispensables simplement pour faire fonctionner des programmes «compatibles» avec *Microsoft*. *Windows* pourra en effet être remplacé par n'importe quel autre «moteur» gratuit comme *Ubuntu* (<http://www.ubuntu.com/>) par exemple.

Dans cet article, nous proposerons malgré tout encore quelques outils à télécharger. Tous ceux que nous avons rassemblés ici sont gratuits et fonctionnent sous *Windows*. Ils ne demandent aucune compétence technique.

Travailler sur des documents

Bureau en ligne

Google Apps est une suite bureautique en ligne, comprenant un traitement de texte (type *Word*), un tableur (type *Excel*), un outil de présentation (type *PowerPoint*) et un outil de création de formulaires.

Il suffit, pour bénéficier de ces outils, de disposer d'une adresse *Gmail* (<http://mail.google.com/>) gratuite également.

Pourquoi travailler en ligne ? Parce qu'on dispose des outils sans devoir les transporter, qu'on accède à tous ses documents, que *Google* permet d'y lancer des recherches, qu'on ne risque plus d'égarer des fichiers et qu'il est possible de collaborer sur les documents qu'on choisit de partager. *Google Apps* (application en ligne).

Convertir des fichiers

La conversion de fichiers est une des applications en ligne les plus populaires. De très nombreux outils de ce type sont disponibles.

Zamzar s'est rapidement imposé comme une référence dans le domaine. Il est capable de transformer n'importe quel format en n'importe quel autre, qu'il s'agisse de documents de bureautique (*Word*, *Excel*, etc.), de documents vidéo (*ipod*, *avi*, *mpg*), de documents sonores (*mp3*, *ogg*, *ram*) ou d'images (*bmp*, *jpg*, *gif*). Le seul petit inconvénient est qu'il faut donner son adresse e-mail et attendre l'envoi du fichier converti. <http://www.zamzar.com/> (application en ligne). Cette solution n'est envisageable que si le document à convertir ne contient aucune donnée confidentielle.

DoPDF. Si vous ne disposez pas d'*Adobe Acrobat Writer* (payant) et que vous cherchez une solution à la fois pratique, gratuite et rapide pour créer des documents *PDF*, songez à *DoPDF*, une toute petite application qui fait exactement cela: imprimer n'importe quel document ouvert au format *PDF*. Il n'y a ni publicité ni vice caché. <http://www.dopdf.com/> (application à installer).

Traduire en ligne

Google Translate fait très fort ! Il n'est évidemment pas capable de donner une traduction académique, mais il permet au moins de comprendre un texte rédigé dans une langue qu'on ne maîtrise pas. La page de *Google Translate* permet évidemment de traduire des mots ou des pages entières, mais elle permet également (lien *Translated Search*) de chercher sur le *Web* et de traduire en même temps. Impressionnant !

<http://translate.google.com/> (application en ligne).



Une astuce qui permet de traduire rapidement un texte avec *Google Translate*. Elle ne fonctionne que dans *FireFox*...

Méthode d'installation:

- allez à l'adresse
http://translate.google.com/translate_t#auto|en|
- enregistrez la page en cliquant sur le menu *Marque-pages*;
- retournez dans le menu et cliquez avec le bouton droit sur le favori que vous venez de sauvegarder;
- allez dans les propriétés et inscrivez un mot de votre choix dans le champ «mots clés», par exemple «trad» (pour traduire). Dans le champ emplacement, à droite de l'adresse, ajoutez %s

- fermez la boîte de dialogue en cliquant sur *OK*

Méthode d'utilisation:

- sélectionner le mot, la phrase ou le paragraphe que vous souhaitez traduire;
- dans le champ adresse de *FireFox*, tapez le mot choisi (*trad* dans mon cas) et collez dans le champ le texte à traduire
- dans *Google Translate*, changez éventuellement la langue d'origine et de destination.

Stocker des documents

Box.Net. Vous travaillez en équipe ? Vous souhaitez partager des documents avec des membres de votre famille ? Vous souhaitez stocker des documents ailleurs que sur votre disque dur ? *Box.Net* offre 1GB dans sa version gratuite. Très facile à utiliser, *Box.Net* est apprécié car il permet de partager uniquement les fichiers que l'on choisit de partager, il se synchronise avec l'*iPhone* et il propose des fils *RSS* permettant d'être informé quand un collaborateur met un document à jour. <http://box.net/> (application en ligne).

Windows Live SkyDrive. Moins pratique que *Box.Net* et proposé par *Microsoft*, *Windows Live SkyDrive* offre 25GB d'espace de stockage. Un bel argument ! Pour l'utiliser, il faut disposer d'un compte *Live* (un compte *Messenger* fait l'affaire). <http://skydrive.live.com/> (application en ligne).

Tout sur la clé USB

La mise en ligne d'applications lourdes comme des traitements de textes ou des tableurs a nécessité leur mise au régime draconien pour les rendre utilisables. Sinon le temps d'accès aurait découragé même l'internaute le plus patient.

Cet allègement a également permis de créer des applications pour les clés *USB*. Pourquoi placer des applications sur celle-ci ? Pour deux raisons:

- je dispose partout de mes outils favoris (*FireFox*, *Open Office*, etc.) même si l'ordinateur dont j'utilise momentanément (chez un ami ou dans un cybercafé) n'en dispose pas;
- je ne laisse aucune trace sur l'ordinateur sur lequel je travaille.

Les programmes pour clé *USB* sont proposés en menu ou à la carte. Le plus simple est de choisir un menu (une «suite» ou «compilation») comme celui que proposent *FramaKey* (<http://www.framakey.org/>) et *LiberKey* (<http://www.liberkey.com/>) qui présentent l'avantage de n'utiliser que des programmes en français, ou *PortableApps* (<http://portableapps.com/>).

Selon la capacité de stockage de sa clé, on choisira le type de suite à installer. Il est également possible de télécharger les applications à la carte, mais pourquoi se priver lorsque tout est gratuit !

Ces applications sont toutes à télécharger.

Graver des CD

ImgBurn. Ce formidable graveur peut tout faire, y compris se loger sur une clé *USB*. Il grave des CD, des DVD et des *Blue-Ray*, supporte tous les formats (AAC, APE, FLAC, M4A, MP3, MP4, MPC, OGG, PCM, WAV, WMA et WV). Il est léger et terriblement efficace. De quoi faire oublier les outils payants.

<http://www.imgburn.com/> (application à installer).

Calendrier

Google Calendar. L'agenda papier a des avantages et des inconvénients. L'agenda en ligne aussi. Il fonctionne quand on dispose d'une connexion à portée de la main, mais en revanche il est accessible facilement, toujours propre, et surtout, il se synchronise aisément avec un téléphone portable ou un PDA et il permet de partager un calendrier avec les membres d'une équipe ou d'une famille. Et en plus, rien n'empêche de l'imprimer...

Parmi les agendas en ligne, *Google Calendar* est sans conteste le plus pratique. Il permet de fusionner plusieurs agendas, se synchronise avec *Outlook* (à travers *Plaxo* - <http://www.plaxo.com/>), propose plusieurs formats d'impression, et il est très rapide et esthétique. De plus, depuis le



mois de décembre 2008, il propose un gestionnaire des tâches particulièrement bien conçu.

La page *How to Sync Any Desktop Calendar with Google Calendar* (<http://tinyurl.com/5ewlb7>) explique en détail la manière de synchroniser *Google Calendar* avec *Outlook* ou n'importe quel autre calendrier dit «de bureau». <http://www.google.com/calendar/> (application en ligne).

Raccourcir des adresses

Vous devez dicter l'adresse d'une page (URL) à quelqu'un ? Mais voilà, elle comporte une centaine de caractères dont des signes ésotériques. Ou vous devez copier une telle adresse dans un document ou un message électronique ? Et l'adresse est tellement longue qu'elle se coupe en passant à la ligne. Que faire ? C'est tout simple: il suffit de créer un alias pour cette adresse.

TinyUrl. Cette toute petite application permet de raccourcir n'importe quelle adresse démesurée en une adresse facile à gérer. Il suffit de copier l'adresse à raccourcir dans le champ de *TinyUrl* et de cliquer pour obtenir aussitôt une adresse de 25 caractères de type <http://tinyurl.com/6awn9v> plus commode à manipuler. Et pour plus de facilité encore, *TinyUrl* s'intègre à *Firefox*. Il suffit de faire glisser un lien sur la barre personnelle (voir sur la page de *TinyUrl*). <http://tinyurl.com/> (application en ligne).

Compresser des fichiers

7-Zip. *Zipper* un fichier. L'expression est devenue commune pour désigner l'action de compresser des données pour rendre le fichier final moins volumineux. Tout le monde connaît le célèbre *WinZip* (<http://www.winzip.com/>), présent sur le marché depuis des années. Il y a aussi l'excellent *WinRAR* (<http://www.rarlab.com/>).

Les deux programmes sont des *sharewares*, donc payants (même si tout le monde feint de l'ignorer). Mais on oublie souvent *7-Zip*. Ce poids plume, réalisé en

Open Source, est extrêmement puissant et est capable de compresser dans la majorité des formats les plus populaires (et moins populaires également), malgré une interface étrangement simple. <http://www.7-zip.org/> (application à télécharger).

Mémoriser des mots de passe

Il existe de très nombreux outils permettant de sécuriser la gestion des mots de passe. Outre l'excellente extension pour *Firefox* connue sous le nom de *Skipper* (<https://addons.mozilla.org/en-US/firefox/addon/4865>), nous recommandons également *KeePass*. Tous les deux sont particulièrement précieux lorsqu'on gère plusieurs identités en ligne.

- **Skipper** mémorise tous les mots de passe et complète les champs (identifiant, mot de passe, etc.) avec une facilité déconcertante. Mais certains préfèrent une application indépendante comme
- **KeePass** demande la mémorisation d'un mot de passe principal pour donner ensuite accès à tous les autres. *KeePass* est réalisé en *Open Source* et est également utilisable sur les PDA. Un mode d'emploi détaillé (en anglais) est disponible à l'adresse <http://tinyurl.com/esxlo>. *Skipper* et *KeePass* sont des applications à télécharger.

Nettoyer son PC

CCleaner est le technicien de surface de votre PC, il nettoie tout des sols aux plafonds. Ce petit outil vide la corbeille, nettoie l'historique et le cache, efface tout ce qui traîne dans les coins et vous remet un PC propre. <http://www.ccleaner.com/> (application à installer).

Se protéger

Avast. Sortez couverts ! Ne vous aventurez jamais sur Internet sans antivirus, même pour une heure, et surtout jamais pour télécharger du courrier ou de la musique. N'ouvrez jamais un message suspect et surtout, ne cliquez jamais sur une pièce attachée dont vous ne connaissez pas l'origine. *Avast* est un excellent antivirus, dont la mise à jour s'effectue automatiquement. Il vous coûtera l'envoi d'un e-mail pour recevoir la clé indispensable. La version gratuite (édition familiale) est réservée à un usage domestique. <http://www.avast.com/fre/programs.html> (application à installer).

HoaxBuster. Si, pour une raison quelconque, vous souhaitez faire analyser et désinfecter votre ordinateur (ou une clé *USB*) en ligne, c'est possible grâce à l'association *HoaxBuster/BitDefender*. Ce site vous informe également de la propagation des virus en temps réel. Inquiétant ! <http://tinyurl.com/6llk56> (application en ligne).



Synchroniser des données

FolderShare. Vous avez deux ordinateurs sur lesquels vous travaillez au bureau et chez vous ? Alors, vous souhaitez probablement synchroniser les données de ces deux machines. *Microsoft* propose une solution toute simple: *FolderShare*. Le nom de cette application devrait changer au début de l'année, mais le concept restera identique. Le nouveau nom sera *Windows Live Sync*. Il suffit de télécharger et d'installer *FolderShare* sur les machines à synchroniser et de suivre ensuite les instructions (très simple). <http://www.foldershare.com/> (application à installer).



Écouter, regarder

Media Monkey. Vous êtes un fan de musique, vous avez téléchargé (légalement bien entendu) des milliers de morceaux et vous cherchez un outil pour les gérer ? *Media Monkey* fait cela et bien d'autres choses: il permet de créer des listes de diffusion, il propose des centaines de chaînes FM à écouter sur son ordinateur, il synchronise votre *iPod/iPhone*, il gère le téléchargement de vos podcast et il peut même graver des CD. La version de base gratuite est amplement suffisante pour satisfaire l'immense majorité des besoins quotidiens.

<http://www.mediamonkey.com/> (application à installer).

VLC est le véritable couteau suisse du multimédia: il peut réellement tout lire, aussi bien des fichiers audio que des fichiers vidéo, peu importe leur format. Il ne dispose pas d'un outil de bibliothèque multimédia, mais on peut y créer des listes de lecture à partir de fichier de son disque dur.

<http://www.videolan.org/vlc/> (application à installer).

Prendre des notes

EverNote est un outil gratuit, fonctionnant sur tous les ordinateurs, mais aussi sur les *PDA*. Il sert à prendre des notes, copier et coller des parties de documents, des images, du son ou de la vidéo. Mais en plus, *EverNote* synchronise vos notes entre vos ordinateurs ou entre votre *PDA* et votre ordinateur. La version gratuite permet de stocker 45MB de données par mois. <http://evernote.com/> (application à installer).

Mind Mapping

XMind le logiciel de cartes mentales leader de marché ne convient pas à tout le monde ! Certains utilisateurs ne souhaitent pas payer 300 euros hors TVA pour un tel logiciel, d'autres désirent une application multiplateformes (*Win, Mac, Linux*). Les travailleurs nomades rêvent d'une application portable là où d'autres envisagent des *concepts maps* ou des diagrammes en arêtes de poisson (aussi appelés diagrammes d'Ishikawa). Pour tous ceux-là, le bonheur est arrivé en même temps que *Xmind*, une application *Open Source* gratuite qui fait tout cela.

Il existe aussi une version pro qui promet d'exporter en PDF et en RTF et qui propose des fonctionnalités de gestion de projet, le tout, pour moins de 50 euros par an. Pas mal...

Mind Manager et *Freemind* n'ont qu'à bien se tenir, d'autant que l'importation des fichiers *.mmap* (*Mind Manager*) et *.mm* (*Freemind*) est possible. Il ne manque que l'exportation dans ces deux formats.

Mais tant que *Xmind* ne propose pas des possibilités d'exportation efficaces vers les formats *.doc* et *.xls*, *Mind Manager* peut dormir tranquille. Pour combien de temps encore ? <http://www.xmind.net> (application à installer).

Backup

Handy Backup. On peut évidemment vivre sans, comme on peut vivre sans assurance. Mais les gens raisonnables savent la valeur des informations contenues dans leur ordinateur. Un ordinateur casse, se vole ou se perd. Il est donc plus que recommandé de réaliser - à intervalles réguliers - un backup de ses données. *Handy Backup* est un petit outil qui s'acquitte de cette tâche avec discrétion et efficacité. Il est possible de le paramétrer à volonté afin de ne sauvegarder que les informations mises à jour. Une copie, une fois par semaine sur un disque dur externe, ne prend que quelques minutes. La version gratuite est largement suffisante pour la plupart des utilisations courantes. <http://www.handy-backup.com/> (application à télécharger).

Chaque année apparaissent de nouveaux services en ligne ou des applications à installer sur l'ordinateur, mais la tendance générale est de faire transiter de plus en plus d'informations par le navigateur qui devient petit à petit le «lieu» principal où on travaille. L'avantage est de ne plus devoir passer d'un outil à l'autre selon qu'on souhaite gérer son compte en banque, ajouter un rendez-vous dans son calendrier, envoyer un courrier électronique ou taper un article à l'aide d'un traitement de texte.

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

Les avions survivront-ils au pétrole ?

Avec plus de 17 000 avions commerciaux, s'envolant au rythme d'environ 50 décollages par minute dans le monde, l'aviation représente aujourd'hui un secteur majeur de la société globalisée. En 2007, environ 2,2 milliards de passagers prirent l'air. Selon l'IATA, (*International Air Transport Association*), 35% - en valeur - des marchandises exportées le furent par avions. Les emplois directs et indirects qui en découlent sont très importants: plus de 32 millions dans le monde. Les quatre principaux constructeurs (*Boeing, Airbus, Bombardier* et *Embraer*) dépassent les 250 000 emplois directs - certains dans le militaire et le spatial. Les compagnies aériennes américaines emploient plus de 400 000 personnes. En Belgique, l'aéroport de Bruxelles National (Zaventem) occuperait environ 20 000 personnes. Celui de Charleroi concerne plus de 3 000 emplois directs et indirects.

La crise pétrolière du début 2008 a fait naître beaucoup d'inquiétudes. Faillites de plusieurs petites compagnies aériennes, retraits d'avions, suppressions de vols, pertes d'emplois sont les principales nouvelles du secteur. Et même si le marché des nouveaux avions semble florissant, les inquiétudes sont nombreuses pour le futur. Étant donné l'importance du secteur de l'aviation dans notre société, il est temps de se poser des questions majeures, sans tabous, si nous ne voulons pas aboutir, dans un avenir plus ou moins rapproché, à des catastrophes sociales et économiques. Parmi les questions essentielles, l'avenir du secteur dans l'ère de l'après-pétrole abondant et bon marché est particulièrement important. Les flottes actuelles pourront-elles être remplacées par des avions alimentés par autre chose que du pétrole ? Telle est la question à laquelle nous désirons apporter des éléments de réponse dans cet article.

Kérosène, pollution et changement climatique

Aujourd'hui, il est évident que le pétrole est essentiel au fonctionnement des avions: ils consomment environ 130 millions de tonnes de kérosène par an, soit plus ou moins 185 milliards de litres ou 3,8% du pétrole consommé mondialement. Ce qui correspond à 2% du CO₂ émis dans le monde, compte tenu du rôle du gaz naturel et du charbon. Outre ce CO₂, le kérosène émet des oxydes d'azote, qui contribuent aux changements climatiques. La chimie de l'atmosphère est complexe. D'après plusieurs études, les émissions à 10-11 km au-dessus du sol (altitude à laquelle volent les avions modernes) contribuent de 3 à 4 fois plus au changement climatique qu'au sol. En pratique, cela signifierait qu'un passager qui effectue un vol transatlantique aller-retour, soit environ 12 000 km, contribue autant au changement climatique que s'il parcourait 36 000 km en voiture, soit 2 ou 3 ans d'utilisation moyenne d'une automobile. Simultanément, la communication du secteur

développe l'idée d'un moyen de transport «vert». Ainsi, à l'occasion de son premier vol commercial, en octobre 2007, l'*Airbus A380* a été présenté comme plus vert, plus propre, moins bruyant, plus intelligent que ses prédécesseurs; ce qui est vrai.

Un avion «propre»

À tous les âges de la vie de l'avion, l'approche environnementale est mise en avant, dès la conception. *Airbus* est certifié *ISO 14001*, norme environnementale internationale. L'impact environnemental est estimé et minimisé depuis la conception, le transport des pièces détachées... jusqu'au démontage final de fin de vie. Et ce, en accord avec tous les partenaires et sous-traitants, dans de nombreux pays.

Toujours selon *Airbus*, l'*A380* est beaucoup moins bruyant que ses concurrents: moitié

Pour en
savoir plus
sur l'IATA
<http://www.iata.org>

moins de bruit au décollage, à l'intérieur aussi, la cabine serait moins bruyante que celle des autres avions.

L'A380 a été développé en collaboration avec une soixantaine de grands aéroports internationaux, afin d'améliorer la compatibilité des infrastructures au sol. Grâce à cela et à un concept de cabine, cela permet une amélioration des temps de charge/décharge des passagers et, ainsi, diminuer le temps passé au sol. Ajouté à la grande capacité de l'avion, ces progrès devraient, selon les constructeurs, augmenter le nombre de passagers et la rentabilité des aéroports.

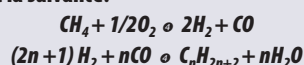
Grâce à une aérodynamique spécifique, à des matériaux nouveaux - composites, matériaux légers - à des réacteurs nouveaux, les constructeurs sont arrivés à un avion qui, d'après eux, consomme 17% de carburant en moins par siège que les autres gros avions actuels, soit moins de 3 litres de carburant par passager par 100 km parcouru. En terme de rejets de CO₂,

L'Airbus A380 prend son envol.



Le procédé Fisher-Tropsch

En 1925, deux chercheurs allemands, Franz Fisher et Hans Tropsch, mettent au point un procédé de «liquéfaction» de combustibles solides ou gazeux, permettant d'obtenir du carburant liquide à partir d'un carburant solide (comme le charbon) ou gazeux. La réaction chimique de base est la suivante:



Cette réaction requiert la présence de catalyseurs (fer ou cobalt). Le carburant ainsi obtenu est utilisé pour l'automobile et l'aviation.

Si les avantages du procédé sont nombreux (moins d'émissions de dioxyde de soufre, de dioxyde d'azote et de particules émises), le bilan CO₂ est cependant mauvais, le rendant impropre au remplacement du pétrole pour des raisons environnementales.

L'A380 produirait 75g de CO₂ par passager et par km. Ces valeurs se basent sur une occupation de 555 places, alors que d'autres versions de l'A380 existent. Ainsi, les avions commandés par la compagnie *Singapore Airline* - qui a effectué le premier vol commercial en octobre 2007 - possèdent moins de 480 sièges, ce qui porte la consommation par passager à 86 g de CO₂ par passager et par km lorsque tous les sièges sont occupés.

Ces performances, mises en avant par le secteur, ne doivent cependant pas masquer la réalité de l'aviation. Il suffit de prendre l'avion en dehors des périodes d'affluence pour se rendre compte que leur taux d'occupation est généralement relativement faible, d'où une consommation par passager et par km bien supérieure lorsque l'A380 est rempli.

Trois pistes possibles

Le secteur de l'aviation est évidemment conscient que son image de pollueur est mauvaise. Pour faire face à l'inévitable accroissement de la pollution atmosphérique, ainsi qu'à l'augmentation du prix du kérosène, le secteur a pour objectifs de réduire de 50% les émissions de CO₂, de 80% celles d'oxydes d'azote et de moitié les nuisances sonores d'ici 2020. Pour y arriver, il faudra agir sur les moteurs, les matériaux, l'aérodynamisme. Mais tout le monde est bien conscient du fait que, pendant encore quelques décennies, les avions dépendront du pétrole. Ainsi, l'IATA préconise de faire appel à 10% de carburants alternatifs en 2017 pour arriver à zéro émission de carbone en 2050.

Mais quid d'ici-là, dans l'après-pétrole bon marché, lorsque le pic du pétrole sera atteint et dépassé, et/ou l'après-Kyoto, lorsque les émissions de gaz à effet de serre devront être considérablement réduites ?

Trois voies sont envisagées, à des degrés de développement variables: la filière dite *Fisher-Tropsch*, les agrocarburants et l'hydrogène.

Du charbon «liquéfié»

Au cours de la Seconde Guerre mondiale, l'Allemagne, pauvre en pétrole et en colonies pétrolifères mais riche en charbon, a obtenu des quantités importantes de combustibles liquides à partir du charbon. Au début 1944, le Reich produisait 20 millions de litres par jour de combustibles à partir du charbon, ce qui représentait plus de 90% de ses besoins en essence pour l'aviation et plus de 50% du besoin total du pays en combustibles. Le procédé utilisé, dit synthèse ou procédé *Fisher-Tropsch*, repose sur la réduction

catalytique des oxydes de carbone par l'hydrogène en vue de les convertir en hydrocarbure. Aujourd'hui, en Afrique du Sud, environ un tiers des besoins en combustibles liquides sont satisfaits par cette technique de «liquéfaction» du charbon.

La synthèse *Fisher-Tropsch* peut également utiliser la biomasse comme produit de départ. On pourrait ainsi obtenir de grandes quantités de carburants liquides nécessaires, notamment, à l'aviation. Malheureusement, le procédé présente un bilan CO₂ très lourd. En examinant son cycle total, les émissions de CO₂ sont de 50 à 100% plus élevées que pour le kérosène actuel.

Tout le monde s'accorde dès lors sur le fait qu'il ne s'agit donc pas d'une solution valable sur le plan environnemental.

Les biocarburants dans les avions ?

Aujourd'hui, les alternatives les plus crédibles au kérosène sont les biocarburants. On ne peut pas faire du kérosène à partir de la biomasse que via le procédé «*Fisher-Tropsch*». Il faudra donc remplacer le kérosène par autre chose.

Une solution serait d'utiliser des biocarburants contenant de l'éthanol. Les moteurs actuels étant adaptés au kérosène, il faudrait alors en concevoir de nouveaux. Mais il faut un volume (et un poids) supérieur à plus de 50% de celui du kérosène pour obtenir la même énergie. D'où des réservoirs plus volumineux et un avion plus pesant, donc des réacteurs plus puissants. L'éthanol gèle à basse température, ce qui demanderait de chauffer les réservoirs. D'après une étude anglaise, en raison de ces problèmes, l'aviation continuera à utiliser du kérosène pendant au moins 40 ans. Les travaux sur les biocarburants dans l'aviation en sont à leurs débuts.

Le problème majeur des biocarburants n'est pas seulement celui des moteurs; ils doivent être produits en quantités suffisantes pour alimenter une partie substantielle de la flotte actuelle et future. C'est là que le bât blesse.

Les biocarburants de première génération, outre le fait qu'ils entrent en compétition avec la nourriture, sont notoirement insuffisants. En supposant que l'on puisse dédier 10% des terres arables et cultivées au niveau mondial aux biocarburants, la flotte actuelle en réclamerait plus du tiers, ce qui est inacceptable. Plus intéressants seraient les biocarburants de deuxième et, surtout, de troisième génération. Même s'il n'existe pas suffisamment de matière de base pour remplacer le kérosène par les biocarburants de deuxième génération, certains estiment qu'ils pourraient y contribuer pour 5 à 20%.

Les générations de biocarburants

On en distingue trois :

- **Les biocarburants de première génération** sont produits à partir de l'agriculture (maïs, blé, betteraves, cannes à sucre, soja, colza, céréales, etc.) par des techniques conventionnelles. Ces biocarburants entrent en compétition avec la nourriture.

- **Les biocarburants de deuxième génération** sont produits à partir de sources telles que des résidus de forêts et de l'agriculture (du bois, de la paille), des déchets ainsi que des plantes n'entrant pas en compétition avec la nourriture (*Jatropha*, le palmier *babassu*, etc.).

- **Les biocarburants de troisième génération** sont produits à partir d'algues, de *jatropha*, de *babassu*, etc.



Pour remplacer tout le kérosène utilisé dans l'aviation actuelle, il faudrait, par exemple, cultiver 1,4 million km² de *Jatropha* (photo ci-dessus), soit plus de deux fois la superficie de la France.

Beaucoup d'espoirs reposent sur les biocarburants de troisième génération, comme les micro-algues. Celles-ci, cultivées dans des bassins d'eau de mer, saturées en CO₂, bien éclairés, à température adéquate, peuvent fournir des quantités énormes d'huile par unité de surface (jusque 200 fois plus que les biocarburants de première génération). Les micro-algues ne sont pas cultivables partout dans le monde. Elles réclament aussi de grandes quantités de CO₂ que certains voient fournir par des centrales thermiques classiques (ce qui, globalement, en fait une source d'énergie émettrice de CO₂ !), et des conditions chimiques particulières. Selon *Boeing*, la culture de micro-algues sur une superficie équivalente à la Belgique serait suffisante pour remplacer le kérosène actuellement consommé dans l'aviation.

Tous les chercheurs sont loin d'être aussi optimistes et calculent plutôt une superficie d'environ 66 000 km², soit la superficie de l'Irlande.

On dénombre environ 160 espèces appartenant au genre Jatropha, espèces originaires d'Amérique centrale ou du Sud, les plus connues étant Jatropha curcas, un arbuste aux propriétés médicinales, originaire d'Amérique centrale et aujourd'hui répandu dans le monde entier. Son fruit est riche en une huile qui peut être utilisée pour produire du biocarburant, du savon ou des bougies.

Quoi qu'il en soit, les études sur les biocarburants pour avions ne sont pas encore suffisamment poussées pour représenter autre chose qu'un espoir.

Des avions à l'hydrogène

Une autre voie explorée est celle de l'hydrogène. L'hydrogène semble une solution attrayante au remplacement du kérosène car il n'émet pas de CO₂, mais seulement de l'eau, H₂O. Malheureusement, il faut plus de quatre litres d'hydrogène liquide pour fournir la même énergie qu'un litre de kérosène. D'où des réservoirs 4 fois plus volumineux. Cela ne manquerait pas de poser des problèmes de construction de l'avion.

D'autant plus que l'hydrogène liquide n'existe pas à température ordinaire. Il se liquéfie à 20 K (soit -253 °C). Les réservoirs doivent donc être isolés thermiquement. Pour éviter les pertes thermiques, ils doivent avoir une forme proche de la sphère et, donc, ne peuvent être placés dans les ailes, comme dans les avions actuels. Ils doivent être dans le fuselage. Ce qui requiert une plus grande cabine; d'où un moins bon aérodynamisme de l'avion et une consommation accrue. À quoi il faut ajouter que l'hydrogène est un gaz dangereux, car explosif. D'où des problèmes de sécurité, aussi bien de l'avion que des infrastructures au sol.

Comme l'hydrogène n'est pas présent naturellement dans la nature, il faut l'obtenir par électrolyse de l'eau (dans l'après-pétrole et gaz naturel). Ce qui demandera des centrales électriques équivalentes à environ 200 réacteurs nucléaires de 1 GW pour remplacer la flotte actuelle. De plus, l'hydrogène produit environ le triple de vapeur

d'eau que le kérosène quand il brûle. Dans la haute atmosphère, là où évoluent les gros avions actuels, cela produit des traînées importantes, contribuant aux changements climatiques.

L'hydrogène ne semble donc pas une alternative crédible au kérosène. Les quelques programmes de recherche sur l'hydrogène dans l'aviation concernent des avions supersoniques et stratosphériques, capables de joindre Paris à Sidney (Australie) en quatre heures.

D'autres pistes...

Pourquoi pas des avions électriques ?

Une autre voie serait l'électricité. Outre le fait que, dans ce cas, les moteurs seraient vraisemblablement plus proches de moteurs à hélice que des réacteurs actuels, l'électricité serait fournie soit par des piles à combustible, soit par des batteries. Concernant les piles à combustible, le problème est semblable, quantitativement, pour la fourniture de l'hydrogène, au cas des réservoirs d'hydrogène mentionnés précédemment.

Quant à la solution consistant à stocker l'électricité dans des batteries embarquées, elle est irréaliste, vu la masse et l'encombrement de celles-ci. Il faudrait, avec des batteries au nickel-cadmium, une masse égale à environ 250 fois le carburant embarqué aujourd'hui. Même si on parvenait à les améliorer considérablement, on ne peut guère diminuer ce chiffre d'un facteur 10, en restant très optimiste.

Et l'avion solaire ?

Dans les médias, on voit parfois quelques avions avec des ailes recouvertes de cellules photovoltaïques. Des ailes de quelques dizaines de mètres d'envergure, en matériaux ultra-légers, ne parviennent qu'à alimenter des avions légers, lorsque le Soleil luit. Personne n'envisage sérieusement des vols intercontinentaux avec une ou plusieurs centaines de passagers.

En supposant - cas optimiste - que l'énergie fournie par les panneaux photovoltaïques soit la même que celle fournie par le kérosène, il faudrait environ 280 m² de panneaux par passager. Soit, pour un avion du type A380, une aile de 400 x 400 m². Les aéroports devraient être étendus considérablement.

Quant à l'aérodynamisme, il y aurait de formidables défis à relever. Bien entendu, ces aires correspondent à des vols de jour, avec le Soleil à la verticale de l'avion. Il n'est pas question que ces avions volent de nuit, voire à l'aube ou au crépuscule.

Pour en savoir plus sur la pollution due aux avions

Centre pour un transport durable
cst.uwinnipeg.ca/index.html

B. Daviss, *Green sky thinking*, *NewScientist*,
24 february 2007,
pp. 32-38.



Comme on s'en aperçoit, il n'y a pas, à moyen terme, de solution idéale de remplacement du kérosène (ou du pétrole) pour l'aviation commerciale. Peut-être, à long terme, les biocarburants de troisième génération représenteront-ils une solution partielle. Mais ne perdons pas de vue qu'il n'y a pas que l'aviation qui soit intéressée par ces biocarburants. Les secteurs du transport terrestre, de la chimie, du bâtiment, etc. sont concernés.

Au-delà des intérêts immédiats de chacun (y compris les nombreux citoyens utilisateurs de l'avion), la fin prévisible de l'avion comme moyen de transport démocratique aura des conséquences nombreuses et importantes, aussi bien pour notre mode de vie que pour l'emploi local, l'économie des pays en développement et le commerce mondial. L'aviation représente une activité économique majeure, offrant de nombreux emplois directs (constructeurs, transporteurs, aéroports) et indirects (tourisme, fret, recherche et développement). Les emplois directs et indirects de l'aviation sont importants.

Quel avenir pour l'aviation ?

Bien qu'il ne soit pas dans notre propos d'évaluer toutes les conséquences de la fin du pétrole dans les secteurs liés à l'aviation, mentionnons, à titre illustratif, le tourisme de masse. Certains prédisent que d'ici 2020, il y aura plus de 1,6 milliard de touristes internationaux (contre 850 millions en 2006), dont la plupart prendront l'avion. De nombreux pays ont un secteur du tourisme qui en dépend presque entièrement et qui est parfois le seul moyen de transport pour y accéder (pensons aux îles Canaries, à Madère).

Ce sont des emplois dans l'horeca, les transports, la culture. Que deviendront les emplois et l'infrastructure touristiques lorsque le pétrole bon marché ne sera plus là pour alimenter la flotte d'avions commerciaux ? Est-il raisonnable de prévoir que de nombreux nouveaux touristes chinois et indiens visiteront nos pays ?

Même si, en 2008, l'avion est toujours un moyen de transport efficace et démocratique, soyons conscients de sa fragilité intrinsèque. Il nous semble chimérique - et irresponsable - de continuer à prévoir un avenir rose pour l'aviation commerciale.

Et le temps presse, car le pic du pétrole est prévu pour 2010-2015 environ. Au-delà, la production pétrolière sera en déclin et le prix du pétrole probablement très élevé: l'Agence inter-

Les essais d'avions «verts»

Depuis quelques mois, plusieurs vols ont été effectués afin de montrer la possibilité d'utiliser d'autres carburants que le kérosène pur.

Au début 2008, Airbus a fait voler un A380 avec un réacteur alimenté au gaz liquéfié.

Un peu plus tard, Virgin Atlantic a fait voler un Boeing 747-300 avec un réacteur alimenté au kérosène avec 20% de biocarburant à base d'huile de babassu, une huile de palme et de noix de coco.

Début 2009, AirNew Zealand devrait faire de même avec un Boeing 737.

En 2009, c'est Continental Airlines qui devrait effectuer un vol avec un Boeing 737 au biocarburant de troisième génération.

nationale de l'énergie a plusieurs fois prévenu d'un risque de pénurie vers 2012 et, dans son dernier rapport paru en novembre 2008, elle vient de réviser à la hausse ses prévisions de prix du baril pour 2030: 200 dollars. Or, il faut plusieurs décennies pour remplacer une flotte d'avions par de nouveaux appareils.

Une récente étude allemande montre que les nettes améliorations ne voient le jour qu'avec de nouvelles générations d'avions. Après l'*A380* et le *Boeing 787*, qui présentent déjà des améliorations importantes, l'efficacité ne sera accrue qu'avec leurs successeurs, autrement dit vers 2020.

La part de ces appareils dans la flotte totale sera alors relativement faible. En supposant que tous les problèmes liés aux biocarburants de troisième génération (y compris le prix) puissent être résolus rapidement - ce qui demandera d'importants efforts de recherche et développement et un financement adéquat -, la flotte d'avions nouveaux ne serait pas renouvelée avant 2050, soit bien après que le pétrole soit devenu rare et hors de prix.

Face au passage imminent du pic pétrolier, et malgré les avertissements lancés par certains acteurs du monde énergétique (*Chevron*) et certaines compagnies aériennes (*Virgin*), la mobilisation est encore loin d'être à la hauteur du défi. Espérons que les acteurs économiques et politiques commencent à réfléchir au futur et envisagent des plans de transition et de soins palliatifs destinés à accompagner le déclin prévisible du secteur aérien afin de minimiser les dégâts sociaux.

Michel WAUTELET,
michel.wautelet@umh.ac.be
Damien DUVIVIER,
Patrick BROCORENS

Pour en savoir plus sur le pic du pétrole:

<http://www.aspo.be>

P. Brocorens,
Le Pic du pétrole, un tournant pour l'humanité.
Sommes-nous prêts ?

Chimie Nouvelle,
n° 97, p. 2,
mars 2008.

Certains calculs présentés dans cette note utilisent des données de Michel Wautelet, dans *Sciences, technologies et société*, 2^e édition, De Boeck, Bruxelles, 2005.

Pour innover mieux et plus facilement

Directrice de l'Agence de stimulation technologique (Ast), Véronique Cabiaux a obtenu à l'Ulb les titres de docteur en sciences chimiques et d'agrégée de l'enseignement supérieur. Après une dizaine d'années de recherche et d'enseignement dans son université d'origine, elle en devient vice-rectrice chargée de la recherche fondamentale, responsabilité qu'elle assumera de 2000 à 2004 avant de devenir, pour deux ans, chef de cabinet adjointe du ministre-président de la Région wallonne.

«**N**ous sommes le Gps de l'innovation technologique en Wallonie.» C'est ainsi que Véronique Cabiaux résume le rôle de l'Agence de stimulation technologique (Ast). Créée en 2006 par la Région, l'Ast a pour mission d'ouvrir aux entreprises, singulièrement les Pme, le réseau de «toutes les expertises et intelligences en technologies disponibles en Wallonie» et de leur en faciliter l'accès.

La directrice de l'Ast compare la situation de notre région avec celle du pays qui est probablement le plus performant de l'Union européenne: «En Finlande, le taux des Pme innovantes est cinq fois plus élevé qu'en Wallonie. On ne pouvait évidemment pas multiplier par cinq le nombre des intermédiaires de l'innovation technologique», dit-elle. La stratégie choisie a donc été de multiplier par cinq l'efficacité de ces intermédiaires, en les mettant en réseau. «Au début, on avait pensé faire de l'Ast le guichet unique de l'innovation, mais on aurait ainsi créé un goulet d'étranglement. La vraie solution, c'est de faire en sorte que tout le monde travaille ensemble, de façon que les entreprises qui contactent le réseau trouvent directement le ou les interlocuteurs utiles.»

Un dispositif plus lisible...

La création de l'Agence de stimulation technologique répond à des nécessités mises en évidence par l'étude *Prométhée*, laquelle est fondée sur une enquête menée en 2004 auprès de 300 entreprises wallonnes qui étaient ou avaient été engagées dans des processus de recherche-développement ou d'innovation technologique au cours des cinq années antérieures. La moitié d'entre elles étaient déjà clientes des opérateurs de ce que l'on regroupe sous le nom générique d'intermédiation scientifique et technologique. Ces intermédiaires - centres de recherche, d'études, d'excellence, d'incubation ou de valorisation - étaient apparus et s'étaient développés au fil du temps et au gré des nécessités et des opportunités.



La plupart de ces opérateurs de l'intermédiation sont bien connus des lecteurs d'*Athena*. Certains travaillent en appui de secteurs traditionnels, comme le dynamique *Centre Terre et Pierre (Ctp)* de Tournai, d'autres sont à la fine pointe des avancées technologiques, comme le *Centre d'excellence en technologie de l'information et de la communication (Cetic)* à Charleroi. Certains sont issus de grandes fédérations professionnelles comme le *Centre collectif d'innovation et de recherche de l'industrie technologique (Crif)* qui, créé en 1949 par *Fabrimetal* (devenu *Agoria*) a été rebaptisé *Sirris*. D'autres ont été initiés pour répondre aux besoins d'un secteur précis, comme l'*Institut belge de la soudure (Ibs)* à Bruxelles. D'autres encore sont des interfaces entre entrepreneurs et chercheurs comme les services d'interface mis en place par les universités et hautes écoles belges francophones, ou les parcs scien-

tifiques et technologiques, d'abord créés isolément puis réunis sous la coupole de *Spow* (*Science Parks of Wallonia*).

La qualité du travail de ces opérateurs et la large satisfaction de leurs clients ont été reconnues par l'étude *Prométhée*, qui a toutefois révélé certaines inadéquations par rapport aux besoins des entreprises. Celles-ci «*ont du mal à attribuer clairement des fonctions précises et spécifiques aux différents types d'intermédiaires*», expliquaient les auteurs du rapport final de l'enquête, qui observaient que «*si le dispositif est bien visible, il semble peu lisible*». Le document indiquait encore que «*la question principale semble être pour les entreprises de parvenir à identifier et créer le lien avec les interlocuteurs qui sauront satisfaire leurs besoins spécifiques*» tout en mettant l'accent sur «*le rôle primordial des firmes privées comme sources externes d'innovation technologique pour les entreprises wallonnes*».

Le rapport de l'étude *Prométhée* constatait encore l'absence de stratégie globale de la fonction d'intermédiation, fonction mal définie que les différents acteurs ne comprenaient pas de la même façon. C'est que, précisait le document, ses opérateurs avaient une vision «*prioritairement auto-centrée de leur rôle*» avec des activités tournées pour l'essentiel «*sur la région, voire la sous-région*». Parmi les options envisagées pour résoudre ce problème de dispersion, le document suggérait la «*mise en réseau des acteurs du dispositif actuel, géré par une petite structure d'animation légère dont la mission principale est de mettre en relation les demandes qui lui arrivent avec les partenaires spécialisés de la région, dans une optique d'offre ouverte*». Le rapport final de l'étude regrettait enfin qu'il n'existât «*pas d'évaluation des résultats obtenus par les structures qui déploient des missions d'intermédiation avec l'aide de financements publics*».

Cette évaluation est un point important du programme de travail de l'*Ast*, dit Véronique Cabiaux. «*Nous sommes chargés de mettre au point un tableau de bord pour évaluer l'usage qui est fait des subsides à l'intermédiation technologique. Mais, souligne-t-elle aussitôt dans la foulée, on ne s'occupe absolument pas des aides à la recherche, qui sont de la responsabilité de la DGO6 du Service public de Wallonie*». Pour une description des missions de la DGO6, qui hérite notamment des compétences, hors énergie, de la Direction générale des Technologies, de la recherche et de l'énergie (Dgtre), on se référera à l'article de la page 211.

La directrice de l'*Ast* est consciente de ce que cette mission d'évaluation ait pu nourrir l'une

ou l'autre crispation à l'égard de l'agence, mais elle est très ferme sur cette priorité, tout en étant soucieuse de travailler par consensus: «*On n'impose rien. On propose et on construit ensemble*», dit-elle.

...fédérateur...

«*Nos actions, poursuit Véronique Cabiaux, sont concentrées sur une meilleure connaissance des uns et des autres et sur le décloisonnement*». Ainsi, des stages ont été mis sur pied pour que les différents acteurs de l'intermédiation sachent ce que font les autres. L'influence fédératrice de l'*Ast* est déjà visible dans les grands salons que les intermédiaires technologiques fréquentaient jadis en ordre dispersé. Ainsi, à *Créawal*, le rendez-vous devenu traditionnel des partenaires de l'innovation à Louvain-la-Neuve, il y avait un seul stand *Ast* avec les logos et les brochures des centres d'intermédiations. «*Idéalement, chacun des opérateurs devrait pouvoir accueillir les entreprises et les renvoyer vers celui d'entre eux qui leur convient*», explique la directrice de l'*Ast*, qui entend bien «*court-circuiter les petites bureaucraties internes pour que l'entreprise ne doive pas aller à tous les guichets avant de trouver le bon*».

Les centres d'intermédiation ont développé chacun de leur côté leur site Internet. Ils restent responsables de leur contenu et de leur mise à jour, mais ces sites seront bientôt mis en réseau et les entreprises clientes pourront y accéder à travers un portail que l'*Ast* définit comme une plate-forme intelligente (<http://www.innovons.be>).

Un réseau européen

Parmi les évolutions récentes de l'innovation régionale, on peut épingle l'absorption du *Criw* (Centre relais innovation Wallonie) par le nouvel *Enterprise Europe Network* dont le but est de développer et de valoriser les savoir-faire technologiques des Pme wallonnes à travers des partenariats européens. Un des temps forts de cette politique européenne sera la première *Semaine européenne des Pme*, du 6 au 14 mai 2009.

Pour plus d'informations (en français) voir le site http://ec.europa.eu/enterprise/policy/entrepreneurship/sme-week/index_fr.htm

Des chèques-services technologiques

Avant la mise en ligne de son portail, l'Agence de stimulation technologique inaugure en ce mois de janvier 2009 un nouveau système simplifié de subsides aux entreprises. Il s'agira des chèques-services technologiques qui seront attribués sans traitement de dossier au terme d'une procédure rapide.

Ces chèques, d'un montant maximum de 20 000 euros par entreprise et par an, sont destinés aux Pme qui redoutent la complexité et la durée des parcours classiques d'accès à l'innovation technologique. Le financement de ce nouveau service de subvention express sera assuré à 75% par des fonds publics (le *Feder* européen et le gouvernement wallon déboursant chacun 6 millions d'euros pour la période 2009-2014), et à 25% par l'entreprise.

Pour se porter candidates à ces aides, les entreprises devront seulement rentrer un devis qui sera conclu avec un des centres de recherche agréés par la Région wallonne ou avec une haute école belge francophone, puis transmis à l'*Ast*, laquelle accordera les chèques dans les 48 heures si les conditions de recevabilité sont réunies, sans examen d'opportunité. L'agence escompte bien entendu que ces chèques-services permettent de faciliter le premier pas vers l'innovation des entreprises les plus timides.



L'Ast se définit comme un système de guidage Gps, grâce auquel les entreprises peuvent facilement trouver leur(s) destination(s) dans le réseau relativement complexe des acteurs et intermédiaires de l'innovation technologique en Wallonie. (Doc. Ast).

Le réseau Ast

Société anonyme civile de droit public, créée dans le contexte des actions prioritaires pour la Wallonie (le plan Marshall), l'Agence de stimulation technologique (<http://ast.wallonie.be>) est donc chargée de structurer l'action des opérateurs de l'intermédiation technologique.

La plupart de ces opérateurs sont déjà fédérés dans des réseaux intermédiaires parfois fort importants. C'est ainsi que le consortium *Accord Wallonie* ne rassemble pas moins de 22 centres de recherche agréés, parmi lesquels on peut citer, à titre d'exemples, *BioVallée*, le *Cenaero*, le *Certech*, le *Cribc*, le *Cewac*, le *Crm*, l'*Inisma*, *Materia Nova* (qui a entre-temps absorbé *Natiss*, spécialisé dans les bioplastiques), *Multitel*, etc.

Un autre réseau intermédiaire bien connu est *Spow* qui regroupe les six parcs scientifiques de Wallonie: *Liège et Louvain-la-Neuve Science Parks*, *Crealys* à Gembloux, *L'Aéropole* à Charleroi, *Initialis* à Mons et *Qualitis* à Enghien.

Toutes les universités présentes en Wallonie participent à l'interface *Lieu (Liaison Entreprises Universités)*. Le centre carolorégien *InnovaTech* (ex-*Cerdt*) fournit des conseils généralistes, tandis que le liégeois *Pi² Wallonie* s'occupe des questions de propriété intellectuelle, tous deux développant désormais leurs activités à l'échelle de l'ensemble de la Wallonie.

Le *Cequal* est évidemment la référence en matière de qualité. Le *Ncp Wallonie*, au sein de l'*Union wallonne des entreprises*, conscientise les acteurs wallons aux appels du programme cadre européen de l'Union européenne, tandis que le tout nouveau réseau *Een (Enterprise Europe Network)* accompagne les Pme en quête de partenaires européens.

Il va sans dire que l'*Ast* peut orienter les entreprises qui s'adressent à elles vers les nombreuses ressources offertes par l'administration wallonne et singulièrement par la *DGO6* (économie, emploi, recherche), héritière de la *Dgtre*. Pour une vue d'ensemble de tous les opérateurs de l'intermédiation technologique.

Voir l'adresse <http://ast.wallonie.be/Pilote-d-un-reseau.html>

Ce portail *Ast* devrait être mis en ligne à la fin mars 2009, et donner accès à «toutes les expertises et intelligences disponibles en Région - universités, NCP, Innovatech, etc. pour répondre à la fois aux besoins des entreprises très innovantes et de celles qui ne le sont pas», souligne la directrice de l'agence. Dans certains cas, il s'agira aussi de mettre des clients en rapport les uns avec les autres. «Il y a des entreprises qui demandent de la technologie, mais il y en a d'autres qui ont des solutions à offrir», observe-t-elle.

... et surtout proactif

Ouvrir la porte de l'innovation technologique aux entreprises qui n'ont guère pris jusqu'ici d'initiatives en ce sens était une des recommandations majeures émises dans la foulée de l'étude *Prométhée*. Celle-ci avait constaté que l'ancien système cloisonné n'était «pas suffisamment proactif par rapport aux entreprises qui ne sont pas des clientes "naturelles" du système.» Pour Véronique Cabiaux, la proactivité est la ligne de force majeure. Le portail que l'*Ast* est en train de développer répondra à ce souci. «Si un client introduit un mot-clé, il sera automatiquement averti par la suite des autres interventions sur le même mot-clé, ce qui lui permettra de trouver les interlocuteurs qui pourront devenir par la suite ses partenaires.»

Le portail *Ast* sera aussi un lieu de travail (avec domaine réservé et accès verrouillé) pour les entreprises clientes qui seront ainsi dispensées de développer en interne des solutions informatiques onéreuses. Cet outil collaboratif de l'*Ast* sera du reste articulé avec le portail *Entreprises*, piloté par l'Agence de stimulation économique (*Ase* - <http://www.as-e.be>), qui est l'organisation sœur de l'*Ast*. Car celle-ci entend non seulement structurer le réseau de l'intermédiation technologique mais s'inscrire elle-même dans la mouvance commune qui cherche à traduire les innovations scientifiques et technologiques en avancées économiques et sociales.

Dans le même ordre d'idées, l'*Ast* pourra utilement éclairer d'autres institutions. Il pourrait s'agir, par exemple, d'aider les *invests* ou la *Sowalfin* à évaluer les risques technologiques d'un projet. Ou de tenir le *Forem* au courant des demandes de l'industrie en matière de formation professionnelle... Ce sera l'étape suivante de l'action que met en place l'*Ast*, avec, toujours, ce souci permanent de proactivité.

Jean-Luc LÉONARD
jl.leonard@skynet.be



La déformation des matériaux

Les propriétés mécaniques sont les caractéristiques les plus importantes des matériaux de construction. Les matériaux peuvent être qualifiés de souples ou rigides, durs ou ductiles, fragiles ou résilients. Mais que signifient ces adjectifs ? Ils sont tous liés à la déformation, désirée ou non, des matériaux. Ainsi, la ductilité caractérise la capacité de l'objet à se déformer de manière permanente. Généralement, les matériaux durs comme la pierre, le verre ou la fonte sont plus fragiles. Dans le cas des métaux, le challenge principal consiste à pouvoir développer des alliages qui sont à la fois durs et peu fragiles. Dans cet article, nous développons quelques concepts de base concernant la déformation des matériaux.

Élastique ou plastique ?

Tous les matériaux sont déformables à des degrés divers, même les matériaux plus fragiles. La déformation résulte de l'application d'une force (traction, compression, torsion). Cette déformation peut être temporaire ou permanente. Dans le premier cas, lorsque la force disparaît, le matériau reprend sa forme originale et on parle de déformation élastique. Lorsque la force dépasse un certain seuil, la déformation persiste lorsque la force disparaît : c'est le domaine plastique.

Plusieurs tests simples sont utilisés pour évaluer la déformabilité des matériaux. Dans le cas d'un essai de traction, l'échantillon de matériau est simplement étiré au moyen d'une machine de traction. Suivant le type de matériau testé l'échantillon peut être un cylindre, un barreau ou encore une tôle. Avant le test, la longueur initiale (l_0) et la section initiale (s_0) de l'échantillon sont mesurées avec précision.

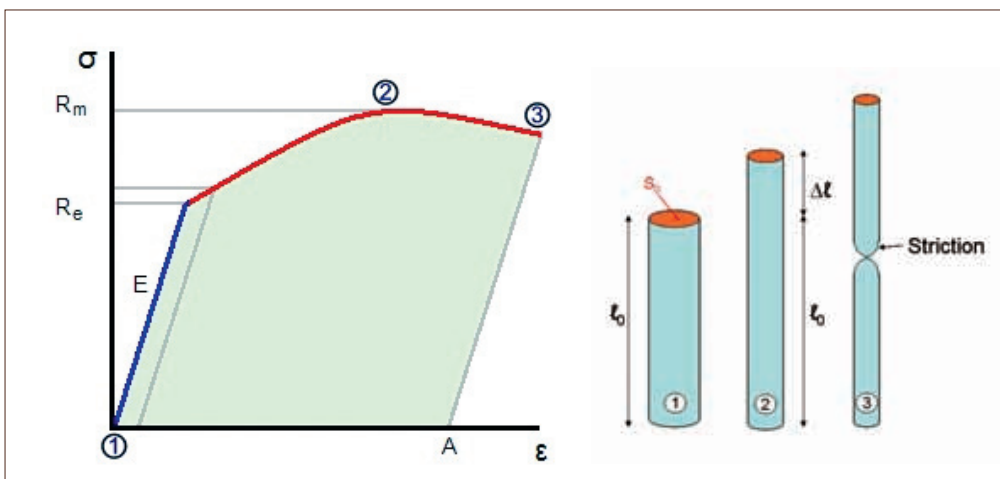
Le test consiste à mesurer la force (F) nécessaire pour provoquer l'allongement (Δl) de l'échantillon. Au fur et à mesure que l'échantillon s'allonge la section diminue et celui-ci finit par se rompre.

Pour s'affranchir de la forme de l'échantillon, la notion de contrainte (symbole σ) est introduite. La contrainte est la force rapportée à la section de l'échantillon : $\sigma = F/S_0$. Elle a les mêmes dimensions que la pression. L'unité de contrainte est donc le pascal (Pa) ou le newton/m². À noter cependant que les valeurs des contraintes typiques exprimées en pascals sont très élevées si bien que l'on préfère utiliser le mégapascal (MPa).

La déformation (symbole ϵ) est quant à elle définie comme étant l'allongement relatif, c'est-à-dire l'allongement absolu (Δl) divisé par la longueur de départ l_0 : on a : $\epsilon = \Delta l/l_0$. Cette valeur peut être multipliée par 100 pour obtenir le pourcentage de déformation. La déformation est une grandeur sans dimension puisqu'il s'agit d'un rapport de longueurs.

Courbes de traction

Si nous traçons ensuite le graphique de la contrainte en fonction de la déformation, nous obtenons la courbe de traction (*schéma ci-contre*). Cette courbe permet de découvrir différents modes de déformation. Ainsi, la première partie de la courbe est une ligne droite et ce, quel que soit le matériau étudié. Cette partie correspond en fait à la déformation élastique. Si, pendant l'essai de traction, nous relâchons la force exercée avant que la contrainte ait atteint la valeur R_e , correspondant à la « limite élastique », l'échantillon d'essai retrouvera sa longueur originale.



Une fois passée la limite d'élasticité, nous arrivons dans la zone plastique. La déformation obtenue n'est plus réversible mais est devenue permanente. Pour continuer à déformer l'éprouvette, il faut continuer à augmenter la force jusqu'au moment où la contrainte atteint un maximum dénommé R_m ou « résistance maximum ». Une fois ce maximum passé, nous constatons, pour les matériaux ducti-

les, une diminution rapide de la section de l'éprouvette, appelée striction, qui va finalement conduire à la rupture. L'allongement maximum (**A**) correspond à l'allongement atteint juste avant la rupture.

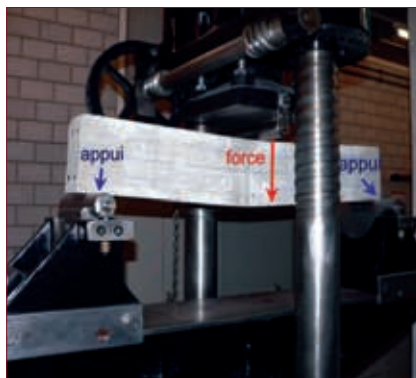
L'allongement maximum varie fortement en fonction du type de matériau: il est très faible pour les matériaux durs comme la pierre (< 1%), intermédiaire pour les métaux (5 à 50%) et élevé pour certains polymères comme le polyéthylène (> 100%).

Notons que pour obtenir la courbe de traction «classique», nous avons calculé la contrainte sur base de la section de départ. En réalité, la contrainte «vraie» doit être calculée en utilisant la section qui diminue continuellement pendant l'essai. Dans ce cas, la courbe de traction grimpe de manière plus marquée et ne redescend pas à la fin. Ceci indique qu'en réalité, le matériau durcit de plus en plus au cours de l'essai.

Rigidité

Revenons à présent à la déformation élastique. Même si cela paraît surprenant, tous les solides sont élastiques et se déforment légèrement sous la contrainte : lorsque vous marchez dans votre appartement, la dalle de béton séparant les étages fléchit légèrement, même si vous ne le percevez pas. Cette déformation peut être mise en évidence par le test de flexion «trois points» qui consiste à poser le matériau à tester sur deux appuis latéraux et à appliquer une force verticale au centre de la pièce (*voir photo*). En mesurant la flèche en fonction de la contrainte appliquée, il est notamment possible de caractériser la rigidité du matériau qui est une propriété essentielle des matériaux de construction.

Le comportement élastique d'un pont en acier est déjà plus facile à mettre en évidence: un piéton sent clairement que le pont «bouge», lorsqu'un poids lourd le franchit. S'il s'agit maintenant d'une latte de bois, vous n'aurez aucune difficulté à la fléchir légèrement pour en faire un arc à flèche.



Ces différents matériaux ont en fait des rigidités différentes. Ce paramètre peut être mis en évidence en comparant la partie élastique de leurs courbes de traction respectives. Pour tous les matériaux, la contrainte évolue linéairement avec la déformation élastique, mais la pente de la droite, c'est-à-dire le rapport σ/ϵ varie en fonction du matériau. Cette pente s'appelle le «module de Young» dont le symbole est **E** et son unité, à nouveau le pascal. Cependant, sa valeur est tellement élevée que l'on utilise généralement le gigapascal (1 GPa = 1 000 000 000 Pa). (*Voir tableau ci-dessus*)

Un grand module d'Young signifie qu'il faut exercer une contrainte élevée pour avoir une petite déformation élastique. Par exemple, il faut trois fois plus de force pour fléchir une tige d'acier que pour une tige d'aluminium de mêmes dimensions. À noter encore que le module de Young est constant pour un matériau quel que soit son état de déformation plastique.

Module de Young (en GPa)

Diamant	1 000
Acier	210
Aluminium	70
Verre	70
Béton	20 à 30
Bois (en moyenne)	10
Cheveu	10
Polystyrène	3,4

Quelle caractéristique pour quelle application ?

Quelle signification pratique la courbe de traction revêt-elle ? En fonction de l'application, l'utilisateur va privilégier certaines caractéristiques et choisir les matériaux en conséquence.

Pour une construction, un pont, par exemple, toute déformation plastique est exclue. Ce sont donc les propriétés élastiques et en particulier la rigidité qui importent. On veut savoir dans quelle mesure une construction va fléchir sous une certaine charge. La limite d'élasticité indique jusqu'où le matériau peut être chargé avant qu'une déformation permanente ne se produise. Dans ce cas, il faut aussi veiller à choisir des matériaux résistants aux chocs pour éviter les ruptures fragiles.

Par ailleurs, un constructeur automobile utilise des tôles plates qu'il met en forme pour obtenir des éléments de carrosserie. Cette mise en forme implique une déformation plastique importante et il importe donc de disposer de qualités d'acier présentant un allongement conséquent (20 à 40%). Aujourd'hui, ces aciers doivent également avoir une résistance élevée (typiquement 400 à 800 MPa), ce qui permet d'augmenter la sécurité des voitures tout en les allégeant grâce à une diminution de l'épaisseur des tôles.

Les propriétés mécaniques des matériaux peuvent donc varier dans de très grandes proportions. Leurs caractéristiques s'améliorent encore, permettant des applications toujours plus spectaculaires, comme par exemple le viaduc de Millau dont la hauteur et la portée défient l'imagination...

Roger HUBERT
roger.hubert@scarlet.be

Une si longue mémoire...

Un groupe de chercheurs vient de réaliser un exploit: construire une mémoire informatique dont le temps de stockage est de presque... 7 millisecondes ! Une plaisanterie ? Non, car il s'agit d'une mémoire quantique

L'article (1) publié le 7 décembre dernier par *Nature Physics* fera-t-il date ? La conclusion des auteurs, un groupe de chercheurs du *Georgia Institute of Technology* d'Atlanta, États-Unis, et de l'Université du Maryland, laisse, quant à elle, peu de place au doute: «*Ce progrès représente une étape importante vers la réalisation de réseaux quantiques longue distance et la production maîtrisée d'états complexes de matière et lumière mélangées.*»

On l'aura compris: avec les résultats atteints aujourd'hui, la course à la réalisation d'ordinateurs quantiques vient peut-être d'entrer dans une nouvelle phase. On peut dire que celle-ci a commencé dès 1958 avec l'invention du premier circuit intégré. Depuis lors, les ingénieurs n'ont cessé de perfectionner les techniques d'intégration jusqu'à placer des centaines de milliers de composants sur une seule «puce» d'un cm².

On en est là aujourd'hui et on ne peut guère aller plus loin dans la miniaturisation puisque, à ce niveau, les composants dissipent énormément de chaleur, ce qui les endommage assez rapidement, mais surtout parce qu'on quitte le domaine de la physique classique pour entrer dans celui de l'«infiniment» petit, c'est-à-dire celui de la physique quantique.

Des bits aux qubits

Un monde tout différent, celui des atomes, où des effets très particuliers - pour notre logique «macro» - se font sentir. Cette inéluctable évolution vers le monde quantique avait été comprise très vite et dès 1982, le célèbre physicien Richard Feynman avait imaginé un modèle théorique de système quantique qui pourrait être capable d'effectuer des calculs. L'idée de l'ordinateur quantique était née. Le mot «ordinateur» n'est d'ailleurs sans doute pas très approprié puisque

le principe de base est différent de celui à l'œuvre dans notre informatique quotidienne, mais comme toujours lorsqu'on aborde le monde des atomes, il faut tenter de décrire l'indescriptible avec les mots de tous les jours.

Pour comprendre le glissement qui s'opère de la technologie classique à la technologie quantique, il faut se souvenir du principe de base de nos ordinateurs actuels. Ceux-ci ne traitent que des informations élémentaires, des bits, qui n'existent qu'en deux états possibles: 0 ou 1. C'est le système ou langage binaire.

Ce côté tout à fait simpliste des choses n'est plus de mise dans le monde quantique: le principe de superposition qui y est à l'œuvre permet en effet à un état d'être en quelque sorte un mélange de plusieurs états. Un système peut donc se trouver dans deux états à la fois. Par exemple, un électron pourra se trouver à deux endroits «en même temps» et un photon peut passer par les deux fentes de Young «en même temps» ! Cela signifie simplement que la particule peut être vue comme étant en plusieurs endroits simultanément avec des probabilités diverses.

Et ce principe s'applique bien sûr à d'autres variables que la position: cela peut être la

(1) *Long-lived quantum memory.*
R. Zhao, Y. O. Dudin,
S. D. Jenkins,
C. J. Campbell,
D. N. Matsukevich,
T. A. B. Kennedy &
A. Kuzmich,
Nature Physics,
Published online:
7 December 2008,
doi:10.1038/nphys
1152.



vitesse par exemple, mais aussi le fait d'être mort ou vivant comme dans le cas célèbre du chat de Schrödinger. Cela peut heurter le sens commun (comment peut-on être à la fois mort et vivant ?), mais il faut se forcer à rentrer dans un monde probabiliste. Il ne faut pas donner d'interprétation physique à ce qui est une conséquence purement mathématique de la théorie quantique.

Pour beaucoup de physiciens, l'interprétation physique n'a de sens que lorsqu'on a effectué une mesure, laquelle a pour conséquence de «figer» le système et de lui faire perdre son caractère probabiliste. Le système tombe alors dans l'un de ses états classiques: on dit qu'il «décohère», entre en décohérence (par opposition à l'état cohérent du système qui est celui de la superposition de plusieurs états classiques).

Quelles sont les conséquences de ce principe de superposition dans le domaine du traitement de l'information ? Nos bits quantiques ou qubits (on écrit aussi qbts) peuvent prendre bien davantage de valeurs que le 1 ou le 0. En fait, ils peuvent même être dans une infinité d'états puisque chaque état est un mélange d'autres états. Un qubit pourra donc prendre les valeurs 1 et 0 «classiques» mais aussi être dans un état constitué de 5% de 1 et 95% de 0 par exemple. Quand on mesure la valeur du qubit, on dira donc qu'on a 5% de chance de trouver 1 et 95% de trouver 0. Bien entendu toutes les combinaisons sont possibles à l'infini.

Pour reprendre l'image utilisée tout à l'heure, on dira donc que le qubit est à la fois dans l'état 0 ET dans l'état 1. Autrement dit, là où un ordinateur classique de 4 bits peut traiter un seul état parmi les 2^4 , soit 16 états différents, l'ordinateur quantique pourra traiter les 16 états simultanément. Si l'on imagine un futur ordinateur quantique avec un processeur de N qubits, il pourra donc traiter 2^N informations différentes simultanément, les calculs s'effectuant en parallèle. On atteint là des possibilités de vitesse et de puissance dont on n'ose même pas rêver, reléguant nos ordinateurs actuels au rang de bouliers compteurs !

Préserver la superposition des états

Tout cela paraît très prometteur... sur le papier. Car lorsqu'on se met à imaginer des systèmes concrets, les difficultés s'amoncellent. On se doute en effet immédiatement qu'un grand problème sera celui de la décohérence: dès que l'ordinateur va interagir avec son environnement, il va «décohérer» et donc retourner à son état classique. Et ce sera le cas lorsqu'on mesurera la valeur contenue dans les qubits !

Donc, on reviendra à la case départ, celle d'un ordinateur classique et on aura perdu tous les avantages du système. Autrement dit, comment ne pas perdre le résultat du calcul quand on le lit ? Il faut donc qu'un tel ordinateur soit, notamment, isolé du monde. Il ne peut interférer avec celui-ci qu'avant le calcul (quand on fournit les données) et après, pour lire le résultat. L'isolement thermique, en particulier, est extrêmement délicat.

La décohérence induit aussi un autre problème: comment ne pas perdre d'information en cours de calcul ? Pour cela, les calculs doivent être réversibles, c'est-à-dire que les données fournies à la machine doivent être déductibles du résultat. Dans le cas contraire en effet, on perd ces données, donc de l'information, ce qui est assimilable à la dissipation de chaleur de nos ordinateurs classiques... ce qui limitera la performance de la machine. En fait, tout revient toujours à préserver cette sacro-sainte superposition de différents états sans laquelle on perd les avantages offerts par le monde quantique. Il en va de même pour les mémoires quantiques et d'éventuels réseaux transférant de l'information quantique. C'est ici qu'intervient la découverte annoncée en décembre.

Sept millisecondes

Les chercheurs américains ont utilisé un type de mémoire quantique constituée par un ensemble d'atomes de rubidium refroidis, piégés dans une sorte de «mélasse» de lumière constituée par une série de faisceaux lasers: un bel exemple de ces nouveaux «matériaux» composés d'un mélange de matière et de lumière. Les qubits, l'information, sont portés par les faisceaux qui illuminent les atomes et leur imposent donc certaines positions. L'ensemble de ces positions relatives contient donc l'information: c'est la mémoire quantique. Le problème vient du fait que les atomes ne sont évidemment pas à la température du zéro absolu et que de ce fait, ils continuent à bouger, détruisant ainsi l'information qui est contenue dans la position qu'ils ont acquises sous l'éclairage des lasers. C'est ce bruit de fond thermique que les chercheurs sont parvenus à diminuer fortement. En même temps, ils sont parvenus à isoler aussi leur système d'une autre interférence: les champs magnétiques environnants. Cette double performance a conduit à faire passer le temps de stockage des informations dans la mémoire de 32 microsecondes (record précédent) à 7 millisecondes. Quant à l'ordinateur quantique familial, rendez-vous dans quelques dizaines d'années... Au mieux !

Henri DUPUIS
Dupuis.h@belgacom.net

L'excellent site (francophone) Futura-Sciences a consacré, voici trois ans, un dossier fort complet à l'ordinateur quantique.
<http://tinyurl.com/7sae8t>

Pour comprendre le principe sans céphalées, on lira le document intitulé Introduction à l'information quantique sans équation, d'Alexandre Blais.
<http://tinyurl.com/87dqmk>

Les scientifiques se délecteront avec le document PDF de 32 pages: Les défis de l'ordinateur quantique, de Frédéric Magniez (Cnrs).
<http://tinyurl.com/8h8dnr>

Les océans malades des hommes

L'espèce humaine apparut lorsque la diversité biologique était maximale. Aujourd'hui, la croissance de la population et le développement économique endommagent inexorablement l'environnement mais les inquiétudes suscitées par l'effondrement de la biodiversité depuis la fin du mésozoïque, il y a 65 millions d'années, sont le plus souvent circonscrites au milieu terrestre. Il est rarement question de la pollution des océans, tout simplement parce que l'homme ne voit pas ce qui s'y passe. Or, bien que les océans et les mers couvrent près des trois quarts de notre planète, une étude réalisée par une équipe internationale de scientifiques et publiée dans la revue *Science* (3 novembre 2006) révèle que 29% des espèces marines sont d'ores et déjà en train de disparaître suite à la surpêche, aux pollutions, à la destruction des habitats causée par le chalutage de grand fond et au réchauffement climatique.

Krishna Das, chercheuse au laboratoire d'océanologie de l'Université de Liège, dans le service du professeur Jean-Marie Bouqueneau, (voir *Athena* n° 227, pp. 239-242), s'intéresse aux

niveaux et aux effets des polluants toxiques tels que les métaux lourds et autres composés organiques qui s'accumulent dans les tissus de plusieurs espèces marines de poissons, reptiles, oiseaux et mammifères.

Complexité des interactions

«J'ai toujours été fortement attirée par le milieu marin, explique Krishna Das, et dès le début de mes études universitaires je souhaitais m'orienter vers l'océanologie. D'autre part, l'écotoxicologie fait intervenir plusieurs disciplines: la toxicologie mais aussi l'écologie, la chimie, la biochimie et la physiologie. Cet aspect multidisciplinaire, et tout-à-fait passionnant, rend compte de la complexité des interactions entre l'homme et l'environnement. Le sujet du mémoire qui me fut proposé par le professeur Jean-Marie Bouqueneau à cette époque m'a beaucoup plu et c'est ainsi que je me suis spécialisée dans l'étude des effets et du devenir des substances libérées par l'homme dans les mers et les océans.»



Passionnée par la vie marine

Krishna Das est née en 1973, à Charleroi, d'un père indien et d'une mère belge. Après ses années d'études primaires et secondaires, elle fera tout son cursus universitaire à Liège: quatre années en biologie animale et un diplôme complémentaire en océanologie.

Après sa thèse de doctorat sur la contamination des mammifères marins par les métaux lourds, elle passera deux ans au *Forschung-und Technologiezentrum* associé à l'Université de Kiel (Allemagne) grâce à une bourse post-doctorate Marie-Curie.

Fin 2004, elle obtient conjointement une bourse de «réintégration» de la Commission européenne et un mandat de chargée de recherche du *Fonds national de la recherche scientifique (FRS-FNRS)*.

Depuis le 1^{er} octobre 2008, elle est chercheuse qualifiée *FRS-FNRS* et maître de conférence à l'Université de Liège. Elle travaille en étroite collaboration avec plusieurs équipes nationales et internationales parmi lesquelles les Universités d'Anvers, de Louvain-la-Neuve, de Kiel, en Allemagne, et de Rio de Janeiro, au Brésil.

Bien que sa petite fille de deux ans occupe la plus grande part de son temps libre, elle pratique le yoga et est passionnée de lecture. À son chevet se trouvent actuellement les ouvrages de Richard Dawkins *Pour en finir avec Dieu* et *À mon fils*, de Gilbert Sinoué.

(1) Dorneles P, Lailson-Brito J, Azevedo AF, Meyer J, Vidal LG, Fragoso AB, Torres JP, Malm O, Blust R, Das K. High Accumulation of Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) in Marine Tucuxi dolphins from Brazilian coasts. *Environmental Science & Technology* 42 (14): 5368-5373.



Le dauphin de Chine (*Lipotes vexillifer*) déclaré disparu en 2006 suite à la pollution du fleuve Yangzi Jiang.

Il faut avouer que le milieu marin ne se porte pas bien du tout. Si on se réfère à un article écrit par des collègues américains et publié récemment dans la revue *Science* d'octobre 2008, et que l'on regarde comment se colorent tous les océans du globe en fonction de leurs degrés de pollution, on s'aperçoit que pratiquement toutes les zones sont atteintes par la pollution humaine et que la mer du Nord apparaît comme un spot clignotant rouge. La mer d'Aral, poursuit notre scientifique, est un exemple d'une situation extrême pour l'homme mais également pour toute la vie animale et végétale dépendante de cette mer.

La réponse des animaux est très différente d'une espèce à l'autre car la sensibilité des espèces n'est pas égale: certains oiseaux sont très sensibles à l'action d'un pesticide alors que si l'on fait les mêmes tests sur le rat, il n'y a aucun effet. Par conséquent, on ne peut jamais prévoir quelles seront les espèces les plus sensibles lorsque l'on libère une pollution dans l'environnement mais il est certain que certaines espèces vont disparaître... ou ont déjà disparu. À titre d'exemple, le dauphin de Chine (*Lipotes vexillifer*), rare espèce de cétacé ayant quitté le milieu marin pour s'adapter à l'eau douce des fleuves, a été déclaré disparu en 2006 suite à la pollution du fleuve Yangzi Jiang en Chine.

Il y a toujours eu apparition et disparition d'espèces selon un cycle naturel, précise Krishna Das, mais la grande différence est la vitesse à laquelle les espèces disparaissent aujourd'hui, la vitesse où tous les éléments s'enchaînent et laisse supposer que l'on est face à une extinction massive non naturelle et qu'il est urgent de prendre conscience de cette évolution.

Du petit flipper au bar

Actuellement, dit-elle, j'ai la chance d'être entourée de jeunes chercheurs dynamiques qui travaillent de manière très ciblée sur tout ce qui est niveau, transfert et effet des polluants chez plusieurs espèces de vertébrés marins.

Une jeune doctorante - Sarah Habran - rampe actuellement dans les boues d'Écosse pour capturer des phoques gris en vue de leur prélever du lait, du sang et du lard afin d'analyser leur teneur en métaux et d'étudier leur transfert via le lait maternel dans la nouvelle génération. Nous réalisons la même expérience

chez les tortues marines afin d'étudier les modalités du passage des polluants dans les œufs de ces animaux.

Dans un article (1) publié récemment dans *Environmental Science & Technology*, écrit avec des collègues brésiliens et de l'Université d'Anvers, Krishna Das rend compte d'un phénomène inquiétant: l'arrivée de nouveaux types de polluants chez certains animaux. Les recherches portent sur le *tucuxi du Brésil*, un petit *flipper* dont une colonie vit dans la baie de Rio de Janeiro. Ces animaux sont particulièrement étudiés, suivis à la trace, épiés à tous les instants par les scientifiques brésiliens car ils sont reconnus comme une espèce sentinelle. Difficile d'en être autrement: la baie de Rio, autour de laquelle se pressent onze millions de personnes, est un des endroits les plus pollués au monde.

Les analyses ont montré que de nouveaux polluants arrivent en bout de chaîne, notamment chez ces petits dauphins brésiliens. Ce sont tout d'abord les retardateurs de flamme (substances qui contiennent des atomes de brome) présents partout dans notre société: sur les meubles, dans les peintures, sur les tissus, etc. Ils se comportent dans l'environnement marin comme se comportaient les PCB qui ont défrayé la chronique il y a trente ans. On les retrouve même dans les zones arctiques !

Il en va de même pour certains composés fluorés comme le téflon, qui finissent par se retrouver dans l'alimentation puis dans notre organisme. D'autres composés fluorés sont présents dans les produits antitaches, dans les emballages et dans des solvants. Eux aussi ont migré jusque dans les mammifères marins dont le fameux *tucuxi*, le sommet de la chaîne alimentaire, ce que montre l'étude publiée. On suspecte donc que leur concentration ne va faire que croître dans les prochaines années, y compris chez l'homme: on en trouve déjà des traces dans notre sérum sanguin et dans nos graisses !

D'autre part, nous travaillons beaucoup sur les effets de ces polluants chez les organismes marins - des poissons jusqu'aux mammifères en passant par les tortues marines. Un de nos jeunes chercheurs - Joseph Schnitzler, chercheur au *Fria (Fonds pour la formation à la recherche dans l'industrie et dans l'agriculture)*, étudie les effets des polluants sur la glande thyroïde d'un poisson marin, le bar. Nous allons maintenir plusieurs de ces poissons en aquarium pendant 17 semaines et les contaminer avec différents mélanges de polluants via leur nourriture afin d'étudier l'impact de ces mélanges sur leur glande thyroïde. Nous essayons de reproduire ainsi ce qui se passe dans son environnement mais de manière contrôlée pour n'étudier finale-

ment qu'une réponse à un stimulus donné. Il est évident que l'on s'éloigne des conditions réelles de vie du bar en milieu marin mais cela nous permet de comprendre certains processus biochimiques précis. Si le bar était placé dans un aquarium avec de l'eau de mer et si l'on observait sa contamination naturelle, on pourrait évidemment relever une augmentation de sa teneur en polluants mais on ne pourrait pas déterminer lequel de ceux-ci perturbe finalement sa glande thyroïde. «Comme vous le constatez, nous essayons de ne pas nous focaliser sur une seule espèce car elles ne réagissent pas toutes de la même manière et j'estime qu'on peut apprendre énormément de choses en comparant les réponses d'organismes différents», précise Krishna Das. Que ce soit le dauphin, le bar ou le phoque, le sujet est vraiment passionnant vu que le métabolisme de chacun d'entre eux est totalement différent.

La mer des Wadden

L'essentiel des recherches de Krishna Das est consacré au phoque veau marin de la mer du Nord, des travaux qui font suite à son post-doctorat à l'Université de Kiel. Ce laboratoire suit en effet depuis des décennies une population de phoques qui vit dans la mer des Wadden. Tous les ans - même 2 ou 3 fois si la mer le permet - les chercheurs capturent quelques mammifères sur des bancs de sable et examinent leur état de santé. Ils les marquent, les pèsent et, ce qui est le plus intéressant, ils leur prélèvent du sang pour ensuite l'analyser (à Liège et à l'Université d'Anvers) afin d'y relever la présence de métaux et de plusieurs polluants organiques. Ces échantillons de sang permettront également l'analyse de plusieurs biomolécules, comme les hormones thyroïdiennes ou la vitamine A. L'évolution de cette contamination est suivie d'année en année et étudiée en relation avec le régime alimentaire de ces phoques.

Il s'agit d'une mer qui s'étend sur 450 kilomètres le long des côtes de la mer du Nord des Pays-Bas, de l'Allemagne et du Danemark, couvrant une zone d'environ 10 000 km². Un réseau de chenaux de marées, barres sableuses, vasières, marais salés et d'îles crée une zone de transition entre la terre et la mer caractérisée par les changements journaliers de la marée, et une forte dynamique de salinité, lumière, oxygène et température. Il en résulte un système complexe qui fournit un habitat exceptionnel à une faune et à une flore très riches. Une coopération trilatérale (Pays-Bas, Allemagne et Danemark) pour la protection de la mer des Wadden a été établie en 1982.



Le phoque veau marin.

Ces animaux sont surtout intéressés par le peu de constructions bétonnées le long de la côte allemande et qu'il s'agit d'une mer très vaseuse avec de nombreux petits îlots, découverts à marée basse, ce qui permet aux phoques de se reposer et de se reproduire en toute quiétude. Cette population a cependant été très affectée en 1998, 2002 et plus récemment lors d'une épizootie liée à la présence d'un virus qui a affaibli le système immunitaire de ces phoques (un virus pas très éloigné de celui qui est à l'origine de la maladie de Carré chez le chien).

Les phoques atteints maigrissent très fortement avant de mourir de pneumonie et cette maladie semble revenir de manière cyclique. Les phoques constituent un véritable réservoir pour ce virus et comme ces animaux sont très grégaires (ils ont des liens sociaux très étroits et vivent en groupe), à partir du moment où un des individus développe la maladie, il y a un risque que celle-ci se transmette très rapidement et se propage à toute la population en mer du Nord.

Ces animaux font l'objet d'un suivi tout particulier car nous ignorons encore le rôle exact des polluants. Nous nous demandons si les polluants que nous retrouvons dans leurs tissus ne pourraient pas jouer un rôle dans ces épizooties et s'ils n'auraient pas un rôle dans la récurrence de la maladie. L'hypothèse avancée par de nombreux scientifiques - et épousée par notre chercheuse - est que la présence de certains polluants peut accroître la sévérité des lésions et que même si les épizooties ont probablement toujours existé chez ces espèces, la présence de certains polluants peut diminuer la résistance immunitaire et accroître ainsi la sévérité des lésions. De plus, on connaît encore peu de choses sur la synergie des différents polluants présents généralement sous forme de cocktail dans les tissus de ces organismes marins. Autrement dit, il reste encore pas mal de travail !

Paul DEVUYST

Pour en savoir plus

Krishna Das,
Département
des sciences
et gestion de
l'environnement/
océanologie,
Bâtiment B6c,
Océanologie.
Allée de la chimie 17,
à 4000 Liège 1.

Téléphone:
04/366.33.21.

Courriel:
Krishna.Das@ulg.ac.be



Le ciel en février 2009

2 février: la Lune est au premier quartier à 23 h 13 m.

*À la Chandeleur, l'hiver meurt
Ou prend vigueur*

6 février, à 20 h: conférence *La quête des exoplanètes*, par l'astronome Rodrigo Alvarez (Planétarium de Bruxelles) au Centre culturel de Braine-l'Alleud, rue Jules Hans, 4 à Braine-l'Alleud. Plus d'informations au 02/387.16.42. ou michel_vde_astro@yahoo.fr

7 février: la Lune forme un triangle avec les étoiles Castor et Pollux. Elle se trouve à 6° au sud de Pollux et au péri-gée, soit à 361 488 km de la Terre.

9 février: la Lune est pleine à 14 h 49 m.

10 février: la Lune est à 3° au sud-ouest de Régulus.

11 février: à l'aube et à l'ouest, Saturne est visible à 6° au nord de la Lune (quasi pleine).

13 février: une heure avant le lever du Soleil et au raz de l'horizon est-sud-est, observez à l'œil nu la plus grande élongation ouest de Mercure. La planète se trouve à 26° du Soleil. À 2 h 36 m, Neptune est à l'apogée (distance maximale à la Terre), soit à 31,02010 unités astronomiques (UA = 149 597 870 km).

15 février 1564: naissance de Galileo Galilei, à Pise, Italie.

16 février: Lune, dernier quartier à 21 h 37 m.

18 février: avant le lever du Soleil, observez à l'œil nu le rapprochement de Mars et Jupiter.

19 février 1473: naissance de Nicolas Copernic, à Torun, Pologne. La Lune est à l'apogée, soit à 405 129 km de la Terre.

20 février: à 20 h, à l'Institut d'anatomie, rue de Pitteurs 20, à 4000 Liège, *Théorie et expérience de Galilée à Einstein*, par Laurence Bouquiaux, dans le cadre du cycle de conférences de la Société astronomique de Liège. Plus d'informations: Société astronomique de Liège. Téléphone: 04/253.35.90. ou A.Lausberg@skynet.be

21 février: à 14 h 20 m, Vénus est au périhélie, distance minimale au Soleil, soit à 0,71844 UA.

22 et 23 février: avant le lever du Soleil, observez à l'œil nu et au raz de l'horizon vers l'est-sud-est le rapprochement de Mercure et Jupiter.

23 février: Mars est à 1,7° au sud de la Lune.

24 février: une heure avant l'aube, Mercure et Jupiter sont visibles à moins d'un demi degré l'une de l'autre, au raz de l'horizon est-sud-est. Le 24 février 1987, une étoile a explosé (supernova) dans le Grand Nuage de Magellan, une galaxie située à plus de 160 000 années-lumière.

25 février: nouvelle Lune à 1 h 35 m.

26 février: à 14 h 32 m, Mercure est à l'aphélie, distance maximale au Soleil, soit à 0,46670 UA.

27 février: à 3 h 05 m, Uranus est à l'aphélie, distance maximale du Soleil, soit à 20,09888 UA.

27 février au 1^{er} mars se tiendra à Ostende (Ooststraat, 29) le plus grand salon d'astronomie et d'aéronautique du Benelux. Plus d'informations: <http://www.ae2009.be>

Paul DEVUYST

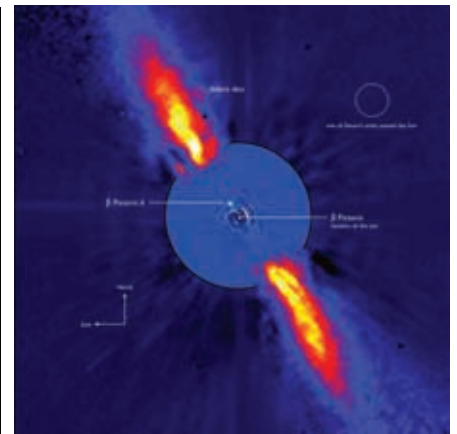
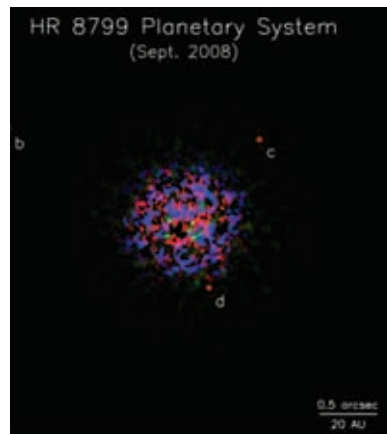
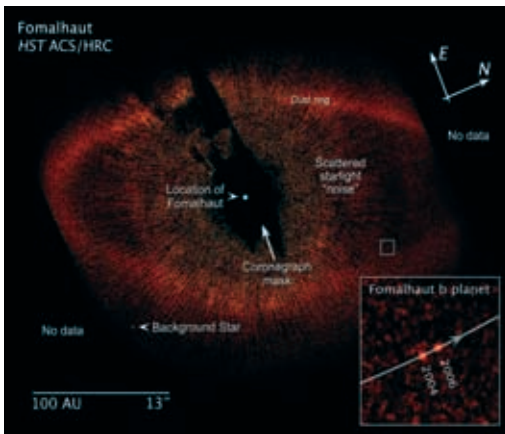


Une description du ciel de février: le Verseau, de Johannes Hevelius (1611-1687).

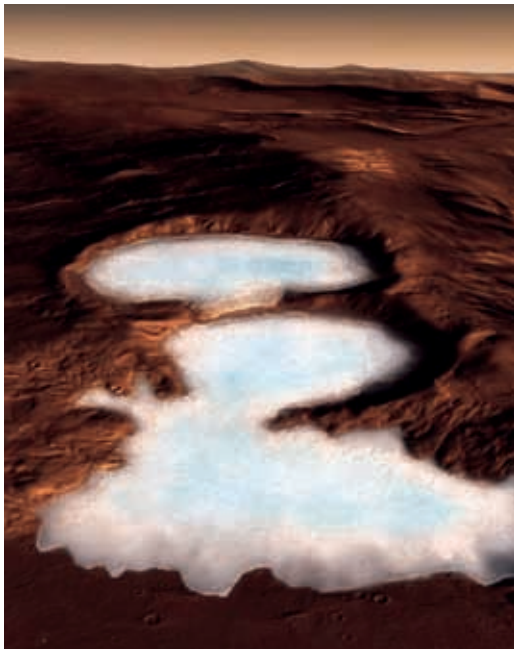
Toutes les heures sont données en Temps Universel, c'est-à-dire l'heure officielle - 1 h

À la Une

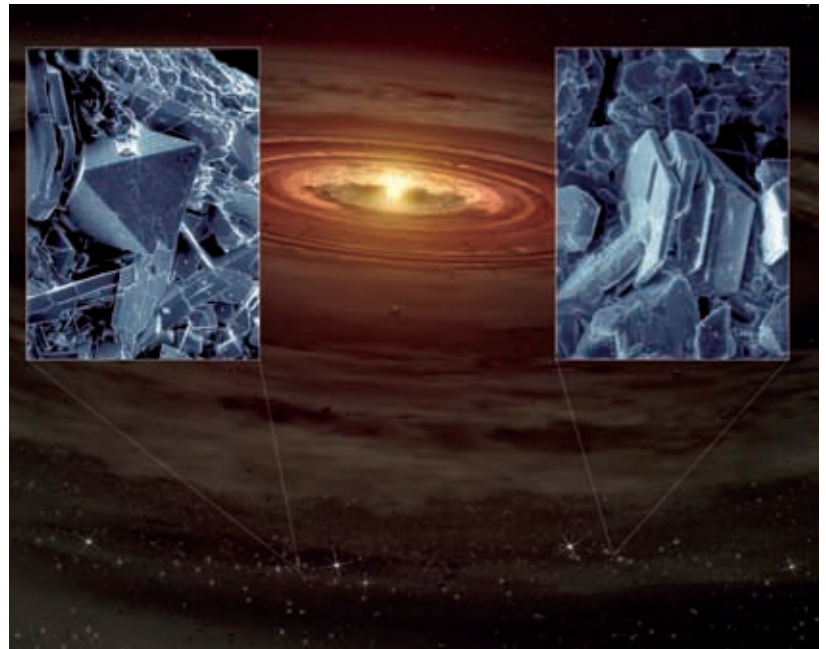
du... Cosmos



Moisson exceptionnelle ce mois-ci pour les exoplanètes: ce ne sont pas moins de trois images qui ont été publiées - on double ainsi le nombre d'exoplanètes photographiées ! Bien sûr, les planètes sont assez grosses et éloignées de leur étoile: pour Fomalhaut (à gauche, photo HST). Une planète ayant 3 fois la masse de Jupiter et située à 100 fois la distance Terre-Soleil: pour HR8799 (au centre, photo Lowell). 3 planètes de 7 à 10 fois plus grosses que Jupiter et situées entre 25 et 70 fois la distance Terre-Soleil: pour Beta Pic (à droite, photo Eso), une planète «pesant» 8 fois plus que Jupiter et éloignée de 5 à 10 fois la distance Terre-Soleil. Mais il s'agit d'un début prometteur...



On vient de détecter des glaciers sur Mars, cachés sous une pellicule de débris rocheux. Situés à des latitudes basses, ils constituent un réservoir d'eau important pour des missions habitées. En parallèle, la sonde Mars Odyssey a trouvé du potassium, du thorium et de l'argon concentrés sur différentes zones de la planète rouge, ce qui redonne de la vigueur à l'hypothèse d'un océan martien géant... (Photo Nasa).



L'observatoire Spitzer a détecté de petits cristaux (cristobalite et tridymite) près de jeunes étoiles. Ils ont la particularité de se former à des températures très élevées (1000 °C) suite à l'action d'ondes de choc. La mission Stardust a justement trouvé ce genre de minéraux dans la comète Wild2. Il semblerait donc que la poussière, matière de base pour les planètes, ne se forme pas toujours dans un environnement calme. (Photo Nasa).

Yaël NAZÉ
naze@astro.ulg.ac.be



Au-dessus de nos têtes, des satellites équipés d'horloges atomiques d'une précision et d'une fiabilité irréprochables sont autant de repères pour calculer sa position et trouver sa route sur l'ensemble du globe. Le plus connu de ces systèmes et le seul vraiment opérationnel dans le monde est le Gps (Global Positioning System) équipé d'une constellation de 30 satellites financés par le Pentagone américain. D'autres systèmes prennent forme: le Glonass russe sera disponible en 2010, tandis que le Compass chinois et le Galileo européen seront déployés au cours de la prochaine décennie

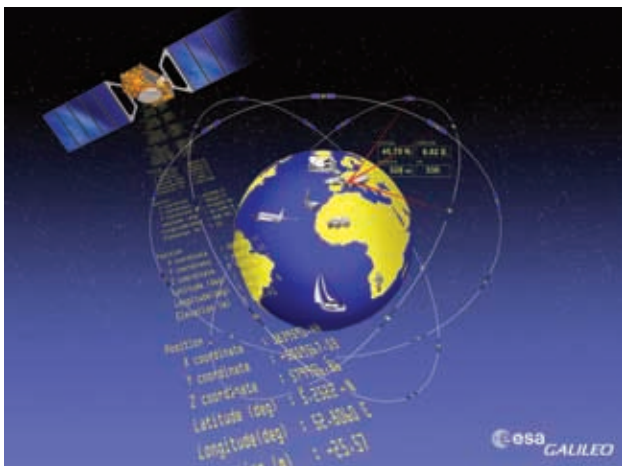
En quoi consiste le Gps ? Aujourd'hui, le géopositionnement ou la localisation par satellite utilise une constellation d'une trentaine de satellites de navigation, dits *Navstar*, qui évoluent entre 20 000 et 20 500 km d'altitude sur 6 plans orbitaux ayant une inclinaison d'environ 55 degrés sur l'Équateur. Ce système de navigation spatiale est conçu, réalisé et mis en œuvre sous le contrôle du Pentagone, via l'*Us Air Force*. Le premier satellite *Navstar-Gps* était lancé, il y a trente ans, à des fins expérimentales. La constellation globale avec 24 satellites n'était complète et opérationnelle qu'en juillet 1995. Elle propose ses signaux de synchronisation, générés par des horloges atomiques qui se trouvent à bord de chaque satellite, pour fournir un temps extrêmement précis.

Les satellites *Gps* servent de référentiels pour synchroniser les systèmes au sol et de repères pour se localiser partout dans le monde. Le récepteur *Gps* est ni plus ni moins un calculateur de poche ultra-rapide qui, par triangulation, détermine de façon quasi instantanée la position, la distance, le parcours... Pour ce faire, il doit capter en permanence les signaux de temps émis par au moins quatre

satellites. C'est un équipement passif qui, à l'instar d'une horloge radiocommandée, reçoit des données émises depuis 20 000 km d'altitude ! Plus les mesures de temps, communiquées par les satellites, sont précises, plus le positionnement est exact. Ce qui explique que les informations les plus fines, à usage militaire, sont cryptées pour rester confidentielles.

Pourquoi la technologie Gps intéresse-t-elle tant d'acteurs dans le monde ? Dans cinq ans, il sera possible de se repérer sur une centaine de satellites de navigation. La Russie, la Chine et l'Europe cherchent à briser l'actuel monopole *Gps*, en veillant à ce que les différentes constellations soient compatibles et interopérables. Le marché *Gps*, outre ses aspects militaires, représente un champ d'applications stratégiques qui concernent la gestion des transports, la construction d'importants ouvrages, les relevés de cartographie et du cadastre, la géophysique et la tectonique des plaques... C'est un *business* estimé à des milliards d'euros et évalué en milliers d'emplois... à condition que l'utilisateur puisse, sur terre, sur mer et dans les airs, le mieux tirer parti des données de la navigation spatiale.

Que va apporter de plus au Gps Galileo ? L'Europe a décidé de se doter de la constellation *Galileo*, qui sera opérationnelle en 2014. La grande différence avec le *Gps* est que le système européen est contrôlé par les civils et non par les militaires. Ce qui n'exclut pas une utilisation militaire ! *Galileo* présente des avancées technologiques. Ses horloges atomiques - rubidium et maser passif à hydrogène - produisent des références de temps plus précises, ce qui permettra d'indiquer sur quelle bande d'autoroute se trouve un véhicule accidenté ou en panne... Les satellites *Galileo* émettront des signaux plus puissants, qui pourront être captés à l'intérieur des bâtiments. Pour les services publics, réglementés et mettant en jeu la sécurité, le système européen produira des signaux cryptés dont la qualité sera certifiée par un message d'intégrité. Le *Gps* n'offre pas (encore) cette garantie.



Avec Galileo, ce sont des horloges plus précises qui vont améliorer la navigation sur Terre. (Doc. Esa).

Théo PIRARD
theopirard@yahoo.fr

Amos

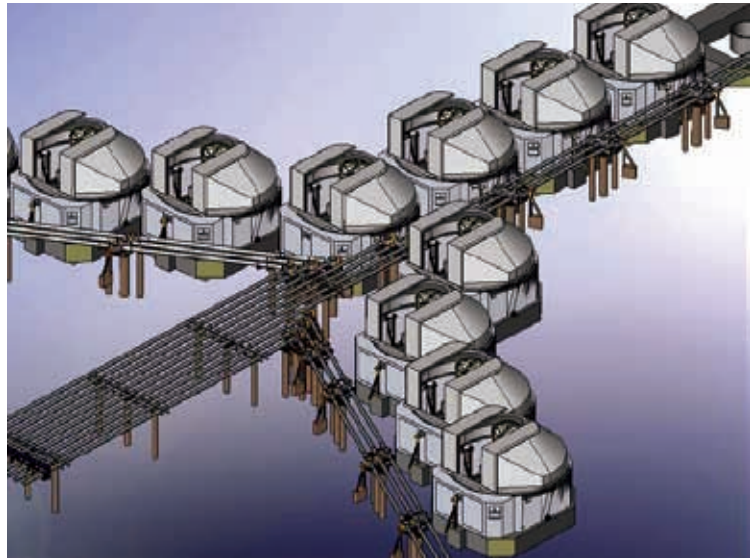
dans la cour des grands

Sur le *Liège Science Park* du Sart Tilman, près du *Centre spatial de Liège (Csl)*, un établissement est clairement identifié par l'enseigne *Amos*. Entendez *Advanced Mechanical and Optical Systems*. Créée en 1983 par la famille Collin, *Amos* est l'entreprise liégeoise d'opto-mécanique de précision. Alors qu'elle célèbre cette année ses 25 ans, elle s'affirme comme le spécialiste belge des simulateurs d'environnement spatial et leurs équipements de tests, des télescopes terrestres à hautes performances et d'optiques complexes à bord de satellites d'observation: depuis leur conception numérique «sur mesure» jusqu'à leur livraison «prêt à l'emploi», en passant par les outils de leur fabrication et leurs essais de mise en œuvre. Parmi ses clients, on trouve les acteurs institutionnels et industriels des systèmes spatiaux, ainsi que les organismes qui réalisent des observations astronomiques.

Visa sur terre pour l'espace

Au cours de 2008, *Amos* a joué un rôle crucial dans la réussite des essais du satellite européen d'astrophysique *Planck*. Il a contribué à la métamorphose en *Planck Cryogenic Facility* de *Focal-5*, le premier simulateur réalisé à Liège, il y a 25 ans, et qui constitue l'embryon de l'infrastructure actuelle du *Csl*. Après avoir été testé durant cet été à des températures proches du zéro absolu et de manière intensive au moyen d'équipements *made by Amos*, l'observatoire spatial est déclaré bon pour le service. Ayant reçu son visa pour l'espace, il attend son «frère» *Herschel* qui achève ses tests à l'*Estec*, aux Pays-Bas. Le duo doit être transporté par avion au *Centre spatial guyanais* pour le début de 2009. Leur envoi à 1,5 million de km de la Terre, avec un lanceur *Ariane 5-ECA*, est prévu pour le 12 avril.

Les simulateurs *Focal* du *Csl* ont été conçus et construits par *Amos* qui en assure les adaptations d'après les systèmes à calibrer et à qualifier. Des éléments de l'imposante cuve dans laquelle ont été vérifiés les miroirs ultra-fins de l'observatoire *Xmm-Newton* - en orbite depuis décembre 1999, cet imposant satellite étudie le



rayonnement à haute énergie de l'Univers - ont pu, grâce à l'expertise liégeoise, être réutilisés dans le nouveau simulateur horizontal *Phenix* de l'*Estec*. Mais savez-vous que les satellites de l'Inde, tout comme la sonde qu'elle vient d'envoyer autour de la Lune, sont testés dans deux gros simulateurs qui ont vu le jour chez *Amos*? L'*Isro* (*Indian Space Research Organisation*) les a installés au *Space Applications Centre (Sac)*, d'Ahmedabad et à l'*Isro Satellite Integration & Test Establishment (Isite)* de Bangalore, en Inde. *Amos* fournit également des équipements, comme les collimateurs, pour tester les détecteurs hypersensibles qu'on embarque sur les satellites.

Visions améliorées de l'Univers

L'astronomie, dans le monde, est en pleine expansion. Plus que jamais, l'humanité est à l'affût de ce qui se passe dans l'Univers. Surtout qu'elle dispose d'instruments de plus en plus performants et précis, avec l'optique adaptative et l'interférométrie (vision 3D), pour observer les phénomènes du ciel, pour connaître et comprendre les origines et les destins du système solaire au sein de la Voie Lactée. Le savoir-faire d'*Amos* dans les systèmes opto-mécaniques participe à l'évolution technologique en cours: la Pme liégeoise conçoit, développe et fabrique

Amos a réussi à décrocher la commande américaine du premier des dix petits télescopes de l'observatoire interférométrique sur les monts Magdalena au Nouveau Mexique. L'entreprise liégeoise avait participé aux études du concept de ce nouvel interféromètre qui doit révolutionner nos connaissances astronomiques. (Doc. Mroi).

des télescopes et des miroirs d'une nouvelle génération. L'*Eso* (*European Southern Observation*), l'une des organisations intergouvernementales de recherche d'Europe, a contribué à faire éclore l'expertise, aujourd'hui mondialement reconnue, d'*Amos*. Celle-ci a été impliquée dans la mise en œuvre des quatre grands télescopes du *Vlt* (*Very Large Telescope*) au Cerro Paranal (Chili). Bien plus encore dans le cadre du *Vlti* (*Interferometer*), puisqu'elle a réalisé et fourni quatre petits *At* (*Auxiliary-Telescopes*) qui ont la particularité de se déplacer sur des points d'observation (voir *Athena* n° 220, pp. 375-376).



Claude Jamar est l'administrateur-délégué d'Amos. Bill Collin reste la tête pensante des innovations. Comme ce démonstrateur de pointage précis. (Photo Th.P./Sic).

Au service de la communauté mondiale des astronomes et astrophysiciens, *Amos* a élargi son champ d'actions. Elle est notamment présente en Inde, au pied de l'Himalaya: le *Mast* (*Multi-Applications Solar Telescope*) équipera, dès 2009, l'observatoire solaire d'Udaïpur, tandis que *Aries*

(*Aryabhata Research Institute of Observational Sciences*) veut disposer sur son site de Devathal, en 2012, d'un télescope de 3,60 m, avec optique adaptative, réalisé avec la coopération de l'*Académie des sciences* de Russie et de la *Politique scientifique* de Belgique. Il est aussi question d'installer pour *Aries* un télescope international à miroir liquide (pellicule de mercure), d'un diamètre de 4 m, développé par *Amos*, pour l'Université de Liège.

Aux États-Unis, le Nouveau Mexique a fait appel à *Amos* pour son expertise dans les télescopes mobiles, déployés pour constituer un grand interféromètre. Ainsi, dans les monts Madgalena, le *Mroi* (*Magdalena Ridge Observatory Interferometer*) de l'Université New Mexico Tech, de Socorro. Cet interféromètre,



dont la construction va démarrer en 2010, comprendra une dizaine de télescopes identiques, ayant un miroir primaire de 1,4 m, pouvant être déplacé sur une distance de 340 m et dont les images seront combinées grâce à une connexion optique. Ses observations auront une résolution 100 fois supérieure à celles du *Hubble Space Telescope* dans l'espace. L'objectif premier du *Mroi* est de pouvoir observer la formation d'autres systèmes solaires. *Amos* s'est vu confier, par le New Mexico Tech, l'ensemble de la structure du premier télescope, pour un contrat préliminaire d'environ 3 millions d'euros, assorti d'options pour la fourniture d'autres télescopes.

L'atelier principal d'*Amos*, lors de notre visite, se trouvait occupé par l'imposante maquette d'une structure pivotante destinée à tester l'orientabilité d'un grand télescope de nouvelle génération. Elle sert au projet *Fcb* (*Friction drive Characterization Breadboard*) que l'*Eso* a mis en chantier comme activité du 6^e programme-cadre européen de R&D. Le but est d'étudier une technologie innovante: trois chariots identiques faits de roulements à billes motrices contrôleront le déplacement au micron près et le pointage précis du télescope. *Amos* évaluera la performance statique et dynamique du support, la résolution angulaire qui peut être réalisée, la résistance au vent, la distribution optimale des charges et des tensions...

Miroirs et micro-télescopes sur orbite

Jusque dans l'espace, *Amos* a ses lettres de noblesse. Il a en Europe un rôle d'opticien pour les systèmes spatiaux d'observation tant de l'Univers que de la Terre. Vous savez que les services météorologiques, pour faire leurs prévisions, ont recours aux images et données des satellites *Meteosat* en orbite géostationnaire. Chaque *Meteosat* de seconde génération - deux fonctionnent déjà à quelque 36 000 km d'altitude - est doté de l'instrument *Gerb* (*Geostationary Earth Radiation Budget*) qui dresse le bilan radiatif de notre planète. Il s'agit d'un micro-télescope anastigmatique à trois miroirs qui offre un grand champ de vision (18 degrés): il permet de montrer à l'échelle de tout un hémisphère, dans quelle mesure la Terre stocke, dans son atmosphère, le rayonnement du Soleil. Ses observations sont traitées, puis diffusées par le centre *Gerb* de l'*Institut royal météorologique*, à Uccle.

L'entreprise, fondée par Bill Collin, il y a 25 ans, s'est spécialisée dans le développement d'optiques complexes, légères et compactes pour instruments embarqués sur satellites et sondes. Pour la société israélienne *Elop* et sa filiale belge *Oip*, elle travaille sur de tels systèmes. Elle est concernée par la réalisation de l'équipement de

prises de vues du micro-satellite *Proba Végétation*. Pour l'*Esa* (European Space Agency) et dans le cadre du programme *Prodex*, elle met au point un micro-télescope anastigmatique à quatre miroirs, dont le champ de vision sera de 25 degrés. *Amos* est équipée du *nec plus ultra* pour polir des miroirs de différents formats. *Astrium*, le maître d'œuvre de *Gaia* (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics), le prochain satellite européen d'astrométrie qui doit être lancé en 2011-2012, lui a confié la

fabrication de 3 des 6 miroirs, ultra-légers, en carbure de silicium de l'instrument optique. Par ailleurs, *Amos* réalise des équipements de fine mécanique, comme les supports de batteries électriques qui ont pris place à bord de la sonde européenne *Rosetta*: voyageant dans le système solaire depuis mars 2004, elle a mis le cap sur le noyau d'une comète, qu'elle atteindra en 2014.

Théo PIRARD
theopirard@hotmail.com

Plus d'infos sur
<http://www.amos.be/>

En bref... En bref... En bref...

Cap sur *Galileo* et les applications intégrées. La barrière de Transinne s'était parée, le 9 décembre après-midi, d'un manteau de neige fraîche pour l'inauguration de *Galaxia*, (voir *Athena* n° 246, p. 205), le parc européen d'applications spatiales. Dans une infrastructure résolument moderne va s'installer *Vitrociset Belgium*, constituée le 16 octobre dernier, qui sera le centre de gravité *Espace*, en Europe, du groupe italien *Vitrociset*. Celui-ci a décidé d'y concentrer ses activités pour l'*Esa* - à l'*Estec*, Noordwijk (Pays-Bas) et à l'*Esoc*, Darmstadt, (Allemagne) - dans les programmes d'applications et, plus spécifiquement, de navigation par satellites, dans l'ingénierie de systèmes sol, de logistique intégrée, d'automatisation, commande et contrôle, ainsi que ses services à forte valeur ajoutée liés à la sécurité et la défense. Durant 25 ans, *Ciset* puis *Vitrociset* a consenti d'importants investissements en Wallonie et a tissé des liens privilégiés avec la station *Esa* de Redu et le ministère belge de la Défense.

Pour Mario Arpino, président directeur général du groupe *Vitrociset*, «la création de *Vitrociset Belgium* constitue la base pour le développement de sa stratégie spatiale, avec le démarrage d'un pôle d'excellence logistique pour *Galileo*.» La nouvelle entreprise compte quelque 80 personnes pour un chiffre d'affaires de 11 millions d'euros. L'objectif est d'avoir une croissance à deux chiffres pendant les trois premières années. Le pôle de logistique *Galileo* doit être un maillon de référence permanent pour la maintenance, les modifications et la remise à niveau des stations de toute l'infrastructure terrestre du système européen de navigation globale par satellites.



Attes pour la nouvelle année. 2009 est marquée par les quarante ans des premiers pas sur la Lune. Le triomphe d'*Apollo-11* en juillet 1969, puis le succès d'*Apollo-12* en novembre ont fait que quatre astronautes américains ont foulé le sol lunaire, y ont déposé des instruments scientifiques et ont rapporté des spécimens de poussières et de roches. Quatre décennies plus tard, c'est l'Asie qui est présente autour de l'Astre des Nuits, avec des sondes du Japon (*Kaguya-1*), de la Chine (*Chang'e-1*), de l'Inde (*Chandrayaan-1*) qui observent la surface sélène sous toutes les coutures. L'objectif est de préparer des missions de retour d'échantillons lunaires à la fin de la prochaine décennie. Durant ce printemps, le trio asiatique sera rejoint par un explorateur américain, le *Lro* (*Lunar Reconnaissance Orbiter*), après que

Galaxia, le nouveau centre pour applications spatiales en Europe, avait fière allure sous le feu des projecteurs, alors que tombait la neige. *Vitrociset Belgium* y a son siège. (Photo Jean-Louis Brocart/Idelux).

La Belgique à l'honneur



Autour de la Terre, l'Iss (International Space Station) va poursuivre son agrandissement. Cette infrastructure, qui représente déjà 300 tonnes à quelque 350 km, offre un volume habitable de 358 m³, permettant d'accueillir un équipage permanent de 6 hommes et femmes. Parmi ceux qui inaugureront fin mai cette occupation à six, on aura notre astronaute Frank De Winne, qui y restera pendant une demi-année, jusqu'en novembre, et qui deviendra le premier commandant de bord européen. Symbolique est la présence de 6 astronautes et cosmonautes dans l'Iss: la première expédition humaine sur la planète Rouge... vers 2035 sera effectuée par un équipage international de six ! Les missions habitées sur la Lune (programme Apollo) comportaient trois astronautes. (Photo Nasa).



En avril prochain, une fusée russe Rockot lancera le deuxième micro-satellite made in Belgium: le Proba-2, réalisé par Verhaert Space et Spacebel, est un petit observatoire du Soleil avec des instruments du Centre spatial de Liège et de l'Observatoire royal de Belgique. Sa mission cadre parfaitement avec la stratégie belge de jouer un rôle de premier plan dans les activités européennes de «météo de l'espace». (Photo Verhaert Space).

L'étage *Centaur* et l'engin *Lcross* (*Lunar Crater Observation & Sensing Satellite*) aient été précipités à 9 000 km/h contre la Lune. La sonde *Lro* de la *Nasa*, sur orbite lunaire à 50 km d'altitude, pourra, avec sa caméra à haute résolution, observer les traces de l'activité humaine sur les sites *Apollo*.

L'initiative privée avec *Falcon 9* et *Dragon*. L'entreprise de transport spatial *Space X* confirmera ses compétences et concrétisera ses ambitions. Dans le cadre de son programme *Cots* (*Commercial Orbital Transportation Services*), la *Nasa* lui fait confiance pour assurer la desserte de l'Iss avec un système privé: le puissant lanceur *Falcon 9* et le vaisseau réutilisable *Dragon*, tous deux réalisés par *Space X*. *Falcon 9*, capable de satelliser plus de 12 tonnes, décollera du Cape Canaveral au moyen d'un premier étage propulsé par neuf moteurs-fusées. *Dragon* sera testé sur orbite pour qu'il puisse en toute sécurité manœuvrer près de la station, avant d'être saisi par son bras télémanipulateur. Cette démonstration sera effectuée en 2009.

Mystérieux *Blue Origin* au service de la recherche. Dans son ranch du Texas près de la bourgade de Van Horn, le milliardaire Jeff Bezos, teste une capsule qui décolle et atterrit comme la fusée de Tintin.



Le propriétaire d'*Amazon.com* veut proposer sa fusée *New Shepard* de forme conique pour emmener des touristes jusqu'à 100 km d'altitude, à la frontière de l'espace. Son entreprise *Blue Origin* (<http://public.blueorigin.com/>), qui a recruté des ingénieurs de grand talent, travaille sur ce projet dans le plus grand secret. Elle vient d'annoncer que la fusée *New Shepard* sera mise à disposition des chercheurs pour réaliser des expériences en microgravité et des mesures dans l'atmosphère.

Théo PIRARD
theopirard@hotmail.com

IBS, Schweißen ist stark! Das belgische Schweißinstitut IBS, 1942 gegründet, hat zum Ziel, die Innovation bei seinen Mitgliedern anzuregen, die besten Verfahren und Schweißmaterialien für neue oder bestehende Anwendungen zu bestimmen, Ergebnisse aus Forschungsprojekten der zuständigen Labore zu verbreiten und eine Kostenreduzierung der Schweißarbeiten innerhalb der Unternehmen zu fördern und in diesem Bereich einen Produktionsanstieg anzuregen. Ein Artikel von **Philippe Lambert**.

IVF. Für die, die es noch nicht wissen, es handelt sich hierbei um die In-vitro-Fertilisation, eine Technik zur künstlichen Befruchtung, bei der ein oder mehrere Embryonen in den Uterus eingesetzt werden. **Jean-Michel Debry** zieht in seiner Rubrik Dico-Bio Bilanz und zeigt, wie aus der anfänglich ärztlichen Betreuung nach 30 Jahren ein großer Erfolg wurde.

Eine Armee gegen die neurologischen Erkrankungen. Das dritte finanzierte Programm im Rahmen des Marshall-Planes, Diane, Forschungsprogramm zu neurologischen Erkrankungen, besteht aus sieben Forschungssteams und sieben „großen Themen“, mit Ariadnefaden die anhaftenden entzündlichen Störungen dieser Krankheiten. Erklärungen von **Philippe Lambert**.

Auswahl an Sites und Werkzeugen. Eine CD brennen, online übersetzen oder den Terminkalender verwalten,... **Christian Vanden Berghen** schlägt wie in jedem Jahr zur gleichen Zeit eine Auswahl an Sites und Werkzeugen vor, die diesbezüglich wirklich nützlich sind.

Flugzeuge ohne Erdölprodukte? Angesichts der großen Bedeutung des Luftfahrtsektors in unserer Gesellschaft ist es an der Zeit, sich tabulos einige Fragen zu stellen, wenn wir nicht in mehr oder weniger naher Zukunft mit sozialen und ökonomischen Katastrophen konfrontiert werden wollen. Eine der wesentlichen Fragen betrifft die Zukunft des Sektors im Zeitalter nach dem üppigen und preiswerten Erdöl. Können die heutigen Flotten ersetzt werden durch Flugzeuge, die mit etwas anderem als Erdölprodukten betrieben werden? **Michel Wautelet, Damien Duvivier** und **Patrick Brocorens** versuchen Antworten auf diese Frage zu finden.

Besser und leichter innovieren. AST, die Agentur zur Technologiestimulierung, die 2006 von der wallonischen Region gegründet wurde, hat zum Ziel, insbesondere den kleinen und mittleren Unternehmen den Weg zum Netzwerk „aller verfügbaren Expertisen und Verbindungen in der Wallonie“ zu zeigen und ihnen den Zugang zu vereinfachen, erklärt **Véronique Cabiaux**, Direktorin der Ast. **Jean-Luc Léonard** hat sie getroffen.

Die Ozeane sind krank durch den Menschen. Krishna Das, Forscherin am Labor für Ozeanologie der Universität Lüttich, im Dienste von Professor Jean-Marie Bouqueneau, interessiert sich vor allem für das Niveau und die Auswirkungen der toxischen Umweltgifte wie Schwermetalle und andere organische Verbindungen, die sich im Gewebe verschiedener Meerestiere, -reptilien, -vögel und -säugetiere ansammeln. Ein Portrait dieser jungen Meereskundeforscherin von **Paul Devuyt**.

Amos mischt groß mit. Amos, das Lütticher Unternehmen für Präzisions-Optomechanik, das 1983 gegründet wurde, feierte 2008 seinen 25. Geburtstag. Es behauptet sich wie der belgische Spezialist der Raumflugsimulatoren insbesondere durch seine Testausrüstung, Hochleistungs-Bodenteleskope und komplexe Optiken an Bord der Beobachtungssatelliten seit der „maßgeschneiderten“ numerischen Konzeption bis zur „betriebsbereiten“ Lieferung, über ihre Herstellungswerkzeuge und Einsatzversuchen. Erklärungen von **Théo Pirard**.

Nicht vergessen, die Rubriken:

Aktuelles: Bilanz und Forschungsperspektiven, und Kurzmitteilungen, von **Jean-Claude Quintart**, S. 212-216;

Info-Bio: von **Jean-Michel Debry**, S. 226-228;

Info-Physik: von **Henri Dupuis**, S. 247-248;

Astronomie: die Himmelskarte, von **Paul Devuyt**, S. 252 und **Auf der Titelseite des Kosmos**, von **Yaël Nazé**, S. 253.

Weltraum: Was ist los? von **Théo Pirard**, S. 254.

Athena n° 247

Janvier 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:

Patrick Brocorens;

Jean-Michel Debry;

Damien Duvivier;

Paul Devuyt; Henri Dupuis;

Philippe Lambert;

Jean-Luc Léonard;

Yaël Nazé; Théo Pirard;

Jean-Claude Quintart;

Christian Vanden Berghen et

Michel Wautelet.

Traduction: Europaco.

Dessinateurs:

Olivier Saive et Vince.

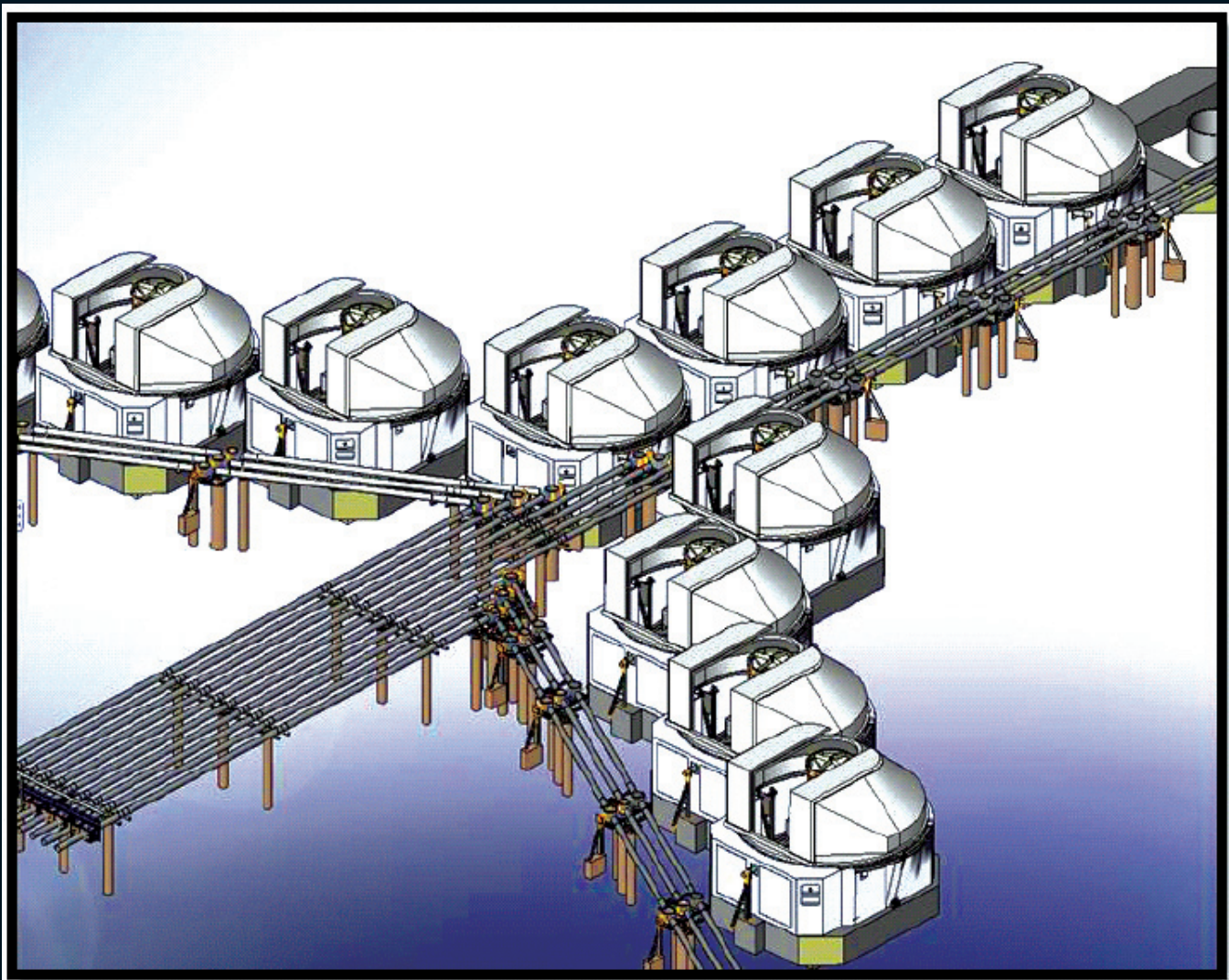
Comité de rédaction:

Michel Charlier; Marc Debruxelles;

Jacques Moisse; Jacques Quivy;

Marie-Claude Soupart et

Michel Van Cromphaut.



Visitez notre site:

<http://recherche-technologie.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