

# [Athena]

Février  
2013

Le mag' *scientifique*

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

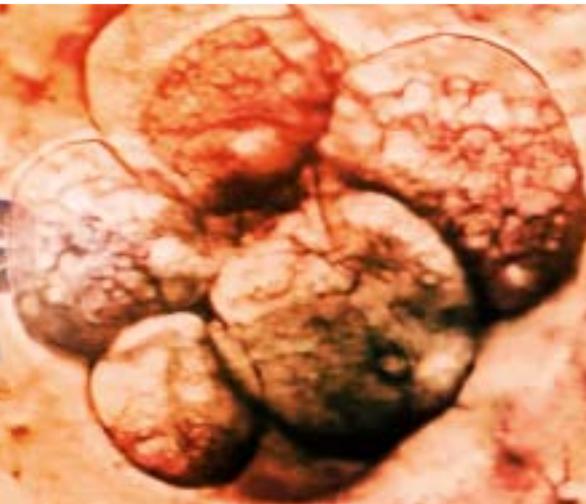
*Médecine*  
In vitro veritas

*Le Dossier*  
La **psychologie foetale**  
existe-t-elle?



Wallonie

# Édito



## Plus belle la vie ?

Texte: **Géraldine TRAN** - Rédac'teuf • Photos: **REPORTERS/SPL**

2

Lorsque l'on se frotte à la science, on finit inévitablement par se piquer à certains sujets épineux. En l'occurrence ce mois-ci: la procréation médicalement assistée. Depuis la naissance de Louise Brown, en 1978, 1<sup>er</sup> «bébé-éprouvette», le débat n'a cessé de faire rage. D'autant plus aujourd'hui avec la question de la légitimité et la reconnaissance du couple homosexuel en tant que famille. Vous verrez que Philippe Lambert, auteur de l'article, n'a pas manqué d'évoquer les risques de dérive et les problèmes bioéthiques engendrés. Mais pour *Athena*, la question n'est pas là. En 4 pages, le principal était de mettre en lumière une technique scientifique qui s'est considérablement améliorée pour arriver, en 2013, à quasi maturité. Ainsi, les différents risques et écueils ont pu être contournés offrant un cadre le plus sécurisé possible: diminution du stress subi par l'embryon lors du changement d'environnement et protection des cellules grâce à la congélation par vitrification; détection des anomalies génétiques grâce au diagnostic préimplantatoire; lutte contre certaines infertilités masculines grâce à l'ICSI (injection d'un spermatozoïde de compétition dans l'ovule); ou encore diminution des grossesses gémellaires et les risques qu'elles comportent grâce au «Top Embryo», soit le transfert d'un seul embryon bien «casté» plutôt que 2. Au bout de ces progrès, la possibilité, la chance, pour toutes les femmes de donner la vie.



Je ne vous cacherai pas que cet article m'a autant inquiétée que réjouie. Beaucoup de questionnements sur ma propre vie s'en sont suivis avec en mémoire, les nombreuses discussions que l'on peut avoir sur le sujet avec son entourage. Je n'ai pas encore d'enfants mais je n' imagine pas ma vie sans. Peut-être est-ce difficile à comprendre pour certains, mais pour la plupart des femmes, ce n'est ni une question de droit, ni une question éthique. Elle ne se pose même pas. C'est une envie infiniment physiologique et profonde, qui dépasse parfois tout entendement, toute logique ou toute raison. C'est un besoin presque vital et d'ailleurs, ne sommes-nous pas nées avec un utérus et tous les outils *ad hoc*? Et ce n'est pas parce que la vie nous joue parfois des (vilains) tours, que nous ne sommes pas forcément dans le bon timing ou les bonnes conditions, que nous devons être privées de la chance d'être mère et de remplir notre rôle sur Terre (même si bien sûr, nous en avons d'autres). Ceci n'engage que moi, chacun est libre. Inquiète, réjouie, je suis en tous cas rassurée... ■

*Géraldine*

ATHENA 288 • Février 2013

SPW | Éditions

Tirée à 16 500 exemplaires, Athena est une revue de vulgarisation scientifique du Service Public de Wallonie éditée par le Département du Développement technologique de la Direction générale opérationnelle Économie, Emploi et Recherche (DGO6).

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

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

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

Abonnement (gratuit)

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

• par courrier

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

• par téléphone

au 081/33.44.76

• par courriel à l'adresse

[geraldine.tran@spw.wallonie.be](mailto:geraldine.tran@spw.wallonie.be)



18



31



34



42

# Sommaire

<b>Actualités</b>	04
<b>Focus</b> sur <b>Clear Priority</b>	10
<b>Le Dossier</b> La <b>psychologie foetale</b> existe-t-elle?	12
<b>L'ADN de ...</b> Éric LAHAYE • Infirmier urgentiste	16
<b>Technologie</b> <b>Cinéma 3D</b> ou l'illusion du relief	18
<b>Internet</b> <b>Trucs et astuces</b> pour 2013 sur le web	22
<b>Santé</b> <b>Heureux</b> qui comme Ulysse...	26
<b>Biologie</b>	30
<b>Médecine</b> <b>In vitro</b> veritas	34
<b>Énergie</b> Le <b>méthane</b> apprivoisé	38
<b>Physique</b>	42
<b>Astronomie</b>	44
<b>Espace</b>	46
<b>Agenda</b>	50

#### Éditeur responsable

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

#### Rédactrice en chef

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

#### Graphiste

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

#### Impression

Imprimerie IPM  
Rue Nestor Martin, 40 à 1083 Ganshoren

ISSN 0772 - 4683

#### Collaborateurs

Jean-Michel Debry  
Paul Devuyt  
Henri Dupuis  
Philippe Lambert  
Carine Maillard  
Yaël Nazé  
Théo Pirard  
Jean-Claude Quintart

Jacqueline Remits  
Julie Schyns  
Christian Vanden Berghen

#### Dessinateurs

Olivier Saive  
Vince

#### Comité de rédaction

Laurent Antoine  
Michel Charlier

#### Couverture

Première  
Crédit: Reporters / SPL  
Quatrième  
Crédit: ESA



# Solide ou liquide ?

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

Photo: A. Dijcks/Flickr

4

**S**i nous croyons tout savoir en matière de liquides et de solides, à y regarder de plus près, nous découvrons bien vite les limites de nos savoirs et combien les réponses sur le sujet ne sont pas aussi aisées qu'il n'y paraît. Par exemple, les verres, matériaux qui ressemblent mécaniquement à des solides mais qui ont la même structure que les liquides ! «*Nous pouvons imaginer que les verres sont des liquides où les molécules se déplacent si lentement que la forme de l'objet ne bouge pas durant une période d'observation. Pourtant à des températures plus élevées, suite à la plus grande énergie cinétique, les molécules se déplacent plus rapidement et le verre commence alors à couler comme un liquide ordinaire. Dite transition vitreuse, cette transformation est toujours l'un des problèmes les plus étranges et non résolus de la science des matériaux*», explique Simone Napolitano, du *Laboratoire de Dynamique des polymères et de la matière molle* de la Faculté des Sciences de l'Université libre de Bruxelles (ULB).

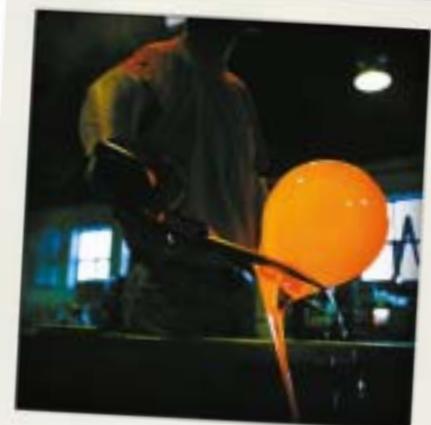
Une question sans réponse à un phénomène impactant notre vie via les matériaux transparents de nos fenêtres ainsi que par la plupart des objets en plastique

qui appartiennent aussi à cette famille de matériaux. «*Pour entrer en contact avec la transition vitreuse, il est inutile de s'égarer dans les cas d'école complexes, il suffit de penser à la gomme à mâcher: molle dans la bouche à 36 °C et qui, jetée au sol, durcit à des températures plus basses*», avertit Simone Napolitano. Les modèles précédents, décrivant le verre comme un solide amorphe, n'expliquent pas le phénomène de la transition vers l'état liquide; ce qui a poussé Simone Napolitano à collaborer avec Simona Capponi et Michael Wübbenhorst, de la Katholiek Universiteit Leuven (KUL), pour en savoir plus sur la question !

Si l'hypothèse que liquides et verres contiennent des structures localement ordonnées, dont la symétrie n'est pas compatible avec la structure des cristaux, peut reproduire et expliquer les caractéristiques de la transition vitreuse, la validité de ces théories nouvelles achoppe sur la mise en évidence de cet ordre de type nouveau ! C'est ici que les chercheurs démontrent la présence de ces structures localement ordonnées, mais non cristallines, dans les liquides. «*Une méthode*

*thermodynamique alternative nous a permis d'accéder à une phase liquide enrichie. Nous avons profité ensuite de la forte sensibilité de la spectroscopie diélectrique pour détecter la corrélation entre les orientations des molécules et vu que la nouvelle phase liquide se comportait comme prévu par les nouvelles théories sur la transition vitreuse*», conclut Simone Napolitano. Validant celles-ci, le processus nouveau débouche sur une méthode puissante pour l'obtention de nouvelles phases liquides aux propriétés intéressantes. Ce travail a été publié dans *Nature Communications* du 4 décembre 2012. ■

[snapolit@ulb.ac.be](mailto:snapolit@ulb.ac.be)  
et <http://www.nature.com>



# Actus...

## d'ici et d'ailleurs

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

Photos: Biowanze (p.5), Solvay (p.6), T.PRIEST/Flick'r (p.6), ULB (p.7), Igretec (p.7)

## Textile santé

**T**el est le dernier tour de force réalisé par l'esprit transfrontalier liant le département du Nord (France) à la Belgique (Wallonie et Flandre). Une euro-région au passé textile des plus riches et qui entend devenir aujourd'hui le n°1 des textiles de santé, une niche en plein essor. Cette stratégie ambitieuse est portée par un quatuor formé par le Centre d'expertise de l'industrie textile belge (*Centexbel*), l'Agence de développement de la filière santé dans le Nord Pas-de-Calais (*Eurasanté*), le Centre européen des textiles innovants et le pôle de compétitivité régional *UP-tex*.

Les 4 mousquetaires, qui fédèrent 380 sociétés (dont 80 belges) et quelque 350 chercheurs, travaillent avec un budget de 1,2 million d'euros au renforcement de la niche textile santé, notamment au travers de *Dimetex*, premier programme transfrontalier dédié à ce type de textile. Lancé en novembre 2008, pour se terminer en octobre de cette année, *Dimetex* publie un bilan des plus élogieux. Non seulement, la plate-forme bio-textile a fait émerger de jeunes pousses, mais elle a surtout fait

naître une dynamique communautaire dans des secteurs innovants. À commencer par celui de la filtration biologique, un marché prometteur même s'il n'est encore qu'à ses premiers balbutiements. Celui également des implants et orthèses qui a le vent en poupe et dont les applications permettent le recours à des matériaux souples pouvant contenir et libérer des principes actifs, abriter des cellules vivantes, être biocompatibles et se dégrader sans résidus dans le corps ! Enfin, les bandages compressifs et les pansements, au marché annuel de 900 millions d'euros, en croissance annuelle de 6% et qui, par exemple, avec la multiplication des plaies chroniques à soigner, est demandeur de procédés thérapeutiques innovants. Au carrefour de la biotechnologie et des dispositifs médicaux, ce domaine s'ouvre sur une nouvelle frontière tant en termes de travaux scientifiques que de débouchés économiques.

Parmi les entreprises wallonnes stimulées par *Dimetex*, on peut citer: *MEDILINE*, qui travaille actuellement avec le *Groupe hospitalier de l'Institut catholique de Lille (GHICL)* à la mise au point d'un nouveau dispositif médical textile; *Varodem* qui «tricote» de nouvelles fonctionnalités pour ses chaussettes de contention; et *Skinoo* pour le développement d'anneaux en coton jetables devant prévenir crevasses, gerçures et infections lors des premières semaines de l'allaitement. Avec *Dimetex*, notre région tisse une nouvelle trame de succès économiques ! ■

<http://www.centexbel.be>



## Pellets en stock

**B**ioWanze devrait prochainement construire une nouvelle unité axée exclusivement sur la transformation du gluten de blé en pellets. À ce jour, *BioWanze* est connue pour sa production de bioéthanol au départ de blé, dont est issu le gluten, ainsi qu'à partir de sirop de betteraves. La capacité de production annuelle du site de Wanze est de quelque 300 millions de litres de bioéthanol !

En se lançant maintenant dans le pellet, l'entreprise wanzoise souhaite valoriser le gluten de blé, matière récupérée au stade primaire de la procédure de transformation de la céréale en bioéthanol. Fondée en 2008, *BioWanze* est une filiale de *CropEnergie AG*, membre du groupe *Südzucker*, premier producteur de sucre en Europe et qui contrôle également la Raffinerie tirlémontoise. ■

<http://www.biowanze.be>;  
<http://www.cropenergie.com>  
 et <http://www.suedzucker.de>



# Lumineux !

Si les LED sont écologiques, leur intensité lumineuse est, en revanche, loin d'éblouir. Aussi, des chercheurs de l'Université de Namur ont-ils planché sur le problème et trouvé une solution qui accroît de quelque 55% le rendement lumineux de ce type d'éclairage. Pour relever leur défi, ils se sont inspirés de lucioles et plus spécifiquement de l'espèce *Photuris*, dont l'arrière du corps est garni d'un organe luminescent. Entourant cet organe, les écailles de la carapace prennent des positions spécifiques renforçant ainsi le rendement lumineux.

S'inspirant de cette astuce biologique, les chercheurs ont publié dans *Optics Express* la manière dont leur technique peut être exploitée en vue d'améliorer grandement le rendement lumineux de LED classiques, sans pour autant augmenter leur consommation. Une innovation facilement adaptable, selon les chercheurs, aux systèmes de production actuels. En outre, leur découverte dépasse le cadre classique de l'éclairage pour s'intéresser aux ordinateurs portables, smartphones et tablettes. En effet, un rendement lumineux



supérieur sollicitant moins l'accu, améliorerait considérablement l'autonomie de ces équipements. Dans son travail, l'Université de Namur était appuyée par des équipes scientifiques de l'Université catholique de Louvain (UCL) et de l'Université de Sherbrooke au Canada. ■

<http://www.fundp.ac.be>

6

## Des sous pour demain

Parce qu'il y a exactement 150 ans, l'avenir était déjà la préoccupation de son fondateur, le groupe Solvay annonce avoir pris une belle participation dans le fonds d'amorçage *Green Seed Fund*, de *Sofinnova Partners*, destiné à financer les petites et moyennes entreprises européennes qui innovent en matière de biotechnologies industrielles. Pour Louis Neltner, directeur de la Recherche & Innovation de Solvay, «Cet

investissement s'inscrit pleinement dans la démarche d'innovation ouverte qui vise à repérer les tendances, identifier les technologies de rupture et saisir les opportunités porteuses de croissance pour le Groupe». Ajoutant de suite: «Le secteur des biotechnologies industrielles est clé pour une entreprise comme Solvay qui n'a de cesse d'augmenter significativement la part des matières premières d'origine renouvelable dans son portefeuille de produits».

Une politique d'innovation ouverte et dynamique, que confirment les prises de participations de Solvay dans *Aster II* et *Phoenix Capital Partners*, des fonds ciblant des aires géographiques et des profils d'entreprises différents, mais qui contribuent de façon complémentaire au renforcement du potentiel d'innovation de Solvay. ■

<http://www.solvay.com>

## Au plus près du patient

Quelques mois auront suffi à *OncoDna* pour démarrer ses activités de médecine personnalisée en matière de traitement des patients atteints d'un cancer. Installée sur l'Aéroport de Charleroi et fondée par Jean-Pol Detiffe, la jeune entreprise est spécialisée dans l'analyse de l'ADN issu de tumeurs. À l'aide d'un séquençage complet ou ciblé, *OncoDNA* peut affiner ainsi le suivi médical ou le choix d'un traitement en fonction du profil génomique de la tumeur du patient. Une niche médicale sur laquelle la société entend devenir une référence au niveau européen. ■

<http://www.oncodna.com>



# Cellules souches, *du nouveau*

**N**otre ADN encaisse des dommages et s'il n'est pas correctement réparé, ceux-ci peuvent causer la mort cellulaire, induisant l'épuisement ou le vieillissement des tissus ou encore des mutations qui provoqueront la prolifération incontrôlée des cellules. Un cercle vicieux qui aboutit *in fine* au cancer ! Fort heureusement, le BRCA1, gène clé, joue les intermédiaires lors du processus de réparation de l'ADN. Hélas, des mutations de ce gène peuvent mener à des cancers héréditaires ou sporadiques du sein ou encore à des cancers de l'ovaire. Des perspectives guère réjouissantes qui ont conduit une équipe de chercheurs, sous la houlette de Cédric Blanpain, professeur à l'Université libre de Bruxelles (ULB), à s'intéresser de plus près à BRCA1 et à montrer à cette occasion son rôle vital dans le maintien des cellules souches du follicule pileux.

Tout d'abord, Peggy Sotiropoulou, de l'Institut de recherche interdisciplinaire en biologie humaine et moléculaire (IRIBHM), a démontré, avec ses collègues, qu'en cas de suppression dans l'épiderme du gène associé au cancer du sein, les cellules du

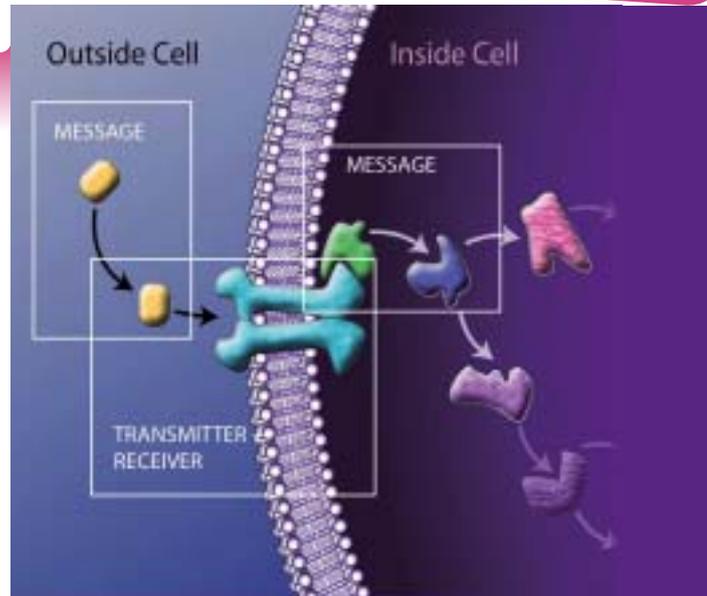
follicule pileux présentent des niveaux élevés de dommage à l'ADN et de mort cellulaire provoquant une hyper-prolifération et un épuisement de ses cellules souches, conduisant à sa dégénérescence. «*En revanche*, explique Peggy Sotiropoulou, *les autres types de cellules souches de l'épiderme, qui composent*

*les barrières de la peau et les glandes sébacées, étaient maintenues et fonctionnaient normalement et ce, malgré l'absence de BRCA1, démontrant par là un autre rôle de ce gène dans les différents types de cellules souches chez l'adulte*». Les chercheurs ont ainsi été surpris de constater que les différents types de cellules souches résidant dans un même tissu présentaient des réponses radicalement différentes après la suppression de ce même gène essentiel à la réparation de l'ADN.

Des chercheurs étonnés mais satisfaits de leurs résultats, qui permettent d'appréhender les processus de répara-

tion de l'ADN dans différents types de cellules souches adultes et à différents stades de leur activation. «*Si d'autres cellules souches, présentes dans le reste du corps, requièrent aussi BRCA1 pour survivre, notre travail peut expliquer pourquoi les mutations de ce gène chez la femme conduisent de préférence à des cancers du sein et de l'ovaire*». Cette recherche, financée notamment par le programme d'excellence CIBLES de la Wallonie, a été publiée dans *Genes and Development* du 1<sup>er</sup> janvier 2013. ■

<http://genesdev.cshlp.org>



## L'Europe *en point de mire*

**A**vec une ville dont l'aéroport est relié à quelque 80 destinations européennes, l'Agence wallonne à l'exportation et aux investissements (AWEX) ne pouvait que saisir cette opportunité pour y installer à Charleroi son dernier Welcome Office destiné à offrir aux entreprises étrangères un tremplin pour la découverte de l'économie européenne et wallonne en particulier. Une initiative de bon aloi lorsqu'on sait que depuis sa création en décembre 2009, le Welcome Office de Mons a traité près de 50 demandes d'entreprises chinoises ! Mons pour la Chine, Arlon pour le Brésil et l'Amérique latine, Liège pour l'Inde et maintenant, Charleroi pour l'Europe et le pourtour méditerranéen. L'AWEX phagocyte lentement mais sûrement le monde !

«*Sachant que la majorité des sociétés qui s'installent chez nous sont originaires des pays européens, il était naturel que nous continuions à les encourager sur cette voie*», explique Philippe Suinen, administrateur général de l'AWEX. Sis dans le Biopark de l'Aéropole de Charleroi, à quelques encablures du Brussels South Charleroi Airport (BSCA), le Welcome Office carolorégien se veut le fer de lance pointé sur l'Europe, y compris la Russie, et le périmètre méditerranéen. Réalisé en partenariat avec l'Intercommunale de développement économique de la région de

Charleroi-Sud-Hainaut (IGRETEC), le Welcome Office proposera aux entreprises de la zone visée des infrastructures adaptées à leurs premiers besoins en bureaux, laboratoires, etc. Au moment de son inauguration, en janvier, deux entreprises occupaient déjà les facilités de ce Welcome office ! ■

<http://www.investinwallonia.be>



## Enceinte et en carence

**S**i en 1998, une étude désignait la Belgique comme pays carencé en iode, il a fallu attendre 2009 pour qu'un programme remplaçant le sel non-iodé par du sel iodé dans le pain soit mis en place ! Aujourd'hui, une première enquête de Rodrigo Moreno-Reyes, maître de conférences à la Faculté des Sciences de la motricité de l'Université libre de Bruxelles (ULB), montre que si les enfants du royaume ne sont plus carencés en iode, en revanche, leurs mères le restent légèrement. Une seconde enquête, axée elle sur le statut nutritionnel en iode chez les femmes enceintes, montre que celles-ci sont aussi légèrement carencées en iode alors qu'un pourcentage considérable de femmes prennent des suppléments vitaminiques contenant de l'iode au cours de leur grossesse.

8

Bien, mais pas assez pourrait-on dire à la lecture de ces résultats. En effet, si la fortification du pain avec du sel iodé a bien corrigé la carence en iode chez les enfants en âge scolaire, le résultat n'est pas aussi évident chez la femme enceinte. Pour atteindre l'apport optimal en iode chez les femmes enceintes, Rodrigo Moreno-Reyes estime «*qu'il est nécessaire qu'un plus grand nombre de boulangers utilise du sel iodé et aussi de remplacer le sel de table non iodé par du sel iodé, sans pour autant en profiter pour augmenter sa consommation totale en sel*». ■

Infos: [morenor@ulb.ac.be](mailto:morenor@ulb.ac.be)



Coup d'crayon

Illustrations: Vince • [vince@cartoonbase.com](mailto:vince@cartoonbase.com)

*Les LED représentent une belle révolution dans le paysage de la lumière. Mais un problème subsiste: une partie de la lumière qu'ils émettent est réfléchi vers l'intérieur ! Comme les lucioles, sauf qu'elles ont trouvé une parade biologique: des écailles inclinées. Il fallait le savoir, y penser et s'en inspirer et ce qu'a fait l'Université de Namur.*

## RAYON MÉDECINE

**I**on Beam Application (IBA) empoche une fois de plus un sacré contrat avec l'installation d'un système multisalle de protonthérapie à Irving-Las Colinas (Dallas) dans les nouvelles infrastructures du Texas Center for Proton Therapy. Montant du contrat: 50 millions de dollars. Mise en service prévue en 2015. ■

<http://www.iba-worldwide.com>  
et <http://www.texasoncology.com>

**A**utre succès wallon: Eckert & Ziegler BEBIG qui vient de signer un accord cadre pour la production locale de solutions de curiethérapie et soins nucléaires avec ZAO MSM-Medimpex, n°1 russe de la médecine nucléaire. Le contrat porte sur la vente d'actifs de BEBIG à MSM, une licence d'utilisation du savoir-faire du wallon et sur le support au développement de modules de projecteurs de sources. «*Si cet accord renforce notre position sur le marché russe de la curiethérapie, il permet aussi à BEBIG de participer de façon prédominante aux futurs investissements russes en soins oncologiques*», note Edgar Löffler, administrateur délégué de BEBIG. ■

<http://www.bebig.eu>  
et <http://www.msm-medimpex.ru>



Doc, doc!

**M**ille titres de docteur en science de l'ingénieur ont été distribués par l'Université catholique de Louvain (UCL) depuis la création du titre en 1941. Beau résultat pour la vieille université et son École polytechnique qui enregistre 40% des inscriptions en science de l'ingénieur de la Fédération Wallonie-Bruxelles (FWB) et délivre 50% des thèses en ingénieur en FWB !

Férocement active sur le plan académique, l'UCL joue aussi un rôle essentiel tant dans la recapitalisation de la Wallonie par la création de jeunes pousses que par ses implications directes dans les pôles de compétitivité. Fondée en 1425, l'UCL compte aujourd'hui 27 000 étudiants de 127 nationalités et quelque 5 500 professeurs, chercheurs et collaborateurs. ■

<http://www.uclouvain.be>

La Wallonie investit

**À** la demande de son Ministre de la Recherche, le Gouvernement wallon a octroyé une subvention de 4 920 000 euros au *Fonds pour la formation et la recherche dans l'industrie et l'agriculture (FRIA)* afin que cet organisme puisse engager de nouveaux chercheurs au top de leur art ! Les thèmes de recherches du FRIA sont nombreux et touchent au recyclage de métaux, à la décontamination des sous-sols, au développement des matériaux ou encore

à la meilleure compréhension du système nerveux central.

Toujours sur l'initiative de Jean-Marc Nollet, le Gouvernement wallon a encore octroyé une subvention de 350 000 euros à *Objectif Recherche*, plate-forme destinée à aider les docteurs à trouver un emploi, via le site [www.doctorat.be](http://www.doctorat.be). ■

<http://nollet.wallonie.be>

## Le chiffre

# 67 000

**T**el est le nombre de brevets déposés à ce jour, auprès de l'*US Patent* par IBM dont 6 478 en 2012 ! Plus fort encore, c'est la 20<sup>e</sup> année consécutive qu'IBM truste la 1<sup>re</sup> place au hit-parade des entreprises ayant déposé le plus grand nombre de brevets aux États-Unis ! «*Ce leadership découle du talent des milliers de brillants inventeurs d'IBM, qui incarnent notre engagement dans l'innovation et créent la différence pour notre société, nos clients et la planète*», note la présidente, Ginni Rommety.

*Big Blue* compte plus de 8 000 inventeurs, résidant dans 46 états américains et 36 pays. La part de brevets enregistrés par les innovateurs hors États-Unis se monte à quelque 26%.

<http://www.ibm.com>

3 de plus

**L**abellisés et supportés financièrement par le Gouvernement wallon, *Floropro*, *VOCALise* et *Formabière* sont des projets appelés à jouer un rôle important dans le futur de notre industrie agroalimentaire. Ainsi, *Floropro* entend développer des produits réfrigérés (poissons, viandes, fromages, etc.) à durée de vie allongée à l'aide de leurs flores bactériennes protectrices, sélectionnées ou optimisées. Un projet attendu depuis des années par les producteurs, distributeurs et consommateurs.

De son côté, *VOCALise* souhaite valoriser les composés volatils générés par la fabrication de produits alimentaires. Plus concrètement, il s'agit ici de récupérer les arômes qui se perdent dans la nature au moment de la production. Enfin, *Formabière* se propose d'offrir, via un site web, des formations aux brasseries wallonnes soucieuses de garder à niveau les savoirs et compétences de leurs salariés. À voir la nature de ces projets et surtout leur perspicacité, on ne peut que se réjouir d'une telle vivacité au sein du pôle de compétitivité agroalimentaire WagrALIM. ■

<http://www.wagrallim.be>



UNE AIDE, UNE SUCCESS STORY !

# FOCUS

sur:

## Clear Priority

### Carte d'identité

NOM

ClearPriority

ANNÉE DE CRÉATION

2008

SECTEUR D'ACTIVITÉ

Solution software pour la détection  
d'anomalies en temps réel en matière  
de gouvernance, risque et conformité

CHIFFRE D'AFFAIRES

1,25 million d'euros en 2011

NOMBRE DE PERSONNES EMPLOYÉES

10

ADRESSE

Drève Richelle, 161, Building K,  
1410 Waterloo

TÉLÉPHONE

02/352 91 70

SITE INTERNET

www.clearpriority.com

10

Texte: **Jacqueline REMITS** • [jacqueline.remits@skynet.be](mailto:jacqueline.remits@skynet.be)Photos: **PhotoAlto / REPORTERS**

**A**ujourd'hui, l'un des secteurs les plus sensibles à la gestion des risques est évidemment le secteur bancaire. Les banques sont liées à des risques externes (marchés, subprimes...), mais également aux incidents, anomalies, éventuellement tentatives de fraudes, qui peuvent survenir sur leur système d'information. «Depuis le début de la crise, on sent un intérêt important pour des solutions, commence Christophe Delcorte, administrateur délégué de ClearPriority. Actuellement, dans les banques, les risques sont encore souvent gérés par département. Or, il est très important d'avoir une vue

transversale. Un incident à un endroit peut apporter d'autres risques à d'autres endroits dans l'entreprise ou la banque et finalement, provoquer une perte d'information et de rentabilité, voire même un problème de réputation de l'entreprise ou de la banque, parce qu'elle a mal géré ses risques en interne. De plus en plus, et certainement quand les systèmes sont liés entre eux, comme ils le sont le plus souvent dans les banques, tout se tient. Dès l'instant où survient un incident à tel endroit, des impacts peuvent être répercutés dans les différentes entités. Une surveillance transversale des risques représente un pont entre les différentes problématiques de risques.»

### Détection d'anomalies en temps réel

ClearPriority SA développe une solution software qui permet de réaliser de

la détection d'anomalies en temps réel en matière de gouvernance, risque et conformité, à destination des banques et des entreprises. «Notre but est de toujours répondre, en terme de surveillance, à des risques liés au métier, de traiter les anomalies business à partir des informations collectées des systèmes d'information dans l'entreprise ou la banque. La base de notre approche consiste à s'attaquer à la problématique de la surveillance des risques critiques d'une entreprise ou d'une banque. Et de mettre rapidement des éléments techniques en place pour pouvoir alerter les utilisateurs, souvent orientés business, risks managers, compliance officers, éventuellement audit. La détection en temps réel permet à la banque ou à l'entreprise de réagir plus vite.»

Le secteur bancaire est très demandeur de pouvoir gérer le risque de manière plus structurée et de réagir plus rapidement. Cet outil de monitoring aide à détecter des situations anormales,

notamment, en cas de transferts de données d'un système à l'autre ou de manipulations douteuses dans les bases de données. «Ces situations de risques peuvent impacter, de manière importante, le business et la rentabilité d'une entreprise. Plus la complexité dans les systèmes d'information est grande, plus le besoin de contrôle est essentiel.» Une source d'information très importante pour ClearPriority sont les rapports d'audit qui montrent les vulnérabilités dans les systèmes. «Nous nous basons dessus pour proposer d'automatiser les contrôles, les rendre continus et réguliers, là où des anomalies sont susceptibles de surgir.»

ClearPriority a élargi son positionnement à l'intelligence opérationnelle en temps réel. «Cela consiste à collecter continuellement des événements métiers qui ont une signification pour la conduite commerciale, industrielle, des activités d'une entreprise et de les corrélés dès qu'ils se produisent, de manière à apporter au patron une conscience conceptuelle. Ces collectes détectent des situations relatives aux inefficacités, opportunités d'optimisation et menaces (fraudes...) qui requièrent une action immédiate. Le problème de beaucoup de patrons d'entreprise est d'avoir perdu le contrôle de leurs infrastructures informatiques de par la complexité et la vitesse avec laquelle ces processus changent. L'idée est de mettre en place rapidement un ensemble de tableaux de bord qui vont leur redonner la vision de ce qui se passe dans leur entreprise, aussi bien au niveau opérationnel qu'au niveau métier. Notre logiciel est adaptable. Nous sommes dans un créneau porteur. Avec notre solution, nous parvenons à réduire les coûts d'une entreprise.»

ClearPriority emploie une dizaine de personnes en Belgique. Elle s'est lancée sur le marché luxembourgeois et déve-

loppe un partenariat avec une antenne d'une vingtaine de personnes en Tunisie. Un bureau commercial a été ouvert au Royaume-Uni en 2012. «Dans un premier temps, nous visons le marché européen, un peu plus tard, le marché international.»

## Une étude formidable grâce à la Wallonie

ClearPriority a sollicité l'intervention de la Région wallonne dans le cadre de la réalisation d'une étude de conseil en marketing stratégique. "Notre projet d'internationalisation nécessitait une telle étude. Nous avons commencé par les États-Unis. Une importante partie de la concurrence se trouve sur ce marché. Si elle n'est pas encore présente en Europe, elle le sera certainement un jour. C'est un référentiel idéal pour comprendre quels sont nos concurrents, comment se segmente ce marché, quel potentiel de développement il présente, quelles politiques de prix sont pratiquées. C'est important de bien comprendre qui sont nos concurrents, comment ils arrivent sur le marché et comment nous devons orienter notre innovation pour sortir du lot et les dépasser. Nous avons réalisé des enquêtes sur place. Deux personnes ont travaillé à mi-temps pendant une année sur cette étude. Ils ont dressé l'inventaire des acteurs par segment de positionnement au niveau de la gouvernance, du management du risque, de la conformité d'entreprise. Cette formidable étude nous a permis de tirer des conclusions essentielles sur les nouveaux programmes d'innovation que nous venons de lancer.» ■

# Étude de conseil en marketing stratégique en résumé :

### Type de promoteur:

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

### Partenariat:

Non autorisé

### Objet:

Subvention octroyée pour le recours à des conseils extérieurs en marketing stratégique.

### Taux d'intervention:

Le taux d'intervention est de 75%.

### Dépenses éligibles:

Coût des services de ou des prestataires extérieurs (limités aux coûts correspondant au prix du marché).

### Propriété des résultats:

Vous êtes propriétaire des résultats de vos recherches et vous en disposez dans le respect de la convention. C'est vous qui décidez d'exploiter ou non les résultats.

### Délais:

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



### Plus d'infos:



Département du développement technologique

Direction de l'Accompagnement de la Recherche

Tél.: 081/33.44.84

[najat.abau@spw.wallonie.be](mailto:najat.abau@spw.wallonie.be)

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

# La psychologie fœtale existe-t-elle ?

La question est régulièrement posée: les fœtus ont-ils une vie psychique avant la naissance ? Développent-ils certaines formes d'intelligence ? Le débat semble à l'heure actuelle davantage philosophique, plus basé sur les convictions que sur la science... Les arguments s'opposent...

Texte: Carine MAILLARD • [carine.maillard@com-media.be](mailto:carine.maillard@com-media.be)

Photos: SCIENCE (p.12) , REPORTERS/DPA (p.15)

12

**P**eut-on considérer qu'un fœtus est doué d'intelligence, qu'il est capable d'émotions, qu'il apprend déjà certaines choses ? C'est en tout cas l'avis de certains chercheurs, psychologues, qui se basent essentiellement sur des interprétations de constatations physiologiques...

Ces psychologues évoquent dès lors une psychologie fœtale, considérant que les bébés, dès le giron maternel, sont capables notamment d'interactions volontaires avec leur environnement. Ainsi, la presse a récemment relayé les conclusions d'une étude présentée par un psychologue italien qui évoque l'existence de comportements sociaux précoces entre jumeaux dès le stade fœtal (1). Il a en effet observé des paires de jumeaux entre la 14<sup>e</sup> et la 18<sup>e</sup> semaine de développement *in utero*: lorsqu'ils se touchent, le mouvement est plus lent et dure plus longtemps que lorsqu'ils portent la main à la bouche ou touchent la paroi utérine... Et d'en conclure que ce mouvement est une manifestation d'une vie sociale qui

existerait donc bien avant la naissance. D'autres évoquent des capacités d'apprentissage, de mémorisation du fœtus. Ainsi, Janet Hopson, biochimiste et journaliste américaine, relevait-elle dans la revue *Psychology Today* des études concluant dans la capacité du fœtus à apprendre. «Avec les capacités de sentir, de voir et d'entendre, viennent les capacités à apprendre et à mémoriser. Ces activités peuvent être rudimentaires, automatiques, et même biochimiques. Le fœtus fait preuve des mêmes formes d'apprentissage primitif, que l'on appelle habitude, en réponse à la voix de sa mère, comme le montre Fifer (2).» (3)

## La voix et la langue maternelles

Et ce Fifer a également constaté que non seulement le fœtus montre une nette préférence pour la voix de sa mère en comparaison avec la voix

d'une autre femme, mais aussi qu'il préférerait la langue maternelle à toute autre langue parlée par sa mère, comme cela a encore été récemment évoqué dans une autre étude (4). Celle-ci conclut: «Ces résultats fournissent la preuve que le fœtus est capable d'attention, de mémoire et d'apprentissage des langues et des voix, ce qui indique que le discours du nouveau-né et ses capacités linguistiques trouvent leur origine avant la naissance. Ils suggèrent que les réseaux neuronaux sensibles aux propriétés de la voix de la mère et de la langue maternelle sont formés déjà *in utero*.»

Les études du psychologue Jean-Pierre Lecanuet vont dans le même sens, considérant que le fœtus est capable de distinguer les voix d'étrangers. Et que certaines histoires lues près du ventre maternel font diminuer le rythme cardiaque du fœtus... (5)

La musique peut aussi jouer ce rôle apaisant, selon des chercheurs espagnols: les fœtus exposés à la musique de Mozart *in utero* et réexposés ensuite, au moment de leur naissance, à cette

même musique se seraient montrés plus tranquilles, moins agités au moment de l'accouchement... (6)

Le fait que le fœtus entende sa mère et son environnement lors du 3<sup>e</sup> trimestre de grossesse ne fait aujourd'hui plus de doute. Avant cela, les organes et systèmes sont en formation, non reliés par les terminaisons nerveuses au cerveau ou encore immatures... Sachant que les expériences sensorielles sont génératrices d'émotions chez des êtres «nés», certains ont établi un parallèle avec le vécu du fœtus....

## Le fœtus exprime-t-il des émotions ?

Peut-on dès lors considérer que les expériences sensorielles ont un impact sur la manifestation d'éventuelles émotions chez le fœtus, sur une forme d'intelligence, sur une conscience ou tout autre volet psychologique ? Il y a un pas que certains spécialistes ne veulent pas franchir...

D'autres, par contre, n'hésitent pas à le faire... Dans son édition de mars 2012, le magazine *Le Cercle Psy* (7) rencontrait Daniel Mellier, directeur du laboratoire Psychologie et Neurosciences de la Cognition et de l'Affectivité à l'Université de Rouen et professeur de psychologie. Il affirme que le fœtus «exprime» des émotions fondamentales, comme la peur ou la joie. Il explique: «*Quand une maman raconte au bébé dans son ventre un événement qui l'a marquée, on observe des variations dans l'activité du fœtus: il est donc sensible à l'état émotionnel de la mère. Il ressent les émotions de la mère, mais peut-être pas toutes. Certaines mères dépressives en fin de grossesse placent leur enfant en situation de dépression. On ne peut pas dire que le fœtus soit dépressif, mais certaines hormones maternelles se retrouvent en surproduction dans le liquide amniotique. Peut-on dire pour autant que le fœtus puisse éprouver ses propres émotions ? Il en exprime, du moins: des recherches anglaises ont isolé des expressions de son visage, en fin de grossesse, correspondantes aux émotions fondamentales comme la joie et la peur. Les femmes enceintes présentes à proximité des tours du World Trade Center le 11 septembre 2001, ont souvent accouché plus tôt que*

*prévu, et de bébés plus chétifs que la moyenne. Le stress de la mère a dû être ressenti par fœtus. Pour autant, le fœtus a-t-il eu peur ? Impossible à dire.»*

En effet, manifester des émotions et les ressentir sont des choses différentes. C'est toute la question qui se pose à travers ce mouvement de psychologie fœtale qui n'a pas encore trouvé de preuves objectivables... si tant est qu'il soit possible d'en avoir !

## Entre personnalité et tempérament

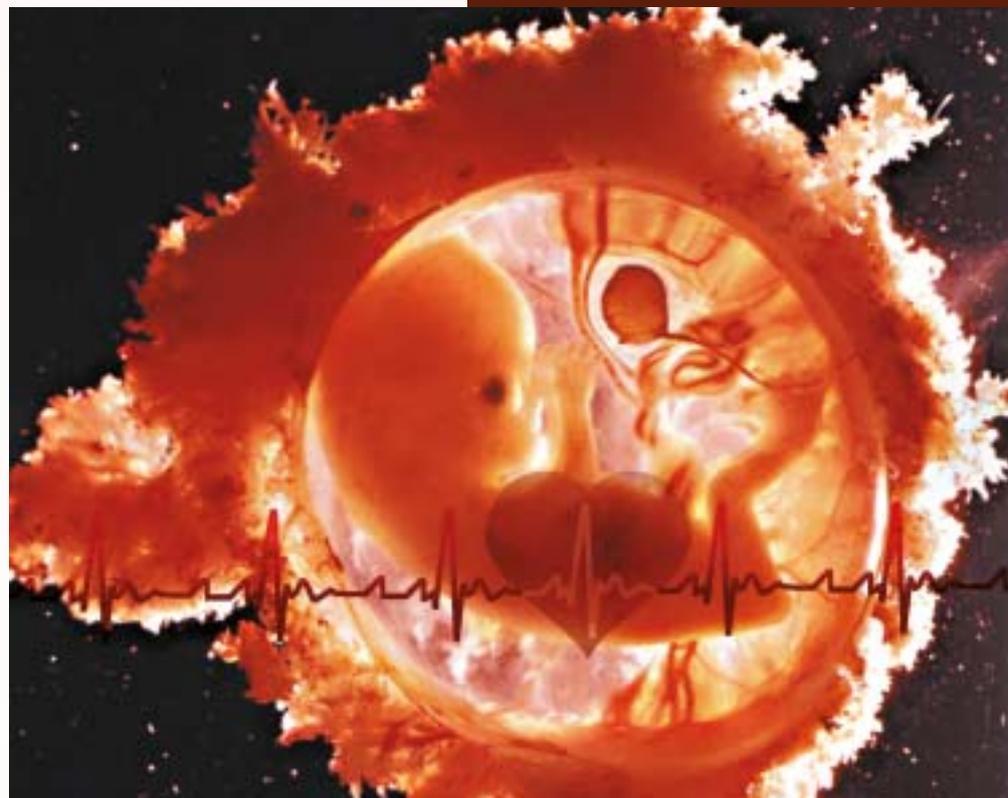
Allons encore un peu plus loin. D'autres auteurs encore évoquent une personnalité que développerait déjà le fœtus. C'est le cas de Janet Di Pietro, psychologue du développement à l'École de santé publique Johns Hopkins Bloomberg (USA), qui a étudié le comportement de bébés dans le ventre de leur mère et leur tempérament après la naissance. Selon elle, les fœtus qui sont les plus actifs *in utero* ont tendance à être des enfants plus irritables. Ceux qui ont un sommeil irrégulier et des réveils fréquents dans le ventre de leur mère dormiront moins aussi après la naissance; et ceux qui présentent des fréquences cardiaques élevées deviennent imprévisibles, des bébés inactifs (8)... Et l'auteur de déclarer: «*Le comportement ne commence pas à la naissance. Il com-*

## La fréquence cardiaque comme indicateur des émotions

La fréquence cardiaque du fœtus est prise en considération pour vérifier ses réactions *in utero*. «*Cette activité fait apparaître 3 phases lorsque l'on présente un stimulus émotionnel au sujet: une première décélération de l'activité, suivie d'une phase d'accélération, et terminée par une seconde phase de décélération. Des études montrent que cette activité dépendrait plutôt de la valence de l'émotion: une émotion négative impliquerait une première décélération de l'activité cardiaque plus importante qu'une émotion positive, tandis qu'une émotion positive impliquerait une accélération plus importante qu'une émotion négative. De plus, si l'on s'intéresse à la différence d'activité entre émotions négatives discrètes, les études montrent que les émotions de colère, de peur et de tristesse provoqueraient une activité cardiaque plus importante que le dégoût.»*

Si cela vaut pour les émotions des personnes «nées», cela vaut-il pour les fœtus ? Et quelle est la part de réflexe ? La question reste posée...

Source: Gil, S. Comment étudier les émotions en laboratoire. Revue électronique de Psychologie Sociale (2009), 4 :15-24.



«mence avant et se développe dans un sens prévisible.» Elle reconnaît néanmoins l'influence majeure de l'environnement...

Mais le vécu de la mère est aussi, selon elle, déterminant: elle considère que les mamans qui ont tendance à être plus stressées ont des fœtus plus actifs qui deviennent des enfants plus irritables (9). «Les plus stressées sont les mères qui travaillent. Aujourd'hui, les femmes ont tendance à travailler jusqu'à l'accouchement, alors que les implications pour la grossesse

ne sont pas tout à fait claires. Il s'agit de notre norme culturelle, mais je pense que ce n'est pas une bonne chose.» (3)

Enfin, des auteurs comme Daniel Mellier ou Janet Di Pietro estiment que le fœtus est capable de mémoriser certains sons perçus (la langue parlée par la mère ou une musique, par exemple), leur conférant ainsi une capacité d'apprentissage avant même de venir au monde... Et d'autres estiment que le vécu du fœtus dans le ventre de sa mère serait plus

déterminant que l'on ne croit en matière de quotient intellectuel... (10)

Toutes ces affirmations sont encore largement sujettes à débat au sein du monde scientifique. On le voit: il relève aussi des convictions, des idéologies, voire parfois de la religion. Car «l'adultification» des fœtus est un argument sur lequel sautent les religieux anti-avortement... Un débat passionné qui tient peu compte de réalités scientifiquement prouvées, particulièrement difficiles à élaborer. ■

**L**e Pr Luc Roegiers est pédopsychiatre périnatal, aux services de gynécologie, d'obstétrique et de néonatalogie des cliniques universitaires Saint-Luc à Bruxelles, professeur d'éthique médicale à la faculté de Médecine de l'UCL et membre fondateur du Groupe interdisciplinaire-interuniversitaire ULB-UCL de périnatalité (GIP). Selon lui, évoquer une psychologie fœtale va trop loin dans l'état actuel des connaissances de l'évolution et du ressenti du fœtus.



## L'avis d'un spécialiste: le Pr Luc Roegiers

*le champ d'une expérience personnelle de ces parents; elle ne peut rien transmettre du ressenti du fœtus...*

«Depuis l'apparition des techniques qui dévoilent cet être sacré qu'est le bébé avant même qu'il ne naisse, nous assistons à un anthropomorphisme du fœtus. Il s'agit essentiellement du résultat d'une projection de la mère, des parents, voire de la société. C'est ainsi que certains estiment que ce que le fœtus a ressenti aura un impact sur son évolution après la naissance. Ces techniques de visualisation du fœtus, mais aussi la fécondation in vitro ou la médecine fœtale confèrent une âme au fœtus, une autonomie, voire une personnalité: le bébé s'humanise à travers ces techniques. Le problème, c'est que l'essentiel de ce qui est décrit dans les études qui veulent mettre en avant l'existence d'émotions ou de comportements volontaires chez le fœtus sont le résultat d'observations, et donc d'interprétations qui ne sont pas toujours exemptes de projections, il ne faut jamais l'oublier... Le témoignage du principal intéressé est bien entendu impossible ! Ainsi, les chercheurs constatent des modifications physiologiques, établissent un lien et interprètent ces modifications. C'est par exemple le cas lorsque l'on tente de mettre en évidence une réaction de stress chez le fœtus. Or, si le stress provoque bien des effets endocriniens ou biologiques se traduisant chez les personnes "nées" par des émotions, ceci n'est pas établi chez le fœtus.

On part du postulat que la pensée réflexive n'existe qu'à partir du moment où intervient le cortex; sans connexion cortico sous-corticale, on n'a qu'une ébauche de pensée. Ces connexions s'établissent vers 23 à 26 semaines chez le fœtus... C'est d'ailleurs la raison pour laquelle l'haptonomie, qui vise à transmettre chez ce dernier des émotions de la mère, ne se fait qu'en fin de 2<sup>e</sup> - début 3<sup>e</sup> trimestre. Cette méthode permet aux parents un investissement du bébé, mais cela reste dans

Le fœtus dispose-t-il d'un psychisme propre ? On sait qu'il s'agit d'un processus qui s'enrichit au fil du temps, mais avant la naissance, il est à mon sens encore très élémentaire. Quant à la mémoire, on peut parler de préférence spécifique après avoir été exposé à certains stimuli, comme la voix de la mère. Mais pas de psychologie fœtale... Quant à ceux qui vont jusqu'à évoquer une psychiatrie fœtale, ils poussent le raisonnement à l'extrême, séparant le fœtus de sa mère. Or, dans cette vie prénatale, les deux sont indissociables. Spontanément et à leur rythme, les parents s'intéressent au petit locataire intra-utérin, et c'est très bien ainsi. Cet intérêt importe essentiellement sur le plan médical (éviter les toxiques en particulier, comme ne pas boire d'alcool ni fumer). Mais pour ce qui est de la santé psychique de l'enfant, il n'existe aucun argument pour penser que les émotions positives ou négatives des parents déterminent en anténatal les éprouvés de l'enfant; sauf bien entendu lorsqu'après la naissance sont réactivées ces expressions émotionnelles, à un stade où l'enfant est plus compétent pour les recevoir et surtout où les façons de les exprimer seront bien plus riches qu'à travers le placenta et la paroi abdominale.

La grossesse est un atelier psychique pour les parents: ils ne sont pas obligés de n'éprouver que du positif pour leur enfant à venir. De plus, les professionnels de la grossesse ne pourront que favoriser le lien en construction et ainsi travailler "pour le fœtus" s'ils s'intéressent d'abord à celle qui le porte: sa mère.»



### Plus d'infos:

Roegiers L., Molénat F.,  
Stress et grossesse; ERES, 2011.

# Le développement des sens du fœtus

**N**os émotions sont liées à notre conscience du monde extérieur, et partant, aux sens que nous avons développés. Mais les fœtus peuvent-ils vraiment avoir une conscience du monde extérieur via leurs sens ? Si oui, à partir de quand ? Pour situer cette question, voici quelques moments-clés dans le développement des sens du fœtus :

## Développement des sensibilités somesthésiques, proprioceptives et vestibulaires

- À partir de la **6<sup>e</sup> semaine**: développement des voies nerveuses somesthésiques (qui donnent des informations sur certaines sensations au cerveau: chaleur/froid, pression, douleur, toucher discriminant, vibrations...)
- **7-8 semaines**: début du développement du système vestibulaire (équilibre, perception des mouvements). Le nerf vestibulaire se relie aux structures réceptrices à 9 semaines.
- **8-9 semaines**: développement de terminaisons nerveuses (récepteurs) dans la bouche et la région péribuccale.
- **11 semaines**: développement des récepteurs tactiles au départ du visage, puis sur l'ensemble de la peau et les muqueuses à 20 semaines.
- **16 semaines**: développement du système proprioceptif, avec la formation des fuseaux neuromusculaires, les récepteurs articulaires et les organes tendineux de Golgi (pour sentir les forces exercées sur les muscles et les articulations, leur position, etc.)

## Goût et odorat (olfaction)

- **12 semaines**: apparition des bourgeons gustatifs sur la langue. Leur nombre augmentera jusqu'à la naissance.
- **13 semaines**: activation du sous-système olfactif au niveau des fosses nasales.

- **17-18 semaines**: ébauche des neuro-récepteurs de la muqueuse olfactive. La structure du bulbe olfactif se rapproche de celle de l'adulte.

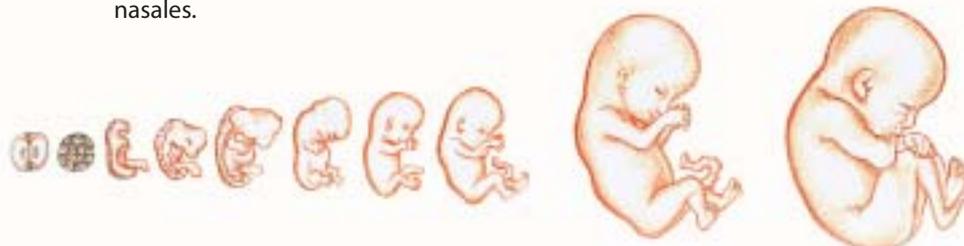
## Audition

- À partir de la **8<sup>e</sup> semaine**: début du développement de l'oreille moyenne.
- À **11 semaines**: ébauche de la membrane tympanique et de la chaîne des osselets qui va se développer jusqu'au 8<sup>e</sup> mois.
- **10-20 semaines**: développement de l'organe de Corti, siège des récepteurs auditifs pour capter les fréquences sonores d'abord aiguës, ensuite graves.
- **12 semaines**: présence des cils vibratoires internes et externes.
- **18-20 semaines**: entrée en fonction de la cochlée pour transformer le mouvement des cils en signal nerveux par le nerf auditif pour atteindre le cerveau. La cochlée sera mature vers 28-30 semaines.
- **24-25 semaines**: les voies nerveuses auditives sont fonctionnelles jusqu'au cortex (zone du cerveau qui pourra décoder les sons perçus).

## Vue

- **4-5 semaines**: apparition des vésicules optiques (ébauche de la rétine).
- **7 semaines**: formation du nerf optique.
- **11-12 semaines**: apparition des bâtonnets et des précurseurs des cônes.
- **18 semaines**: cônes et bâtonnets plus nombreux et plus développés, mais le système photorécepteur se développera après la naissance.

Source: Lecanuet Jean-Pierre, *Dans tous les sens... bref état des compétences sensorielles fœtales*, in Romana Negri et al., *Que savent les fœtus ? ERES 1001 bébés*, 2001, p. 17-34.



- (1) Castiello U, Becchio C, Zoia S, Nelini C, Sartori L, et al. (2010) Wired to Be Social: The Ontogeny of Human Interaction. *PLoS ONE* 5(10): e13199. doi:10.1371/journal.pone.0013199
- (2) DeCasper, A. J., & Fifer, W. P. (1980). Of human bonding: Newborns prefer their mothers' voices. *Science*, 208, 1174-1176
- (3) J.L. Hopson, *Psychology Today*, sept/oct. 1998, vol.31, (5) : 44-50.
- (4) Kisilevsky BS et al. Fetal sensitivity to properties of maternal speech and language. *Infant Behav Dev.* 2009 Jan;32(1):59-71. doi: 10.1016/j.infbeh.2008.10.002. Epub 2008 Dec 5.
- (5) Lecanuet JP, Schaal, B. Fetal sensory competencies. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1996; 68 :1-23
- (6) Reyes Gomez U et al. Mozart's music in the prenatal period. *Ginecol Obstet Mex* 2006; 75 :424-8.
- (7) La psychologie fœtale, interview accordée à Jean-François Marmion dans *Le Cercle Psy N°4*, mars/avril/mai 2012, pages 60-63.
- (8) DiPietro JA, Hodgson DM, Costigan KA, Johnson TR. Fetal antecedents of infant temperament. *Child Dev.* 1996 Oct; 67(5):2568-83.
- (9) DiPietro JA, Hilton SC, Hawkins M, Costigan KA, Pressman EK. Maternal stress and affect influence fetal neurobehavioral development. *Dev Psychol.* 2002 Sep;38(5):659-68.
- (10) B. Devlin, M. Daniels, and K. Roeder, The Heritability of IQ, *Nature*, Vol. 388 (July 31, 1997), pp. 468-471



# L'ADN de...

## Éric LAHAYE

### Infirmier urgentiste

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

Photos: **SCIENCE** (ADN), [freeimageslive.co.uk](http://freeimageslive.co.uk) (p.16)

#### Recto

16

**Infirmier, c'est une vocation que vous avez depuis tout petit ? Comment l'idée d'exercer ce métier vous est-elle venue ?** Je pense qu'enfant je suis tombé dans la «marmite». D'une part, j'ai toujours entendu prononcer des termes médicaux avec une maman secrétaire médicale et un papa ostéopathe, difficile d'y couper... D'autre part, dès mon plus jeune âge, j'ai «pratiqué» la profession d'infirmier... en qualité de patient, je ne pouvais m'empêcher d'admirer ces abeilles qui s'affairaient autour des patients en travaillant tant pour leur confort que pour leur distiller des soins de qualité... Le seul bémol: les piqûres ! J'ai toujours eu une phobie des aiguilles, moralité de l'histoire: ne pas s'arrêter à un «détail», certes piquant, pour choisir son orientation professionnelle...

**Comment devient-on infirmier urgentiste ?** Si ma vocation d'infirmier m'est rapidement apparue comme une évidence, celle d'infirmier spécialisé en soins intensifs et d'urgence a nécessité réflexion. Sans vouloir donner de connotation religieuse à cette question, durant ma 2<sup>e</sup> année de baccalauréat, une révélation m'est apparue... C'était les urgences sinon rien ! En 1<sup>er</sup> année, on est un peu l'homme à tout faire, il est donc difficile de faire un choix. Et puis, il y avait la porte rouge des urgences du CHR derrière laquelle j'essayais de jeter un coup d'œil... Ma curiosité a été piquée au vif. Les urgences ont cette particularité qu'aucune journée n'est reproductible. En outre, toutes les facettes de notre profession d'infirmier y sont représentées: social, pédiatrie, éducation à la santé, psychiatrie... la liste est longue.

**Vous coordonnez le projet PIT, en quoi consiste-t-il ?** Quand nous étions étudiants et lors de certaines soirées arrosées, nous ne pouvions nous empêcher de refaire le monde. Nous évoquions déjà l'idée de mettre un infirmier spécialisé dans une ambulance... 10 ans plus tard, le SPF Santé publique démarrait le projet. Ses missions: diminuer l'intervalle médical libre, ajouter un maillon à la chaîne de secours, permettre de «soulager» le SMUR et le libérer pour des interventions nécessitant obligatoirement un médecin et enfin, améliorer le transport sanitaire des patients. Le PIT, c'est la conjonction d'expertises tant ambulancières qu'infirmières. C'est un grand pas vers l'autonomisation cadrée de l'infirmier(e).

**Quels sont vos rapports avec la science ? Quels sont vos premiers souvenirs «scientifiques» ?** Ils concernent ma personne. Au fil du temps, ma peur s'est muée en curiosité, puis en conviction. J'ai par ailleurs eu la chance de croiser, durant mes rénovés, un éminent et captivant prof de sciences qui m'a permis d'asseoir certains choix. Et puis, les repas familiaux ont été les premiers congrès scientifiques auxquels j'ai pu participer !

**Quelle est la plus grande difficulté rencontrée dans l'exercice de votre métier ?** J'aime mon métier mais pas toujours les conditions dans lesquelles on l'effectue au quotidien. C'est un problème sociétal: les urgences s'engorgent toujours plus pour plusieurs raisons. Nous sommes dans une société «drive-in» et «all inclusive»: inscription, examens, soins, traitements et guérison immédiate, le tout dans un laps de temps le plus court possible. Certaines pathologies prises en charge en salle d'urgence relèvent clairement de la médecine générale. C'est un travail de longue haleine que de rééduquer les patients à revenir au concept, devenu obsolète, de médecin de famille.

**Quelle est votre plus grande réussite professionnelle jusqu'à ce jour ?** Ma réponse sera quadruple. Primo, vu le turnover de personnel infirmier aux urgences, je m'estime heureux d'être encore là après 13 ans. Secundo et point auquel je tiens le plus: avoir gardé intègre mon empathie pour les patients. Tertio, pas un jour ne passe sans qu'une introspection se fasse, chose essentielle dans ce métier. Enfin, je suis heureux d'avoir pu voir naître le PIT au sein de notre hôpital.

**Quels conseils donneriez-vous à un jeune qui aurait envie de suivre vos traces ?** Ne pas se lancer dans cette belle et grande aventure si on a soif de reconnaissance ou que l'on désire soigner son ego. Le seul conseil que je me permettrai d'évoquer, c'est: «Prodigue les soins à l'attention de tes patients comme s'il s'agissait d'un membre de ta famille et ton travail devrait être de qualité». ■

NOM: LAHAYE  
 PRÉNOM: Éric  
 ÂGE: 34 ans  
 ENFANTS: 2

PROFESSION: Infirmier au Service des Urgences du CHR de Namur, coordinateur du projet pilote fédéral PIT (Paramedical Intervention Team), chargé de cours à l'IPF de Namur et Administrateur de l'AFIU.

FORMATION: Institut Saint-Remacle de Marche-en-Famenne (secondaire); EPNAM (baccalauréat en soins infirmiers); HENALLUX (Spécialisation en soins intensifs et aide médicale urgente).

ADRESSE: Avenue Albert I<sup>er</sup>, 185 à 5000 NAMUR  
 Tél.: 081/72.67.07



### Plus d'infos:

[eric.lahaye@chnamur.be](mailto:eric.lahaye@chnamur.be)

<http://www.chrn.be>

<http://www.hepn.be>

<http://www.henallux.be>

## Verso

**Je vous offre une seconde vie, quel métier choisiriez-vous ?** Pourrais-je en avoir plusieurs ? Parce que ce qui me manque, c'est du temps. Mais pour répondre à la question, je signe des deux mains pour la profession d'infirmier.

**Je vous offre un super pouvoir, ce serait lequel et qu'en feriez-vous ?** Étant féru de cinéma, je ne peux m'empêcher de penser au film Minority report où les précogs des êtres mutants peuvent prédire les crimes à venir par leur don de prescience, qui est la faculté de pouvoir lire dans l'avenir. Si vous deviez m'offrir un don, ce serait celui-là. Imaginez qu'en lieu et place du 112, ce soit l'inverse: ce ne sont plus les patients qui téléphonent pour demander du secours mais bien une équipe de secouristes qui serait envoyée avant que l'incident ne se produise... Quelle révolution dans le paysage de l'aide médicale urgente !

**Je vous offre un auditoire, quel cours donneriez-vous ?** Quel que soit le sujet, il faut l'aimer et y adhérer pour bien le traiter.

**Je vous offre un laboratoire, vous plancherez sur quoi en priorité ?** Ayant un certain intérêt pour l'antalgie, in fine, je travaillerais sur la molécule miracle permettant d'annihiler toutes formes de douleur et ce, sans effet secondaire indésirable. Au 21<sup>e</sup> siècle, nous ne sommes pas encore en mesure de supprimer la souffrance physique chez tous nos patients...

**Je vous transforme en un objet du 21<sup>e</sup> siècle ou du futur, ce serait lequel et pourquoi ?** À l'ère de l'électronique et du digital, ma réponse va être un peu «old school»: un sablier ! Car durant toute sa vie professionnelle et privée, on passe son temps à courir derrière lui ou à le voir s'égréner. Être un sablier me permettrait d'en avoir la maîtrise. Voilà un concept futuriste: contrôler le temps pour pouvoir vivre plusieurs vies !

**Je vous offre un billet d'avion, vous iriez où et qu'y feriez-vous ?** Sans hésitation, là où je pourrais être utile ! Je suis déjà parti en mission humanitaire au Rwanda. Certaines priorités familiales ne m'ont pas encore permis de rééditer l'expérience

mais cela ne saurait tarder. Ce genre d'aventure permet de relativiser bien des choses et de bousculer nos croyances. Mais, vous pouvez aussi m'offrir un ticket de bus car il y a aussi de l'humanitaire dans nos villes. Maintenant, un billet pour les États-Unis, je n'y vois aucune objection non plus !

**Je vous offre un face à face avec une grande personnalité du monde, qui rencontreriez-vous et pourquoi ?** Dieu. Pas pour évoquer l'aspect religieux de son job mais pour débattre de certains sujets philosophiques... et lui faire part aussi de quelques griefs. Je serais curieux de connaître son point de vue sur certains concepts : la souffrance, la mort, la justice, le bonheur... Mais nous en aurions pour l'éternité à en discuter ! ■



# Cinéma 3D

## ou l'illusion du relief

*Avatar, The Hobbit, Avengers ou encore le dernier Pirates des Caraïbes... Ces films ont tous les quatre été tournés et projetés en 3 dimensions. Même si cette technologie a du mal à décoller, ces dernières années, grâce à l'avènement du numérique, on voit apparaître à l'affiche des salles obscures de plus en plus de films en 3D (ou stéréoscopiques). Révolution ou gadget ?*

18



Texte: **Julie SCHYNS** • [julie.schyns@gmail.com](mailto:julie.schyns@gmail.com)

Photos: **IMAX** (p.18), schéma basé sur **CVP2010** (p.19),

schéma basé sur **Disney** (p.20), **3D Wallace'10** (p.21)

**C**oncrètement, le cinéma en 3 dimensions permet au spectateur, muni de lunettes spécifiques, de ressentir, lors de la projection, des impressions de relief et de profondeur. Pourtant l'écran ne possède que 2 dimensions, tout comme les images projetées. Avant de comprendre le fonctionnement du cinéma 3D, cassons un préjugé: cette technologie n'est pas neuve. Les recherches ont débuté dès l'invention du cinématographe. En 1903 déjà, Louis Lumière réalise un remake en relief de *L'arrivée du train en gare de la Ciotat*. Avant cela encore, au début du 19<sup>e</sup> siècle, Charles Wheatstone, physicien anglais, concevait le stéréoscope, un appareil permettant à chaque œil de voir une image différente et de recréer ainsi une vue en relief. C'est le premier à comprendre que les différences entre les

images vues par chacun des 2 yeux véhiculent l'information de profondeur. Là, se situe la base du principe de la technologie 3D, qui tente de recréer l'illusion du relief perçu dans la réalité.

### La perception du relief par l'œil humain

Au quotidien, nous saisissons la profondeur du monde qui nous entoure grâce à 2 types d'indices: les facteurs monoscopiques (ou monoculaires), qui résultent des informations données par un seul œil, et les facteurs stéréoscopiques (ou binoculaires) qui nécessitent l'utilisation des 2 yeux. Les indices

monoculaires permettent à l'œil de percevoir la distance et le volume des objets. Grâce à l'occlusion (un objet partiellement occulté par un autre se situe derrière lui), nous déduisons quel objet est le plus proche. La taille relative des objets est aussi une indication, plus les éléments de notre environnement semblent petits, plus ils apparaîtront comme éloignés. Parmi les facteurs monoculaires, on compte également l'accommodation ou la mise au point effectuée par le cristallin qui se contracte ou se dilate afin de focaliser sur la rétine l'image d'un objet proche ou éloigné. Si nous focalisons notre regard sur un objet proche, l'effort musculaire fourni par le cristallin informe le cerveau sur la courte distance qui nous sépare de l'objet et inversement. Les gradients de texture donneront, eux aussi, des indications à l'œil car plus la texture d'un

objet présentera de détails, plus l'objet semblera proche. Les jeux d'ombres et de lumières, la perspective et le flou atmosphérique (à grande distance, l'air diminue les contrastes et atténue les couleurs des objets) amèneront d'autres indices sur la position des éléments. Enfin, il faut mentionner la parallaxe de mouvement, indice efficace lorsque nous nous déplaçons. Si nous sommes dans un train en marche, par exemple, les éléments éloignés dans le paysage sembleront bouger moins vite que les objets proches de nous. Le cinéma en 2D emploie tous ces indices monoscopiques, tout comme les peintres et les photographes qui utilisent des indices tels que les lignes de fuite, le flou artistique, etc... pour donner un sentiment de profondeur à leurs œuvres.

Le cinéma 3D, lui, utilise tous les indices monoculaires mais en plus, introduit de la nouveauté grâce à l'utilisation d'indices stéréoscopiques: la convergence et la parallaxe. Le premier facteur se définit comme un mouvement latéral des globes oculaires, ceux-ci se tournent vers l'objet afin que les 2 axes optiques se croisent à l'endroit de l'objet. La parallaxe, quant à elle, est l'écart latéral entre les images d'un objet vu par les 2 yeux. Et puisque les yeux sont légèrement décalés l'un par rapport à l'autre, ils reçoivent chacun une image légèrement différente. Si l'on fixe un objet statique en fermant un œil et puis l'autre, on s'aperçoit d'ailleurs assez vite que l'objet semble avoir bougé. Le cerveau reçoit donc 2 images distinctes, qu'il va fusionner pour créer une image unique en relief. C'est cette impression

de relief qu'on appelle «stéréopsie». On estime que jusqu'à 10% de la population ne perçoit pas les indices binoculaires, ils ne peuvent donc voir le relief, ni les effets 3D au cinéma, car cette technologie ne se base que sur la parallaxe, qui est un indice stéréoscopique. Cela n'empêche pas, par contre, ces personnes de fonctionner «normalement» dans le monde réel puisque les indices monoculaires peuvent, à eux seuls, suffire pour percevoir la profondeur.

## Recréer l'illusion du relief au cinéma

Pour recréer l'illusion du relief, le cinéma, via les technologies 3D, va tenter de reproduire ce que nos yeux captent naturellement dans la réalité, en présentant une image à chacun des 2 yeux. Cela se traduit techniquement, au tournage, par l'utilisation de 2 caméras. Une fois les images enregistrées, il faudra s'assurer, lors de la projection, que chaque image parvienne au bon œil. C'est là qu'interviennent les fameuses lunettes 3D.

Attardons-nous d'abord sur l'étape du tournage. Le réalisateur va donc utiliser 2 caméras séparées l'une de l'autre par une certaine distance, dite «distance interaxiale», elles vont filmer 2 vues avec un léger décalage horizontal. Plus le cinéaste écarte les caméras, plus les vues sont différentes et donc plus l'effet de relief augmente lors de la projection. Étant donné que la largeur des caméras ne permet pas de les coller l'une contre

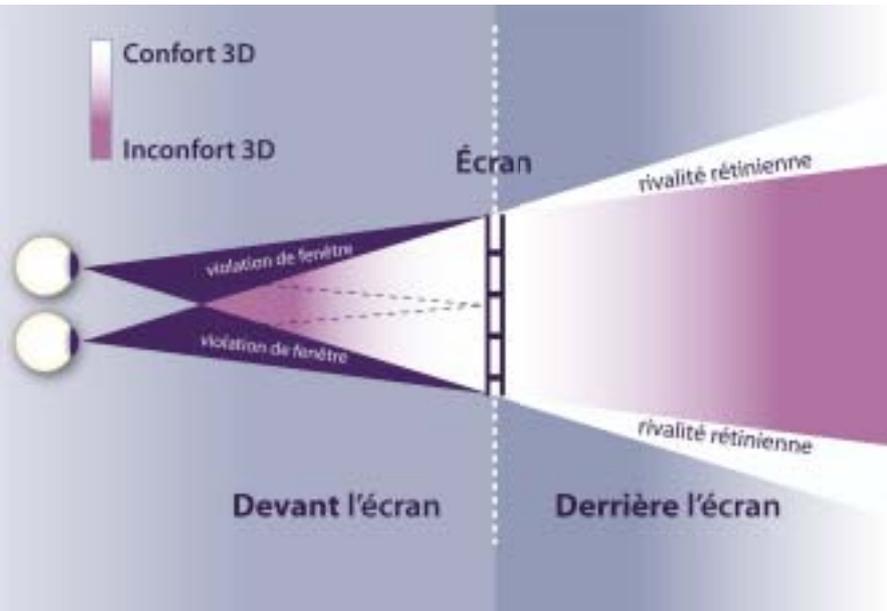
l'autre, s'ils veulent une distance interaxiale faible, les cinéastes doivent utiliser un miroir, placé à 45° devant une des caméras. On simule ainsi une paire de caméras dont la distance peut être aussi faible que désirée. Les 2 axes optiques des caméras convergent en un point, dit «point de convergence», avec un léger angle. Lorsque l'objet filmé se situe au point de convergence, les 2 images obtenues sont identiques et la parallaxe est nulle, l'objet apparaîtra alors dans le plan de l'écran sans effet de relief. En variant l'angle de convergence des caméras pour que l'objet filmé, par exemple un personnage, se situe devant le point de convergence des caméras, le réalisateur obtient un effet de jaillissement car le personnage se retrouve devant le plan de l'écran.

Au contraire, si le cinéaste augmente l'angle de convergence des caméras, le personnage va se retrouver derrière le point de convergence, il apparaîtra alors derrière l'écran lors de la projection. Le cinéaste crée ainsi des effets de profondeur, qui donneront le sentiment au public dans la salle de cinéma que l'objet provient d'un plan situé derrière l'écran (Voir schéma ci-dessous). Mais si certains réalisateurs vont choisir de jouer avec la convergence des caméras, d'autres préféreront les laisser parallèle. Il s'agit d'un choix esthétique. Dans ce cas, le point de convergence sera infiniment loin et n'importe quel objet se situera toujours devant le plan de l'écran, en jaillissement. Le cinéaste travaille alors en post-production pour décaler les images et ainsi reculer la scène d'une distance précise.

La différence entre le processus artificiel de la technologie 3D et le fonctionnement naturel de perception du relief, c'est que dans la réalité, l'endroit où l'œil fait la mise au point (accommodation) correspond toujours à l'endroit où les yeux convergent. Tandis qu'au cinéma, le spectateur fait la mise au point sur l'écran alors que ses yeux vont converger vers l'objet d'intérêt, qui se situera en avant ou en arrière de l'écran. C'est ce qui provoque un conflit «accommodation/convergence». L'image est présentée sur un plan à distance fixe du spectateur alors qu'on lui donne l'illusion que l'image est constituée d'objets situés à différentes distances. Ce processus n'est pas naturel et peut entraîner une fatigue oculaire. Si l'écran se situe à quelques mètres, au moins, du spectateur, cette

Lorsque l'objet filmé se situe au point de convergence, lors du tournage, il apparaîtra dans le plan de l'écran sans effet de relief à la projection. Si l'objet filmé se situe devant le point de convergence des caméras, il se retrouvera devant le plan de l'écran et on obtiendra alors un effet de jaillissement sur l'écran de cinéma. Au contraire, si l'objet filmé se retrouve derrière le point de convergence, au tournage, il apparaîtra derrière l'écran lors de la projection.





fatigue ne sera pas importante. Par contre, sur un écran d'ordinateur portable ou de GSM, ce conflit peut être désagréable. Ce sera au cinéaste de trouver un juste milieu pour ne pas surexposer le spectateur à des effets de reliefs et ne pas non plus donner l'impression que son film est plat. Mais il s'agit d'impressions subjectives difficilement généralisables. D'autant plus que certaines personnes, comme les personnes âgées, ressentent en général plus rapidement une fatigue visuelle.

### Les causes d'inconfort visuel

De manière plus générale, les réalisateurs savent qu'ils doivent respecter des règles s'ils veulent éviter certaines gênes visuelles. Il existe une «zone de confort» (voir schéma ci-dessus). Si on s'aventure en dehors de cette zone, 2 problèmes peuvent se poser. La rivalité rétinienne intervient lorsqu'un objet n'apparaît que dans le champ de vision d'un seul des 2 yeux. On parle de violation de fenêtre quand certains éléments de l'avant-plan en jaillissement sont masqués par les bords latéraux de l'écran car les indices monoculaires et stéréoscopiques ne concordent plus. Il est également primordial que les caméras soient toujours parfaitement réglées pour qu'il n'y ait aucun décalage vertical.

Aussi, la différence entre les images gauche et droite ne doit pas être trop importante, sinon les yeux vont diver-

ger pour fixer les 2 images, ce qui peut entraîner des maux de tête, voire des nausées. Il est donc impératif de connaître, à l'avance, les dimensions de l'écran sur lequel sera projeté le film puisque la distance entre les images s'agrandira avec la taille de l'écran. Un long-métrage conçu pour un téléviseur ne peut pas être projeté sur un écran de cinéma sans avoir subi une diminution de parallaxe en post-production. La position du spectateur dans la salle par rapport à l'écran constitue également un paramètre à prendre en compte. Lorsqu'on regarde un film en 3D, plus on se rapproche de l'écran, plus l'image se comprime et plus on s'éloigne, plus l'image s'allonge. En fonction de l'angle de convergence choisi au tournage, certaines positions permettront au spectateur d'apprécier les effets de relief de manière optimale. Le cinéaste fera une sorte de moyenne par rapport à la taille de la salle de cinéma, c'est pourquoi on conseille généralement au public de se positionner au centre de la salle.

### Les modèles de lunettes 3D

Dans la salle de cinéma, sans lunettes 3D, le spectateur verrait, à l'écran, 2 images superposées l'une sur l'autre (mais légèrement décalées). Grâce aux lunettes, les images droites vont arriver dans l'œil droit et les images gauches dans l'œil gauche. Il existe différents types de

technologies. Les lunettes anaglyphes, modèle le plus ancien, sont pourvues de verres rouge et cyan (mélange vert-bleu). À l'écran, 2 images différentes de la même scène sont colorisées, l'une en rouge, l'autre en vert. Chacun des yeux lira ainsi l'image qui lui est destinée et le cerveau reconstituera une seule et unique image en relief.

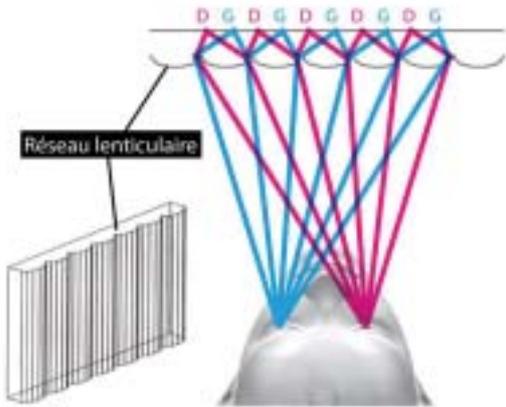
Deuxième technique, le système *Dolby* repose sur la décomposition spectrale de la lumière, via une modulation de l'amplitude des longueurs d'onde. Chaque verre des lunettes filtre les longueurs d'onde pour ne laisser passer que celles destinées au bon œil.

Le troisième type de lunettes passives, et le plus courant, utilise la polarisation. Avec ce système, un filtre placé devant l'objectif du projecteur va modifier la polarisation de la lumière qui arrive sur l'écran. L'image destinée à l'œil droit est, par exemple, polarisée de manière horizontale, tandis que celle attribuée à l'œil gauche le sera verticalement. Le verre droit des lunettes ne recevra alors que la polarisation horizontale et la polarisation verticale arrivera sur le verre gauche. Cette technique nécessite un écran métallisé car l'écran blanc ordinaire détruit l'effet de polarisation.

À côté de ces techniques passives, il existe les lunettes actives où un système électronique sépare les informations destinées à l'œil gauche et à l'œil droit avec 2 obturateurs à cristaux liquides. Ceux-ci, une fois les lunettes activées, bloquent ou laissent passer alternativement la lumière, en synchronisme avec le projecteur qui affiche les images gauche et droite en succession rapide. Une des conséquences importantes de toutes ces technologies est une importante perte de luminosité puisque les filtres «mangent» une bonne partie de la lumière. De plus, chaque œil ne reçoit



# Films en 3D: *stop ou encore ?*



que la moitié de lumière projetée.

Il faut, enfin, mentionner l'autostéréoscopie ou la 3D sans lunettes, système actuellement en développement. Deux technologies coexistent. La première repose sur le placement d'une barrière de parallaxe devant l'écran qui filtre les rayons de lumière et les dévie vers le bon œil, pendant que l'autre est masqué. La seconde technique utilise des micro-lentilles placées à la surface de l'écran, qui dévient les rayons lumineux vers le bon œil. L'inconvénient de ces deux systèmes: ils ne fonctionnent que si le spectateur est placé correctement face à l'écran. Si ce n'est pas le cas, les yeux ne recevront pas les bons rayons lumineux et l'effet de relief peut même être complètement inversé. Au cinéma, la 3D sans lunettes est donc difficilement exploitable puisque la salle est grande et les positions par rapport à l'écran trop multiples. Par contre, il existe des téléviseurs 3D sans lunettes. Mais là, on sort du domaine des salles obscures. ■



## Plus d'infos:

**Michel Benoît, La stéréoscopie numérique. Tourner, éditer, diffuser, imprimer, projeter,** Eyrolles, Paris, 2012.

**Borel Thierry, Cinéma. La conquête de la 3D,** in Pour la Science, n°416, juin 2012.

**S**ommes-nous en train d'entrer dans l'ère du cinéma en 3 dimensions, au détriment des films en 2D ? L'engouement ne semble pas au rendez-vous... Cette technologie peine à séduire le spectateur, même s'il faut reconnaître le succès de certains films en 3D, comme *Avatar* (2009) de James Cameron. D'abord, le cinéma stéréoscopique engendre des budgets financiers supplémentaires pour les exploitants de salles, au moins pour l'achat et l'entretien des lunettes, le prix se répercute alors sur le ticket d'entrée, ce qui peut rebuter le public. Choisir de filmer en 3 dimensions aura également une influence sur l'esthétique du film, au niveau du rythme notamment. Un enchaînement rapide de plans courts ne permettra pas au spectateur d'assimiler toutes les images en relief qui s'offrent à lui, sans être source de fatigue, maux de tête... Dans un film d'action par exemple, les cinéastes auront tout intérêt à privilégier un changement de plan moins fréquent en compensant avec plus de mouvements de caméras. Le réalisateur devra aussi veiller à ne pas provoquer de brutaux changements entre 2 scènes lors d'un changement de plan car ceux-ci peuvent perturber le cerveau du spectateur. La perte de luminosité et le port des lunettes constituent également des sources d'inconfort, tout comme les sous-titres car ceux-ci ajoutent encore un plan de profondeur supplémentaire au relief de la scène.

Au niveau économique, le modèle du cinéma 3D semble encore se chercher. Selon Dick Tomasovic, professeur en arts du spectacle à l'Université de Liège, «industriellement et économiquement, tous les éléments pour que la 3D se développe sont là aujourd'hui. Le cinéma est à nouveau en crise, il y a une grosse concurrence des autres médias. Il faut ramener du monde dans les salles. Mais il y aurait une déception généralisée du public et des critiques qui trouvent que la 3D n'apporte pas grand-chose en termes de mise en scène. D'autant plus que les films réalisés en 3 dimensions sortent quand même en 2D. Déjà dans la stratégie commerciale, on voit que le petit plus apporté par la 3D est relatif. Tant du point de vue des salles commerciales que des salles d'art et d'essai, la 3D semble avoir joué le rôle d'argument majeur pour le passage aux technologies numériques de projection. Cette numérisation des salles étant désormais accomplie, on peut légitimement se demander si la 3D sera encore aussi soutenue par les distributeurs. Je pense qu'au mieux 3D et 2D vont cohabiter au cinéma, au pire la 3D perdra la bataille».





TU CROIS QUE  
C'EST EN 2013  
QU'ON VA SURFER  
PAR LA PENSÉE?

# Trucs et astuces pour 2013 sur le web



22

Texte: **Christian VANDEN BERGHEN** • [cvb@easi-ie.com](mailto:cvb@easi-ie.com) • <http://www.easi-ie.com>  
[http://www.twitter.com/easi\\_ie](http://www.twitter.com/easi_ie) • <http://www.inventerlefutur.eu>

Illustrations: **O. SAIVE/ Cartoonbase**

**U**ne nouvelle année démarre et c'est la saison des bonnes résolutions. Voici une petite collection de trucs et astuces pour vous aider à exploiter le Web plus efficacement. Dans la première partie de cet article, nous avons regroupé des astuces pour les réseaux sociaux, *Gmail* et pour chercher plus rapidement et avec davantage de précision.

## Réseaux sociaux

### Réalisez un backup de vos contacts sur LinkedIn

Il y a objectivement très peu de risques que *LinkedIn* perde vos données. Par contre, personne n'est à l'abri d'un piratage, même le site de *LinkedIn*. Il est donc bien utile de réaliser de temps à autre une sauvegarde de vos contacts.

### → Comment ?

- allez sur la page de vos contacts (relations)
- en bas à droite, cliquez sur le lien «Exporter vos relations»
- choisissez le format désiré

C'est tout ! Pour sauvegarder votre profil proprement dit, *LinkedIn* ne propose pas de solution. Mais il suffit de copier l'ensemble du texte et de le coller dans un traitement de texte quelconque.

### Chrome pour surfer

Si vous utilisez le navigateur *Google Chrome* (<http://goo.gl/CJ2De>), vous serez intéressé par ces quelques extensions qui nous sont devenues indispensables. Pour ceux qui ne connaissent pas les extensions, sachez qu'il s'agit de petites applications gratuites qui viennent améliorer encore la navigation ou apporter

un supplément de confort. Il en existe des milliers dans tous les domaines.

Pour les installer, cliquez sur les 3 petits traits horizontaux en haut à droite de *Chrome*, puis sur «Outils» et enfin, sur «Extensions». La page affichera alors les extensions éventuellement déjà installées. Tout en bas, un lien «Plus d'extensions» vous amènera sur le site où elles sont répertoriées. Nous vous recommandons tout particulièrement d'installer celles-ci même si évidemment, cette sélection est totalement subjective.

Pourquoi avons-nous choisi de présenter des extensions pour le navigateur *Chrome* ? Parce que nous le trouvons plus rapide, plus léger et plus pratique que *Firefox* qui est devenu lent au fil des années. Cependant, certaines des extensions présentées ici ont leur équivalent pour *Firefox*. Quant à *Internet Explorer*, il appartient à une époque révo-

lue et surtout, il est totalement fermé, ce qui empêcherait toute installation d'extensions.

#### ► **Goo.gl URL Shortener**

Comme son nom l'indique, cette extension permet de raccourcir l'adresse d'une page. Indispensable quand il s'agit de coller une adresse dans un document ou un mail.

<http://goo.gl/tci8g>

#### ► **AdBlock**

Si vous ne supportez plus les publicités qui viennent encombrer votre écran, installez *Adblock* !

<http://goo.gl/oDUtI>

#### ► **Clearly**

*Clearly* nettoie une page de tout ce qui parasite l'essentiel. Testez-la sur une page Web et vous obtiendrez immédiatement un texte tout propre, beaucoup plus facile à utiliser et à imprimer.

<http://goo.gl/6VrTF>

#### ► **Copy Without Formatting**

Si vous avez déjà essayé de copier un texte provenant d'une page Web et de le coller dans un document *Word*, vous aurez pu constater que le texte a conservé les liens et ses formats et qu'ensuite, il faut commencer à tout nettoyer. Avec cette extension, vous sélectionnez du texte, vous cliquez sur la petite icône qui apparaît et votre texte «propre» est copié dans le

presse-papier. Il ne reste plus qu'à le coller dans le document final.

<http://goo.gl/mgHIH>

#### ► **Page Eraser**

Cette extension vous permet de faire disparaître par magie tout ce que vous souhaitez sur une page Web. Vous pouvez supprimer des images, des blocs de texte, etc.

<http://goo.gl/EkV7T>

#### ► **Send from Gmail**

S'il vous arrive d'envoyer des adresses de pages Web par email, à vous-même ou à d'autres, vous ne pourrez plus vous passer de cette extension. Il est même possible de définir par quels mots doit débiter l'objet du message, par exemple «À lire».

<http://goo.gl/nHniG>

#### ► **Simple Startup Password**

Peut-être avez-vous des collègues ou un patron curieux ? Ou peut-être ne souhaitez-vous pas que vos enfants accèdent à votre navigateur *Chrome* ? Dans tous les cas, l'astuce suivante est intéressante. Il existe en effet un moyen de protéger *Google Chrome* par un mot de passe. Pour cela, il suffit de télécharger l'extension *Simple Startup Password* à l'adresse <http://goo.gl/WJ3fn>.

C'est tout simple ! À condition de fermer *Chrome* avant que votre ordinateur se mette en sommeil...

## Gmail pour tout envoyer

*Gmail* est sans doute, et de loin, le meilleur gestionnaire de courrier électronique actuel. Parfaitement intégré avec les autres applications de *Google*, *Gmail* est devenu l'outil central du travailleur du web, nomade ou non. Voici quelques astuces qui rendent *Gmail* encore plus pratique et agréable à utiliser.

#### ► **Chercher dans les pièces jointes**

*Gmail* permet de lancer une recherche dans les pièces jointes, dont le contenu est désormais également indexé. L'opérateur «has:attachment» permet de trouver les messages ayant une pièce jointe. Il suffit d'y ajouter une commande «has:attachment filename:ppt» pour trouver tous les messages ayant un fichier *Powerpoint* en pièce jointe.

*Exemple*: Pour savoir quels messages ont un fichier *Powerpoint* en pièce jointe qui contient le mot «présentation», la syntaxe sera:

[has:attachment filename:ppt présentation](#)

#### ► **Afficher des icônes plus explicites**

Quand vous recevez un message avec un attachement, celui-ci vous est signalé par une pince trombone, finalement peu explicite. Il est facile de la remplacer par des icônes montrant la nature de la pièce jointe. Pour cela, il suffit d'installer l'extension (pour *Chrome*) «Attachment Icons for Gmail» (<http://goo.gl/xZbKZ>).

#### ► **Supprimer la publicité**

Dans sa version gratuite, *Gmail* est pollué par la publicité. Là aussi, la solution est simple: *Adblock* (<http://goo.gl/cKV63>) qui fonctionne tout aussi bien sur les autres pages web comme *Facebook* par exemple.

#### ► **Envoyer directement les attachements vers Drive**

Une autre extension, *Gmail Attachments To Drive*, permet d'envoyer immédiatement un attachement vers *Drive*. Cette extension ajoute un lien «Save to Drive» entre les liens «Afficher» et «Télécharger».





Depuis quelques jours, *Google* semble avoir ajouté cette fonction par défaut (sans qu'il soit nécessaire d'installer l'extension) dès que *Gmail* détecte la présence d'une pièce jointe.

#### ▶ Annuler un message envoyé avec Gmail

Vous avez écrit et envoyé un message sans être suffisamment attentif au destinataire et vous vous apercevez trop tard qu'il a été adressé à quelqu'un d'autre. Avec *Gmail*, c'est réparable à condition de réagir dans les 6 secondes.

##### → Comment ?

Commencez par aller dans les paramètres de votre compte *Gmail* (en cliquant sur la petite roue dentée en haut à droite de l'écran), puis dans «Paramètres de messagerie», puis cliquez sur «Labos». Dans «Labos», recherchez «Annuler l'envoi» et cliquez sur «Activer». N'oubliez pas de confirmer dans le bas de la page.

##### → Testez le système:

Envoyez un message à votre propre adresse. Juste au-dessus de l'écran, vous verrez apparaître un lien «Annuler le message». Cliquez dessus pour faire réapparaître votre message. Attention, vous ne disposez que de quelques secondes ! Bref, il vaut mieux

commencer par écrire son message et n'y mettre l'adresse du destinataire qu'après relecture du message...

#### ▶ Afficher les icônes des attachements dans Gmail

Si vous utilisez *Gmail* avec le navigateur *Chrome*, vous serez séduit par cette extension qui remplace la pince trombone indiquant un attachement par une icône beaucoup explicite. Vous verrez immédiatement s'il s'agit d'une image ou d'un document de la suite bureautique de *Microsoft*.

<http://goo.gl/xZbKZ>

#### ▶ Classer vos mails dans Gmail

*Gmail* est un formidable gestionnaire de courrier électronique, offrant une série impressionnante de possibilités de tris grâce à des libellés de couleurs, des tags, etc. Il permet aussi de chercher dans ses mails en utilisant toute la puissance de *Google*. Mais connaissez-vous les «Liens Rapides» ou «*Quick Links*» ?

Allez dans les paramètres de votre compte *Google*, dans l'onglet «*Labs*» et cherchez «Liens Rapides» ou «*Quick Links*» pour l'activer. Lorsque l'activation est faite, une nouvelle rubrique apparaît en bas à gauche de la page de *Gmail*. Il suffit maintenant de lan-

cer une recherche dans vos mails et de cliquer sur le lien en bas à gauche. Si par exemple vous souhaitez afficher tous les messages non-lus, tapez «label:unread» dans le champ de recherche. Et immédiatement, cliquez sur «Ajouter un lien rapide». *Gmail* crée alors un lien (comme un favori) pour cette recherche.

## Astuces de recherche pour tout trouver

### ▶ Utiliser vs. dans une recherche

Vous souhaitez trouver des alternatives à une marque, un produit, un concept, un outil ? Pourquoi ne pas utiliser la fonction d'auto-remplissage de *Google* ? Il suffit de taper un mot suivi de «vs» et d'un espace.

**Exemple:** comment trouver des alternatives à *Mindmanager* ?



Il y a évidemment bien d'autres méthodes mais celle-ci est néanmoins intéressante.

### ▶ Trouver des sites similaires

Il arrive fréquemment qu'on ait trouvé un site intéressant et qu'on cherche à trouver des sites similaires. Plusieurs méthodes sont possibles:

- sur la page des résultats de *Google*, passez la souris sur un lien et vous voyez apparaître à droite des chevrons qui ouvrent une copie de la page, avec un lien «Pages similaires»;
- toujours avec *Google*, il est possible d'obtenir un résultat... similaire avec la requête «related»:  
**Exemple:** «related:www.louvre.fr» pour trouver d'autres musées;
- utiliser un site comme *Similar Sites* (<http://www.similarsites.com/>)

### ▶ Rechercher des documents par type

Les grands moteurs de recherche proposent des syntaxes permettant

de limiter sa recherche à un type de document. La syntaxe de *Google* est «filetype»:

**Exemple: filetype:doc «méthode de recherche documentaire»** ne rapportera que des documents *Word* contenant l'expression «méthode de recherche documentaire».

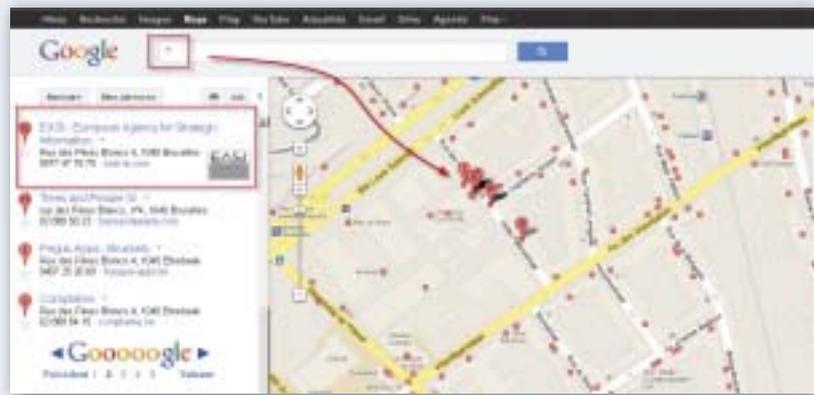
Beaucoup d'internautes croient que cette syntaxe ne permet de trouver que des documents réalisés avec *Microsoft Office* (doc, xls, ppt) ou des documents pdf.

**Essayez par exemple:**

- «filetype:dwf» pour limiter la recherche à des documents *Audodesk*
- «filetype:ps» pour limiter la recherche à des documents *Postscript*
- «filetype:kml» pour trouver des fichiers sur *Google Earth*

#### ► **Google Maps comme outil de recherche**

Saviez-vous qu'il est possible d'utiliser *Google Maps* comme outil de recherche ? Lancez une recherche sur une adresse quelconque (<http://maps.google.com/>). Maintenant, supprimez l'adresse qui figure dans le champ de recherche de *Google Maps* et remplacez l'adresse par un astérisque «\*»: vous verrez apparaître



des tas de points roses qui représentent tout ce que *Google* connaît sur cette carte. Survolez ces points avec la souris pour afficher les noms. Étonnant, non ?

#### ► **Trouver des icônes de bonne qualité**

Il n'est pas toujours évident pour illustrer nos nombreux profils sur les réseaux sociaux, de trouver des icônes de bonne qualité et qui s'harmonisent entre elles. Le site *Icon Archive* (<http://www.iconarchive.com/>) peut vous aider. Il permet de trouver, en tapant le nom de ce que l'on cherche (en anglais), des icônes à télécharger en format .ico, .icns et .png. Un filtre permet même de chercher des icônes par couleur et par taille. À tester d'urgence!



#### ► **Trouver des journaux dans le monde entier**

Les moteurs de recherche comme *Google* et d'autres disposent d'une base de données d'articles provenant de journaux et magazines, mais leur sélection de titre est finalement relativement étroite. Tous les titres des journaux de tous les pays sont-ils accessibles à partir d'un moteur de recherche ou d'un annuaire ? Non. Comme pour toute autre recherche, il faut faire appel à plusieurs sources. En voici quelques-unes:

- **NewspaperMap:** carte interactive permettant des recherches par titre, langue, pays (<http://newspapermap.com/>)
- **PaperBoy:** annuaire assez bien réactualisé (<http://www.thepaperboy.com/>)
- **Online Newspapers:** annuaire assez complet (<http://www.onlinenewspapers.com/>)
- **Newspapers** (<http://newspapers.com/>)
- **RefDesk** (<http://www.refdesk.com/paper.html>)

#### ► **Trouver des images similaires**

Vous voudriez savoir si votre logo a été copié ou imité ? Vous recherchez votre sosie ? Un truc tout simple: lancez une recherche dans *Google Image* (<http://www.google.be/imghp?hl=fr&tab=wi>), faites glisser l'image qui vous intéresse dans le champ de recherche et *Google* recherche les images similaires. ■

Dans le prochain numéro, vous retrouverez des astuces pour Evernote et pour Drive, mais aussi pour collecter de l'information à partir du Web.



# Heureux qui

**Contrairement aux feuilles mortes, les moments de bonheur ne se ramassent pas à la pelle. Il faut souvent les conquérir. Cette appropriation passe d'abord par un renoncement: nous devons faire le deuil du Bonheur (avec un grand «B»), ce territoire inaccessible, ce tonneau des Danaïdes où tous nos efforts se perdent pour alimenter les rivières de la frustration. Nous devons aussi être capables de gérer nos pensées, nos émotions, nos actions et certains processus physiologiques à l'œuvre dans notre corps. Dans un livre sorti en octobre dernier, le professeur Jacques Van Rillaer nous explique comment**

26

**D**ans *La nouvelle gestion de soi (1)*, ouvrage très documenté fondé sur de nombreuses observations cliniques et sur l'état actuel des connaissances dans le domaine de la psychologie scientifique, Jacques Van Rillaer, professeur émérite de l'Université catholique de Louvain et des Facultés universitaires Saint-Louis, à Bruxelles, balise la voie à emprunter pour cheminer vers une vie globalement plus heureuse.

Ce livre est une actualisation d'un ouvrage publié en 1992, *La gestion de soi*, que l'auteur destinait prioritairement aux professionnels de la psychologie. En remettant l'ouvrage sur le métier, il a réussi à le rendre accessible au plus grand nombre, rencontrant ainsi le vœu du célèbre psychologue américain George Miller, récemment décédé: que chacun devienne, dans bien des cas, son propre psychologue ou, mieux encore, le pilote de son quotidien.



# comme Ulysse...

Texte et propos recueillis par **Philippe LAMBERT** • [ph.lambert.ph@skynet.be](mailto:ph.lambert.ph@skynet.be)  
Photos: **S. RAUSSER** (p.26), **Ph.LAMBERT** (p.28), **RelaxingMusic/Flickr**(p.29)

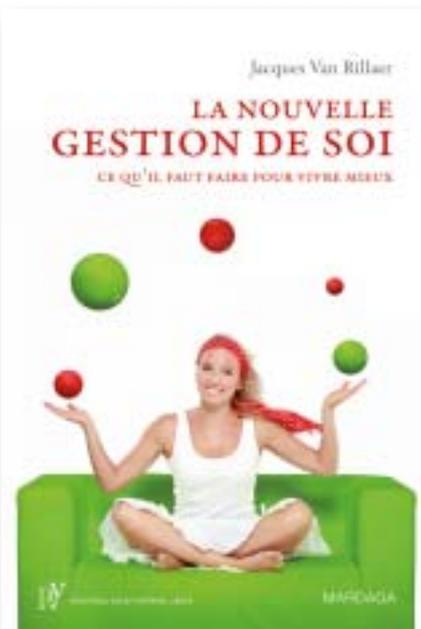
## I N T E R V I E W

**B**ien gérer nos pensées, nos émotions, nos comportements semble être une condition sine qua non pour accéder au bonheur. Mais encore faut-il s'entendre sur le terme ?...

Déjà dans l'Antiquité, des philosophes faisaient le lien entre le bonheur et la gestion de soi. Ils ne se complaisaient pas dans des jongleries conceptuelles, ils enseignaient comment contrôler des impulsions dangereuses, affronter l'adversité, multiplier les moments de sérénité. Les stoïciens pratiquaient des «exercices spirituels» comme l'examen de conscience, la concentration sur le présent, le changement de perspective sur des événements pénibles inévitables. Épicure, lui, distinguait 3 types de désirs: naturels et nécessaires, naturels et non nécessaires, non naturels et non nécessaires. Il conseillait de mettre à rude épreuve la troisième catégorie. Il

avait bien compris que la recherche frénétique du plaisir ne rend pas heureux.

On pourrait remonter bien plus haut dans l'histoire et évoquer Ulysse (2), confronté à la tentation d'écouter le chant mortel des sirènes. Homère raconte comment le prince d'Ithaque a utilisé des stratégies comportementales pour gérer des réactions qui auraient été fatales: neutraliser la stimulation en bouchant les oreilles des marins et prévenir le risque de mettre en œuvre sa propre impulsion en se faisant attacher au mât du navire. Ulysse aurait pu choisir de terminer sa vie par une expérience merveilleuse. S'il avait été vieux et atteint d'une maladie chronique, ç'eût été tout à fait raisonnable. Vivre, c'est toujours faire des choix. Nous devons choisir quotidiennement entre des conduites qui apportent rapidement du bonheur et d'autres, susceptibles d'en apporter plus tard.



## Jacques Van Rillaer

[ Nous pouvons **apprendre comment éprouver plus souvent du bien-être, du plaisir ou de la joie.** Nous nous rendons malheureux si nous rêvons de vivre dans l'euphorie perpétuelle. ]

Précisons qu'il est néfaste de concevoir le bonheur comme un état de bien-être permanent. Cette conception conduit à nier la possibilité d'être heureux, sauf à renvoyer à un hypothétique bonheur céleste *post mortem*. Deux choses sont à notre portée: le sentiment de satisfaction globale de notre existence et des moments de bonheur, d'intensité et de durée variables. Nous pouvons apprendre comment éprouver plus souvent du bien-être, du plaisir ou de la joie. Nous nous rendons malheureux si nous rêvons de vivre dans l'euphorie perpétuelle. La plus haute mission de la psychologie est d'aider ceux qui le souhaitent à éprouver moins de souffrances affectives et davantage de moments de bien-être.

## Trop d'analyse paralyse

**Pour se gérer, il faut se connaître. Mais pas trop peut-être ?**

Pascal écrivait: «*Il faut se connaître soi-même: quand cela ne servirait pas à trouver le vrai, cela au moins sert à régler sa vie, et il n'y a rien de plus juste*». Se connaître pour régler sa vie: ce précepte est un des fils conducteurs de la pensée occidentale depuis le «*connais-toi toi-même*» de Socrate. Il n'est pas inutile de rappeler que le philosophe athénien ne pensait guère à l'auto-analyse au sens moderne du terme. Se connaître, pour lui, c'était réfléchir à notre condition d'être mortel, chercher des règles de vie, effectuer un examen moral et mettre de l'ordre dans son existence.

Il y a 2 types de connaissance de soi qui nous sont utiles: d'une part, connaître des lois du fonctionnement psychologique et, d'autre part, observer et analyser des déterminants de nos propres comportements problématiques. Concernant les lois psychologiques, citons l'exemple des «*processus ironiques*». Lorsque nous nous efforçons de chasser des idées qui nous perturbent, nous risquons de les transformer en obsessions. Des expériences ont bien montré que la solution la plus efficace consiste à ne pas redouter les idées intrusives, à accepter qu'elles surgissent en nous et à refocaliser l'attention, sans se crispier, sur d'autres idées ou éléments externes.

L'observation méthodique de ses propres comportements et de leurs contingences, et ensuite leur analyse sont utiles lorsqu'on souhaite des changements substantiels de réactions. J'ai consacré plus de 30 pages de mon livre aux procédures les plus utiles à cet effet, tout en mettant en garde le lecteur: trop d'analyse paralyse. La voie royale du changement comportemental passe par des modifications actives de la façon de penser et d'agir. Les personnes qui ruminent indéfiniment leur passé (ou «*co-ruminent*» avec un psy) devraient méditer le destin de Narcisse (3).

## La cigale et la fourmi

**L**a gestion de soi doit-elle être une gestion par les objectifs ? Autrement dit, être heureux passe-t-il par le

**renoncement à de petits plaisirs immédiats au profit de buts plus fondamentaux ? Mais se pose alors la question de l'instant présent, pour certains le seul qui importe ?...**

Bien se gérer, c'est adopter des comportements qui apportent, à moyen ou à long terme, davantage de bonheur que des comportements qui sont particulièrement attractifs parce qu'ils procurent à court terme du plaisir et/ou le soulagement d'un mal-être. Ceci implique une prise de conscience et une réflexion sur les valeurs que l'on estime essentielles pour soi.

Ce n'est pas un hasard si La Fontaine met en première place de ses 240 fables *La cigale et la fourmi*. Toutefois, le choix de faire la fourmi ou plutôt la cigale est loin d'être toujours évident. On peut facilement imaginer la suite de la fable: la cigale, ayant chanté tout l'été, meurt en hiver; la fourmi vit encore plusieurs années, laborieusement, et finit par rejoindre la cigale dans la tombe. En définitive, la question n'est pas de se priver de plaisirs, bien au contraire; la question est d'apprendre à renoncer dans le présent à des plaisirs immédiats en fonction d'objectifs plus ou moins éloignés qui en valent vraiment la peine. Par ailleurs, la capacité d'éprouver du bien-être dans l'instant présent fait partie intégrante d'une bonne gestion de soi. On peut apprendre à devenir davantage conscient des possibilités de plaisir que permettent des situations et des actions de la vie quotidienne. Le petit déjeuner peut n'être que le remplissage de l'estomac pendant qu'on rumine des soucis.

Il peut aussi se vivre comme la chance de bénéficier d'une quantité impressionnante de services (pensons à tous ceux qui ont travaillé pour ce qui se trouve sur notre table), il peut se savourer en pleine conscience et devenir un moment de bonheur.

### **P**ourquoi est-il important de dissocier les notions de gestion de soi et de contrôle de soi ?

À ma connaissance, le premier texte important de psychologie scientifique sur la gestion de soi est un chapitre du livre *Science et comportement humain* de Skinner, paru en 1953. Le chapitre s'intitulait «*Self-control*». Skinner écrivait notamment: «*Dans une large mesure, la personne apparaît comme l'artisan de sa propre destinée. Elle est souvent capable de modifier les variables qui l'affectent*». Le célèbre professeur de Harvard a continué à publier des observations sur cette question, mais en parlant ensuite de «*self-management*». En effet, le mot «*contrôle*» a fréquemment un sens péjoratif dans la langue courante. D'autre part, il est irréaliste de chercher à tout prix le contrôle des émotions et des idées qui passent par la tête. Le plus souvent, nous ne pouvons que diminuer l'intensité des émotions pénibles, comme l'angoisse, la colère ou la tristesse. L'obsession du contrôle d'événements qui se déroulent à l'intérieur de la peau est contre-productive. Elle produit ce que les psychologues appellent des «*processus ironiques*».

## Les voies du changement

### **S**ur quelles variables l'individu peut-il agir pour mieux se gérer et quelles sont les limites de son action ?

Le comportement, entendu au sens large du terme, présente toujours à la fois une composante cognitive, une composante affective et une composante motrice. Ainsi, un lecteur reçoit et traite des informations, éprouve une tonalité affective, adopte une posture et bouge au moins les yeux. Par ailleurs, le comportement dépend toujours, dans une certaine mesure, de l'environnement dans lequel il est adopté, de l'état de l'organisme et d'effets qu'il est destiné à produire. Cela nous fait en tout 6 variables.



Nous pouvons difficilement modifier nos émotions, surtout lorsqu'elles sont intenses. Par contre, nous pouvons agir plus facilement sur les 5 autres variables. De la sorte, nous pouvons néanmoins exercer une action indirecte sur les affects en régulant l'activation physiologique et en «*pilotant*» le flux de nos cognitions.

Pour modifier des comportements problématiques, comme des addictions, des phobies, des états dépressifs, nous avons intérêt à d'abord nous focaliser sur les conséquences des conduites en question. La perception de coûts et de bénéfices de réactions est le moteur du changement. D'autre part, nous pouvons souvent agir sur l'environnement en en modifiant certains éléments ou, plus radicalement, en changeant de milieu. C'est parfois le plus efficace, comme l'a montré l'évolution de vétérans du Vietnam devenus toxicomanes: 3 ans après leur retour aux États-Unis, seuls 12% présentaient encore leur addiction.

On ne peut pas toujours changer la réalité, mais, comme les stoïciens l'avaient parfaitement compris, nous pouvons toujours apprendre à la voir autrement. Nous pouvons plus ou moins «*piloter*» nos cognitions de façon à prendre distance, à rediriger l'attention, à opérer des restructurations cognitives et à nous donner des instructions. Lorsque les émotions sont fortes, il faut souvent commencer par réguler l'activation émo-

tionnelle. C'est la raison pour laquelle les médecins donnent volontiers des anxiolytiques. En fait, nous disposons de moyens naturels pour diminuer le fonctionnement du système nerveux orthosympathique: la relaxation, la pacification de la respiration, la réduction de substances psychoactives comme le café ou le thé. Par ailleurs, il est essentiel d'apprendre à supporter le passage d'émotions pénibles. Une grande partie des troubles psychologiques provient de tentatives, à courte vue, de fuir des émotions. La voie royale pour changer durablement est d'expérimenter de nouvelles actions, ce qui nécessite souvent un travail préalable de régulation émotionnelle ainsi que des restructurations cognitives.

Des expériences - notamment de Carol Dweck - ont montré l'importance de croire en la possibilité de changer pour changer effectivement. Toutefois, il importe de connaître les limites de nos possibilités de changement. Affirmer qu'on peut modifier n'importe quel type de comportement, comme le prétendent des gourous et certains psys, c'est alimenter de faux espoirs, des espoirs qui finissent en honte, en culpabilité et en états dépressifs.

L'individu est à même de changer certains de ses comportements, surtout s'il dispose d'informations valides sur les lois psychologiques et sur soi-même. C'est le cas, par exemple, de phobies ou



de rituels pas trop intenses. Certaines difficultés nécessitent toutefois l'aide d'un expert du comportement: des compulsions impérieuses, des addictions sévères, de fortes dépressions. D'autres troubles, dans l'état actuel des connaissances, s'avèrent impossibles à modifier. C'est le cas d'une pensée paranoïaque solidement structurée.

## La sagesse des philosophes

**G**érer sa vie mentale, c'est aussi gérer son corps ?

Assurément. La psychologie s'est constituée comme «science de l'âme», laissant le corps aux physiologistes et aux médecins. Au fil des ans, la science du comportement a pris de plus en plus en compte la dimension corporelle. On sait qu'il y a des états d'angoisse qui proviennent automatiquement de troubles respiratoires, cardiaques et hormonaux. On a montré qu'une large série de handicaps et de troubles mentaux résultent de dispositions génétiques ou de dysfonctionnements physiologiques: des formes d'autisme, de dépression, de détérioration mentale, etc.

La gestion de l'activation émotionnelle est très importante car l'intensité des émotions en dépend étroitement.

D'autre part, des recherches sur les effets psychologiques de l'activité physique ont mis en évidence que sa pratique régulière donne un sentiment d'énergie et améliore l'humeur, qu'elle est anxiolytique et antidépressive. C'est une excellente nouvelle... sauf pour ceux qui gagnent leur vie grâce à la psychothérapie.

**E**n prenant en considération la déliquescence des idéaux, l'effritement des liens sociaux et toutes les sollicitations auxquelles nous expose le monde actuel, peut-on considérer que se gérer est plus difficile aujourd'hui qu'hier ?

À la fin du 19<sup>e</sup> siècle, l'ouvrage le plus diffusé sur le problème de la gestion de soi s'intitulait *L'Éducation de la volonté*. L'auteur, le philosophe Jules Payot, écrivait en première page qu'il s'agissait de sauver la morale, le goût du vouloir et de l'effort, à une époque où se réduisait de plus en plus l'emprise de l'Église, «cette incomparable éducatrice des caractères». Aujourd'hui, une gestion optimale de soi est peut-être devenue un apprentissage encore plus difficile qu'il y a un siècle. Dans notre société matérialiste, nous sommes incessamment incités à nous offrir des plaisirs immédiats qui aliènent ou se paient bien cher par la suite. Pensons notamment à l'assuétude aux écrans: celui de la TV et surtout celui des ordinateurs. Les addictions sont en augmentation. Le tabagisme et l'alcoolisme

ne diminuent pas beaucoup, les cyberdépendances explosent.

**E**n quoi la psychologie scientifique (et je pense ici notamment à votre livre) peut-elle aider chacun d'entre nous à conquérir de nouvelles parcelles de bonheur ?

Mon livre prend appui sur la sagesse de philosophes. Épicète, Sénèque, Pascal et Nietzsche y sont parmi les noms les plus cités. Il s'agit toutefois d'un ouvrage de psychologie scientifique à visée pratique. Les chercheurs en sciences humaines, contrairement à leurs collègues des sciences dures, ne font pas des découvertes sensationnelles que les non-experts ne pourraient imaginer. Une grande partie de leur travail consiste à critiquer, trier, épurer et prolonger ce que des non-scientifiques avaient déjà observé. Ce travail permet de réfuter de nombreuses croyances et d'en transformer d'autres en lois méthodiquement vérifiées. Tout le problème, comme aimait le répéter Karl Popper, est de départager ce qu'on peut garder et ce qu'il faut abandonner. ■

- (1) Jacques Van Rillaer, *La nouvelle gestion de soi. Ce qu'il faut faire pour vivre mieux*, Éditions Mardaga, 2012, 332 pages.
- (2) Homère racontait dans *L'Odyssée* que les navigateurs qui passaient à côté des sirènes se laissaient ensorceler par leurs chants et se noyaient. Ulysse a réussi la traversée sans périr grâce à 3 comportements: il a bouché les oreilles de ses marins avec de la cire; il s'est fait ligoter au mât du navire; il a ordonné à ses compagnons de resserrer les cordes qui le maintenaient si, au plus fort de la tentation, il venait à les supplier de le libérer.
- (3) Narcisse est un héros de la mythologie grecque. Comme il avait repoussé l'amour de la nymphe Écho, son châtement fut de devenir amoureux de son propre reflet dans l'eau. Ne pouvant apaiser sa fascination pour lui-même, il dépérit et fut changé en la fleur qui porte son nom.



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

Photos : J. DE LAET - [www.plantsystematics.org](http://www.plantsystematics.org) (p.30)

*Ce mois de février mettra à l'honneur une «popote» essentiellement interne et des amitiés/haines parfois étonnantes: les plantes et leurs parasites, les mouches et leurs gènes, des ovules et leurs cellules souches ou différenciées, des épinards et ses clichés, la flore intestinale et ses germes ou encore, le corps et ses microorganismes. De belles histoires à découvrir ici ! Bonne lecture...*

30

## Des plantes et leurs parasites



L'évolution procède du hasard; on le sait. Encore qu'en l'espace d'une vie d'humain, on a peu l'occasion de percevoir ces mutations qui s'inscrivent dans un temps gagné à une autre dimension. C'est vrai pour les animaux au sens large, c'est également le cas pour les plantes. Encore que...

Si on attend de ces vivants qu'ils laissent apparaître, à l'occasion d'une mutation majeure, un caractère phénotypique particulièrement visible, il faut compter sur la chance. En revanche, à s'intéresser au fonctionnement des cellules et de la génomique qui le gouverne, on peut avoir des surprises. Pour les plantes en particulier, l'environnement local, le rapport avec des proies ou des parasites peuvent induire de subtiles modifications qui, à terme, peuvent influencer sur l'évolution de la plante. C'est précisément ce que viennent de montrer deux études récentes, qui ont cherché à mettre en évidence d'éventuels effets du contact entre des

insectes phytophages et leur «proie» préférée: l'arabette dans un cas (*Arabidopsis thaliana*), l'onagre bisannuelle (*Oenothera biennis*) dans l'autre. Les chercheurs ont placé ces plantes dans des environnements contrôlés: tantôt avec, tantôt sans «consommateurs», en l'occurrence, des aphides (pucerons). Les plantules ont fait l'objet d'examens qui ont en particulier focalisé sur le génome ainsi que sur la production de substances naturelles de défense contre les insectes envahisseurs. Pour l'arabette, cette substance est un glycosinolate dont la structure carbonée a une longueur différente selon que la plante est confrontée à l'attaque d'une espèce de puceron ou d'une autre, ou qu'elle n'y est pas confrontée. Pour l'onagre, l'effet d'insectes piqueurs est similaire, sinon que la substance incriminée appartient au groupe des tannins. Quelques générations seulement de ces plantes ont permis de mettre en évidence de réels changements dans le métabolisme des plantes étudiées avec, notamment, une économie compensatoire de certaines fonctions pour favoriser la défense.

Que tout cela signifie-t-il ? Que l'environnement au sens le plus large exerce une pression sur les organismes vivants qui peut orienter leur évolution dans un sens précis et de surcroît, l'accélérer. Ce qui a été démontré ici avec des plantules confrontées à des agresseurs est vrai aussi pour d'autres organismes vivants. L'acclimatation de plantes à des biotopes nouveaux constitue une autre preuve de ce genre de processus; un processus qui veut que le hasard ne soit, à l'évidence, pas le seul maître d'œuvre en matière d'évolution. ■

Science 2012; 338: 50-51

Science 2012; 338: 50-51



## Appétit : des hommes... et des mouches



On a plus d'une fois, dans ces colonnes, évoqué la leptine, l'«hormone de la satiété». Son existence a été postulée il y a 40 ans, mais ce n'est qu'une vingtaine d'années plus tard, au milieu des années 90, que le gène responsable a été isolé, fondant la réalité de cette substance. Depuis, elle ne cesse d'intéresser les physiologistes, principalement ceux qui sont en butte à la problématique du gain de poids et de l'obésité.

Récemment, un chercheur a eu l'idée d'étudier chez la modeste drosophile, le gène responsable de la synthèse de la protéine Upd2, une substance impliquée dans le processus alimentaire. Comme souvent, il a inhibé les 2 copies du gène pour identifier la répercussion métabolique. Elle a été facile à identifier: la mouche traitée est apparue affamée, apparemment sans connaître la satiété, même en présence d'une quantité suffisante d'aliments. Le lien évolutif entre la protéine impliquée et notre leptine semblait évident. Il l'est devenu intégralement quand, après avoir cloné dans la mouche le gène qui code pour cette dernière, le chercheur s'est rendu compte que celle-ci retrouvait un comportement normal.

Deux constatations émanent de cette étude. La première tient au fait que le dispositif est évolutivement ancien puisque les insectes - et en l'occurrence la drosophile - en sont déjà dotés. Quant à la seconde, elle a des accents plus expérimentaux: particulièrement bien connue des généticiens et facile à élever, la petite mouche risque bien de devenir dans un avenir prochain, un modèle de choix pour ce processus de régulation alimentaire; processus qui semble poser bien des problèmes à un nombre croissant de contemporains. ■

► Science 2012; 338: 24

## Des ovocytes produits *in vitro*

Pour l'avoir déjà évoqué, on sait que des chercheurs ont l'intention de «créer» *in vitro* des ovules et des spermatozoïdes à partir de cellules souches prélevées sur des embryons, ou «reconfigurées» génétiquement à partir de cellules différenciées; ce qu'on appelle dans ce dernier cas, des iPS ou cellules pluripotentes induites. C'est précisément la voie qu'ont suivie des chercheurs japonais qui viennent de publier leurs résultats: non seulement ils ont pu produire ces pseudo-ovules *in vitro*, mais il les ont ensuite inséminés et, après remplacement des embryons conçus dans les femelles, ont obtenu des jeunes. De souris, soyons précis. La procédure reste toutefois encore complexe. Pour mener à bien la maturation des iPS produites par régression génétique, ils ont dû les «mixer» à des cellules ovariennes prélevées sur des fœtus, ce qui leur a permis de reconstituer des «ovaires». Ceux-ci ont été greffés au sein d'ovaires de souris adultes où les iPS ont poursuivi leur maturation jusqu'au stade d'ovule. Ceux-ci ont été prélevés, fécondés *in vitro* et replacés dans des utérus prêts à les recevoir, comme indiqué.

Des souriceaux tout à fait normaux - disent les auteurs - en sont nés.

On l'aura remarqué, on n'en est pas encore au point de produire des ovules intégralement *in vitro* au départ de cellules prélevées sur une patiente stérile. Mais c'est bien entendu un des buts poursuivis, sinon «le» but. Selon les auteurs japonais, on devrait pouvoir s'affranchir bientôt de la phase de greffe. On ne demande bien entendu qu'à les croire mais on attend de voir. ■

► Science 2012; 338: 24



31

### BIOZOOM



Ceci n'est pas une fleur séchée ou une coque de fruit, c'est bel et bien un lézard ! Originaire d'Afrique du Sud, l'ourobos cordyle cataphracte est un reptile devenu très rare, et même en voie d'extinction. En cas de danger, il se roule en boule tel un tatou ou un hérisson, à la différence près qu'il attrappe sa queue avec sa bouche. Il est ovovivipare et pond un œuf par an. Il peut tout de même atteindre 50 cm !

**Pourquoi les enfants doivent-ils manger ces épinards qu'en général ils n'aiment pas ?**

**P**arce qu'ils contiennent du fer bien sûr et que le fer, ça rend fort comme Popeye ! Et bien pas du tout, mais alors, pas du tout du tout !

Le fer est un élément essentiel pour l'organisme humain puisqu'il est notamment constitutif de l'hémoglobine. Ça, c'est vrai. Rend-il fort pour autant ? Évidemment non. C'est une légende qui associe le fer à la force.

Pour ce qui est de la teneur en fer des épinards, on sait depuis des générations de parents que le tout est parti d'un malentendu, ou plutôt d'une erreur. La secrétaire chargée de retranscrire la valeur mesurée par un chercheur a écrit «34 mg de fer par 100 g» au lieu de 3,4. Une - petite - erreur de placement de virgule qui change tout: les épinards ne contiennent pas davantage de fer que la première salade venue ! Inutile donc d'en gaver les enfants qui n'aiment pas ça; c'est la meilleure façon de les en dégoûter à vie. Un autre légume fera tout aussi bien l'affaire. Mais où trouve-t-on du fer alors ? Dans la fève de cacao... et donc dans le chocolat ! Authentique. Mais attention: il n'est qu'assez faiblement assimilable. La meilleure source reste les produits alimentaires dérivés du sang (et donc de l'hémoglobine). Le boudin noir, par exemple. Mais c'est vrai, il faut aimer aussi... ■

32



## Les germes digestifs

**S'**il n'est pas encore établi qu'il existe un lien entre notre microflore digestive et certains de nos comportements pathologiques, le lien a en revanche été clairement établi entre cette même flore et des pathologies bien métaboliques. Le plus connu est très certainement celui qui concerne l'ulcère gastrique pour lequel on a pu démontrer un lien causal, dans 80 à 90% des cas, avec la présence d'*Helicobacter pylori*. Un autre lien tout aussi sévère et dramatique a été récemment mis en évidence chez la souris dans le cas du cancer colorectal.

Tous les germes qui sont présents dans notre tube digestif se retrouvent finalement en contact avec l'assise cellulaire qui tapisse l'intérieur des conduits. Or, certaines des souches présentes peuvent provoquer des inflammations, qui se traduisent par toutes sortes de désagrément dont on fait de temps en temps les frais. Des états inflammatoires, surtout s'ils sont récidivants, peuvent induire une sélection des germes présents, et pas forcément dans le bon sens; en bref, ils peuvent accroître l'état pathologique en question. Et pour peu que l'organisme - et donc l'assise cellulaire de l'intérieur des conduits - présente une prédisposition à être affecté par cette inflammation, il peut connaître une dérive inflammatoire et donner libre cours au développement d'un cancer colorectal. Ce n'est peut-être pas la seule étiologie de l'affection, mais on sait dorénavant qu'elle y contribue; en tout cas chez la souris pour le moment. Il est sûr que l'homme n'échappera pas à des recherches en la matière. Si la chose était confirmée, cela pourrait mener à faire de la prévention contre le cancer colorectal en opérant un examen et au besoin, une sélection des germes présents avec comme intention, d'éliminer ceux qui sont les fauteurs de trouble. On n'y est pas encore, mais on en prend la voie. Ce cancer-là, faut-il le rappeler, est le troisième par ordre d'importance chez l'homme et le second chez la femme. Toute recherche à son égard pour mener à sa réduction d'incidence - voire à son éradication - prend une réelle pertinence en matière de santé publique. ■

► Science 2012; 338: 120-124



# L'homme et ses hôtes :

## une grande histoire d'amitié...

**M**ême plongé dans la plus grande des solitudes, l'humain n'est jamais vraiment seul. Parce qu'il héberge des microorganismes par centaines de milliards; un nombre affolant qui dépasse de plusieurs ordres de magnitude le nombre des cellules qui composent le corps. Cette simple idée d'héberger une foule de microorganismes un peu partout, au dehors comme au dedans, peut révolter tous ceux qui font de l'hygiène corporelle un combat permanent; mais qu'ils le sachent: non seulement c'est un combat perdu d'avance, mais aussi un combat à ne pas mener, certains de ces germes - principalement digestifs - établissant avec notre organisme une relation de symbiose, à bénéfice mutuel. Sans eux, la résorption intestinale ne serait pas ce qu'elle est et nous priverait d'une quantité appréciable d'éléments nutritifs.

C'est également vrai pour de nombreuses espèces, mais chez elles, l'implication est parfois plus importante encore. On connaît par exemple le cas d'un insecte: un hémiptère appelé *Megacopta cribraria* qui, dès l'éclosion, se précipite sur le contenu d'une capsule laissée par la mère à proximité de la ponte. Il s'agit d'un petit concentré de symbiontes indispensables au développement de ce parasite des cultures d'Asie et d'Amérique. Privé expérimentalement de cette source de microorganismes, l'insecte n'a de cesse que d'en trouver de façon prioritaire. Quitte à le voler à des congénères. On aura compris au passage qu'un des moyens de lutte contre cet empêcheur de cultiver tranquille pourrait bien passer par la destruction des bactéries en question. Le bourdon (*Bombus terrestris*) procède quant à lui autrement: à peine sorti de son alvéole natale, il s'enquiert de déjections de congénères éclos avant lui pour s'en repaître et s'enrichir des germes qu'elles contiennent, nécessaires aussi à son développement. Quant aux drosophiles, ces petites mouches chères aux généticiens, elles ont un rapport avec les germes qu'elles hébergent qui va jusqu'à la sélection sexuelle. Les mâles semblent en effet rechercher activement des femelles qui ont sensiblement le même contenu en symbiontes digestifs qu'eux. Comme des expériences orientées l'ont clairement montré, ce sont les bactéries elles-mêmes plutôt que le contenu alimentaire du tube digestif qui constitue le facteur discriminant. Leur présence se traduit par un métabolisme spécifique aux souches présentes et qui mène à une constitution différente du tégument externe (la cuticule) reconnue à l'odeur - sinon au goût ?- lors des parades sexuelles.

Il n'y a pas que les insectes qui sont concernés. Des mammifères le sont aussi. Si les hyènes se reconnaissent, c'est à l'odeur forte qu'elles dégagent et qui signe leur appartenance à un clan. On a pu démontrer que ce sont les microorganismes contenus dans les glandes responsables qui modulent le signal odorant émis et le rendent spécifique d'un groupe social particulier. Plus près de nous, même s'il s'agit d'un insecte, le moustique *Anopheles gambiae* auquel l'homme fournit involontairement un peu de son sang, se sent plus attiré par des peaux qui hébergent moins de diversité microbienne, comme si l'excès brouillait le message attractif. À ce titre, la présence



33

importante de *Pseudomonas spp* et de *Variovorax spp* se montrerait la plus dissuasive.

Récemment, on a mis en évidence, chez la souris, un lien entre la microflore intestinale et des états aussi significatifs que le stress, l'anxiété ou la tendance dépressive. Si, si, la souris connaît ça aussi ! Il semble que le relais soit assuré par le système neuroendocrinien. Mais quand on enrichit l'alimentation de souris en proie à un de ces états avec le probiotique *Lactobacillus rhamnosus*, on constate une régression du comportement avec renforcement de la confiance en soi. Chez cet animal, cette tendance a été manifestée lors d'expériences par une moindre crainte à nager plus longtemps. Les voies métaboliques mises en œuvre ont là encore été approchées; il apparaît en particulier que les récepteurs cérébraux gamma-amino-butériques sont davantage exprimés.

Toutes ces expériences menées sur les animaux et en particulier sur les mammifères, n'en sont encore qu'à leurs débuts, mais elles sont déjà suffisamment révélatrices pour que l'on s'interroge sur leur occurrence chez les humains. Sommes-nous, comme les souris, victimes de la flore hébergée ? On le saura sans aucun doute tôt ou tard, quand les expériences animales auront livré leurs conclusions; il serait tout de même étonnant d'apprendre que quelques-uns de nos comportements ou travers éventuels tiennent à l'effet de notre microflore, intestinale ou autre. Mais y a-t-il encore quelque chose pour nous étonner en matière de comportement humain ? ■

► *Science* 2012; 338: 198-199

# In vitro veritas

**Au cours de ses 35 ans d'histoire, la fécondation in vitro a bénéficié d'avancées techniques majeures. De nos jours, on estime qu'elle préside à 2% des naissances dans les pays riches. Pénétrons ses arcanes pour mieux cerner les progrès scientifiques qui ont assuré son succès et dont certains ont contribué à alimenter le débat éthique**

34



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

Photos : PhotoAlto/REPORTERS (p.34), © The Nobel Committee for Physiology or Medicine 2010/Illustration : M. Karlén (p.35)

## >> En bref...

- \* En Belgique, 15% des couples connaissent des problèmes d'infertilité: 30% masculine, 30% féminine, 30% conjointe et 10% de cause inconnue. Plus alarmant, l'infertilité des hommes tend à augmenter.
- \* Le taux de grossesse par transfert d'embryons congelés est supérieur à 40%. Au CHR de Namur, l'ICSI (injection d'un spermatozoïde bien choisi) est utilisé pour 55% des FIV contre 75% en moyenne au niveau national.
- \* Les embryons surnuméraires sont conservés 5 ans. Les patients peuvent ensuite choisir entre leur destruction, le don à une autre demandeuse ou à la recherche.

**L**ouise Brown, ce nom restera gravé dans les mémoires comme celui du premier «bébé-éprouvette». Sa naissance en 1978, au Royaume-Uni, couronnait 16 années d'études et de travaux acharnés d'une petite équipe composée d'un biologiste, Robert Edwards, qui recevra le Prix Nobel en 2011; d'un gynécologue, Patrick Steptoe; et d'une infirmière, Jean Purdy. Seize ans d'une avancée pas à pas émaillée de tentatives, d'échecs, d'une grossesse extra-utérine et enfin, d'une naissance.

Les premières grossesses obtenues par fécondation *in vitro* (FIV) l'ont été en cycle spontané, sans stimulation ovarienne ni contrôle de l'ovulation. «*Dans ces conditions, on n'avait d'autre choix que de déterminer le moment de l'ovulation par des récoltes d'urine toutes les 4 h, sachant que*

*la patiente ovulerait normalement 36 h après l'apparition du pic de LH (hormone lutéinisante) dans ses urines*», explique le docteur Patrick-Charles Pauwels, responsable du service de procréation médicalement assistée (PMA) du CHR de Namur. Par conséquent, les prélèvements d'ovules pouvaient avoir lieu à tout moment, de jour comme de nuit. Ils nécessitaient en outre une intervention relativement lourde sous laparoscopie (1) et anesthésie générale.

Les techniques ne tardèrent pas à s'améliorer. Lors d'un cycle spontané, un seul ovule est émis, parfois deux. Autorisant une multiplication du nombre d'ovules récoltés, la stimulation ovarienne par l'administration d'hormones, en particulier la FSH (hormone folliculo-stimulante), constitua un premier progrès majeur. Elle allait permettre le trans-

fert simultanément de plusieurs embryons (après la fécondation d'ovules au sein d'une boîte de culture) dans l'utérus de la patiente. Les chances de réussite de la FIV s'en trouvaient accrues, avec le risque, néanmoins, de grossesses géme-laires. «Initialement, le transfert de 2 ou 3 embryons dans l'utérus occasionnait 20 à 30% de grossesses multiples», rapporte le docteur Pauwels.

## Le sort des embryons

Produisant plusieurs ovules, la stimulation ovarienne permet aussi la congélation des embryons surnuméraires non transférés et, partant, la mise à disposition d'embryons de réserve susceptibles d'être utilisés ultérieurement pour de nouvelles tentatives, soit après un échec, soit lorsque le couple souhaite un autre enfant après la naissance du premier. Plongés dans une substance cryoprotectrice, les embryons sont conservés dans de l'azote liquide (-196 °C). «La technique particulière de congélation dite par vitrification permet de diminuer le stress subi par les embryons quittant un milieu à 37 °C pour un autre beaucoup

plus froid; de la sorte, on accroît leur taux de survie après décongélation», explique le docteur Anne Vansteenbrugge, responsable du laboratoire PMA du CHR de Namur. Et d'ajouter: «La vitrification est particulièrement intéressante pour les embryons de 5 jours car elle permet d'éviter la formation de cristaux de glace qui pourraient léser les structures intracellulaires. En effet, à ce stade de développement, le blastocyste possède une cavité remplie de liquide qui tend à se transformer en de tels cristaux lors de la congélation dans l'azote liquide.»

La première naissance issue d'un embryon congelé fut obtenue en 1982 aux Pays-Bas, par l'équipe du professeur Gerard Zeilmaker. À l'heure actuelle, le taux de survie des embryons après décongélation est de l'ordre de 80% et, dans un centre PMA comme celui du CHR de Namur, le taux de grossesse par transfert d'embryons congelés est supérieur à 40%.

Se pose évidemment la question des embryons surnuméraires. Au terme de la loi belge (2007), leur conservation ne peut excéder une durée maximale de 5 ans (sauf dérogation), à dater du jour de la congélation. Pendant cette période, nous l'avons évoqué, ils peu-

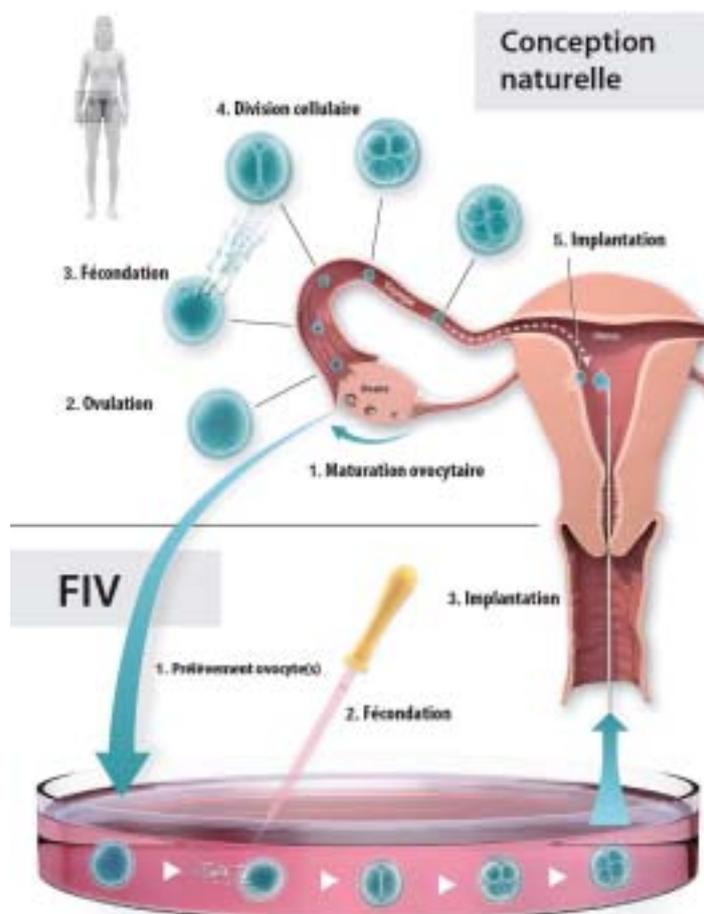
vent être implantés pour une nouvelle tentative de grossesse ou conservés en vue d'un projet parental ultérieur, y compris, sous certaines conditions de délai, pour une implantation *post-mortem*, c'est-à-dire après le décès d'un des auteurs (homme, femme homosexuelle) du projet. Le choix est précisé dans le consentement de départ et peut être modifié durant la période de conservation. Les patients peuvent choisir entre la destruction des embryons, le don gratuit et anonyme à un autre couple ou à une autre demandeuse ou encore l'utilisation à des fins de recherche (2) dans le but d'améliorer les techniques de PMA.

## Une plus grande maîtrise

Mais revenons-en à l'avancée des techniques qui ont contribué au succès de la fécondation *in vitro*. À la stimulation ovarienne s'est adjoint le contrôle de l'ovulation. «Naturellement, l'ovulation est déclenchée par un pic de LH, hormone produite par l'hypophyse, indique Patrick-Charles Pauwels. En administrant à la patiente des analogues des hormones hypophysaires, il est possible d'inhiber la partie antérieure de l'hypophyse et, dès lors, d'éviter ce pic de LH spontané. L'injection de HCG (3) déclenche la libération des ovocytes au moment choisi, à savoir entre 34 et 35 h plus tard.» Ce contrôle de l'ovulation confère un plus grand confort à la patiente, mais aussi aux équipes des centres PMA, dont le travail peut ainsi être réparti de façon plus homogène et efficace dans le temps.

De surcroît, autre progrès, le prélèvement des ovocytes ne requiert plus une laparoscopie. Une échographie suffit. La ponction, qui se réalise par voie vaginale sous anesthésie légère ou sous hypnose, dure une vingtaine de minutes.

Dans la seconde moitié des années 1980, le Britannique Robert Winston mit au point le diagnostic préimplanta-toire (DIP). Il permet de détecter d'éventuelles anomalies génétiques chez des embryons jugés à risque eu égard au profil génétique de ses «concepteurs». Cette technique consiste à prélever une cellule embryonnaire le troisième jour après la fécondation - théoriquement, l'embryon possède alors environ 8 cel-



lules - et d'y rechercher des anomalies ciblées. Par exemple, une mutation du gène CFTR, responsable de la mucoviscidose. Elle présente aussi un intérêt pour les couples de plus de 35 ans ayant subi des échecs répétitifs dans leurs tentatives de FIV, les arrêts de développement de l'embryon pouvant être dus à des anomalies génétiques ou chromosomiques. «Le DIP se pratique dans un nombre restreint de centres spécialisés rattachés à un laboratoire de génétique, précise Anne Vansteenbrugge. On estime que la suppression d'une de ses cellules pour les besoins des tests génétiques programmés réduit à peine de 3% la capacité de l'embryon à s'implanter dans la cavité utérine après y avoir été transféré.»

En Belgique, 15% des couples sont infertiles - ils n'ont pu concevoir d'enfant après une année de tentatives. Selon les derniers chiffres disponibles (2009), la responsabilité en incomberait à parts égales (environ 30%) à l'infertilité masculine seule, à l'infertilité féminine seule et à l'infertilité conjointe des 2 partenaires; 10% des infertilités étant idiopathiques, inexplicables. Une chose est cependant certaine: l'infertilité de l'homme croît. «L'origine du phénomène est multifactorielle, dit Patrick-Charles Pauwels. Il faut incriminer plus que probablement notre mode de vie - stress, pollution, mauvaises habitudes alimentaires, alcool, tabac...»

## La main humaine

Un sperme adéquat pour la procréation contient 4 à 5% de spermatozoïdes morphologiquement normaux. Sous ce seuil, la fécondation devient problématique. Il en va de même lorsque les spermatozoïdes sont globalement trop peu nombreux et/ou de nature «paresseuse» (manque de motilité). Pour obtenir une fécondation «naturelle» dans les puits de culture utilisés en FIV, chaque ovule réclame 100 000 spermatozoïdes sains et bien mobiles. Une découverte belge réalisée en 1991 par les professeurs Paul Devroey et André Van Steirteghem, de la Vrije Universiteit Brussel (VUB), a permis de contourner l'écueil de certaines infertilités masculines inhérentes à une concentration insuffisante de spermatozoïdes et/ou à leur manque de motilité. Baptisée *Intra Cytoplasmic Sperm*

*Injection (ICSI)*, la technique proposée consiste en la micro-injection d'un spermatozoïde dans l'ovule (voir photo ci-contre), l'«heureux élu» étant choisi sur la base de sa morphologie et de sa motilité.

Dans le cadre de l'ICSI, la sélection naturelle du spermatozoïde appelé à féconder l'ovule s'efface au profit de la «main humaine», qui régent le processus. Des risques d'anomalies génétiques sont-ils à redouter ? L'expérience montre qu'ils ne sont pas plus élevés que dans la FIV classique qui, elle-même, ne se singularise pas sur ce point par rapport à une fécondation totalement naturelle. «Il subsiste néanmoins une inconnue: on ne dispose pas du recul suffisant pour savoir si les garçons conçus grâce à l'ICSI ne souffriront pas de la même hypofertilité que leur père», indique le docteur Pauwels.

Anne Vansteenbrugge ajoute que l'*Intra Cytoplasmic Sperm Injection* est bien souvent devenue la règle. «Au CHR de Namur, nous y avons recours pour 55% des FIV, tandis que la moyenne nationale est de 70 à 80%. La technique tend parfois à être employée alors qu'elle n'est pas indispensable.»

## Le «Top Embryo»

Le transfert de plusieurs embryons dans l'utérus de la future mère entraîne un risque de grossesses gémellaires. Or celles-ci donnent fréquemment lieu à des accouchements plus difficiles, avec césarienne, et à la naissance d'enfants quelquefois très prématurés. Outre leur coût élevé pour la sécurité sociale, de telles grossesses décuplent le risque de handicaps psychomoteurs chez les nouveau-nés concernés.

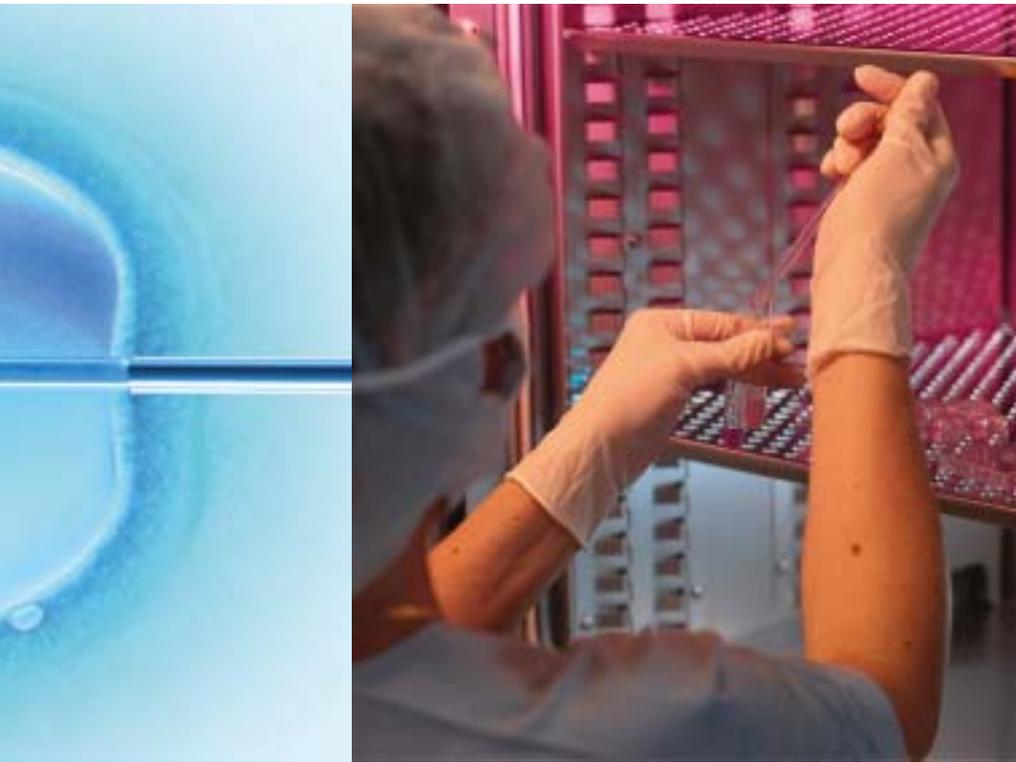
En 2003 furent publiés les résultats d'une recherche menée de concert par les Universités d'Anvers et de Gand ainsi que par le CHR de Namur. Cette étude, qui porta sur 600 grossesses, consistait à comparer 2 situations: d'une part, des FIV où les auteurs du projet parental optaient pour le transfert d'un seul embryon bien sélectionné, le «Top Embryo»; d'autre part, des FIV avec transfert de 2 embryons. Qu'observèrent les chercheurs ? Leurs travaux confirmèrent tout d'abord le coût très supérieur des grossesses multiples. Ensuite, ils



mirent en évidence que les chances de réussite de la FIV, avec les techniques actuelles, étaient presque aussi bonnes lors du transfert d'un seul embryon que lors du transfert de 2 embryons. C'est à la suite de cette étude qu'un arrêté royal de juin 2003 a accordé aux auteurs du projet parental le remboursement des frais de laboratoire des FIV (quelque 1 250 euros), moyennant le respect de certaines conditions. «Ce remboursement concerne uniquement les patientes de moins de 43 ans et couvre au maximum 6 cycles de fécondation in vitro, précise le docteur Pauwels. Par ailleurs, les règles en vigueur fixent le nombre d'embryons à transférer selon l'âge de la femme et le nombre de tentatives infructueuses qu'elle a essayées.» Aujourd'hui, le pourcentage de grossesses multiples par FIV est retombé sous la barre des 5% en Belgique.

Les techniques de FIV n'ont cessé de s'améliorer au fil du temps, de sorte que les ovules récoltés sont de meilleure qualité et les milieux de culture des embryons, mieux adaptés et donc plus performants. Dans la plupart des centres PMA, l'embryon le plus abouti sur le plan morphologique est implanté dans l'utérus de la patiente après 2 ou 3 jours de culture. La qualité des incubateurs actuels et des milieux de culture permet néanmoins de cultiver l'embryon pendant 5 jours.

«Au terme des 2 premiers jours de culture, l'embryon renferme généralement 4 cellules, mais seuls les gènes de l'ovule sont



exprimés, fait remarquer le docteur Vansteenbrugge. *Au 3<sup>e</sup> jour, l'embryon compte environ 8 cellules. C'est un moment charnière, car il est le théâtre de l'expression du génome embryonnaire et est propice à l'arrêt du développement en raison de problèmes génétiques ou chromosomiques. Effectuer le transfert le 5<sup>e</sup> jour de culture permet de choisir l'embryon qui a le stade de développement le plus avancé et donc le plus de chance d'initier une grossesse. Nous procédons à une sorte de sélection naturelle in vitro.* Dans des conditions naturelles, c'est d'ailleurs après 5 jours de cheminement dans une des trompes de Fallope que l'embryon s'implante dans l'utérus. Les transferts plus tardifs permettent par conséquent une meilleure synchronisation entre l'endomètre utérin et le stade de développement embryonnaire.

## Conserver une fertilité

Le centre PMA du CHR de Namur gère 350 cycles de fécondation *in vitro* par an, avec un taux moyen de grossesses par transfert supérieur à 50%. Le recours à cette technique se justifie quand la femme présente une imperméabilité des trompes, des problèmes d'ovulation ou encore une endométriose (4), ou quand l'homme est en proie à une altération de la qualité du sperme - nombre insuffisant, viabilité et motilité trop faibles,

anomalies morphologiques, présence d'anticorps anti-spermatozoïdes.

Aux yeux du docteur Pauwels, les techniques de FIV arrivent à maturité. S'appuyant sur la méthode de vitrification déjà utilisée pour la conservation des embryons, son centre propose désormais la congélation d'ovocytes, et ce pour 2 raisons. La première est que les chimiothérapies anticancéreuses réduisent le potentiel de production d'ovules. *«Si, en mettant en œuvre une méthode de stimulation ovarienne dénuée d'effets néfastes sur la progression tumorale, nous parvenons à récolter des ovules chez une patiente cancéreuse, nous pourrions les congeler et lui permettre ainsi de conserver une fertilité après sa maladie*», dit le gynécologue. La seconde raison tient à l'évolution de la société et est de pure convenance. Soucieuses d'assouvir des ambitions professionnelles ou mues par d'autres motifs, tel l'absence de futur père, certaines femmes ne désirent pas assumer une maternité avant l'âge de 35 ans ou plus. Permettant de pallier une baisse de leur fécondité liée au vieillissement, la congélation d'ovules s'adresse également à elles.

Dans une optique similaire, la congélation du sperme peut être proposée dans le cadre d'un traitement médical susceptible d'interférer avec la spermatogenèse - une chimiothérapie ou une vasectomie (ligature des canaux déférents), par exemple. La congélation est également d'actualité lors des dons à une banque de sperme et dans la pers-

pective d'un traitement de PMA lorsque le partenaire masculin craint de ne pas être capable de donner du sperme par masturbation le jour de la FIV. Selon la loi belge de juillet 2007, les gamètes (spermatozoïdes et ovules) peuvent être conservés au maximum 10 ans, sauf dérogation.

La FIV a nourri et nourrit encore le débat éthique. Les mères porteuses, l'anonymat du don de sperme, d'ovules ou d'embryons, la FIV réalisée à la demande de femmes seules ou de couples homosexuels, le statut de l'embryon, le risque de dérives vers des formes d'eugénisme, l'accès à la maternité chez des femmes âgées, la possibilité de trafics d'embryons, toutes ces questions et bien d'autres ont été ou restent la cible de discussions éthiques. *«On évoque aussi la possibilité de fabriquer des spermatozoïdes à partir de cellules souches de la peau ou de fibroblastes, commente Patrick-Charles Pauwels. Aujourd'hui, on se représente encore mal les buts et les dérives possibles de ces tentatives.»*

Faisant suite à une directive européenne, la loi belge du 19 décembre 2008, entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> décembre 2009, réglemente l'utilisation de matériel corporel humain en vue d'applications médicales. Pour s'y conformer, le centre PMA du CHR de Namur s'est doté d'un système de qualité (certification ISO 9001) et de nouveaux locaux, la manipulation de cellules humaines devant se réaliser dans un environnement de type «salle blanche», plus strict encore que celui d'une salle d'opération. ■

- (1) Examen visuel de la cavité abdominale au moyen d'un endoscope introduit soit à travers la paroi abdominale, soit par voie vaginale.
- (2) La recherche sur des embryons ne peut s'effectuer qu'au cours de leurs 14 premiers jours de développement.
- (3) HCG: Human Chorionic Gonadotrophin (communément appelée hormone de grossesse)
- (4) Affection gynécologique caractérisée par la présence de fragments de muqueuse utérine (endomètre) en dehors de leur localisation normale (Source: Larousse Médical).

# Le méthane apprivoisé

Rencontre avec le CEO de Green Watt, une société wallonne qui a mis au point un procédé de transformation sur site de matières organiques biodégradables en énergie électrique et thermique et en bio-engrais

38



Texte : Paul Devuyst

Photos : GreenWatt (pp.39-40), PixHunter Prod. (p.40), NASA (p.41)

## >> En bref...

- \* La biomasse est une forme d'énergie obtenue à partir de déchets: la matière se dégrade jusqu'à la production du biogaz.
- \* Green Watt construit, installe et gère les unités de biométhanisation de déchets agricoles et agroalimentaires. L'idée: installer de petites unités sur le site même où se trouvent les déchets.
- \* Il y a actuellement 9 000 unités fonctionnelles en Allemagne, 200 en France et seulement 100 en Belgique. Une unité a été installée au Chili dont le combustible est le Figuier de Barbarie, qui prolifère naturellement vite.

**M**ieux vaudrait s'en passer, et vite. Du pétrole, bien sûr, mais aussi de son compagnon de route, le charbon. Tout le monde a aujourd'hui pris conscience qu'il était urgent de freiner notre boulimie d'énergie fossile pour ne pas voir la planète s'asphyxier sous les milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> rejetées par notre chauffage, nos voitures et nos usines, mais aussi pour éviter une crise économique sans précédent. Seulement voilà, la demande en énergie n'a jamais été aussi grande et pourrait même doubler d'ici à 2050. Alors que faire ? La réponse paraît simple: développer massivement les énergies propres et durables. Et, dans le même temps, faire des économies d'énergie.

C'est à la fin des années 1970, à la suite des chocs pétroliers, que les énergies alternatives furent propulsées une pre-

mière fois sur le devant de la scène, mais nombre de décideurs hésitèrent à se lancer dans l'aventure, influencés par les baisses transitoires du prix du baril de pétrole. Dix ans plus tard, ce fut au tour des climatologues de donner l'alerte: «*La Terre se réchauffe, il faut stopper les émissions de gaz à effet de serre !*». Les pays industrialisés s'engagèrent alors à prendre les mesures nécessaires en signant le protocole de Kyoto (1997). Mais l'inertie est grande: si en 30 ans, la part du pétrole a diminué de 11% dans la production mondiale d'énergie, celle-ci reste toujours tributaire des énergies fossiles à 80%.

Une certitude: les énergies propres n'ont jamais suscité autant d'intérêt qu'aujourd'hui. Selon la société d'investissement SAM basée à Zurich, une filiale de Rabobank, pas moins de 260 millions de dollars ont été investis en 2011 dans des entreprises et des infrastructures

produisant de l'énergie verte (éolienne, solaire, biomasse et hydraulique).

## La «bio-méthanisation»

Les «énergies renouvelables», ce n'est pas une solution, mais un cocktail de solutions, explique Philippe Mengal, administrateur délégué de *Green Watt*. «*Quand on a la chance d'être en Région wallonne, commençons par mettre des centrales hydro-électrique partout où cela est possible; si on peut mettre des éoliennes dans des couloirs venteux sans gêner trop de monde, faisons-le; et le photovoltaïque y a certainement sa place*», ajoute-t-il, «*tout comme la biomasse*». Cette forme d'énergie obtenue à partir de déchets a l'énorme avantage d'être stockable et régulable et peut être planifiée en fonction des saisons, accélérée ou ralentie au quotidien en fonction des besoins.

Il s'agit d'un processus qui existe dans la nature et qui permet de dégrader la matière jusqu'à un stade ultime que l'on appelle le biogaz (un mélange de dioxyde de carbone et de méthane), poursuit-il. Cela se passe dans les marécages - il s'agit alors des feux follets - et dans l'estomac des ruminants. Certaines bactéries réalisent également une telle dégradation qui aboutit, elle aussi, à la production de biogaz; le but ultime du processus étant de produire de l'énergie.

Ce principe est mis en œuvre industriellement depuis des années, explique Philippe Mengal. Dans une exploitation agricole, il y a bien longtemps que tous les déchets et le fumier sont mis dans une fosse, on la recouvre d'une bâche et si on récupère le gaz qui se dégage, on peut se chauffer. Le procédé n'est pas neuf. En Allemagne, dans les années 70-80, cette technologie de méthanisation a connu de nombreux développements, le principe étant d'industrialiser ce qui se faisait à la ferme en y ajoutant un contenu énergétique (des déchets de maïs).

L'approche de *Green Watt* est fort différente même si l'on parle également de méthanisation. Les travaux menés dans les années 90 au sein de l'Université catholique de Louvain (UCL) consistaient à dire que ce processus naturel

était «génial» mais que, comme tout ce qui est naturel, il était sensible. Il s'agit en effet d'équilibres subtils et que si l'on voulait maîtriser ce processus pour finalement faire tourner un moteur, il fallait pouvoir l'appivoiser et le réguler. Autrement dit, prendre la nature en main. Et pour ce faire, il était nécessaire de séparer les différentes étapes de la réaction.

## Sur le site même

En 2004, 3 étudiants en gestion d'entreprises de l'UCL (une juriste, un économiste et un bio-ingénieur), s'associent pour présenter un mémoire (intitulé «*Green Watt*») dont le sujet est aussi simple que l'œuf de Christophe Colomb: plutôt que d'avoir une grosse unité de méthanisation alimentée avec des déchets récoltés en différents endroits et pilotée par plusieurs personnes, il est plus rentable d'installer une plus petite installation sur le site même où se trouvent les déchets et qui tourne toute seule. C'est l'idée de *Green Watt* aujourd'hui: construire, installer et gérer une unité de biométhanisation de déchets agricoles et agro-alimentaires. Cette machine va produire du gaz qui sera brûlé dans un moteur à explosion et qui va produire de l'électricité et de la chaleur.

Ce «métier», nous l'avons développé en Wallonie mais très rapidement, nous nous sommes étendus en Flandre, aux Pays-Bas et nous avons débordé sur le marché français, indique Philippe Mengal. Nous avons ouvert une filiale à Avignon et nous étudions notre entrée

## Bio express



**Nom :** MENGAL

**Prénom :** Philippe

**Formation :**

Ingenieur agro-biotechnologie (Gembloux)

Il a passé 11 années en France (*Clean Tech*) et 11 ans en Belgique (*Arthur D. Little & PURATOS Group*). Il entre chez *Green Watt* en 2009 et dirige la société depuis cette date.

**Adresse :**

Green Watt SA  
Centre Monnet  
Avenue Jean Monnet 1  
B-1348 Louvain-la-Neuve

**Tél :** 010/77.91.00

**E-mail :** [info@greenwatt.be](mailto:info@greenwatt.be)

Une installation *Green Watt* se compose généralement de 3 organes: un liquéfacteur qui reçoit les déchets organiques, les transforme en liqueur acide et alimente l'HYFAD qui dégage un haut rendement de méthane; et le post-digesteur qui achève de dégrader les matières organiques plus lentes à être digérées.





40



1. Le Figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica*) est une espèce de plante de la famille des Cactaceae, originaire du Mexique, qui s'est naturalisée dans d'autres continents, notamment le pourtour méditerranéen et en Afrique du Sud. Il produit un fruit comestible appelé « figue de Barbarie ». On l'appelle aussi figuier d'Inde, nopal, oponce ou cactus raquette.
2. Les scientifiques effectuent en laboratoire des études de pertinence et de faisabilité. Ils testent notamment le potentiel de biométhanisation des déchets agricoles.

en 2013 sur les marchés anglais et italien, dit-il encore. Et, comme *Green Watt* est une société enthousiaste et ambitieuse, un bureau commercial a été ouvert au Chili !

## Du cactus, tout est bon

«Il faut savoir que le Chili est un pays en plein boom économique, poursuit le CEO de *Green Watt*, dont les industries principales sont les mines et l'agro-alimentaire, 2 industries grandes consommatrices d'énergie et très sensibles à leur bilan en carbone. Mais le Chili n'a ni pétrole, ni charbon, ni gaz et il n'y aura jamais de centrales nucléaires, vu la sismicité du pays. Une société d'ingénierie chilienne nous a contacté dans le cadre de ses recherches sur les énergies renouvelables et nous sommes allés sur place pour développer un concept de production de biomasse durable sans compétition avec l'agro-alimentaire», poursuit Philippe Mengal.

L'idée des Chiliens était de cultiver des cactus, de les sécher et de les brûler dans des centrales électriques en même temps que le charbon. L'inconvénient de ce processus est qu'il faut fertiliser à nouveau le champ après en avoir retiré toute la matière minérale et l'irriguer après en avoir extrait toute l'eau. Le modèle agronomique classique ne fonctionne donc pas. Il s'agissait d'un cactus originaire du nord du Mexique appelé «figuier de barbarie», mieux connu sous le nom de Nopal. Parmi ses nombreuses qualités: une contenance en eau de près de 90% et une capacité de résistance au sol aride du désert d'Atacama. *Green Watt* avait travaillé jusque là avec des déchets de melons et des racines de chicons mais a décidé de relever le défi. Après plusieurs missions sur place, un accord a été signé avec les autorités chiliennes lors d'une mission économique en présence du Prince Philippe.

Grâce à cette technologie de méthanisation, le lisier - matière hautement polluante - n'est plus nécessaire comme complément à la masse organique pour la production d'énergie. C'est en effet un digesteur à haut rendement (HYFAD) qui sépare l'acidogène et la méthanogénèse pour obtenir un taux d'acidité optimal à

la production d'énergie. Ce procédé permet de ne dépendre que d'un combustible végétal, dans ce cas-ci le Nopal.

La société wallonne a aujourd'hui un ingénieur agronome belge sur place pour accompagner ce projet et faire connaître son métier de base, à savoir: installer des centrales de biogaz dans des industries agricoles. Le Chili est le pays idéal pour lui ouvrir le marché vers d'autres pays d'Amérique du Sud.

## Un développement raisonné

«*Green Watt* est aujourd'hui une petite société, qui compte 27 personnes mais fin 2013, nous devrions être une quarantaine», poursuit Philippe Mengal, et nous implanter au Chili était pour nous une formidable aventure. Heureusement, la Région wallonne nous a aidés à toutes les étapes du développement de la société».

C'est ainsi que grâce à la DGO6, *Green Watt* a obtenu une avance remboursable qui lui a permis de se développer (un prêt qu'une banque privée n'aurait probablement pas consenti); qu'elle a été aidée et guidée pour déposer ses brevets internationaux, qu'elle a pu recevoir le soutien de l'AWEX (Agence wallonne à l'exportation et aux investissements étrangers) lors de son installation au Chili et que la SOFINEX (Société de financement de l'exportation et de l'internationalisation des entreprises wallonnes) a pris à sa charge une partie de la garantie bancaire exigée lors de sa première exportation et est intervenue lors de la création de sa filiale en France.

«Aujourd'hui, personne ne tient le marteau et le tournevis chez *Green Watt*, indique Philippe Mengal, tout est sous-traité, ce qui nous amène à faire travailler une centaine de personnes soit dans les ateliers des fournisseurs soit localement en ce qui concerne le génie civil. Nous consacrons beaucoup de temps à l'élaboration de nos plans et de nos cahiers des charges et nos ingénieurs et nos techniciens vérifient sur place les équipements à différents stades de leur construction, dit-il. Peut-être qu'un jour nous construirons nous-mêmes certains modules mais ce sera dans le but... d'en garder le secret.»

## Des projets ?

Une installation de biométhanisation du genre de celle implantée au Chili (projet, construction, montage sur place et mise en service) prend 18 mois. *Green Watt* envisage actuellement la possibilité d'installer le modèle fonctionnant avec des cactus dans d'autres pays mais à partir d'autres déchets. Deux projets d'applications plus pointues sont pour l'instant à l'étude, toujours suivant le même principe: une installation standardisée et modulée.

Il y a actuellement environ 9 000 installations de biométhanisation en fonctionnement en Allemagne, 200 en France et moins de 100 en Belgique. C'est dire qu'il est temps de s'intéresser à nos déchets agricoles. Il y a quelques décennies, quand on récoltait les betteraves, on coupait le collet et les feuilles que l'on ramenait à la ferme, on en faisait un sillon et cela servait de nourriture au bétail. Aujourd'hui, on donne du soja et des aliments vitaminés aux vaches ! Il y a l'exemple de la betterave, mais il y a les épluchures de pommes de terre, les cosses de petits pois, etc...

Si l'on s'intéresse aux grains de maïs, il y a tout le reste de l'épi. À titre d'exemple: le grand producteur que sont les États-Unis et où les champs de maïs s'étendent à perte de vue. Si les déchets de cette céréale étaient utilisés pour faire du méthane, l'énergie produite serait équivalente à 20 réacteurs nucléaires.

*«Le potentiel est énorme et depuis quelques années, la biométhanisation connaît un développement fulgurant, conclut Philippe Mengal. Pourquoi ? La technologie et le modèle économique sont là et la mentalité des gens a évolué.»* ■

*Le méthane de Titan.  
L'un des lacs d'hydrocarbures de la région du pôle Nord de Titan, vu par le radar de la sonde Cassini. En juillet 2006, les planétologues ont repéré sur les images du radar, des dizaines de «surfaces lisses» au-delà des 70° de latitude nord. Pour les experts, il s'agit des lacs de méthane. Toutes réunies, ces étendues liquides représenteraient une superficie supérieure à celle de la mer Noire. Ces immenses réserves seraient 400 fois supérieures à celles de tous les hydrocarbures terrestres...*

# Le gaz méthane

**L**e méthane ( $\text{CH}_4$ ) est un hydrocarbure de la famille des alcanes et constitue le principal composant du gaz naturel (90%). Il est issu de la fermentation de matières organiques animales ou végétales en l'absence d'oxygène et est fabriqué par des bactéries méthanogènes qui vivent dans des milieux anaérobiques, c'est-à-dire sans oxygène.

Il se dégage naturellement des zones humides peu oxygénées comme les marais et les terres inondées. Il se forme aussi dans l'estomac des mammifères. C'est d'ailleurs le gaz principal des flatulences. D'importantes quantités de méthane sont piégées sous forme d'hydrates de méthane au fond des océans.

Le physicien italien Alessandro Volta (1745-1827) a découvert le méthane en 1776 en s'intéressant au «gaz des marais» (l'ancien nom du méthane). Jusqu'aux années 70, l'impact du méthane sur le climat était inconnu. En 1976, il a été démontré que le méthane était un gaz à effet de serre: il absorbe une partie du rayonnement infrarouge émis par la Terre et l'empêche ainsi de s'échapper vers l'espace. Ce phénomène contribue au réchauffement de la Terre. On estime que sans sa présence, la température moyenne de surface de la Terre serait plus basse de 1,3 °C. Dans le passé, le taux de méthane dans l'atmosphère a varié comme la température. Sa concentration a augmenté d'environ 150% depuis 1750 et atteint aujourd'hui un taux inégalé dans l'Histoire. Il a été retrouvé à l'état de traces dans plusieurs nuages interstellaires, sur Titan, dans l'atmosphère de Mars.

Globalement, on estime les émissions de  $\text{CH}_4$  vers l'atmosphère à 500 Mt par an, dont les 3/4 proviennent de sources d'origine anthropique. Les principales sources sont: les zones humides (marais, mangroves tropicales, rizières) pour 32% des émissions; les énergies fossiles pour 21%; les ruminants pour 16% (produit par la digestion incomplète lors de la fermentation gastro-entérique des ruminants. Une seule vache peut émettre 100 à 500 l de méthane par jour. À cela s'ajoutent les déchets émis qui continuent leur décomposition sur le sol); les déchets humains, 12%; la biomasse avec 10% et enfin, les sédiments et océans pour 4% de la totalité des émissions.

Les variations futures restent incertaines mais on prévoit cependant une augmentation des apports de l'énergie fossile, des déchets et des sources agricoles, du fait du développement de la population mondiale, de l'industrialisation de certains pays et de la demande croissante en énergie.



# A-po-ca-lyp-tique !

Mais que s'est-il passé en l'an 774 (ou 775) ?

Notre planète a sans doute été irradiée par un sursaut gamma. Voilà qui expliquerait peut-être aussi certaines extinctions d'espèces...

42

O n a beau être la très vénérable et sérieuse *Royal Astronomical Society*, il n'est pas interdit de publier de temps à autre un communiqué un peu plus « sexy » qu'à l'habitude. Ainsi, celui du 21 janvier annonçant que leurs « *Monthly Notices* » venaient d'éditer un article dans lequel 2 chercheurs allemands de l'Université d'Iena proposaient une explication possible à un phénomène vieux de près de 1 250 ans ! (1) Et la « *Society* » de s'interroger : « *Did an 8<sup>th</sup> century gamma ray burst irradiate the Earth ?* » Autrement dit, un sursaut gamma a-t-il irradié la Terre au 8<sup>e</sup> siècle ?

L'histoire commence l'an dernier lorsque des chercheurs japonais annoncent qu'ils ont détecté un niveau anormalement élevé de carbone 14 et de béryllium 10 dans les anneaux de cèdres correspondant à l'an 775 (2). Fusa Miyake, physicienne spécialiste des rayonnements cosmiques à l'Université de Nagoya, en conclut que le niveau en <sup>14</sup>C dans l'atmosphère a augmenté d'environ 1,2% sur une période n'excédant pas un an (tout redevient normal dans les cernes suivants des 2 troncs d'arbre étudiés), ce qui représente une

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

variation 20 fois supérieure à la normale ! Quel phénomène, qui s'est sans doute produit fin 774 - début 775, expliquerait une telle augmentation ?

En tout état de cause, il ne peut s'agir que d'un « événement » très énergétique. En effet, l'isotope <sup>14</sup>C se forme lorsque des radiations très énergétiques entrent en collision avec les atomes (d'oxygène notamment) dans la haute atmosphère, produisant des neutrons. L'azote, principale composante de l'atmosphère, absorbe ensuite ceux-ci, formant ainsi le <sup>14</sup>C. Mais quelle pourrait être la source d'un tel flux de particules aussi énergétiques ? Une supernova (explosion cataclysmique d'une étoile supergéante dont le cœur s'effondre sur lui-même alors que les couches externes éjectent de grandes quantités d'énergie) ou une éruption solaire violente. Mais pour expliquer la quantité de <sup>14</sup>C, ces événements auraient dû être tellement intenses qu'ils auraient été visibles à l'œil nu et on devrait donc en trouver trace dans les observations astronomiques

de l'époque (même si, bien sûr, on ignorerait alors à quoi de tels phénomènes étaient dus). Ainsi, des supernovae ont-elles été signalées dans des chroniques datant de 1006 ou de 1054. Une chronique anglo-saxonne parle même d'une « croix rouge » visible après le coucher de Soleil, observation qu'on peut interpréter comme une supernova, mais qui date de... 776. Or, d'après les anneaux des arbres observés, à ce moment, tout est rentré dans l'ordre. Et on n'a jamais retrouvé de vestiges de cette supernova. Quant aux éruptions solaires, selon la chercheuse japonaise, pour expliquer un tel accroissement de <sup>14</sup>C dans l'atmosphère, il aurait fallu qu'elles soient hors-norme, provoquant des aurores boréales extraordinaires... dont il n'est fait mention nulle part. Que s'est-il donc passé en cet an de grâce 774 ?

## Sursaut gamma

Dans l'article publié fin janvier, les 2 chercheurs allemands, Valeri Hambaryan et

Vue d'artiste représentant un sursaut gamma proche en train de détruire toute vie sur la Terre.

Ralph Neuhäuser, émettent une autre hypothèse: cet accroissement serait dû à un «sursaut gamma de type court». Précisons d'emblée ce qu'on entend par long et court dans ce cas: un sursaut «long» dure une dizaine de secondes; un «court» moins de 2 secondes! Comment un événement aussi bref (même s'il est qualifié de «long»!) peut-il être responsable d'une telle anomalie dans la formation d'un élément constitutif de notre atmosphère?

Parce qu'un tel sursaut est sans doute l'événement le plus apocalyptique qui puisse se produire dans l'univers. Ils ont été découverts fin des années 1960 grâce à la... Guerre Froide. Les grandes puissances ont en effet alors mis sur orbite des satellites capables de détecter des émissions de rayons gamma afin de vérifier si l'interdiction des essais nucléaires dans l'atmosphère terrestre était bien respectée. Très vite, ces satellites ont enregistré des flashes de tels rayonnements mais qui ne venaient ni de la Terre, ni du Soleil. Il fallut pourtant attendre 1997 pour être tout à fait certain que ces «bouffées de photons», comme on dénomme parfois le phénomène, étaient d'origine extragalactique. En 2009, un tel sursaut a même été observé à une distance d'environ 13 milliards d'années-lumière!

Pour pouvoir voir des phénomènes aussi lointains, il faut évidemment que les énergies mises en jeu soient colossales: l'équivalent de l'énergie dissipée par notre Soleil en un milliard d'années par exemple. Voire plus. Autrement dit, c'est comme si toute l'énergie brûlée par le Soleil depuis sa formation l'était d'un coup, en quelques secondes! Mais pour que ce phénomène se produise, il faut des étoiles bien plus massives que la nôtre. Dans certains cas, l'énergie mise en

jeu est telle que lors de l'effondrement de l'étoile sur elle-même, 2 jets étroits parviennent à s'échapper de l'enveloppe de l'étoile; des jets émis dans 2 directions opposées, de quelques degrés d'ouverture seulement, un peu comme les lumières d'un phare. C'est cette éjection qui est appelée «sursaut gamma» long, un peu comme si l'étoile vomissait brutalement une quantité folle d'énergie. Le même phénomène se produit aussi lors d'une collision entre 2 trous noirs ou 2 étoiles à neutron par exemple, ce qui donne naissance à des sursauts courts. Les particules chargées qui constituent les jets produisent des émissions dans un domaine très large du spectre électromagnétique, allant du gamma au visible en passant par le X. Ce qui permet d'observer le phénomène selon des lumières différentes (certains ont d'ailleurs été visibles à l'œil nu, comme ce sursaut observé le 19 mars 2008, bien que distant de plus de 7 milliards d'années-lumière de nous!).

## Dans la galaxie

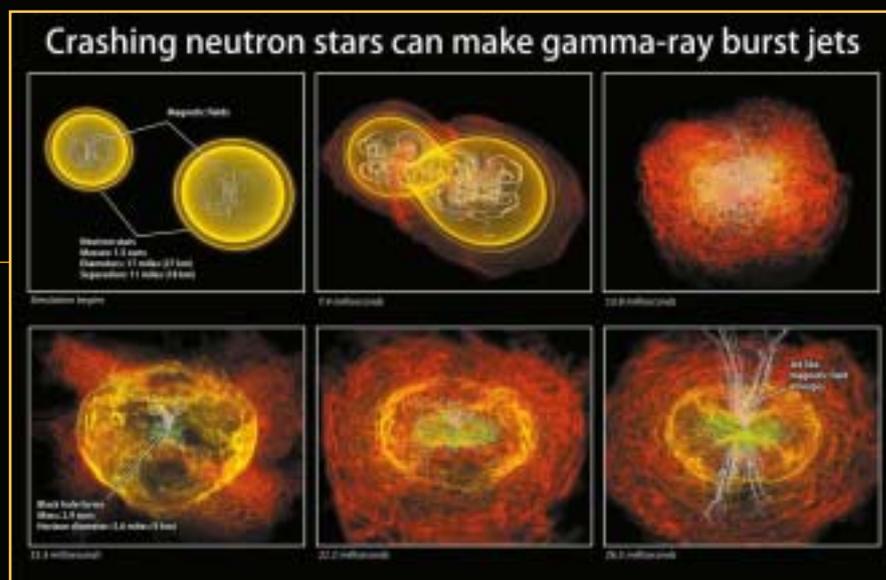
Selon les chercheurs allemands, notre planète a été victime, en 774, d'un sursaut gamma court (c'est ce qui explique qu'il n'ait pas été repéré), mais pas n'importe lequel: un sursaut qui s'est produit dans notre galaxie, c'est-à-dire très proche de nous, à moins de 12 000 années-lumière seulement. D'où les traces qu'il a laissées. Pour les chercheurs, s'il avait été plus proche, les dégâts causés à la biosphère auraient sans doute été très importants. Des études ont en effet montré qu'un sursaut gamma proche affecte par

exemple le plancton des océans jusqu'à plusieurs dizaines de mètres de profondeur. En effet, les photons gamma provoquent indirectement l'apparition de photons UV, lesquels détruisent la vie planctonique, ce qui aurait des conséquences directes sur la chaîne alimentaire, et indirectes sur le climat.

Du coup, certains s'interrogent: l'extinction survenue voici environ 450 millions d'années, lors de laquelle une bonne partie des espèces marines avait disparu, n'est-elle pas due à un sursaut gamma survenu dans notre galaxie, et sans doute plus proche que celui de 774? Fort heureusement pour nous (car notre société est bien plus fragile que celle qui peuplait la Terre voici des millions d'années!), de tels événements sont rares, sans doute un tous les 10 millions d'années dans notre galaxie. Et il faut encore que l'orbite de la Terre coupe l'un des faisceaux émis et que le phénomène ne se produise pas à plusieurs dizaines de milliers d'années-lumière pour que la vie terrestre soit menacée... ■

- (1) *A Galactic short gamma-ray burst as cause for the  $^{14}\text{C}$  peak in AD 774/5*, V. V. Hambaryan, R. Neuhäuser,
- (2) *A signature of cosmic-ray increase in ad 774–775 from tree rings in Japan*, Fusa Miyake et al., Nature 486, 240–242 (14 June 2012) doi:10.1038/nature11123

*Une collision entre 2 étoiles à neutrons peut produire un sursaut gamma. Cette simulation sur ordinateur montre la collision de 2 étoiles à neutrons en orbite l'une autour de l'autre. On remarquera la brièveté extrême du phénomène: elles fusionnent en moins de 8 millisecondes! Un trou noir se forme (black hole) dont émergent des jets de rayons gamma.*



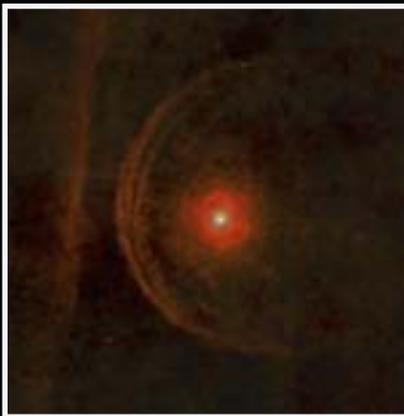
# À la Une du Cosmos

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



On savait que certains oiseaux et certains humains s'orientaient grâce aux étoiles. Ils ne sont pas les seuls: de petits coléoptères, les bousiers, s'orienteraient grâce à la Voie Lactée!

La Belgique est scindée! Enfin, côté céleste, en tout cas... On vient en effet de découvrir que l'astéroïde (1052) Belgica est double. Pas de bol, on ne peut appeler un des deux morceaux «Wallonia» car un astéroïde (#3198), découvert par un Liégeois, porte déjà ce nom...

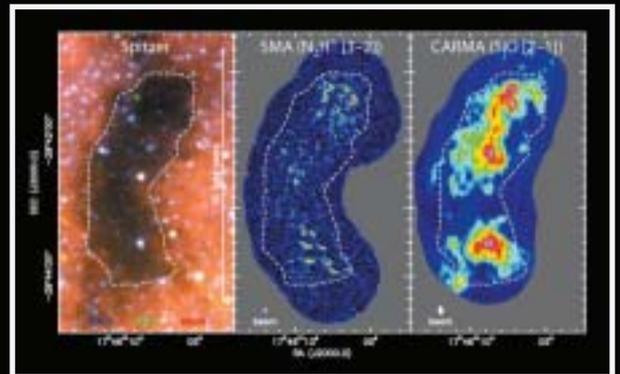


Le télescope européen Herschel révèle l'environnement d'une étoile brillante bien connue: Bételgeuse, dans la constellation d'Orion. L'étoile est entourée d'un arc, dû à son mouvement dans le milieu environnant, et un «mur» de poussières se trouve non loin - l'étoile devrait entrer en collision avec lui bientôt.

Photo: ESA

Structures mystérieuses... On vient de trouver un nuage sombre et massif de gaz et de poussières qui tourne tellement vite sur lui-même qu'il ne s'effondre pas et n'engendre pas d'étoiles. On a aussi découvert un filament massif de gaz et de poussières long de 300 années-lumière avec une épaisseur de seulement 1 ou 2 années-lumière: il renferme l'équivalent en masse de cent mille soleils et matérialiserait peut-être l'axe d'un bras ou d'une autre structure de la Voie Lactée.

Photo: Spitzer



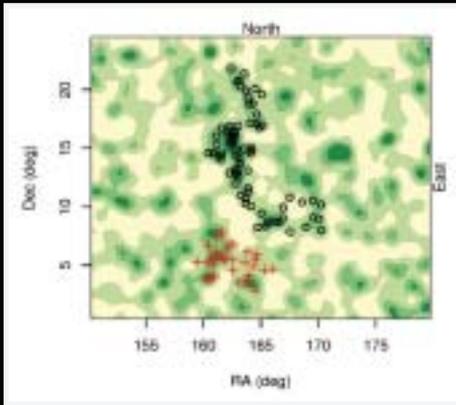
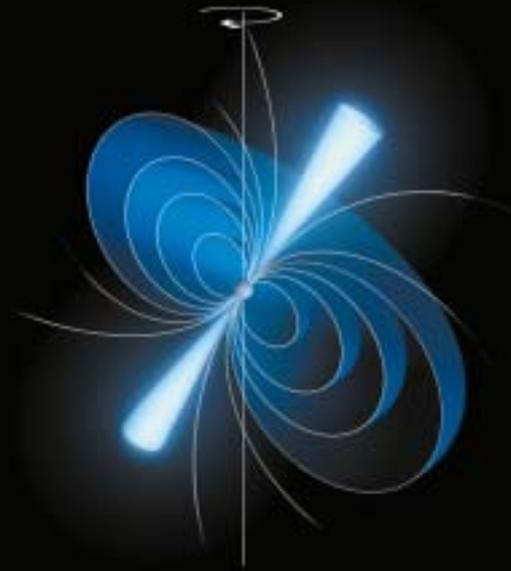
Au 19<sup>e</sup> siècle, une petite planète baptisée Vulcain était censée orbiter le Soleil de plus près que Mercure. Cela permettait d'expliquer les mouvements de cette planète. Avec l'arrivée de la Relativité Générale, plus besoin de Vulcain, que de nombreux observateurs n'avaient de toute façon pas pu voir. Aujourd'hui, nouvelle vérification: il n'y a pas d'objet plus gros que 6 km à l'intérieur de l'orbite mercurienne...

Photo: NASA



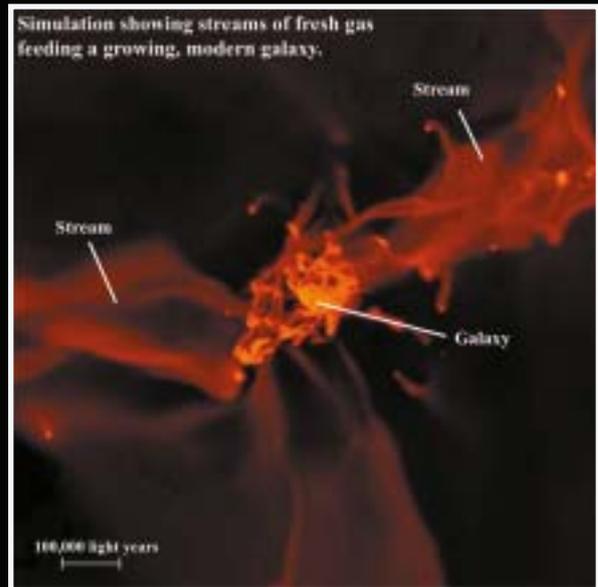
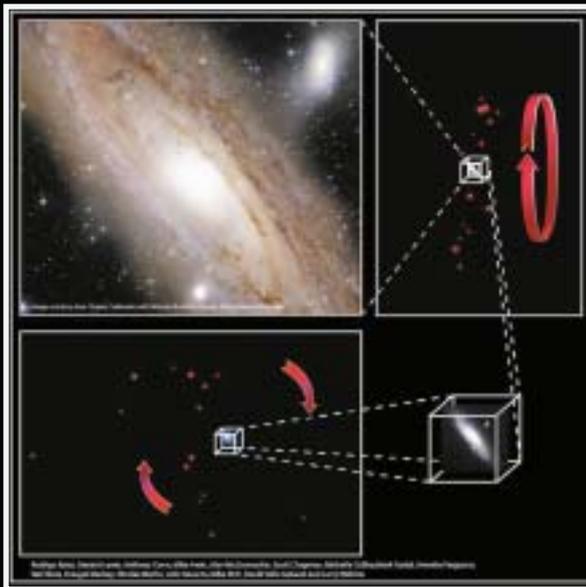
▶ Phare céleste mystérieux: le pulsar PSR B0943+10 ne clignote pas en même temps en rayons X et en ondes radio. Au contraire, les comportements sont inversés: il brille en X quand il est faible en radio, et vice-versa, ce qui intrigue les astronomes et relance le débat sur le fonctionnement de ces «phares».

Photo: ESA



◀ Autre structure: un énorme groupe de galaxies lointaines vient d'être détecté - il a une taille moyenne de 500 Mpc mais atteint 1 200 Mpc pour sa plus grande dimension, ce qui pose problème car des structures plus grandes que 370 Mpc ne sont pas prédites par la théorie...

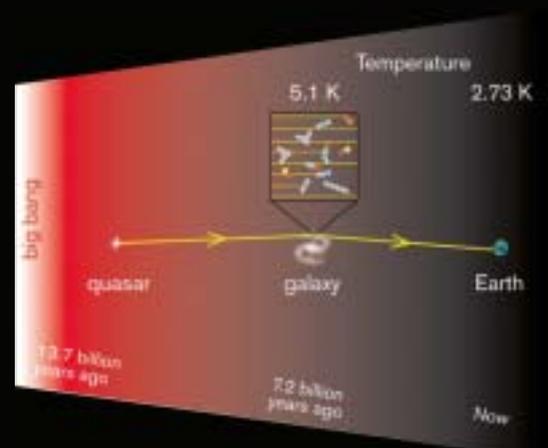
Photo: UCLan



▶ ▲ ▲ À gauche: Les galaxies naines satellites de la galaxie d'Andromède se trouvent toutes dans un même plan et tournent toutes dans le même sens: cette immense galette se mouvant d'un bloc intrigue les astronomes, qui devront peut-être revoir leurs idées sur la formation de cette galaxie (au passage, notons que cela ne remet pas en cause les théories d'Einstein, comme l'ont martelé de nombreux médias, aguichés par le jeune âge d'un des - nombreux - co-découvreurs). Photo: Keck. À droite: Les observations du télescope spatial Hubble auraient permis de mettre en évidence des courants de gaz intergalactique pauvre en métaux, ce qui dénote une origine quasi primordiale. Ces courants alimentent des galaxies en matière fraîche. Photo: HST

▶ Le réseau australien de radiotélescopes CSIRO a permis de mesurer de façon précise la température du gaz dans une galaxie lointaine. La valeur trouvée, 5 Kelvin, est en parfait accord avec les prédictions théoriques: la température associée au fond cosmologique issu du Big Bang doit effectivement diminuer avec le temps (sa température actuelle est 2.7 K, et devait atteindre quelques degrés de plus il y a quelques milliards d'années).

Photo: CSIRO





Texte: Théo PIRARD • Photo: CNES

L'accès à l'espace passe par des lancements à prix élevés et au caractère dramatique. Par ailleurs, un lanceur spatial qu'il faut préparer avec un soin extrême sert une seule fois. À chaque vol, il remet en question sa réputation de système fiable pour accélérer un satellite à quelque 28 000 km/h ! Tant d'éléments entrent en jeu: depuis les paliers de turbopompes à grande vitesse jusqu'aux logiciels de contrôle et de sauvegarde (1), en passant par les vannes pour les propergols liquides (2) et les servo-commandes pour un pilotage précis (3) jusqu'à l'orbite. C'est un domaine technologique où aucune place ne peut être laissée à l'improvisation, ni à la routine. Le moindre changement de fournisseur pour un composant donne lieu à des tests intensifs de validation. Sur le marché des services de transport sur orbite, la référence mondiale est européenne. Elle s'appelle Arianespace, une société privée qui exploite Ariane 5, le plus puissant des lanceurs commerciaux. Dix années de succès ininterrompus, avec 54 lancements réussis d'affilée ! Ce qui assure la pérennité, au sein de l'industrie en Europe, de quelque 10 000 emplois d'ingénieurs et techniciens hautement qualifiés

## Comment s'explique cette position de leader pour Arianespace, entreprise française à vocation européenne ?

Cette réussite, dont doit davantage s'enorgueillir l'Europe des hautes technologies, résulte d'une gestion rigoureuse de la qualité, tant au cours de la production chez les industriels - pour le propulseur à poudre, les moteurs cryogéniques (hydrogène et oxygène liquides), la case à équipements et son avionique, les organes de commande et les éléments de structures - que lors de l'assemblage et des préparatifs au Centre spatial guyanais. Rien ne peut être laissé au hasard. Pour Arianespace, les raisons du succès sont la fiabilité d'un système opérationnel de lancement double - 2 satellites à la fois -, la flexibilité des services proposés, l'écoute du client pour la meilleure disponibilité du lanceur.

Mais ces critères ont un prix à payer: le gros défaut d'Ariane 5 est le coût de sa mise en œuvre pour les opérations en Guyane, proche de la ligne de l'équateur: de l'ordre de 150 millions d'euros par vol. Pour faire face à ses grands rivaux en Russie (le Proton commercialisé par la compagnie russo-américaine *Ils/International Launch Services*), en Ukraine notamment (le lanceur russo-ukrainien *Zenit* avec *Sea Launch* et *Land Launch*) et aux États-Unis (le lanceur privé *Falcon 9* de *SpaceX/Space Exploration Technologies*), l'Esa (Agence spatiale européenne) doit intervenir sous la forme d'une subvention publique de 100 millions d'euros par an.

## Le talon d'Achille d'Ariane 5, qui peut fragiliser son leadership, est donc ce besoin récurrent d'une aide financière des États qui contribuent à son programme. Qu'en est-il de ses concurrents ?

Si les *Proton*, *Zenit* et *Falcon 9* peuvent s'en sortir avec des tarifs (un peu) moins élevés, c'est grâce aux contrats pour des missions gouvernementales dans l'espace. Moscou et Washington les utilisent, le plus souvent en priorité, pour placer sur orbite des satellites militaires et scientifiques. Au demeurant, les installations russes et américaines de lancements sont placées sous le contrôle des instances militaires ou d'autorités publiques qui les financent. Ce qui n'est pas le cas du Centre spatial guyanais d'où s'envolent les *Ariane 5*, *Soyouz* et *Vega*. Ce triptyque permet de répartir sur 3 lanceurs les frais de personnel sur site pour les opérations et la maintenance. Il y a la solution politique que ce Port de l'Europe vers l'espace fasse partie des infrastructures prises en charge par l'Union européenne.

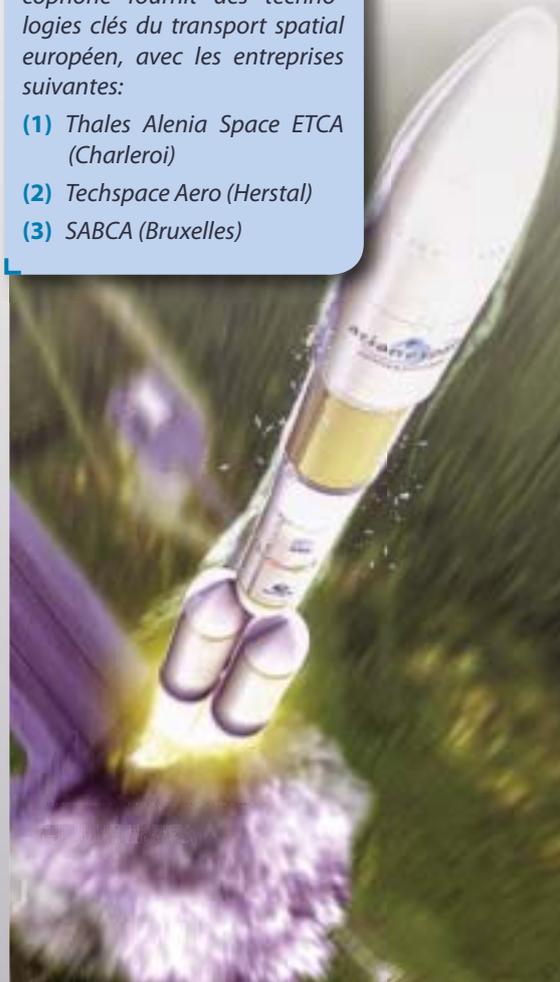
## Comment Arianespace sera-t-elle en mesure de se tirer d'affaire à long terme ?

Seule solution étudiée par le Cnes (Centre national d'études spatiales) en France, le père de la fusée *Ariane*: la naissance d'un nouveau modèle de lanceur plus économique que l'actuel *Ariane 5*. C'est l'objectif du projet *Ariane 6*, dont le développement a été approuvé en novembre

par l'Esa. Il s'agit d'un lanceur de type modulaire, qui utilise des propulseurs à poudre et un 3<sup>e</sup> étage avec moteur cryogénique ré-allumable. Son financement définitif - un investissement estimé à 4 milliards d'euros sur 7 ans - doit être décidé à la mi-2014, pour qu'un premier vol de démonstration ait lieu dès 2021. ■

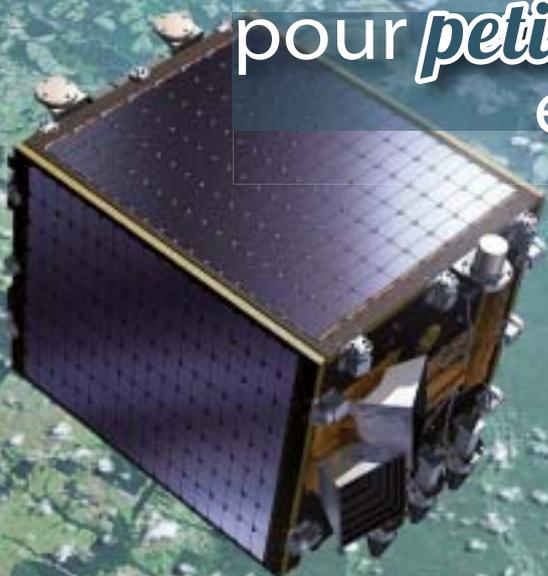
Le sait-on ? La Belgique francophone fournit des technologies clés du transport spatial européen, avec les entreprises suivantes:

- (1) Thales Alenia Space ETCA (Charleroi)
- (2) Techspace Aero (Herstal)
- (3) SABCA (Bruxelles)



# Mini-satellites

## pour petits États en Europe



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

Photos: ESA (p.47), Qinetiq Space (p.48)

Lors du Conseil de l'Esa au niveau ministériel, qui s'est tenu à Naples du 19 au 21 novembre, la Belgique, soutenue par la Suisse et le Luxembourg, a lancé le programme *Small Missions Initiative (Smi)*. Elle a demandé et obtenu l'adoption d'une résolution habitante pour cette activité optionnelle de développement en Europe des petits satellites de recherche, de technologies et d'applications. Il s'agit à la fois de stimuler l'industrie des systèmes spatiaux et de développer des innovations aux moindres frais. Ce programme, réservé aux petits pays, sera proposé aux souscriptions nationales en mars.

### L'incroyable fiabilité des Proba

Cette activité *Smi* s'inscrit comme une suite logique et durable à l'odyssée des micro-satellites *Proba* (*Project for On-Board Autonomy*) voulus par la Belgique. Avec le micro-satellite *Proba-1*, qui inaugurerait en octobre 2001 une famille d'observatoires intelligents sur orbite dans le cadre de son programme *Gstp* (*General Support Technology Pro-*

*gramme*), l'Esa a ouvert la voie à de petites missions dans l'espace. C'est le Service fédéral de Politique scientifique qui, dans les années 1990, a misé sur le développement de *Proba* comme plateforme stable et agile, polyvalente et intelligente pour des satellites de 100 à 200 kg.

Ainsi deux *Proba* «made in Belgium» ont-ils vu le jour chez *Verhaert Space*, aujourd'hui *Qinetiq Space*, et grâce à *Spacebel*, dans une enveloppe financière de 15 à 20 millions d'euros (frais de lancement et d'exploitation non compris). Lancés comme charges additionnelles par un *Pslv* indien pour *Proba-1* et par un *Rockot* russe pour *Proba-2*, ils se trouvent à l'œuvre avec beaucoup de succès. Contrôlés par le centre *Esa* de Redu (en province de Luxembourg), tous deux ont dépassé le temps prévu de fonctionnement sur orbite.

- *Proba-1* de 94 kg fait preuve d'une longévité remarquable, puisqu'il est en service depuis plus de 11 ans. Ses instruments de prises de vues - dont un capteur hyperspectral - ont pris «à la demande» des dizaines de milliers d'images de sites terrestres, lesquelles sont exploitées et archivées par l'*Esrin*, Institut européen de recherches spa-

En avril, le lanceur européen *Vega*, contrôlé par un nouveau logiciel de bord (1), sera mis en œuvre par *Arianespace* pour placer sur orbite 2 petits satellites d'observation.

Le *Proba V* (égétation) de 160 kg, produit de l'industrie spatiale belge, doit assurer la continuité de la collecte d'images concernant le couvert végétal de notre planète.

Le *Vnredsatsat-1a* (*Vietnam Natural Resources, Environment & Disaster monitoring Satellite*) de 120 kg a été réalisé par *Astrium* en France pour permettre au Vietnam de faire ses premiers pas en télédétection spatiale. Ce lancement double démontre l'importance grandissante des mini- et micro-satellites pour des missions «low cost» (à bas prix) autour de la Terre

*tiales* (Frascati, Italie), dans le cadre du programme *Esa* de télédétection.

- *Proba-2*, satellisé en novembre 2009, est une version améliorée pour une mission scientifique, très appréciée des spécialistes, qui répond aux besoins de la «météo de l'espace». Il sert à observer et mesurer en permanence les caprices du Soleil et ses influences sur la Terre.

Autre intérêt de chaque *Proba*: outre sa charge utile principale, il emporte des équipements technologiques qui servent à tester dans l'environnement spatial des nouveautés performantes qu'on va retrouver sur des sondes interplanétaires et observatoires spatiaux.

### Au service du programme Copernicus (GMES)

Le *Proba-V* (égétation) de 160 kg est un observatoire multispectral qui doit



*L'intégration d'un satellite, même petit, est une affaire très sérieuse. Ce qui n'empêche pas l'équipe de QinetiQ Space de se défouler lors d'une photo souvenir.*

48

évoluer sur orbite héliosynchrone à 820 km. Son instrument principal est un ensemble complexe de 3 imageurs, conçus par Amos à Liège. Il doit prendre des images jusque dans les bandes infrarouges avec une fauchée de 2 250 km. Et ce, avec une résolution de 1 km, mais il sera possible d'en extraire des vues de 300 m dans le visible et le proche infrarouge. Le micro-satellite de télédétection est par ailleurs équipé d'une paire de spectromètres *Ept* (*Energetic Particle Telescope*) que l'on doit au *Csr* (*Center for Space Radiations*) de l'Université catholique de Louvain pour des mesures *in situ* des radiations dans l'environnement spatial. Il y a aussi un équipement expérimental de surveillance du trafic aérien via la réception des signaux *Ads-B* (*Automatic Dependent Surveillance-Broadcast*) qui identifient les avions.

En début d'année, *Proba-V* subissait ses derniers tests dans les simulateurs d'*Intespace* à Toulouse. Prévu pour être satellisé au moyen du prochain lanceur *Vega*, il doit prendre la relève de *Végétation-1* qui a fonctionné sur le satellite français d'observation *Spot-4* et de *Végétation-2* qui continue sa mission à bord de *Spot-5*. Pour rappel: le développement et la mise en œuvre des 2 spectromètres *Végétation* ont constitué le premier programme d'activités spatiales qu'a financé la Commission européenne dans les années 90.

Jean-Paul Malingreau, conseiller technique pour l'observation de la Terre dans le cadre du *Centre commun de recherches (Ispra)* de l'Union, fut l'initiateur de ce programme *Végétation* à la Commission.

*tion*) qui n'a cessé de grandir pour, récemment, accueillir un incubateur d'entreprises orientées vers le spatial. *Végétation* est en quelque sorte le précurseur de *Gmes* (*Global Monitoring for Environment & Security*). Enfin baptisé *Copernicus*, c'est l'un des 2 grands piliers de l'Union européenne pour des applications d'intérêt global à usage civil. Or, Jean-Paul Malingreau s'inquiète pour *Copernicus* à l'horizon 2020: «*Il est temps de penser à quelque chose de neuf. Les jeunes chercheurs doivent penser à de nouvelles technologies.*»

Commentant la mission *Proba-V*, le spécialiste belge de l'observation par satellites en Europe considère que le monde de la télédétection spatiale a changé et qu'il convient de sortir des sentiers battus afin de maîtriser les coûts pour les investissements publics. Il insiste sur le fait que le système *Copernicus* doit être repensé comme outil global d'observations avec une vision à long terme. Il propose à l'*Esa*, via la délégation belge, la solution des petits satellites comme les *Proba*. Ainsi, un *Proba-Vb* pourrait être décidé en 2013 dans le but de garantir la continuité opérationnelle des observations.

## Une demi-douzaine de Proba avant 2020 ?

Dans ce contexte, le programme *Smi* de l'*Esa* arrive à point nommé. D'autant que le micro-satellite *Proba* est devenu un produit d'exportation. Un consortium industriel belge, dirigé par *Spacebel* qui développe le logiciel de bord et

le contrôle au sol, a réussi à convaincre la *Vast*, l'*Académie de Science & Technologie du Vietnam*, d'avoir son observatoire hyperspectral *Vnredsatsat-1b* basé sur le bus *Proba*. Ce petit satellite, qu'il est prévu de lancer en 2017, sera équipé d'une caméra panchromatique (vues de 10 m de résolution) et du *Chib* (*Compact Hyperspectral Imager Breadboard*) qui observe dans une cinquantaine de bandes spectrales (résolution de 50 m pour une fauchée de 300 km). L'imagerie hyperspectrale constitue une nouvelle clé pour caractériser les ressources végétales, analyser les sols, identifier les pollutions marines, comprendre des problèmes géologiques...

D'autres missions *Proba* pour l'*Esa* sont en préparation pour des contrats lors des 15 mois à venir. Leur contrôle continuera d'être effectué depuis le centre *Esa* de Redu par la société *Rss* (*Redu Space Services*), entreprise commune de *Ses Astra Techcom* et de *QinetiQ Space*. À la Ministérielle *Esa* de Naples, la Belgique a décidé de contribuer pour 141,74 millions d'euros aux activités «petits satellites». Sont actuellement en projet:

- pour 2015, le *Proba Altius* (*Atmospheric Limb Tracker for Investigation of the Upcoming Stratosphere*) étudié par l'*lasb* (*Institut d'aéronomie spatiale de Belgique*) pour des mesures sur la chimie de l'atmosphère.
- à l'horizon 2017, un ambitieux vol de formation ultra-précis entre *Proba-3* «belge» de 340 kg équipé d'un coronographe et un microsat «espagnol» de 200 kg servant à occulter notre étoile. Évoluant sur une orbite très elliptique (entre 600 et 60 530 km), cette paire de satellites formera un observatoire de 150 m de long pour une vision inédite du disque solaire.
- avant 2020, une constellation de 3 *Proba* pour la surveillance du trafic maritime, ainsi qu'un *Proba* d'océanographie de très haute précision. ■

# Brèves spatiales...

## d'ici et d'ailleurs

Texte: Théo PIRARD • Photos: NASA, ESA, University of Bern

### Du «made in Europe» pour le vaisseau habité Mpcv Orion de la Nasa.

L'EsA, lors de son Conseil ministériel qui s'est tenu à Naples du 19 au 21 novembre, a décidé la poursuite de sa coopération avec la Nasa pour les opérations habitées avec l'Iss sous la forme d'une participation européenne au vaisseau piloté Mpcv (*Multi-Purpose Crew Vehicle*), baptisé Orion. À la mi-janvier, elle a confirmé ce partenariat par la signature d'un accord. L'industrie européenne, avec Eads Astrium en Allemagne (Brême), doit fournir le SM (*Service Module*) ou «salle des machines» avec son système de propulsion et d'alimentation électrique. Celui-ci sera dérivé de l'actuel module de service qui équipe l'engin spatial Atv (*Automated Transfer Vehicle*) de l'EsA.

Appelé Georges Lemaître, du nom du célèbre cosmologiste belge originaire de Charleroi, le 5<sup>e</sup> et dernier exemplaire du ravitailleur automatique européen servira à ravitailler la station au printemps 2014. Ehp (*Euro Heat Pipes*) de Nivelles a réalisé pour Astrium, les caloducs «sur mesure» pour le refroidissement du module de service de l'Atv. La Pme wal-



lonne, spin-off de l'Université libre de Bruxelles, devrait être associée au développement du Mpcv-SM.

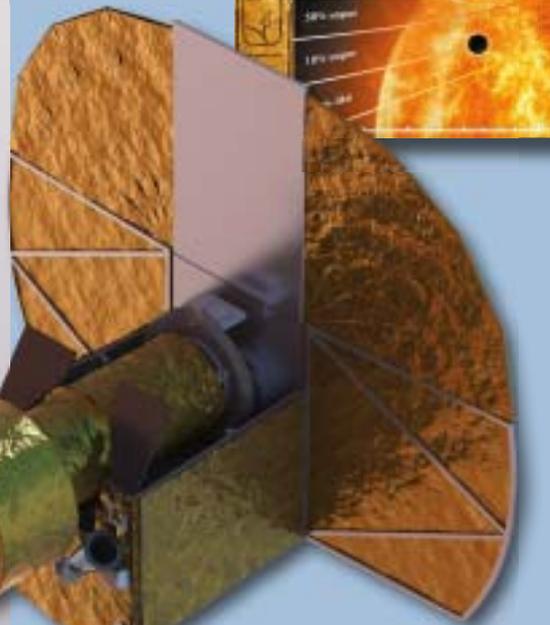
Deux exemplaires de vol du Mpcv-SM, destiné à l'exploration humaine du système solaire, vont être réalisés pour la Nasa et Lockheed Martin, le maître d'œuvre d'Orion. L'un d'entre eux sera intégré à la capsule Orion afin de tester des manœuvres sur des orbites lointaines. Le vaisseau américano-européen doit voler sans équipage en 2017-2018 après avoir été lancé par le premier modèle du Sls (*Space Launch System*) de la Nasa. ■

**Un Iranien dans l'espace avant 2020 ?** Relever le défi du vol spatial habité reste un exploit spectaculaire. Même si on a presque en permanence 6 astronautes et cosmonautes qui tournent au-dessus de nos têtes à bord de l'Iss (*International Space Station*). Sur le plan politico-stratégique, c'est en quelque sorte reculer sa frontière céleste. Téhéran ne cesse d'annoncer que l'un de ses pilotes ira dans l'espace avant la fin de cette décennie. L'Isa (*Iranian Space Agency*), responsable du programme spatial iranien, a précisé qu'il s'agira d'un vol suborbital ou «saut de puce» (Ndlr: comme l'avaient réalisé 2 astronautes américains... en 1961 !). Il aura lieu dans 5 ans, au plus tard en 2019 pour les 40 ans de la République islamique. En vue de cette mission qui nécessitera une nouvelle fusée - une variante à un étage de Simorgh iranienne ou Unha-3 nord-coréenne -, l'Isa a expédié un chimpanzé à quelque 120 km afin d'étudier les problèmes d'accélération et de récupération. ■

### Bienvenue à Cheops pour la chasse aux exoplanètes !

L'EsA a décidé de satelliser en 2017 un mini-observatoire de moins de 200 kg pour participer à la recherche sur les planètes autour d'étoiles. Cheops (*Characterising ExOplanets Satellite*) doit prendre la relève du petit satellite franco-belge Corot dont les données sont exploitées par les spécialistes du Département Ago (*Astrophysique Géophysique Océanographie*) de l'Université de Liège. Cette équipe et le Csl (*Centre spatial de Liège*) sont partie prenante à l'élaboration de la mission et à la réalisation du télescope. ■

49



# À vos AGENDAS!

## Le pendule de Foucault

Du 22 février au 24 mars

À Tournai...

Imaginez une Cathédrale, riche de 9 siècles d'existence. Immense, élégante, fière à en défier le ciel de ses 5 tours vertigineuses. Œuvre fantastique, fruit de la prodigieuse ingéniosité des hommes, héritage inestimable de générations d'êtres éphémères, elle sera encore là lorsque les derniers échos de notre temps se seront tus. À l'intérieur, une sphère métallique, suspendue à la voûte romane, fend l'air froid, lentement, dans un majestueux mouvement quasi hypnotique de va-et-vient, dans le plus grand des silences, comme pour mieux respecter le caractère sacré du lieu. Et, en quelques instants, telle une révélation, la rotation de notre monde, la Terre, devient une évidence.

Expérience mythique qui défie l'imagination, à la fois simple et complexe, elle constitue l'un des rares moyens de prouver que la Terre tourne bien sur elle-même.

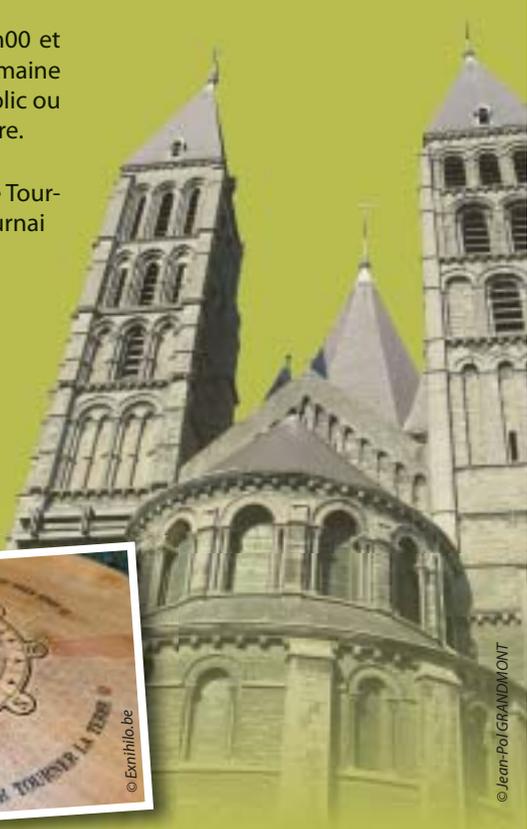
**Quand ?** Les dimanches à 14h00 et 15h30 pour le grand public; en semaine sur réservation pour le grand public ou les classes de 4<sup>e</sup>, 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> secondaire.

**Où ?** Cathédrale Notre-Dame de Tournai - Place de l'Evêché 1, 7500 Tournai

**Tarif ?** Gratuit !

### Infos et réservation ?

Sciences et Techniques au Carré (SciTech<sup>2</sup>) - Université de Mons  
Tél.: 065/37.38.41  
[scitech2@umons.ac.be](mailto:scitech2@umons.ac.be) ;  
[www.umons.ac.be/scitech2](http://www.umons.ac.be/scitech2)



50

## Histoires d'ondes

Du 1<sup>er</sup> au 29 mars

À Mons...

Parler, voir, se repérer, chanter, communiquer, s'amuser, jouer d'un instrument, diagnostiquer, sonder les océans, percer les secrets des étoiles, étudier l'Univers, écouter de la musique, soigner... que serait notre existence sans les ondes ?

Chapitre-clé des cours de Physique de 6<sup>e</sup> année, les ondes donnent lieu à de nombreuses démonstrations expérimentales dont certaines nécessitent parfois du matériel spécifique... Les physiciens de l'Université de Mons ont donc développé au fil du temps un ensemble toujours plus complet et cohérent d'expériences amusantes, mais toujours riches d'enseignement. À *Histoires d'Ondes*, pas question de

logiciel de simulation, seule l'expérience est reine. L'expo ne laisse en général aucun étudiant indifférent. La visite commence par quelques mises au point: les notions de longueur d'onde, fréquence, vitesse ou encore modes de propagation sont abordées grâce à d'élégantes machines à ondes. Arrivent ensuite de spectaculaires résonances - figures de Chladni, tube de Rijke, verre de la Castafiore,... -, ainsi que les incontournables interférences, acoustiques ou lumineuses. De surprenantes expériences permettent également d'aborder la fluorescence, la polarisation, les ondes électromagnétiques, etc. En 2011, plus de 1 200 rhétoriciens sont venus la découvrir, pourquoi pas vous ?

**Quand ?** 3 visites par jour (1h30): 9h, 10h30 et 13h30

**Pour qui ?** Les élèves de 6<sup>e</sup> secondaire

**Où ?** Centre Vésale (ancienne piscine universitaire), Campus des Sciences de la médecine - UMONS, Avenue du Champ de Mars à 7000 Mons

**Tarif ?** Gratuit !  
(Réservation indispensable)

### Infos et réservation ?

<http://www.umons.ac.be/scitech2>  
[scitech2@umons.ac.be](mailto:scitech2@umons.ac.be)  
Tél.: 065/37.34.90



22 mars !

*Journée d'étude sur  
les nouveaux challenges  
en électronique  
de puissance pour  
applications spatiales !*

**L**e groupe de contact FNRS et le Groupe de Recherche en Électronique de Puissance en Environnement Sévère organisent une journée d'étude sur les nouveaux challenges en électronique de puissance pour applications spatiales.

Au programme de cette journée, au cours de laquelle les plus grandes entreprises du spatial (Thales Etca, Sabca, Esa...) interviendront, les défis de l'électronique embarquée dans un lanceur, l'implication de la Wallonie dans le domaine, la navigation et sauvegarde des lanceurs, les nouveaux défis de pilotage,... et bien d'autres sujets encore.

**Quand ?** Le 22 mars de 9h à 17h

**Où ?** ECAM (Haute École Léonard de Vinci) - Promenade de l'Alma, 50 à 1200 Bruxelles

**Infos & inscription ?**

<http://www.grepes.be>



## Playful Science 7

16 mars

À Bruxelles...

**P**layful science est un festival d'expériences organisé annuellement par Science on Stage Belgium, alternativement dans les 3 régions du pays. À vocation nationale, le festival se fait dans les 2 langues principales du pays, ou en anglais et a pour objectif de présenter des expériences simples à réaliser afin d'aider les enseignants à les reproduire facilement en classe.

Playful Science, c'est des présentations sur scène, un concours et une foire aux expériences et un show final de sciences de 45 minutes !

**Où ?** École européenne Bruxelles 1 Avenue du Vert Chasseur, 46 à 1180 Uccle

**Pour qui ?** Les enseignants ou futurs enseignants

**Tarif ?** 15 euros; 5 euros pour les étudiants et membres de Science on stage. Reconnu par l'IFC.

**Infos et réservation ?**

<http://www.scienceonstage.be>  
(formulaire d'inscription en ligne)  
ou [info@scienceonstage.be](mailto:info@scienceonstage.be)

## Sorti de PRESSE

**Les mathématiques du vivant  
ou la clef des mystères de l'existence**  
Flammarion

51

Ian STEWART

**S**ciences et techniques ont toujours progressé de concert: les 1<sup>ers</sup> hommes enregistraient les phases de la Lune par des entailles sur des os; ceux d'aujourd'hui traquent le boson de Higgs à l'aide du Grand collisionneur de hadrons. Le calcul différentiel d'Isaac Newton a permis de décrire la marche des cieux avant d'être développé et appliqué avec bonheur à des domaines aussi divers que la chaleur, la lumière, le son, la mécanique des fluides puis la relativité et la théorie quantique. La pensée mathématique s'est peu à peu inscrite au cœur de la physique. Jusqu'il y a peu, les sciences de la vie n'étaient guère touchées par cette évolution. [...] La situation aujourd'hui est radicalement différente. Les progrès de la biologie soulèvent une multitude de questions profondes qui ne trouveront pas de réponses sans un attirail mathématique conséquent. [...] La biologie est le grand

territoire à conquérir des mathématiques du 21<sup>e</sup> siècle. L'objet du livre est de mesurer le chemin parcouru et de présenter la riche variété des passerelles jetées entre les mathématiques et la biologie. [...] De grands projets ont d'ores et déjà été accomplis, et en peu de temps. Seul l'avenir nous dira jusqu'où ils pourront nous mener. Une chose est sûre: le voyage sera passionnant.

*Extrait de la préface écrite  
par Ian Stewart*

« Avec un enthousiasme communicatif, Ian Stewart décrit les passerelles qui existent entre la théorie des graphes et la classification des êtres vivants, la géométrie en dimension quatre et la forme des virus, la théorie des nœuds et la structure des brins d'ADN, la théorie des jeux et les stratégies de reproduction, la théorie du chaos et la dynamique des populations, les automates cellulaires... et la définition de la vie... »





**Visitez nos sites:**

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



Service public  
de **Wallonie**

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

