

Athena

Le mag' scientifique

300

Avril
2014

www.athena.wallonie.be · Mensuel ne paraissant pas en juillet et août · Bureau de dépôt Charleroi X · N° d'agrément: P002218



30 ans d'Athena
Ça se fête!

SPW | Éditions



Wallonie

Édito

30 ans, 300 numéros, 12 pages bonus...

Texte: **Géraldine TRAN** - Rédac'tchef • Photos: **ID Photo/www.idphoto.be** (vignette)

Les boîtes noires du vol MH370 de la *Malaysia Airlines* sont toujours introuvables, les pandas chinois de *Pairi Daiza* ont été élevés au rang de stars, le squelette d'un homme vieux de 3 200 ans atteint du cancer a été découvert dans la vallée du Nil, des traces laissées par les fluctuations gravitationnelles dans la première lumière émise par l'univers ont été observées laissant présager l'une des plus grandes découvertes de la cosmologie moderne. Et puis... *Athena*, votre magazine 100% wallon, fête ses 30 ans et son 300^e numéro !

Il a bien grandi depuis ce 1^{er} numéro de 20 pages sorti en avril 1984 sous l'impulsion du Ministre Melchior Wathelet, qui en avait laissé les rennes à André Joveneau, secondé par la suite par Marie-Claude Soupart. L'objectif était «*d'informer sur les technologies nouvelles et leur évolution, faire communiquer entre eux les partenaires de l'innovation technologique*». D'en faire aussi le «*carrefour des points de vue de l'information technologique, ouvert à nos innovateurs wallons et à leur audace*». Il est pleinement atteint. Et ce, grâce à toutes les personnes qui ont contribué à sa réalisation, son développement, ses remises en question: les différents acteurs de la DGO6, les journalistes, les «informateurs» de tous horizons et surtout, vous, lecteurs souvent fidèles et attentifs.

Plus que les technologies, le magazine *Athena* est aujourd'hui une jolie vitrine pour la Wallonie, son service public, ses chercheurs, ses entreprises, ses lieux de formation, son patrimoine scientifique et technologique. C'est aussi une fenêtre ouverte sur l'actualité du monde, les petits et grands progrès de la science. C'est encore un support de sensibilisation aux sciences et aux métiers techniques et scientifiques, une manière positive de présenter la science aux générations futures. Pour «rester dans le coup» et continuer à exister dans le paysage médiatique francophone, *Athena* évoluera sans doute encore mais je tenais à vous remercier, vous, nos milliers de lecteurs (tant de la version papier que numérique), de nous avoir suivi jusqu'ici et de nous suivre encore sur le chemin de la vulgarisation et d'une science accessible au plus grand nombre. Pourvu que ça dure !

Bonne découverte de ce numéro un peu spécial et de ses 12 pages bonus, qui, nous l'espérons, vous plairont... ■

Athena, ce n'est pas mon bébé.

Quand je l'ai adoptée, son éducation était déjà faite. Il ne me restait plus qu'à l'aider à grandir, s'épanouir et devenir respectable et respecté. À être "quelqu'un" de bien, à l'écoute et au service des autres...

2

300 fois MERCI à Melchior Wathelet, Jean Galler, Nicolas Hulot et leur équipe respective, le collectif Skad, Lisa Delcourt, Mediatix, les sponsors de notre concours, nos journalistes pour le travail exceptionnel qu'ils ont fourni, à Élise, Michel et Nathalie, mes collègues, pour avoir contribué à rendre ce 300^e numéro plus que réussi...

ATHENA 300 • Avril 2014

SPW | Éditions

Tirée à 18 500 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

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 97

• **par courriel à l'adresse**

raffaella.ruggiero@spw.wallonie.be

Géraldine



18



38



54



56

Sommaire

Actualités	04
Focus sur Coexpair	10
Le Dossier 30 ans de recherche sur le sommeil De Morphée à l'IRM	12
L'ADN de ... Jean GALLER • Chocolatier	16
Technologie 1984 - 2014 Une production Athena Techno	18
Internet Evernote La solution magique (2 ^e partie)	22
12 pages Bonus 30 ans d'Athena	26
Médecine Mémoire et identité: une affaire de couple	38
Biologie	42
Astrophysique Univers: son dernier visage connu	46
Société Manger des insectes Pourquoi pas nous ?	50
Physique	54
Astronomie	56
Espace	58
Agenda	62

Éditeur responsable
Michel CHARLIER,
Inspecteur général
Ligne directe: 081 33 45 01
michel.charlier@spw.wallonie.be

Rédactrice en chef
Géraldine TRAN
Ligne directe: 081 33 44 76
geraldine.tran@spw.wallonie.be

Graphiste
Nathalie BODART
Ligne directe: 081 33 44 91
nathalie.bodart@spw.wallonie.be

Impression
Imprimerie Bietlot
Rue du Rond-Point, 185 à 6060 Gilly
ISSN 0772 - 4683

Collaborateurs
Virginie Chantry
Jean-Michel Debry
Paul Devuyt
Henri Dupuis
Thibault Grandjean
Philippe Lambert
Carine Maillard
Yaël Nazé

Théo Pirard
Jean-Claude Quintart
Jacqueline Remits
Skad
Christian Vanden Berghen
Melchior Wathelet

Dessinateurs
Olivier Saive
Vince

Comité de rédaction
Laurent Antoine
Michel Charlier

Relecture
Élise Muñoz-Torres
Ludivine Verduyck

Couverture
Quatrième
Crédit: ASTRA



Un 2^e OSCAR, rien que ça!



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

Photos: Flying-Cam

4

Une fois de plus, la perspicacité wallonne fait la Une à Hollywood où l'Académie des Arts et des Sciences du Cinéma a décerné à la société *Flying-Cam* l'Oscar scientifique et d'ingénierie pour sa solution de prise de vue aérienne sans pilote, *Flying-Cam 3.0 SARAH*, pour laquelle 8 ans de recherche et développement auront été nécessaires. Une récompense qui devient une habitude pour l'entreprise d'Oupeye (Liège) qui s'était déjà vue décerner un Oscar technique pour la première mouture de sa caméra volante.

Persévérance et récompense, tel est le parcours de cette société atypique créée en 1988 par Emmanuel Prévinaire. Elle était à l'époque la première entreprise au monde à offrir des services de prise de vue aérienne depuis des hélicoptères sans pilote à destination du cinéma et de la télévision. Des débuts de garage qui fleurent bon la Californie et ont permis à la société de devenir le leader mondial d'une niche de pointe sur laquelle elle donne le ton et le tempo ! *Flying-Cam* a opéré à ce jour dans quelque 75 pays sur plus de 1 000 projets, dont les longs-métrages *Mission Impossible*, *James Bond*, *Harry Potter*, etc.

Flying-Cam propose au marché une solution bout en bout qui contrôle en interne la totalité des technologies et métiers: plate-forme volante, contrôleur

de vol (pilotage automatique), tête gyroscopisée et intégration des capteurs professionnels, interface homme-machine, formation, certification des opérateurs et maintenance. Développée à Liège, la plate-forme à propulsion électrique propose une masse au décollage de 25 kg, un contrôleur de vol d'une précision de 2,5 cm et de 0,5° dans le cap, une tête gyroscopisée et une interface de programmation et de suivi des missions. Ce contrôleur de vol, basé sur la technologie GPS/DGPS, autorise l'exécution et la récurrence de prise de vue aérienne rapprochée avec une sophistication inégalée. Ainsi appareillé, *3.0 SARAH* effectue des prises de vue irréalisables par des hélicoptères classiques, des câbles ou tout autre dispositif traditionnel.

Les promoteurs soulignent que la version *3.0 SARAH* constitue une étape importante dans les plans de développements technologiques de la société en termes d'innovations, de mutation et de plan d'affaires. Dans sa présentation, *Flying-CAM* explique que l'adoption des solutions inventives et le respect des flux de travail du client sont les grandes lignes qui permettent à leur produit de garder une longueur d'avance. Plus concrètement, les technologies mises au point favorisent les activités du produit et lui ouvrent aujourd'hui de nouveaux débouchés, notamment en matière d'exploration géophysique et d'usage par



divers secteurs de l'industrie. Surfant sur la vague de la croissance exponentielle des engins sans pilote, l'entreprise wallonne intensifie sa stratégie d'innovation produit, d'expansion commerciale et d'amélioration opérationnelle, le tout, dans un esprit d'excellence technologique, l'une des clés de son succès. Installée en région liégeoise, la société, soutenue par la DGO6, dispose également de bureaux à Santa Monica (Los Angeles) et à Hong Kong. ■

<http://www.flying-cam.com>
et <http://www.oscars.org>



Actus...

d'ici et d'ailleurs

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

Photos: Cardiatris (p.6), Sanofi Aventis / D. FELIX (p.7), Y. MERCKX /Flickr (p.9)

Capacité et rapidité

Enfin, diront les propriétaires de portables et autres «*devices*» fonctionnant sur batteries. La nouvelle a du reste secoué le lanterneau technologique. Comme à son habitude, l'Université catholique de Louvain (UCL) a frappé fort avec le dernier fruit de ses recherches: une batterie dotée d'une super capacité alliée à une charge ultra-rapide. L'œuf de Colomb ? Pas tout à fait, mais l'innovation repose sur l'intégration de 2 technologies différentes au cœur d'un même système: d'une part, les condensateurs électrolytiques connus pour leur vitesse de charge/décharge extrêmement rapide et leurs capacités de stockage basse énergie et d'autre part, les batteries lithium-ion connues pour la lenteur de leur charge/décharge et leurs capacités de stockage à énergie élevée. Plus précisément, c'est suite à un choix adéquat des matériaux de la batterie que le team peut engranger des performances de charge ultra vélocité et de capacité de stockage élevée. Ce qui, *in fine*, débouche sur une technologie qui permet de recharger complètement une batterie en un temps record de 5 minutes !

L'avancée accomplie par l'équipe néo-louvaniste débouche sur des perspectives nouvelles, notamment au niveau des véhicules électriques équipés de batteries lithium-ion, pour lesquels les temps de recharge sont actuellement de quelques heures, voire même d'une dizaine d'heures au départ d'une prise électrique domestique. Cette découverte sera également valorisée par le programme d'excellence BATWAL dont l'objectif vise au développement d'un nouveau type de batteries lithium-ion applicables sous forme de peinture pour des supports extérieurs et intérieurs (murs, toitures, panneaux photovoltaïques, etc.), à son intégration optimale au réseau électrique domestique et à son interfaçage avec le réseau électrique global. L'avantage recherché touche ici à la vitesse de charge/décharge rapide, à la capacité de stockage et à la durée de fonctionnement. Bref, on reparlera encore souvent de l'UCL et de ses travaux en matière de batteries ! ■

<http://www.uclouvain.be>

Bientôt peut-être, les véhicules électriques bénéficieront de cette prometteuse technologie made in Belgium...



Attention !

Sommes-nous déjà à nous reposer sur nos lauriers ? Oui, à en juger par le dernier rapport de l'Office européen des brevets qui révèle qu'avec 266 000 demandes de dépôt de brevet, le cru 2013 atteint un nouveau record au niveau mondial. Avec 2 243 demandes déposées par les acteurs belges contre 2 412 en 2012, notre pays recule par contre de 7,4% !

Cela dit, avec 180 demandes par million d'habitants, nous nous trouvons au-dessus de la moyenne des 28 pays de l'Union européenne. Au hit-parade des déposants belges de brevets, on trouve:

- I'MEC: 125 demandes
- Solvay: 112
- Agfa-Gevaert: 76
- CNH Industrial: 75
- Johnson & Johnson: 54
- Total: 54

Parmi les grands déposants du vieux continent, *Samsung* arrive en tête avec 2 833 demandes, suivi par *Siemens* (1 974), *Philips* (1 839), *LG* (1 648), *BASF* (1 577), etc. Le rapport constate une augmentation stable pour les États-Unis. Les pays asiatiques, avec près des 3/4 de la croissance, en jouent les moteurs. ■

<http://www.epo.org>

La vie à plein flux

Si nous aimons savoir nos routes et autoroutes fluides, il en va de même pour nos artères. Le lecteur comprend de suite que nous parlons ici d'anévrisme, une dilatation de la paroi d'une artère dont l'évolution forme une poche de taille variable, communiquant avec l'artère par une zone rétrécie, dite collet. Les emplacements les plus sujets à ce phénomène sont le cerveau et le thorax. En termes plus simples, on peut comparer l'anévrisme à une hernie sur la chambre à air d'un pneu. L'ennui est que l'anévrisme génère une zone fragile pouvant se rompre à tout moment et provoquer une hémorragie aux conséquences souvent fatales. On estime aujourd'hui que quelque 50 millions de personnes dans le monde vivent avec un anévrisme cérébral caché. Et sur ce total, 100 000 subiront un accident vasculaire cérébral, provoquant la mort pour la moitié de ces personnes. De même, 6 millions de personnes souffrent d'un anévrisme thoracique et 750 000 nouveaux cas sont diagnostiqués chaque année. Non traité, ce type d'anévrisme conduira à une rupture de l'artère dans 75% des cas ! Pallier le problème n'est pas simple lorsqu'on sait que s'adressant à des personnes déjà fragilisées, l'intervention chirurgicale classique conduit à des taux de mortalité et de morbidité très élevés. De même, l'insertion d'une prothèse dans l'artère est loin d'être sans risques.

Travaillant en Belgique pour une entreprise américaine spécialisée dans le traitement des maladies cardiovasculaires, Nouredine Frid a eu l'idée, en regardant le jet continu d'une fontaine new-yorkaise, d'appliquer la dynamique des fluides à la chirurgie cardiovasculaire. En effet, nos vaisseaux sanguins sont des tuyaux de différents diamètres, formant ensemble un circuit fermé long de 100 000 km ! Une pompe, un réservoir de tuyaux, un liquide en circulation et une pression, nous avons, en effet, le principe d'une fontaine. Une machine bien huilée jusqu'au moment où se développe un anévrisme créateur de turbulences et de problèmes pouvant conduire à une rupture fatale ! D'où l'idée de *Cardiatis* de développer un stent nouvelle génération sur base du principe du MFM pour *Multilayer Flow Modulator*. Une technologie qui élimine les turbulences et remet le flux dans son sens logique. L'anévrisme n'étant plus soumis aux contraintes de la pression artérielle, il se rétrécira sous l'effet Venturi, jusqu'à rétraction complète. Conçu et fabriqué par *Cardiatis* (Parc Scientifique *Créalys* de Gembloux), le produit est un stent auto-extensible, formé de nombreux fils métalliques en alliage de cobalt, tressés en plusieurs couches interconnectées. Une fois inséré dans l'artère, l'anévrisme est isolé et son processus de rétraction peut alors débiter. Simple, mais fallait-il encore y penser et oser aller de l'avant. ■

<http://www.cardiatis.com>

6



La souffrance dans le viseur

La souffrance nous est devenue insupportable, impensable même. La combattre est d'ailleurs devenu une niche de la médecine moderne. Sur ce théâtre, la société wallonne *Aepodia* a signé un accord de partenariat stratégique avec le français *Bio-Modeling Systems* en vue de mieux diagnostiquer, comprendre et surtout traiter les douleurs sévères, notamment la fibromyalgie et la douleur faciale chronique. Ainsi, les 2 entreprises combineront leur expertise en recherche scientifique et modélisation non mathématique pour construire 2 nouveaux modèles *CADI™* afin de décrire et

expliquer les mécanismes conduisant à ces pathologies et trouver de la sorte de nouvelles voies de compréhension, de diagnostic et de traitement.

Créée en 2007 en tant que spin-out d'une société pharmaceutique américaine, *Aepodia* évolue dans le conseil scientifique précoce du médicament (phase I et II). De son côté, le français *Bio-Modeling Systems* est pionnier dans les modèles heuristiques non mathématiques *in silico* validés *in vitro*. ■

<http://www.aepodia.com>
et <http://www.bmsystems.net>



Pour les femmes

Bien connue pour ses solutions de santé féminine, *Mithra Pharmaceuticals* vient de mettre sur le marché *Levosert™*, le second stérilet hormonal au monde. Fruit de 12 années de recherche et développement, *Levosert™* sera produit à Grâce-Hollogne (Liège) pour la Belgique et le grand-Duché de Luxembourg, pour le reste du monde ensuite.

Fondée en 1999, *Mithra Pharmaceuticals* a fait de la santé féminine son cœur d'affaires. Sur cette niche, l'entreprise s'attache à la contraception/fertilité, à la ménopause/ostéoporose, à la sphère utéro-vaginale et aux cancers féminins. En ce début d'année, la société avait aussi annoncé quelque 116 millions d'investissements dans la construction d'une nouvelle usine de production et d'un centre de Recherche & Développement à Flémalle (Liège). ■

<http://www.mithra.be>



Nouvelle arme contre le CANCER



Qui ne souhaite pas en finir avec le cancer ou du moins le dominer ? Si pour ce combat, le corps médical belge dispose d'armes multiples, la protonthérapie manquait toujours à son arsenal ! Ne voulant rester ainsi démuné face à ce fléau, l'Université catholique de Louvain (UCL) et la Katholieke Universiteit Leuven (KUL) ont décidé d'unir leurs forces en investissant dans un tout nouveau centre de protonthérapie avec le support de l'Universitair Ziekenhuis Gent (UZ Gent). Sise sur le campus Gasthuisberg de l'hôpital universitaire de la KUL, l'installation, d'un montant total de 40 millions d'euros, sera exploitée conjointement par les hôpitaux universitaires de la KUL et de l'UCL.

Alors que près de 50% de patients souffrant du cancer sont aujourd'hui soignés par radiothérapie, cette technique, malgré d'importants progrès enregistrés, touche toujours les tissus sains environnant la tumeur ciblée. D'où l'engouement pour la protonthérapie, solution dont le rayonnement par proton peut être orienté de manière encore plus précise, évitant ainsi d'affecter les tissus sains. Technique utilisée dans les pays voisins, cette forme de thérapie pourrait concerner, chez nous, de 150 à 200 patients par 10 millions d'habitants et devrait en toucher plus encore au fil des évolutions de la technologie. Dans cette aventure, les 2 universités fondatrices seront épaulées par l'UZ Gent et un partenaire industriel. De surcroît, des experts et chercheurs de l'univers industriel collaboreront avec le centre en vue de développer de nouveaux traitements par proton et carbone. À noter enfin que l'unité du Gasthuisberg sera également accessible aux professionnels des autres hôpitaux, universitaires ou non. Réalisés en collaboration avec les médecins concernés, les nouveaux développements des technologies de l'information devraient permettre aussi de préparer les traitements partiellement à distance. ■

<http://www.uclouvain.be> et <http://www.kuleuven.be>

Innover en santé

Voici les intentions du partenariat scientifique que viennent de signer le belge *UCB* et le français *Sanofi* en vue de découvrir et développer de petites molécules anti-inflammatoires innovantes, pouvant potentiellement soigner de nombreuses maladies à médiation immunitaire telles que la gastroentérite et l'arthrite. Le duo capitalise sur les capacités et ressources de *Sanofi* ainsi que sur les compétences pointues et innovations décisives d'*UCB*. En effet, *UCB NewMedecines* (section Recherche d'*UCB*) fait montre de ressources innovantes dans l'identification de petites molécules modulatrices d'une réponse biologique, pour laquelle des traitements bio-

logiques administrés par voie parentérale se révèlent particulièrement efficaces chez les patients.

Selon les termes de l'accord, une équipe de recherche sera créée et placée sous la direction commune des scientifiques d'*UCB* et de *Sanofi*. Les 2 entreprises partageront les coûts et profits à parts égales. *Sanofi* versera une avance à *UCB* ainsi que des paiements d'étape lors de la phase préclinique et du développement clinique, pour un total ne pouvant excéder les 100 millions d'euros. ■

<http://www.ucb.com>
et <http://www.sanofi.com>



Tout pour l'animal

Après le *Bonheur des dames* d'Émile Zola, voici bientôt celui des animaux grâce aux 24 millions d'euros investis par l'Université de Liège (ULg) dans une nouvelle clinique pour animaux de compagnie au sein de sa Faculté de Médecine vétérinaire. Unique en Fédération Wallonie-Bruxelles, cette unité s'adresse tant aux propriétaires et aux vétérinaires wallons qu'à ceux des pays limitrophes. Le nouvel outil prendra en charge des cas complexes qui exigent des équipements à la pointe de l'art - comme l'imagerie médicale - et sera à même de proposer des avis médicaux multidisciplinaires 24h/24. En effet, l'installation liégeoise est aussi la seule en Wallonie à disposer de 4 médecins vétérinaires spécialistes en médecine interne des animaux de compagnie reconnus au niveau européen. Inscrite dans les standards les plus récents, la nouvelle clinique rivalisera avec les premiers centres européens en la matière comme Helsinki, Zurich, Utrecht, etc.

8

Érigé à côté de l'actuelle clinique, le nouvel immeuble, de quelque 5 000 m², offrira des salles de consultations, d'examen complémentaires (récolte de sperme, endoscopie, urodynamique, hémodialyse, etc.), de préparation à la chirurgie, un plateau opératoire moderne, des espaces de soins intensifs, une zone de quarantaine pour animaux contagieux, une pharmacie centrale, une salle de chimiothérapie, de physiothérapie et une bibliothèque pour cliniciens et étudiants. À noter qu'après reconfiguration, l'ancienne clinique viendra en appui en hébergeant des bureaux et des salles de travaux pratiques pour les étudiants de la Faculté. L'inauguration du nouveau bâtiment est prévue pour 2018.

Dans la foulée, le Faculté de Médecine vétérinaire capitalise sur ses acquis en recherche au niveau des pathologies métaboliques, infectieuses et parasitaires hier encore incurables pour mettre en place un centre structurel interdisciplinaire de recherche d'ambition internationale. Baptisée *Fundamental and Applied Research for Animals & Health*

Coup d'crayon

Illustration: Vince • vincent_dubois@me.com

Nous vous avons déjà parlé de l'impression 3D de pizzas pour les astronautes de la Nasa, de bonbons qui pourraient prendre toutes sortes de formes et de couleurs, voici désormais le premier crâne imprimé en 3D et implanté avec succès. En plastique, il remplace les habituelles prothèses réalisées à la main et dans un ciment qui n'est pas idéal. Ici, la prothèse est d'une taille strictement identique au crâne d'origine ! Tout bénéfice pour la patiente qui a pu récupérer plus vite.

(FARAH), les activités de cette cellule touchent à 3 thèmes: la médecine vétérinaire comparée, les productions animales durables et la santé publique vétérinaire. Les cibles des travaux entendent rencontrer le concept *One World-One Health*, notamment au niveau des maladies émergentes. Ici, la Faculté conjugue médecine vétérinaire et défis mondiaux. Pour ses responsables, la démographie

galopante de la planète, le changement climatique, l'accroissement de la paupérisation et de la malnutrition dans plusieurs parties du globe doivent pousser à la réflexion et conduire la médecine vétérinaire à favoriser plus que jamais une approche globale et multidisciplinaire des enjeux. ■

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



Les femmes Atomia

Sur l'initiative de Céline Fremault, Ministre bruxelloise de la Recherche scientifique, la première édition du Prix Atomia a récompensé Isabelle Ost pour ses publications sur les rapports entre philosophie et littérature et sur la théorie de la littérature; Vinciane Debaille pour avoir fait une découverte importante à propos de l'évolution des activités volcaniques sur Mars et Carine Van Lint pour ses travaux sur le sida. Sur suggestion du jury et à titre exceptionnel, la Ministre a également remis un Atomia d'honneur à Els Witte pour sa carrière de chercheuse en tant qu'historienne spécialisée en histoire contemporaine. D'un montant de 10 000 euros par lauréate, le Prix Atomia entend promouvoir la place des femmes dans la recherche scientifique et l'innovation en Région bruxelloise. Selon les prévisions, d'ici 2020, le secteur de la recherche de la Région Bruxelles-Capitale aura besoin de 30 000 personnes dont 18 000 chercheurs au sens strict. ■

<http://www.innovativebrussels.irisnet.be>



Vincianne Debaille, Carine van Lint, la Ministre Céline Fremault, Els Witte et Isabelle Ost.

BioWin toujours winner!

Un an après la signature d'un deal international avec le Massachusetts Life Sciences Center de Boston, la Wallonie récolte les premiers fruits de ses efforts avec la désignation de Promethera BioScience et Coris BioConcept au financement par l'International Collaborative Industry program (ICIP) de leur projet collaboratif avec des entreprises du Massachusetts. Une opportunité unique pour ces acteurs wallons de travailler avec l'une des régions de la planète les plus réputées en matière des biotechnologies santé et des technologies médicales, souligne BioWin, pôle de compétitivité Santé de Wallonie.

Premier ticket formé sous les auspices de l'ICIP, le wallon Promethera BioScience, spécialiste en thérapie cellulaire, et l'américain EMD Millipore, spécialiste des outils et technologies pour le secteur pharmaceutique et les biotechnologies, associeront leurs technologies propriétaires pour commercialiser un test innovant de

screening toxicologique de candidats médicaments. Second ticket, le wallon Coris BioConcept, professionnel du diagnostic *in vitro*, et l'américain Covaris, expert en physique acoustique utilisée lors du traitement d'échantillons biologiques en phase pré-analytique, uniront leurs forces pour coupler la technologie de lyse par ultrasons à la plate-forme de diagnostic multi-fluidique en vue de commercialiser une solution intégrée et innovante de diagnostic *in vitro*. À cette occasion, les 2 entreprises wallonnes seront soutenues par la DGO6 dans le cadre du Plan Marshall 2.Vert. ■

<http://www.biowin.org>;
<http://www.masslifesciences.com>;
<http://promethera.com>;
<http://www.emdmillipore.com>;
<http://www.corisbio.com>
 et <http://www.covarisinc.com>

BioWin

Le chiffre

61

61% des Européens pensent que la mortalité routière peut encore baisser dans les années à venir. Au passage, l'Union européenne s'est fixée comme objectif de réduire celle-ci de moitié d'ici 2020. Réalisé à la demande de la Fondation VINCI Autoroutes, ce sondage montre que les Belges, dont on peut déplorer le taux de mortalité routière le plus fort d'Europe, ne sont que 68% à estimer que cela soit possible.

Le volet belge d'ailleurs montre que nous sommes 86% à admettre dépasser les limitations de vitesse; 51% à ne pas respecter les distances de sécurité; 61% à oublier de ralentir à proximité des zones de travaux ou encore, 31% à lire et envoyer des courriels et SMS en conduisant ! Bon point, nous sommes 81% à pratiquer la sieste lors de longs trajets contre 63% des Européens !

<http://fondation.vinci-autoroutes.com>



UNE AIDE, UNE SUCCESS STORY !

FOCUS

sur: Coexpair

Texte: **Jacqueline REMITS** • jacqueline.remits@skynet.be

Photos: © AIRBUS (p.10), Coexpair (p.11)

Carte d'identité

NOM

COEXPAIR SA

ANNÉE DE CRÉATION

2006

SECTEUR D'ACTIVITÉ

Technologies relatives aux composites
pour l'aéronautique

CHIFFRE D'AFFAIRES

3 millions d'euros en 2013

NOMBRE DE PERSONNES EMPLOYÉES

12

ADRESSE

Rue des Entrepreneurs, 10
5020 Namur

TÉLÉPHONE

081 566 200

SITE INTERNET

www.coexpair.com

10

Coexpair s'est trouvé une niche, toute petite certes, mais qui lui réussit. La société développe des technologies relatives aux composites et opère un transfert de technologie vers les sociétés aéronautiques. Elle s'intéresse principalement aux procédés qui permettent de produire des pièces fortement intégrées et est associée à *Radius Engineering*, société américaine leader dans le domaine.

Passionné depuis toujours par les matériaux composites, André Bertin, ingénieur à la *Sonaca*, est responsable, dès 1995, de ce type de matériaux. Il prend

ensuite en charge la gestion des produits du constructeur aéronautique brésilien *Embraer*. Pendant 4 ans, il y développe des avions. En 2003, il revient à la *Sonaca* en tant que responsable R&D. «C'est ainsi que j'ai participé à la constitution du pôle de compétitivité *Skywin* consacré à l'aéronautique et que j'ai incité à ce qu'on fasse du composite, se souvient-il. *Boeing* avait annoncé qu'il fabriquerait son prochain avion entièrement en composites. On se doutait bien qu'*Airbus* allait suivre le mouvement. *Skywin* a été créé avec un axe "avion plus composite". Ce projet réunit plusieurs sociétés: *Sonaca*, *Techspace Aero* et d'autres.» Objectif: développer des composites en Région wallonne. «J'ai lancé des programmes pour former des opérateurs. Le but de *Skywin* est de maintenir l'emploi dans les grandes sociétés par la reconversion du métal vers le composite, mais aussi de créer des PME et donc, de nouveaux emplois. À la *Sonaca*, j'étais en contact avec *Radius Engineering*, qui réalise du développement

technologique pour de grandes sociétés. Je leur ai proposé de venir s'implanter dans la région. Ce n'était pas évident. Fin 2006, j'ai quitté la *Sonaca* pour créer *Coexpair* dans laquelle l'entreprise américaine a accepté de prendre des parts, même si je reste l'actionnaire principal.»

UNE SEULE TECHNOLOGIE DE FABRICATION

Le core business de *Coexpair* consiste à bien maîtriser une technologie de fabrication. «Avec notre partenaire américain, nous sommes les meilleurs au monde sur une seule technologie de fabrication en composites. Ce type de matériaux de pointe présente de nombreux avantages de poids et de coût. Nous offrons des services de mise au point, d'engineering, de calcul et de design, reliés à des pièces qui

Subvention

Horizon- Europe

en résumé:

Type de promoteur:

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

Partenariat:

En partenariat.

Objet:

La subvention permet de couvrir des dépenses pour la préparation, le dépôt et la négociation d'un projet introduit en vue de participer à une action de l'Union européenne en matière de recherche, de développement technologique et de démonstration ou en vue d'obtenir le label de l'initiative «EUREKA».

Taux d'intervention:

Le montant total de la subvention est plafonné à 7 000 € (12 000 € si vous êtes coordinateur du projet).

Dépenses éligibles:

- la rémunération de votre personnel ou du personnel extérieur (forfait de 3 500 € (7 000 € si vous êtes coordinateur du projet);
- les frais de secrétariat (forfait de 350 € ou 500 € si vous êtes coordinateur du projet)
- les frais de traduction;
- les frais de prestations en matière juridique;
- les frais de déplacements en Belgique;
- les frais de missions à l'étranger (à l'exclusion des colloques internationaux).

Propriété des résultats:

Sans objet.

seront fabriquées grâce à cette technologie. Dans nos ateliers, nous sommes dotés des équipements nécessaires pour les réaliser.»

Le principe du business est de vendre aux sociétés Airbus, Techspace Aero ou Sonaca, les équipements de production. «Nous n'allons pas produire les pièces en série chez nous. Notre but est de vendre des presses, des systèmes d'injection et des moules.» Coexpair fabrique aussi en direct pour Airbus. «Notre maîtrise technologique incite les grandes sociétés à venir nous trouver. Aucune grande société n'a le même pôle d'ingénieurs que nous. Ces dernières années, nous avons accru notre développement en Europe avec des moules de grandes dimensions et de grande complexité.»

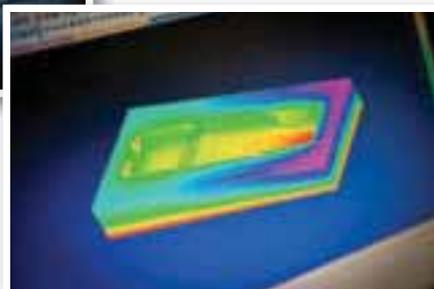
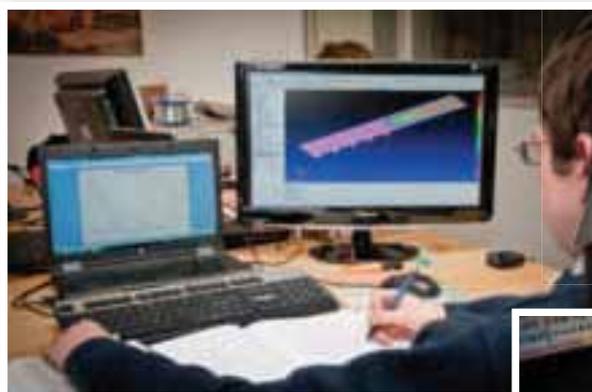
Voici un an et demi, la société a investi dans un nouveau bâtiment. Avec un chiffre d'affaires de 3 millions d'euros en 2013, en croissance constante, la société emploie une douzaine de personnes, essentiellement des ingénieurs. «Nous avons de plus en plus de tâches à réaliser en atelier, même si nous ne réalisons que des pièces de développement. L'activité est intéressante pour la Wallonie, le coût de la matière étant 10 fois plus chère que l'aluminium. Nous avons besoin d'une main d'œuvre très qualifiée et nous la trouvons dans la région.»

L'aéronautique est un secteur en évolution constante. «Dans l'Airbus A380, il y a près de 50% de matériaux composites; 55% pour la structure de l'A350. Pour nous, fournisseurs de technologies de fabrication et de formations, cela se passe bien. L'idée est de fournir le maximum de savoir-

faire et d'équipements en vue de produire des avions entièrement réalisés en composites. Dans les moteurs, on voit d'ailleurs de plus en plus de nouvelles applications. Les technologies que nous proposons sont vraiment adéquates pour fabriquer ces pièces. Le spécialiste mondial des compresseurs à basse tension est la société Techspace Aero et elle est notre premier et plus gros client. Nos clients sont principalement européens. Notre partenaire américain, Radius Engineering, s'occupe principalement de développer le marché des États-Unis.»

HORIZON-EUROPE ENTREPRISES POUR ALLER PLUS LOIN

Coexpair a fait appel à la Région wallonne pour l'obtention de la subvention «Horizon-Europe Entreprises». «Cette subvention aide à monter des projets européens. Elle finance le temps et les efforts nécessaires aux montages de tels projets. Grâce à cette aide de la Région wallonne, nous avons pu rentrer dans différents projets européens. Cela nous permet de réaliser des développements et par après, de les montrer. Ainsi, récemment, nous avons pu mettre au point une pièce de démonstration que nous avons présentée, avec beaucoup de succès, au GEC à Paris, un grand salon dédié aux matériaux composites. In fine, cette aide wallonne donne beaucoup de visibilité aux technologies que nous développons. Par la suite, elle permettra de financer les coûts de personnel et d'équipements.» ■



Plus d'infos:



Département du Développement technologique

Direction de l'Accompagnement de la Recherche

Tél. 081 33 44 79

benedicte.willems@spw.wallonie.be

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

30 ans de recherche sur le sommeil

De Morphée à l'IRM

De tous temps, le sommeil a... éveillé la curiosité. Considéré par certains Anciens comme une «petite mort», le sommeil a été peu compris jusqu'à la fin des années 1970. Autrement dit, nous commençons seulement à en comprendre les mécanismes. Et depuis 30 ans, la recherche n'a eu de cesse de découvrir des troubles du sommeil et de nouvelles implications d'un sommeil de mauvaise qualité...

12



Texte : Carine MAILLARD · carine.maillard@com-media.be

Photos: EASYFOTOSTOCK (p.12), M. SYMONDS/Wiki (p.13), Nomics.be (p.14),

IMAGESOURCE (p.15), AGEFOTOSTOCK (p.16)

Que ce soit via Hypnos ou sa fille Morphée chez les Grecs anciens, ou Somnus chez les Romains, on voit que les Anciens n'étaient pas insensibles aux mystères du sommeil. Hypnos (*voir image ci-dessous*), qui personnifiait le sommeil, tenait à la main des fleurs de pavot, utilisées à l'Antiquité pour tomber dans les nimbes d'un sommeil peuplé de rêves... Il était par ailleurs le frère jumeau de Thanatos, personnification de la mort, ce qui laisse peu de doutes sur le lien établi à cette époque entre les 2 phénomènes. Les philosophes anciens s'intéressent alors déjà à une manifestation du sommeil: les rêves, auxquels ils tenteront, suivis de bien

d'autres au cours des siècles, d'attribuer une fonction, une signification.

Jusqu'à ce que l'Inquisition, au 12^e siècle, ne condamne cette pseudoscience qu'elle considère comme diabolique, où tout ce qui touche au sommeil et aux rêves est tabou, jusqu'à la fin de cette période noire. Ce qui n'empêchait pas certains de continuer à y réfléchir. En 1554, un médecin français, Jean Fernel, ressort les théories d'Aristote sur le lien entre sommeil et digestion («une personne se réveille lorsque sa digestion est terminée»), la qualité de l'un dépendant de celle de l'autre.

Il distingue également un sommeil léger, «où les images qui se présentent ne peuvent être qualifiées de "rêves"». (1)



LES PRÉMICES DE LA SCIENCE DU SOMMEIL

La question qui se posait alors chez les scientifiques de toutes époques a été: à quoi sert le sommeil ? «*L'idée première était simple: on dort pour se reposer. Au siècle des lumières, il était admis que le sommeil était un état passif, peuplé de songes qui étaient des phénomènes curieux, irrationnels*, explique le Professeur Robert Poirrier, Chef de service associé en neurologie et Responsable du Centre d'étude des troubles de l'éveil et du sommeil. *Ce n'est qu'au 19^e siècle que le sommeil sera considéré comme un régulateur, qui permet une certaine homéostasie, comme l'a défini Claude Bernard.*»

La découverte, en 1729 par un astronome français, de l'existence, chez les plantes, d'un rythme circadien (2) jour-nuit va ouvrir d'autres champs de recherche. Ce n'est qu'au 20^e siècle, en 1920, que Nathaniel Kleitman, étudiera le rythme circadien chez l'homme et l'influence de la privation de sommeil.

Les travaux de Hans Berger, un physiologiste allemand, va également apporter des éclaircissements. «*Il avait fixé des électrodes sur la dure mère d'animaux, et avait constaté qu'il existait bien une activité électrique dans le cerveau durant le sommeil et au réveil. Une application à l'être humain était évidemment difficile à imaginer...*», affirme le Pr Poirrier. En 1929, ce même chercheur a par ailleurs inventé l'électro-encéphalogramme, c'est-à-dire le tracé sur base des ondes enregistrées au niveau cérébral par les électrodes, ce qui a permis de mettre noir sur blanc ces différences d'activités électriques du cerveau et montrer à terme que les ondes du sommeil diffèrent de celles de l'éveil. La curiosité était née, le mouvement pour comprendre le sommeil était en marche.

Et en 1937, Loomis sera le premier à définir des phases successives d'approfondissement du sommeil, entre phases d'endormissement, sommeil léger et sommeil profond; cela sera complété par Aserinski et Kleitman: «*En 1954, en étudiant le sommeil chez des personnes saines, ils découvrent le REM (rapid eye movement); découverte réalisée simultanément chez le chat, en France, où il sera*

appelé sommeil paradoxal», poursuit le Pr Poirrier. Il sera associé à la phase des rêves par ces différents auteurs.

Rechtschaffen et Kales, en 1968, vont alors définir 6 stades d'éveil, de somnolence et de sommeil, chez les humains: éveil ou stade 0, somnolence ou stade 1, sommeil lent léger ou stade 2, sommeil lent profond ou stades 3 et 4, et sommeil paradoxal ou stade 5, encore appelé REM. Plus récemment, en 2007 puis en 2012, l'*American Academy of Sleep Medicine* a édité une révision consensuelle de cette classification où, essentiellement, le sommeil lent profond est ramené à un seul stade (N0 pour l'éveil, N1 pour la somnolence, N2 pour le sommeil lent léger, N3 pour le sommeil lent profond et R pour le sommeil paradoxal).

DES TROUBLES DU SOMMEIL AUX CONSÉQUENCES

La recherche sur les troubles associés au sommeil, déjà constatés il y a longtemps, va connaître un regain d'intérêt. «*Ce sont certainement toutes ces découvertes techniques qui ont accentué l'intérêt médical pour les troubles du sommeil*, affirme le Docteur Benny Mwenge, du service de pneumologie et du centre de référence de médecine du sommeil, aux Cliniques universitaires Saint-Luc à Bruxelles. *Par exemple, un médecin français, Jean-Baptiste Gélineau, décrit en 1881 pour la première fois la narcolepsie, l'endormissement brutal de celui qui en est atteint, en particulier suite à une émotion vive. À côté de cela, en 1837, le syndrome des apnées du sommeil avait été également constaté, appelé syndrome de Pickwick, du nom du personnage de Dickens. Chez les personnes atteintes de façon importante, le seul traitement qui existait était la trachéotomie !*»

«*En fait, c'est seulement en 1965 que Gastaut, Tassinari et Duron, à Marseille d'une part, Jung et Kuhlo à Freiburg, d'autre part, enregistrent ce qui se passe durant le sommeil des personnes atteintes d'apnées du sommeil et décrivent le syndrome d'apnées et d'hypopnées obstruc-*



tives du sommeil (SAHOS). Leurs publications resteront assez confidentielles jusqu'en 1978. À ce moment a eu lieu, à l'Université de Stanford en Californie, un congrès, réunissant, sous l'égide du Français Guilleminault et de l'Américain Dement, un ensemble de chercheurs d'horizons les plus divers, pour définir les aspects cliniques et physiopathologiques de ce syndrome. Ils publieront un livre qui fera date pour la communauté internationale», enchaîne le Pr Poirrier.

En 1981 un certain Sullivan, chercheur australien, va modifier profondément le regard sur les apnées du sommeil, en s'intéressant moins aux complications qu'aux traitements possibles. «*Il va mettre au point une soufflerie destinée à envoyer de l'air sous une pression positive (quelque 5 à 15 hectopascals au-dessus de la pression atmosphérique) pour traiter les apnées du sommeil avec un succès qui en étonnera plus d'un ! C'est le lancement de la nCPAP (nasal Continuous Positive Airway Pressure ou en français PPCn, pour Pression Positive Continue par voie nasale - voir photo ci-dessus) qui va changer complètement la vie des personnes atteintes du SAHOS, et réduire fortement ses conséquences sur leur vie quotidienne*», explique le Dr Mwenge. Le premier patient belge sera traité en 1983.

30 ANS...

Et nous en venons ainsi aux 30 dernières années, qui sont la suite logique de cette histoire du sommeil et de ses troubles. Car c'est il y a environ 30 ans qu'ont été créés les premiers laboratoires du som-

meil en Belgique. «Chez nous, l'intérêt naît surtout après ce grand congrès de 1978, car les psychologues, neurologues et pneumologues, selon les universités, vont se rendre compte de l'importance du sommeil pour la compréhension des aspects biopsychologiques des patients. Ainsi à l'UCL, c'est le domaine de la pneumologie du Pr Rodenstein qui va intégrer la recherche et le traitement des troubles du sommeil; à Liège, c'est plutôt la neurologie; à l'ULB, c'est essentiellement en psychiatrie, avec l'impulsion du Pr Mendlewicz», enchaîne le Pr Poirrier.

Les recherches sur le sommeil ont donc aussi été dopées par l'apparition de traitements possibles. Comme ce fut le cas de la nCPAP. Les découvertes ont alors surgi dans différents domaines. Par exemple, c'est dans les années 80 que le rôle de la mélatonine sur le rythme circadien sera mis en évidence; cette hormone sera désormais surnommée de manière exagérée «hormone du sommeil». «C'est évidemment faux; tout au plus favorise-t-elle la somnolence, mais sa réputation était faite et les personnes intéressées se la procuraient soit en vente libre, comme aux USA, soit sous le manteau comme en Europe, où elle ne bénéficiait d'aucune autorisation», se souvient le Pr Poirrier. Son rôle pour reprendre un rythme veille-sommeil a néanmoins été prouvé dans les cas de jet-lag par exemple, ou pour compenser un manque après 50 ans... Intéressant pour une hormone découverte dans les années 50 mais dont on ne connaissait pas encore le rôle...

Ces éclaircissements sur la mélatonine ont été accompagnés de recherches très importantes sur les rythmes circadiens de l'éveil et du sommeil: «Notamment par l'identification, en 1999-2000, d'une douzaine de gènes exprimés physiologiquement par les cellules des noyaux suprachiasmatiques - à l'avant de l'hypothalamus et reliés à la rétine. Ces noyaux interviennent aussi dans la commande

**Il existerait
quelque 85 pathologies
du sommeil**



de la production de mélatonine par l'épiphyse, précise le Pr Poirrier. Un chercheur hollandais, Van Sommeren, menant des recherches sur la photothérapie a montré récemment que lorsque les plafonds des maisons de repos étaient munis de nombreuses lampes, donnant une luminosité plus importante, les pensionnaires voyaient leur sommeil ainsi que leur cognition améliorés, et les démences séniles freinées ! Cela était aussi efficace qu'un médicament: les recherches sont en cours pour confirmer cet effet.»

IMPLICATIONS SUR LA SANTÉ

L'autre catalyseur pour plus d'intérêt pour le sommeil est la mise en évidence du rôle de ses troubles sur des pathologies graves. «Il y a 4 ou 5 ans, une étude a montré que ceux qui dorment moins de 5 h ou plus de 10 h par nuit augmentaient leur risque de décès prématuré. Un peu plus tôt, on a constaté que les apnées du sommeil les plus graves étaient associées à une grande morbidité et une grande mortalité. Les examens polygraphiques, qui se sont améliorés au fil des années, ont mis en évidence jusqu'à une centaine d'apnées par heure chez certains ! Des études américaines et australiennes ont ainsi montré que leur traitement induit des

économies en termes de sécurité sociale et est positif pour l'économie, car cela réduit les accidents de travail, les accidents domestiques, les erreurs professionnelles, les troubles cognitifs... Qu'avec un traitement, il y avait 4 à 5 fois moins d'accidents de la route, que la performance au travail était augmentée... Et les conséquences de ces apnées ne sont pas qu'immédiates. Car lorsque le cerveau n'est pas suffisamment oxygéné du fait de ces apnées, cela génère un stress qui entraîne une augmentation de cytokines dans le sang, qui vont elles-mêmes favoriser l'apparition de maladies métaboliques - diabète, stéatose hépatique (foie gras)... - de cancer, de pré-éclampsie, de psoriasis ou encore de maladies auto-immunes. Actuellement, on parle même d'une accélération de l'Alzheimer ou plutôt de la possibilité de la freiner lorsque la personne est sous nCPAP... Et le lien a aussi été établi avec l'hypertension, les AVC ou encore, les maladies cardiovasculaires. Les troubles du sommeil, en particulier ici le SAHOS, concernent donc une grande variété de spécialités en médecine», ajoute encore le Dr Mwenge.

Toutes ces découvertes ont accru considérablement l'intérêt des médecins pour la détection des pathologies du sommeil. C'est pour cette raison que dans la plupart des pays, le paradigme a changé et que l'on réalise maintenant, en particulier pour le SAHOS, non plus des polygraphies de sommeil complètes



mais des polygraphies ventilatoires, plus simples, plus faciles à interpréter et souvent réalisables au domicile des patients. En Belgique, une équipe d'ingénieurs liégeois a acquis une réputation internationale pour le développement de tels appareils, sous le nom de *Somholter* ou de *Brizzy*.



Bref, après des siècles de théories parfois fumeuses, parfois bien inspirées, il faut bien reconnaître que la fin du 20^e siècle a fait la part belle au sommeil et que nous n'en sommes en réalité qu'au début. Les recherches qui sont actuellement en cours devraient encore nous réserver bien des surprises.

DES SOLUTIONS, ENFIN !

«*Cet intérêt croissant et les découvertes ont conduit à une explosion d'optimisme dans le monde entier, en particulier après les progrès que la nCPAP induit chez les patients souffrant d'apnées du sommeil. Enfin, on tenait une solution pour ces personnes ! Tous les spécialistes concernés, du cardiologue au pneumologue, en passant par le psychiatre, le neurologue ou même l'ophtalmologue ont pris conscience de l'importance d'un bon sommeil. Parallèlement, l'intérêt pour la génétique s'est éveillé; les recherches sur les causes des troubles se sont multipliées ainsi que celles sur leurs conséquences. Avec quelques fausses routes, comme la mort subite du nourrisson qui a été erronément attribuée à des apnées du sommeil, semblables à celles de l'adulte...*», précise le Pr Poirrier.

Les troubles sont mieux expliqués: «*Par exemple, des équipes ont pointé le rôle de l'hypocrétine dans la narcolepsie, et identifié les noyaux à l'origine de leur fabrication. Si généralement, la narcolepsie est due à un défaut de fabrication d'hypocrétine, dans 1 à 2% des cas, c'est son récepteur qui est en cause. À Liège, nous suivons l'une des plus grandes populations de malades pour y voir clair*», poursuit-il.

Dans les années 90, ce sont les neurones qui ont une incidence sur le sommeil qui seront identifiés; en 2005, un gène défectueux est mis en évidence pour déterminer la quantité de sommeil nécessaire (gène «*shaker*») et en 2008, un autre gène, surnommé «*sleepless*», est identifié et qui crée le besoin de dormir.

Enfin, en 2009, un gène lié au somnambulisme est aussi repéré...

Les parasomnies sont aussi prises en considération: somnambulisme, terreurs nocturnes, énurésie (3) nocturne, syndrome des jambes sans repos et autres peuvent avoir des répercussions sur la vigilance durant la journée. C'est en cela qu'elles intéressent certaines équipes qui tentent de mieux les cerner.

«*On estime qu'il existerait quelque 85 pathologies du sommeil*», précise le Pr Poirrier. C'est dire qu'il y a du travail pour une science qui n'aurait vraiment débuté qu'en 1954. ■

- (1) Citation de Virginie LEROUX et Christine PIGNE, *Camena* n°5 – novembre 2008 (http://www.paris-sorbonne.fr/IMG/pdf/2_Introduction_Camena_revue_3.pdf).
- (2) Rythme circadien se base sur une période voisine de 24 heures.
- (3) Énurésie: émission involontaire et inconsciente d'urine.





L'ADN de...

Jean GALLER

Chocolatier

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

Photos: **SCIENCE** (ADN), **M. GHEM**/www.matthiasghem.com (p.16), © **GALLER** (pp.16-17)

Recto

16

Chocolatier, c'est une vocation que vous avez depuis tout petit ? Comment l'idée d'exercer ce métier vous est-elle venue ? La pâtisserie est une affaire familiale chez nous, qui a commencé avec mon grand-père dans les années 30. L'idée de devenir chocolatier est du coup venue assez jeune, lorsqu'à 16 ans, j'ai quitté l'école d'hôtellerie pour commencer un apprentissage en pâtisserie. Très vite, mes parents m'ont permis de continuer à évoluer. Ainsi, je suis parti en Suisse, puis en France. Pouvoir découvrir ces différentes cultures en général mais également les différentes approches du chocolat a été une chance qui, encore aujourd'hui, m'apporte beaucoup.

Comment devient-on chocolatier ? Il y a plusieurs parcours: qualification, apprentissage, promotion sociale, formation en alternance, cours du soir... En ce qui me concerne, j'ai beaucoup lu, j'ai essayé et puis je me suis perfectionné en suivant des cours à Bâle, en Suisse, et puis chez Gaston Lenôte à Paris. La chocolaterie Galler est née en 1976, avec l'aide de mes parents, à Vaux-sous-Chèvremont, où nous sommes toujours installés d'ailleurs. Mon épouse a également rapidement pris part au projet et a beaucoup contribué à son succès en créant et en développant son image depuis 30 ans.

Vous êtes à la tête d'une entreprise de plus de 100 personnes et naviguez entre management et création. Quelle est votre journée-type ? Ma journée-type est faite d'une multitude de tâches en commençant par le suivi et la coordination des équipes R&D. Motivation des équipes... Créativité dans tous les domaines... La communication, avec les médias entre autres, m'occupe aussi très régulièrement. À cela viennent s'ajouter les nombreuses tâches d'un Administrateur Délégué (prises de décision, réunions, résolution de problèmes, voyages à l'étranger, recrutements...).

Quels sont vos rapports avec la science ? Quels sont vos premiers souvenirs «scientifiques» ? Mon parcours scolaire étant finalement assez court, j'ai très vite voulu compenser en lisant énormément, dont notamment des ouvrages

qui me permettent d'approcher la chimie afin de comprendre le «pourquoi».

Quelle est la plus grande difficulté rencontrée dans l'exercice de votre métier ? La base même de l'existence de Galler est d'être hérétique, un peu fou, alors que le monde financier, lui, est totalement cartésien... d'où la difficulté parfois à financer certains projets.

Quelle est votre plus grande réussite professionnelle jusqu'à ce jour ? D'être parti de rien et d'avoir pu créer plus de 100 emplois directs. Il faut savoir qu'en 1980, nous étions 2 au départ de cette aventure. Ce n'est pas si évident aujourd'hui de créer son entreprise et de la faire prospérer et durer. Encore moins de créer des emplois.

Quels conseils donneriez-vous à un jeune qui aurait envie de suivre vos traces ? De chercher sa voie jusqu'à ce qu'il la trouve; y mettre toute son énergie et cela, sans compter, et respecter chaque personne. ■



NOM: **GALLER**
 PRÉNOM: **Jean**
 ÂGE: **59 ans**
 ENFANTS: **1 fille et 1 petite fille**

PROFESSION: **Administrateur Délégué de Galler Chocolatiers S.A.**

FORMATION: **École d'Hôtellerie de Liège Centre de Formation des Classes Moyennes.**

ADRESSE: **Rue de la Station 39 à 4051 Vaux-sous-Chèvremont**

TÉL.: **04 367 22 11**



Plus d'infos:

jean.galler@galler.com
<http://www.galler.com>
<http://www.ehtliege.be>
<http://www.ifapme.be>

Verso

Je vous offre une seconde vie, quel métier choisiriez-vous ? Sans hésiter, vigneron. J'ai commencé cette aventure à 53 ans avec ma fille, Justine, tout aussi passionnée que moi. Nous avons planté nos premières vignes en 2008 en région liégeoise et récolté nos premières vendanges en 2011. Nous produisons du vin 100% bio que nous avons baptisé Septem Triones.

Je vous offre un super pouvoir, ce serait lequel et qu'en feriez-vous ? Je créerais des écoles pour parents afin de donner à beaucoup plus d'enfants la chance de démarrer leur vie sur de bonnes bases.

Je vous offre un auditoire, quel cours donneriez-vous ? Un cours d'expression orale. À 13 ans, j'étais d'une grande timidité. Pour la maîtriser, j'ai appris des sketches de Raymond Devos, Guy Bedos et bien d'autres encore. Je les «jouais» dans la cour de récréation; j'ai constaté que je faisais rire et cela m'a donné confiance en moi.

Je vous offre un laboratoire, vous plancheriez sur quoi en priorité ? Je répertorierais les 10 aliments de base qui répondent à 2 critères. Ceux qui représentent les gros volumes au niveau mondial (le blé, le riz, ..) et les plus gros pollueurs. Je travaillerais alors à essayer de les produire sans polluer.

Je vous transforme en un objet du 21^e siècle, ce serait lequel et pourquoi ? Un véhicule ne polluant pas. Demander aux gens de ne plus bouger n'a pas de sens. Continuer à polluer ainsi a encore moins de sens.

Je vous offre un billet d'avion, vous iriez où et qu'y feriez-vous ? Je vais en Amérique Centrale, j'analyse les sols, les climats et ensuite j'y plante mes cacaoyers !

Je vous offre un face à face avec une grande personnalité du monde, qui rencontreriez-vous et pourquoi ? Le Dalaï Lama, car il a les mains propres et continue son combat, inlassablement, sans utiliser la force. ■



1984 - 2014

Une production Athena Techno

«Silence sur le plateau»,
«Moteur demandé», «Ça tourne».
Voici quelques phrases que l'on
entend communément sur
les plateaux de tournage et
qui laissent rêver. Mais que
se cache-t-il derrière un bon film
d'animation bien ficelé ou un
superbe plan aérien ?
À l'heure où la technologie
se met au service de toutes
les disciplines imaginables,
qu'en est-il du cinéma ?

18



Texte : **Virginie CHANTRY** - virginie.chantry@gmail.com

Photos : © **Flying-Cam** (p.19), **Dreamwall** (p.20), **EVS Broadcast** (p.21),
I-Movix (p.21), **Keemotion** (p.21)

La séance «Techno» de ce mois-ci vous plonge dans le documentaire «1984-2014». Ce dernier commence par un flashback (même pas besoin de DeLorean...) avec un bref zoom sur l'état du cinéma en 1984 (où était Marty un an avant l'invention de la machine à voyager dans le temps ?). Nostalgie et vieille école sont au rendez-vous. Le rythme s'accélère ensuite. Un bond de 30 ans en avant permet aux spectateurs de découvrir quelques acteurs notables du secteur cinématographique et audiovisuel belge en ce début 2014. Quant à la fin... elle est ouverte et permet à chacun de poursuivre si le cœur lui en dit. Alors préparez les pop-corns, asseyez-vous bien confortablement au fond de vos sièges et n'oubliez pas d'éteindre vos téléphones portables !

RETOUR VERS LE PASSÉ:

1984

Gremlins, *S.O.S. Fantômes* ou encore *Indiana Jones et le temple maudit* ne sont que quelques-uns des films cultes sortis en 1984. Mais cela se passait plutôt de l'autre côté de l'Atlantique. Plus près de chez nous, nos voisins les Français en régalaient certains avec *Les Ripoux* et son duo légendaire Noiret/Lhermitte. Et pendant ce temps là, que se passait-il en Belgique ? Certains se souviendront peut-être de la revue régionale *Grand Angle* créée en 1972 par Jacques Noël, Pierre Tamine et Eddie de Wilde, et de sa rubrique consacrée au cinéma. En 1984, cette dernière devenait *Ciné-fiches de Grand Angle*. Chaque film sortant en Belgique y était détaillé dans

une fiche: résumé, durée, genre, équipe technique, comédiens, etc. Le dernier numéro sortait durant l'été 2009.

1984 voyait aussi sortir son (petit) lot de productions ou co-productions belges. Par exemple, *La chanson rebelle* de Richard Olivier qui, à travers divers clips de chansons françaises, traite du mal de vivre. Ou encore le court métrage belgo-français d'animation *Le cheval de fer*, réalisé par Gerald Frydman et Pierre Levie, qui recevait la même année la Palme d'Or à Cannes dans sa catégorie. Sans oublier les longs métrages *Jean Gina B.* de Jean-Pol Ferbus qui traite du travestisme, *Du sel sur la peau* de Jean-Marie Degèsves avec, entre autres, Richard Bohringer et Michel Galabru, et le court métrage *Neuvaine* qui marquait le début de carrière du réalisateur belge Olivier Smolders. C'était il y a 30 ans déjà...

2014: DISTRIBUTION DE LA PRODUCTION BELGE

Flying-Cam, la prise de vue aérienne à portée de main

Flying-Cam est un nom qui semble bien familier... Quoi de plus normal lorsqu'il s'agit d'une compagnie belge qui vient de remporter un Oscar Scientifique. En effet, le 15 février dernier, lors de la cérémonie de remise des récompenses techniques et scientifiques à Hollywood, l'*Académie des Arts et des Sciences du Cinéma* (AMPAS pour *Academy of Motion Picture Arts and Sciences*) a décerné un Oscar Scientifique à Emmanuel Prévinaire, Jan Sperling, Étienne Brandt et Tony Postiau pour leur travail sur le système *Flying-Cam SARAH 3.0*. Il s'agit d'un dispositif sophistiqué composé d'une caméra embarquée dans un hélicoptère miniature radio-commandé et fonctionnant sur batterie. Pensé et manufacturé en Belgique, *SARAH* comporte un auto-pilote assisté par ordinateur utilisant un système GPS pour la stabilisation et la précision de la position. Qu'il vente ou qu'il pleuve, la ligne d'horizon restera au même endroit à condition que la caméra embarquée pèse moins de 6 kg. Il peut aussi être télécommandé à partir du sol. Sa vitesse maximale est d'environ 70 km/h. Ce système permet d'obtenir des plans qu'aucun hélicoptère

grandeur nature ou autre système de caméra ne pourrait filmer. Sa technologie attire aussi bien les réalisateurs de longs métrages ou de documentaires, que la protection civile et les forces de l'ordre.

Le fondateur de *Flying-Cam* et le père de cette idée de génie, Emmanuel Prévinaire, a fréquenté les «bancs» de l'*IAD, Institut des Arts de Diffusion*, à Louvain-La-Neuve. C'est là qu'en 1979, il imagina pour la première fois un dispositif volant sans pilote et permettant de réaliser des prises de vue aériennes rapprochées. Cela n'est pas sans lien avec sa passion pour l'aviation et l'aéronautique que lui a inculquée son père au travers d'engins volants télécommandés. C'est ainsi qu'en 1988, il fonda la société *Flying-Cam* dont le siège principal est situé en région liégeoise, à Oupeye plus précisément, et qui emploie une dizaine de personnes.

Son but est simple: mettre la technologie au service de l'art visuel et rendre possibles les prises de vue aériennes les plus compliquées à l'aide d'un dispositif libre comme l'air. Ce qu'Emmanuel Prévinaire et son équipe ont réussi avec brio: *Flying-Cam* possède une maîtrise totale de la technologie qu'ils ont développée, que ce soit au niveau du matériel, des logiciels ou des opérateurs. Une filiale de l'entreprise basée à Santa Monica en Californie et une autre à Hong Kong en Chine permettent une couverture



territoriale et temporelle optimale: où que vous soyez sur le globe et quelque soit l'heure, si d'urgence il vous faut une *Flying-Cam*, vous serez servi dans les plus brefs délais. Sachez seulement qu'il vous en coûtera 15 à 20 000 euros par journée de tournage.

19

Quelques films qui ont «volé» avec **Flying-Cam**: *Le Huitième Jour*, *La plage*, *Very Bad Trip*, *Da Vinci Code*, *Ocean's Eleven*, *Iron Man 2*, *Oblivion*, *Les Schtroumpfs 2*, plusieurs *Harry Potter* et *James Bond* (dont *Skyfall*). La liste est encore longue!

Dreamwall

studio wallon d'animation

Cest en 2007 que l'association de la maison d'édition *Dupuis*, bien connue pour ses bandes dessinées, et de la chaîne publique de télévision *RTBF* donne naissance à la société *DreamWall*, suite logique à leur déjà longue collaboration dans le domaine de la coproduction de dessins animés. Situé à Marcinelle, ce studio d'animation spécialisé également dans l'infographie et le graphisme s'est fortement développé depuis et a acquis une notoriété qui dépasse largement les frontières belges, avec à son actif, plusieurs séries d'animation françaises ou encore asiatiques. En effet, le cinéma d'animation a pignon sur rue en Wallonie: il représente environ 15% de la production audiovisuelle.

Pour l'animation 2D, *DreamWall* est équipé en matériel et riche en personnel compétent pour intervenir à toutes les étapes

de la production d'un dessin animé. Du *storyboarding* (création d'un document technique consistant en la représentation plan par plan d'un film sous forme de croquis) à la colorisation des images en passant par la création du design (décors, personnages, etc).

Dans ce champ d'expertise bien particulier qu'est l'animation 3D, *DreamWall* met ses compétences au service de productions extérieures pour certaines étapes du processus de production. Par exemple dans ce que l'on appelle le «*texturing*», qui consiste à donner une impression de texture à la surface d'un objet graphique en 3D, ou encore le «*rigging*», étape cruciale de l'animation 3D qui consiste en la préparation



technique d'un personnage pour le rendre utilisable par l'animateur qui pourra alors en faire ce qu'il voudra.

Que ce soit pour une émission de télévision, un documentaire, un évènement particulier, *DreamWall* prend en charge tout projet de décors virtuels: design, storyboard, modélisation 3D, textures,... et même l'enregistrement sur fond vert dans un des studios de *KeyWall*, partenaire de *DreamWall* spécialisé dans le tournage en studio virtuel. *KeyWall*, également situé à Marcinelle, est né de l'association de *DreamWall*, de la RTBF, de Télé-sambre et de la RTC Liège.

DreamWall a participé aux projets suivants: *Cédric*, *Le Petit Spirou*, *Loulou l'incroyable secret* (César 2014 du meilleur film d'animation, catégorie long métrage), *Garfield*, *Léonard*, *Chicken Town*, l'émission télé de la RTBF *Ici Bla-Bla*, les bulletins météo de la RTBF, la vidéo du tracé du futur tram liégeois (<http://keskistram.be>).



KeyWall, partenaire de *DreamWall*, est spécialisé dans le tournage en studio virtuel.

Dame Blanche, la post-production du son et de l'image

Quand arrive la fête de fin de tournage lors de la production par exemple d'un long métrage, le réalisateur, le chef opérateur ou chef op', le chef machiniste ou chef machino, le perchman, les comédiens,... tout le monde saute de joie ! Le processus est pourtant loin d'être fini... En effet, après tous ces efforts vient ce que l'on appelle la post-production. Il s'agit essentiellement du montage (assemblage des plans tournés pour former des séquences) image et sonore, de la postsynchronisation (enregistrement en studio des dialogues ou d'une éventuelle voix-off), du mixage sonore (finalisation et recherche de l'équilibre entre tous les sons d'une séquence incluant dialogues, bruitage et musique) et de l'étalonnage (mise en conformité de l'image avec le média de diffusion, uniformisation des différentes séquences au niveau des couleurs, des contrastes et de la qualité de l'image). Ces différentes phases sont dirigées par

le réalisateur qui travaille en étroite collaboration avec des techniciens spécialisés.

C'est dans ces différentes étapes qu'intervient la société *Dame Blanche*, implantée à Bruxelles et à Genval. Dédié à la télévision et au cinéma numérique, ce centre de post-production est hyper complet et permet un service à la carte. Une quinzaine de personnes y travaillent en tant qu'associés ou employés et leur carnet d'adresses comporte des dizaines de collaborateurs freelance à qui faire appel en cas de besoin. Au niveau de la post-production de l'image, ajout relativement récent (2010) aux compétences de *Dame Blanche* grâce à la reprise de la société liégeoise *Hoverlord*, les services suivants sont disponibles: scan de pellicule (pour passer par exemple du fameux 35 mm au format numérique), montage de l'image, étalonnage de l'image, effets spéciaux, création de génériques, mastering (ensemble des traitements appli-

qués à un enregistrement dans le but de le transférer sur un support dédié à la production en série ou à la diffusion) et duplication en différents formats et sur différents supports. Quant à la post-production sonore, *Dame Blanche* permet de réaliser le montage du son, met à disposition 2 studios de bruitage et de postsynchronisation, des studios de mixage, et propose même un service de composition de musiques originales et de doublage (enregistrement des dialogues et des éventuelles voix-off dans une autre langue) en français pour les productions étrangères.

Quelques films dans lesquels **Dame Blanche** est impliquée: *Mr Nobody*, *Rosetta*, *Le silence de Lorna*, *Au nom du fils*, *La meute*, *Plan de table*.

Sur nos écrans également...

EVS est basée à Seraing, près de Liège. Elle est spécialisée dans ce que l'on appelle le «*live broadcast*» ou encore la diffusion en direct d'émissions digitales. Qu'il s'agisse de sport (diffusion de matchs de football), de divertissement (émissions de télé-réalité, concerts) ou de bulletins d'informations (journal télévisé), **EVS** fait partie des plus grands. Leur offre comprend des systèmes très performants d'enregistreurs couplés à des applications très réactives, des services de compression de données vidéo et de traitement du son, du matériel spécialisé dans le «*slow motion*» ou ralenti d'image, des outils permettant de superposer des graphiques à des images, des services de répétition immédiate de séquences sur smartphone dans les stades sportifs, etc. Ils ont déjà conquis plus de 7 000 opérateurs sur tous les continents.

I-MOVIX est une société montoise spécialisée dans l'«*extreme slow motion*», en d'autres termes, le ralenti, super ralenti, pour la diffusion sportive. En collaboration avec **EVS** (voir ci-dessus), ils ont développé le système X10. Il peut être utilisé en mode ultra ralenti ou super ralenti. Dans le premier cas, le système enregistre 100 fois le nombre d'images habituel par seconde, ce qui permet de ralentir 100 fois la vitesse de l'action, tout en travaillant en rediffusion instantanée (pensez aux matchs de football). Dans le second cas, le système enregistre l'action en full HD et ce, à maximum 10 fois la vitesse normale, tout en fonctionnant comme une caméra classique utilisée pour la transmission en direct (enregistrement en continu), alors qu'une simple caméra à haute vitesse nécessite une mémoire interne. À noter qu'en Europe, le débit de transmission des images à la télévision est de 25 par seconde (système PAL/SECAM).

Keemotion est une spin-off de l'Université catholique de Louvain qui propose, par un procédé révolutionnaire breveté, d'obtenir en temps réel la vidéo d'un match sportif. Cela est rendu possible grâce à un système de plusieurs caméras qui scannent le terrain de manière automatique (pas de caméraman) et à un algorithme de traitement de l'image qui permet un cadrage dynamique et détecte les actions importantes de manière autonome. Son avantage par rapport à la méthode classique de captation d'un événement sportif ? Le moindre coût. Les compte-rendus produits, qui peuvent être diffusés en temps réel sur Internet ou sur des applications pour smartphones, sont destinés aux fans mais aussi aux entraîneurs. En effet, ces derniers, s'ils sont équipés d'une tablette, peuvent par exemple revenir sur certaines phases de jeu et conseiller leurs joueurs avec preuve à l'appui durant le match même. Destiné d'abord au basket, ce système a été testé avec succès au Spiroudôme de Charleroi. Il attire également des clubs de football et s'exporte même aux USA.



21

Malheureusement, nous sommes déjà à la fin de ce *road movie* qui nous a porté de Bruxelles à Charleroi en passant par Liège et Louvain-La-Neuve, à travers un panorama audiovisuel wallon diversifié, riche en idées et en talent, et à l'avenir très prometteur. Nul doute que le paysage a fortement changé depuis 1984... et qu'il nous épatera encore plus dans 30 ans !

Toutes nos félicitations à l'équipe du film d'animation franco-belgo-luxembourgeois *Ernest et Célestine* pour les nombreux prix remportés (César, Magritte, ...)

et sa nomination aux Oscars ! Sans oublier la production franco-luxembourgeoise *Mr Hublot*, à laquelle le sculpteur belge Stéphane Halleux a contribué en façonnant le personnage principal et son univers, qui remporte l'Oscar dans la catégorie «court métrage d'animation» ! ■

The End

Les cinémas «ATHENA/TECHNO» espèrent que vous avez apprécié la séance ! Pour les passionnés, rendez-vous à Cannes dès le 14 mai !
(Les références bibliographiques sont disponibles auprès de virginie.chantry@gmail.com).



Evernote

la solution magique



22

Texte: **Christian VANDEN BERGHEN** • cvb@easi-ie.com • <http://www.easi-ie.com>
http://www.twitter.com/easi_ie • <http://www.inventerlefutur.eu>
<https://www.facebook.com/EASL.expertsduWeb> • Skype: **christot**

Illustrations: **O. SAIVE/Cartoonbase**



Dans le premier article de notre série consacrée à *Evernote*, nous avons examiné les bases du fonctionnement et de l'utilisation de l'outil. Nous avons vu comment créer des notes par différentes méthodes. Dans ce second article, nous verrons comment créer des carnets, comment utiliser les étiquettes et surtout comment chercher dans *Evernote*. En effet, la puissance de recherche du moteur embarqué dans cette application fait d'*Evernote* un outil attractif, pratique et indispensable.

CRÉER

UN CARNET DE NOTES

Evernote a créé un premier carnet de notes à votre nom. Mais vous pouvez bien évidemment créer autant de carnets que vous le souhaitez.

Pour créer des dossiers, comme pour beaucoup d'autres opérations, nous vous recommandons de travailler dans la copie d'*Evernote* qui se trouve sur votre ordinateur et pas sur la version en ligne. C'est plus rapide et souvent plus efficace.

►► Pour créer un nouveau carnet

La création d'un nouveau carnet se fait en allant dans le menu **Fichier**, puis en cliquant sur **Nouveau carnet de notes...**

Il est également possible de créer un nouveau carnet de notes en utilisant la combinaison de touches «CTRL+MAJUSCULE+N».

Evernote vous demande ensuite de nommer votre carnet.

Sur le même écran, il vous demande si ce carnet est local ou synchronisé. Il peut être parfois intéressant de conserver un carnet local, par exemple si on préfère conserver certains documents privés sur un ordinateur de bureau (local) plutôt que synchroniser ces documents sur d'autres appareils.

►► Renommer un carnet

Un carnet peut être renommé à tout moment. Il suffit de cliquer sur son nom avec le bouton droit de la souris et de choisir **Renommer**.

►► Désigner un carnet par défaut

Dans la fenêtre de création d'un nouveau carnet, une case à cocher permet de désigner ce nouveau carnet «comme carnet par défaut».

Nous verrons dans le chapitre consacré à l'utilisation d'*Evernote* pour la gestion documentaire qu'il est intéressant d'amener tous les nouveaux documents dans un même carnet pour ensuite les répartir dans les différents carnets.

UTILISER LES ÉTIQUETTES

Les étiquettes (*tags* ou libellés) sont apparues avec le web 2.0.

Pour bien comprendre la différence entre des notes, des carnets et des étiquettes, imaginons l'analogie suivante: nous sommes les heureux propriétaires d'un immeuble comportant un grand nombre d'appartements. Chaque appartement comporte plusieurs pièces et chaque pièce ne peut évidemment correspondre qu'à un seul appartement. Il en va de même pour les notes et les carnets. Les appartements sont aux pièces ce que les carnets sont aux notes. Une note ne peut correspondre qu'à un carnet.

Imaginons maintenant que chacun des appartements de la maison ne soit habité que par un locataire unique. Et organisons un sondage portant sur leur tranche d'âge, leurs opinions politiques, leurs croyances religieuses, leurs goûts alimentaires et vestimentaires, etc. Nous pourrions alors regrouper nos locataires selon différents critères. C'est l'équivalent de nos étiquettes qui vont nous permettre de créer des groupes d'hommes et de femmes, athées et croyants, moins de 40 ans et plus de 40 ans, etc. Et les étiquettes nous permettent des connexions transversales, sans tenir compte de l'appartement occupé.

La fonction des étiquettes est de créer des relations uniques entre les notes indépendamment des carnets dans lesquels elles se trouvent.

Dans *Evernote*, les étiquettes permettent de trier les notes en les regroupant selon un nombre indéfini de critères.

►► Bien utiliser les étiquettes

Bien qu'il soit possible de créer autant d'étiquettes qu'on le souhaite, il est recommandé de ne pas en créer trop pour pouvoir retrouver rapidement ce que l'on cherche.

Dès le départ, essayez de réfléchir à la structure de votre information.

►► Structurer l'information

Il n'existe pas une seule et bonne manière de structurer l'information. Et chacun doit inventer la sienne.

Dans les formations que nous donnons, nous distinguons très rapidement les «rangeurs», ceux qui veulent à tout prix créer des boîtes (carnets) pour y ranger leurs affaires (notes) et les «chercheurs», ceux qui mettent tout en vrac dans une grande boîte et espèrent y retrouver sans trop de difficulté ce qu'ils cherchent. Ce sont les chercheurs qui adoptent le plus facilement les étiquettes.

La puissance de recherche d'*Evernote* est telle qu'il serait presque possible de se passer de carnets et d'étiquettes. Mais ne le faites pas !

Si vous réfléchissez à un mode de classement, vous penserez peut-être à

un niveau supérieur qui pourrait être par exemple: professionnel et privé. Dans ce cas, vous commencerez logiquement par créer ces 2 carnets.

Vous réfléchirez ensuite à un deuxième niveau. Le carnet professionnel pourrait contenir différents carnets comme projets, clients, collaborateurs, etc. Le carnet privé pourrait contenir des copies des garanties de vos appareils, le mode d'emploi de votre smartphone, des adresses de restaurants, etc.

Dans *Evernote*, il n'est pas possible de créer plus de 2 niveaux de carnets. En d'autres termes, si vous adoptiez le classement suggéré ci-dessus dans le carnet professionnel, vous ne pourriez pas créer un carnet par client. Et vous seriez déjà bloqué.

Pour bien comprendre la différence entre les carnets et les étiquettes, reprenez ceci:

1. les carnets structurent, les étiquettes rassemblent,
2. si vous envisagez de partager de l'information, vous devrez le faire à partir d'un carnet et bien évidemment pas à partir d'une étiquette.

La structuration de l'information dans le web 2.0 porte souvent le nom de *folksonomie*.





Pour bien ranger vos notes, songez à respecter les quelques points suivants :

- ❶ Créer le minimum nécessaire de carnets.
- ❷ Créer autant d'étiquettes que nécessaire.
- ❸ Ne créer une étiquette que si vous envisagez de l'utiliser souvent.
- ❹ Affecter au moins un *tag* à chaque note.
- ❺ Utiliser des signes pour organiser vos étiquettes.

►► Utiliser des signes pour organiser les étiquettes

Il est possible - et même recommandé - de faire précéder le nom de certaines étiquettes par des signes comme @, # et autres. Cela permet de les grouper et de les retrouver facilement.

Exemples :

- Un @ pour les étiquettes qui demandent une action :
@Lire, @Classer, @Imprimer, @A_faire, @Revoir (pour tout ce qui est récurrent)
- Un # pour les étiquettes désignant une catégorie :
#Carte_de_visite, #Références, #Collaborateurs, #Vacances, #Restaurants ...
- Les étiquettes sans signe peuvent être utilisées pour tout le reste.

►► Gérer les étiquettes

En bas, à gauche de la page, vous trouverez l'accès aux **Étiquettes**.

Après avoir cliqué sur ce lien, l'écran affichera toutes vos étiquettes. En haut de la page, vous pourrez créer

une ou plusieurs nouvelles étiquettes et chercher parmi vos étiquettes pour éviter de créer des doublons.

►► Attribuer une ou plusieurs étiquettes à une note

Chaque note devrait idéalement recevoir au moins une étiquette. Prenez cette habitude dès le début de l'utilisation d'Evernote.

Pour ajouter une étiquette à une nouvelle note ou à une note existante, cliquez sur son nom pour l'afficher dans le panneau de droite d'Evernote. En haut de la note vous trouverez plusieurs informations importantes :

- ❶ Le nom du carnet dans lequel se trouve la note.
- ❷ Un « i - Infos » sur lequel vous cliquerez pour ajouter des étiquettes.

►► Déplacer une note

Si vous avez désigné un carnet par défaut, il est plus que probable que vous souhaiterez souvent déplacer une note vers un carnet plus adéquat.

Le déplacement d'une note ne doit pas être confondu avec la copie d'une note dans un autre carnet :

- **Déplacer** une note revient à la supprimer de son carnet d'origine et à la déposer dans un autre carnet.
- **Copier** dans le carnet consiste à dupliquer la note pour en déposer une copie dans un nouveau carnet, mais sans la supprimer de son carnet d'origine.

Pour déplacer une note, vous disposez de 2 options :

- ❶ Soit cliquer avec le bouton droit sur le nom de la note et choisir **Déplacer la note**.
- ❷ Soit cliquer sur le petit triangle qui se situe à côté du nom de la note pour choisir un nouveau carnet.

Vous pouvez aussi décider de dupliquer la note, c'est-à-dire copier la note dans un autre carnet.

Pour cela, cliquer avec le bouton droit de la souris sur le nom de la note et choisissez **Copier dans le carnet**.

►► Les différents affichages des notes

Les notes peuvent être affichées de plusieurs manières.

Au-dessus de la liste des notes, un clic sur l'icône représentant une liste ouvre un menu montrant les affichages possibles.

Notez que l'apparence de l'icône varie en fonction du type d'affichage en cours.

Les affichages possibles sont :

- **Cartes** : affiche vos notes sous forme de cartes qui comprennent des extraits de la note au-dessus de l'aperçu de l'image jointe. C'est le format liste de notes par défaut.
- **Cartes étendues** : affiche en cartes sans l'éditeur de note. Ce mode d'affichage n'est proposé que sur *Mac*.
- **Extraits** : affiche vos notes sous forme de liste qui inclut des extraits à côté d'un aperçu d'une image jointe. Cette option correspondait au format liste de notes par défaut des versions précédentes d'Evernote.



- **Liste:** affiche une liste de vos notes qui comprend le titre de la note, mais également d'autres informations. La liste peut être latérale ou horizontale.

SYNCHRONISER EVERNOTE ENTRE TOUS VOS SUPPORTS

Une grande partie de l'intérêt d'Evernote réside précisément dans le fait que les informations qui y sont stockées sont disponibles partout et quel que soit le support utilisé: ordinateur fixe ou portable, tablette numérique, smartphone, qu'on soit connecté ou non.

Pour que l'information soit partout disponible, il faut bien évidemment qu'elle soit synchronisée.

Le principe est le suivant: tous vos appareils sur lesquels se trouve une version d'Evernote se connectent régulièrement avec Evernote «dans les nuages». En d'autres termes, le point de passage est votre Evernote qui se trouve en ligne. Tout transite par là pour être synchronisé sur vos appareils.

Evernote pour Mac ou Windows synchronise automatiquement vos notes avec Evernote sur le web toutes les deux ou trois minutes, mais vous pouvez demander une synchronisation manuelle à tout moment en cliquant sur le bouton «Synchronisation».

►► Chercher dans Evernote

La puissance de recherche du moteur interne d'Evernote en fait un outil magique. L'emplacement du champ de recherche varie selon les versions mais vous n'aurez aucun mal à le trouver car il est toujours situé en haut de la page. Il est signalé par une icône représentant une loupe.

Evernote retrouvera en une fraction de seconde les notes contenant les mots que vous taperez dans ce champ de recherche. Mais c'est avec les opérateurs de recherche avancée qu'Evernote donne sa pleine mesure.

►► Opérateurs de recherche avancée

Comme tous les bons programmes, Evernote propose une série d'opérateurs pour les recherches avancées. Il est bon d'en connaître un certain nombre et d'imprimer les autres pour les avoir toujours à portée de main. Ils rendent la recherche encore plus rapide et efficace.

Evernote étant d'origine américaine, les opérateurs doivent être utilisés en

anglais, même si vous utilisez la version francophone du programme.

Notez qu'il n'y a pas d'espace avant ni après les doubles-points.

Même si Evernote semble un peu complexe au premier abord, nous vous conseillons vivement de consentir le petit effort nécessaire pour vous familiariser avec les fonctions déjà décrites. Vous avez un mois pour vous entraîner... ■

OPÉRATEUR	DESCRIPTION	EXEMPLE
<i>intitle:</i>	Cherche dans le titre des notes.	<i>intitle:géographie</i> recherche les notes contenant le mot «géographie» dans leur titre.
<i>notebook:</i>	Cherche des notes stockées dans un carnet spécifique.	<i>notebook:Cours</i> limitera la recherche aux notes contenues dans le carnet appelé «Cours».
<i>any:</i>	Evernote trouvera les notes correspondant au moins à un des critères de recherche. Sans cet opérateur, il cherchera les notes correspondant à tous les critères.	<i>any: histoire géographie</i> Ramènera les notes contenant le mot «histoire» et/ou le mot «géographie». ATTENTION: curieusement, il faut un espace après les 2 points !
<i>tag:</i>	Permet de rechercher des notes portant une étiquette spécifique.	<i>tag:livre</i> Trouvera des notes dont l'étiquette est «livre».
<i>-tag:</i>	Permet de trouver des notes ne portant pas l'étiquette X.	<i>-tag:livre</i> Ramènera des notes non étiquetées «livre».
<i>created:[date]</i>	Permet de rechercher des notes créées à telle date ou postérieures à telle date. La date doit être écrite AAAAMMJJ. Il est également possible de retrouver les notes de la veille (day-1), d'il y a 2 semaines (week-2), etc.	<i>created:day-3</i> Ramènera les notes écrites durant les 3 derniers jours. <i>created:20130112</i> Ramènera les notes écrites depuis le 12 janvier 2013.
<i>updated:[date]</i>	Cet opérateur ressemble au précédent, mais il cherche les notes qui ont été mises à jour après telle date.	<i>updated:day-2</i> Ramènera les notes qui ont été mises à jour durant les 2 derniers jours.
<i>resource:</i>	Grâce à cet opérateur, une recherche ne ramènera que des notes contenant un média spécifique (audio, image, etc.).	<i>resource:image/gif</i> Ramènera des notes contenant une image au format GIF.
<i>encryption:</i>	Ramène des notes contenant du texte crypté. Cet opérateur ne demande aucune spécification.	



Édito

Texte: Melchior WATHELET • Photo: M. WATHELET

La revue Athena a 30 ans et fête son 300^e numéro. Quelle belle longévité, quelle belle régularité ! Bravo à toutes les équipes qui se sont succédé non seulement pour la faire vivre mais aussi l'embellir, la colorer, l'étoffer et faire passer son tirage de 3 à 18 000 exemplaires. Il est déjà loin le temps, ce mois d'avril 1984, où comme Ministre de la Région Wallonne en charge des technologies nouvelles je lançais le n° 1 pour que nous participions «aux chantiers du futur», «pour que la Wallonie se place dès à présent dans la perspective du 3^e millénaire».

Nous avons déjà vécu presque autant d'années de ce 21^e siècle qu'il n'y en avait pour nous en séparer lors du lancement de la revue mais les défis d'alors restent d'actualité: face aux mutations industrielles, à la mondialisation, nous devons, la Wallonie sûrement mais l'Europe tout entière, investir intellectuellement (par la recherche fondamentale), financièrement (dans nos entreprises par la recherche appliquée) et socialement (en encourageant nos jeunes à se lancer dans les filières scientifiques de nos écoles et nos universités) dans les nouvelles technologies. Comme le disait le Roi Baudouin le 17 janvier 1984, lui qui avait parrainé le club Athena Formation et que je citais dans le 1^{er} n° de la revue : «Face aux défis de la crise, il faut réveiller l'Europe. Il est urgent de réagir et de nous mobiliser pour construire cette Europe industrielle, technologique, scientifique et sociale. Elle doit nous permettre de saisir les chances qu'offre la 3^e révolution industrielle et de relancer ainsi l'investissement et l'emploi».

Il faut donc continuer à «informer sur les technologies nouvelles et leur évolution, faire communiquer entre eux les partenaires de l'innovation technologique» et j'ajouterais à ce premier éditorial de 1984, ce que l'équipe journalistique actuelle fait si bien, à faire aimer ces technologies nouvelles.

Ce numéro 300 y aidera plus que jamais avec, comme il sied à une revue qui concerne l'avenir, quelques nouveautés... et un peu de nostalgie puisqu'il nous fera revivre les progrès de la science pendant les 30 années passées.

En parlant de nostalgie, puis-je ajouter un petit coup de cœur ? On dit souvent que les Ministres inaugurent les réalisations de leurs prédécesseurs et qu'ils ne participent jamais au sort futur de leurs initiatives... Quel plaisir donc de pouvoir répondre à l'invitation de Mme TRAN, rédactrice en chef, d'écrire cet éditorial pour fêter les 30 ans de la revue Athena. J'ai tout fait pour que ma photo d'aujourd'hui ne diffère pas trop de celle de 1984...

Dernier point: plutôt que de seulement féliciter l'équipe journalistique, je lui dis *proficiat*, ce qui veut dire: continuez ! Et à vous tous: bonne lecture ! ■

Melchior Wathelet

30 ans

de recherche

Texte: Thibault GRANDJEAN
grandjean.thibault@gmail.com



1983

L'équipe de Luc Montagnier de l'Institut Pasteur à Paris identifie le virus du SIDA, le VIH. Ils obtiendront le prix Nobel de médecine en 2008 pour leur découverte.

AVRIL 1984

ATHENA, bulletin mensuel des technologies nouvelles, voit le jour, sous l'impulsion de Melchior Wathelet.

1984

La 1^{re} imprimante 3D voit le jour, créée par Charles Hull. Elle est commercialisée en 1986 et produite en série dès 1988.

Nouveau... Look!

Texte: Géraldine TRAN

30 ans, ça valait bien un petit changement de look... Voici le nouveau logo d'Athena. Solidaire ou indépendant, il portera dorénavant les couleurs du magazine partout où il ira.





Raphaël Marot, le designer:

Le nouveau logo se veut résolument tourné vers l'avenir.

Le but poursuivi dans ce logo était d'allier littérature et science. Le «A» a été mis en valeur en utilisant une combinaison entre deux caractères. L'alliance entre la minuscule et la majuscule symbolise le caractère très ouvert et l'aspect pédagogique de la revue.

Les plus aguerris y reconnaîtront peut-être la silhouette d'un microscope ou d'un erlenmeyer, référence à l'orientation scientifique et technologique de votre magazine.

Enfin, les crochets, élément incontournable de la charte graphique, ont été conservés en version arrondie pour créer un ensemble moderne et équilibré.

⇒ <http://www.mediatix.be>

CONCOURS Athena

Vous êtes abonné à *Athena* ? Alors répondez à ces questions et vous aurez peut-être la chance de remporter un *iPad mini*, la collection complète des *Grandes idées de la Science du Soir*, un week-end spatial pour 4 à l'*Euro Space Center*, une fête d'anniversaire inoubliable organisée par l'asbl *Cap Science* ou encore, une journée en famille au *PASS*...



- **Question 1:**
Quelle est la distance du plus long vol effectué d'une seule traite par le *Solar Impulse 1* ?
- **Question 2:**
Quel est le nom de cet étrange animal déjà vu dans nos colonnes ?
- **Question 3:**
En quelle année fut découvert le neutrino «tau», l'une des composantes du Modèle Standard de la physique moderne ?
- **Question subsidiaire:**
Combien de participations recevrons-nous d'ici au 31 mai 2014 minuit ?



Avec le soutien de :



Ce concours est ouvert uniquement à nos lecteurs abonnés. Une seule participation par numéro d'abonnement.

Envoyez vos réponses avant le **31 mai 2014** minuit, le cachet de la poste faisant foi par mail à raffaella.ruggiero@spw.wallonie.be ou par courrier à :

Concours Athena • Place de la Wallonie, 1 • Bât.III à 5100 Jambes

1985

Création de la 1^{re} plante transgénique capable de résister à un insecte. Le chercheur belge, Marc Van Montagu, est considéré comme le père des OGM.



22 FÉVRIER 1986

Lancement de *SPOT1*, le 1^{er} programme d'observation de la Terre, auquel plus de 50 entreprises belges ont participé.



19 FÉVRIER 1986

Lancement de la station spatiale russe *MIR*. Il est désormais possible de séjourner dans l'espace. Elle sera remplacée par l'*ISS* en 1998.



1990

Difficile d'imaginer notre vie sans Internet. Pourtant le réseau mondial n'a que 23 ans. Né au *CERN*, il n'était au départ qu'un protocole d'échange de messages entre les scientifiques.

Une nouvelle classe de molécules est découverte: les fullerènes. Composées de seulement 60 atomes de carbone, elles ouvrent la voie à l'utilisation des nanoparticules dans l'industrie et dans la composition des matériaux.

On est tous un peu Barje

Texte : **Géraldine TRAN** • Illustrations : **SKAD**

Nous avons envie, pour ce 300^e numéro, de vous proposer des pages spéciales, qui sortent de la routine mensuelle que vous connaissez. Le hasard faisant souvent bien les choses,

j'ai reçu un coup de téléphone du collectif bruxellois *Skad*, qui souhaitait me présenter Barje. Caustique, bourrue mais aussi philosophe, elle m'a tout de suite plu. J'aime qu'elle ait un avis sur tout, sans concession. J'aime son humour

subtil et intelligent. Cette dingue de la BD fait rire mais aussi réfléchir sur le monde qui nous entoure.

Produit déjanté de l'imagination d'Alexandre, scénariste, et Sylvie, dessinatrice, Barje commente la vie sous forme de strips, qui vous feront peut-être penser au Chat de Geluck, mais sans sa bonhomie et avec son caractère et son univers bien à elle. Que vous l'aimiez, qu'elle vous irrite, qu'elle vous rende perplexe, Barje ne vous laissera pas indifférents, j'en suis sûre ! ■

Le 1^{er} album *On est tous Barje* est disponible dans plusieurs librairies ou sur le site <http://www.barje.be>

LES AVENTURES DE BARJE

Pour être dans Athena...



J'ai été dessinée, scannée, vectorisée, retouchée avec une tablette graphique, mise en page sur ordinateur, envoyée par mail, insérée dans la maquette du magazine et imprimée.



La Science, c'est aussi de l'Art.



Time line

24 AVRIL 1990

Lancement du télescope d'observation de l'univers, *Hubble*. Situé en orbite à 600 km d'altitude, il est toujours en activité.



1991

1^{re} communication expérimentale par GSM (pour *Global system for mobile communications*). Le système fonctionne dans la bande 1800 MHz.

22 JANVIER 1992

Découverte en Pologne des 1^{ères} exoplanètes. On en dénombre environ 1000 au jour d'aujourd'hui.



1993

Création du protocole *World Wide Web* et naissance de la 1^{re} page Internet, qui permettra l'accès du réseau au grand public.



5.650.000

Ce n'est pas le nombre de pixels qui me constituent...



mais le nombre d'exemplaires d'Athena imprimés en 30 ans.



SKAD

Celui qui comprend innove.



Celui qui innove s'enrichit.



Celui qui s'enrichit a tout compris.



SKAD

1984

J'ai acheté un livre de cuisine.



1994

J'ai acheté un robot de cuisine.



2004

J'ai checké une recette sur le Web.



2014

J'ai liké Top Chef.



SKAD



5 JUILLET 1996

Naissance à Edimbourg, en Écosse, de Dolly, le 1^{er} mammifère cloné. C'est la première fois qu'un mammifère naît sans fécondation préalable.

11 DÉCEMBRE 1997

Signature du protocole de Kyoto visant à la réduction des gaz à effet de serre. Il est entré en vigueur en 2005. Il est actuellement ratifié par 191 États.



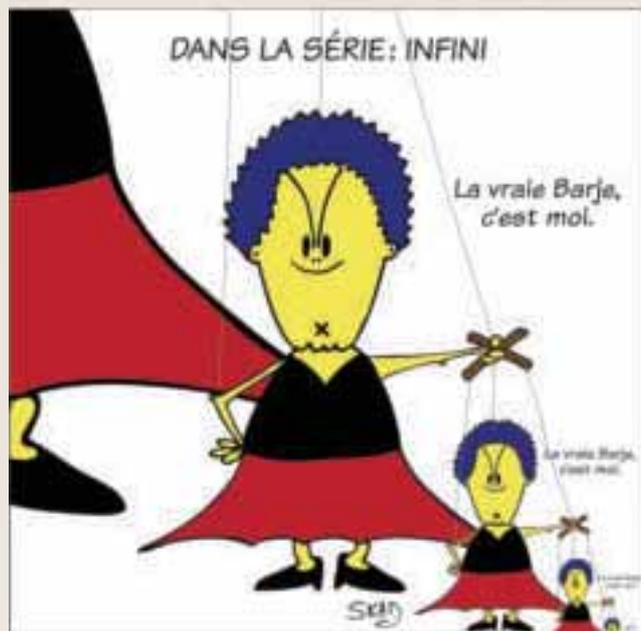
1^{er} MAI 1998

Le Conseil de l'Europe désigne les 11 pays qui feront partie de l'Union monétaire et économique. La 1^{re} pièce en euro est frappée 10 jours plus tard.

12 DÉCEMBRE 1999

Naufrage du navire Erika au large des côtes bretonnes. C'est l'une des plus grandes marées noires de l'histoire.





DANS LA SÉRIE: DIALOGUE INATTENDU

"La Science consiste à passer d'un étonnement à un autre."



Moi, ce qui m'étonne, c'est que plus rien ne m'étonne.



DANS LA SÉRIE: ÉLECTRON LIBRE

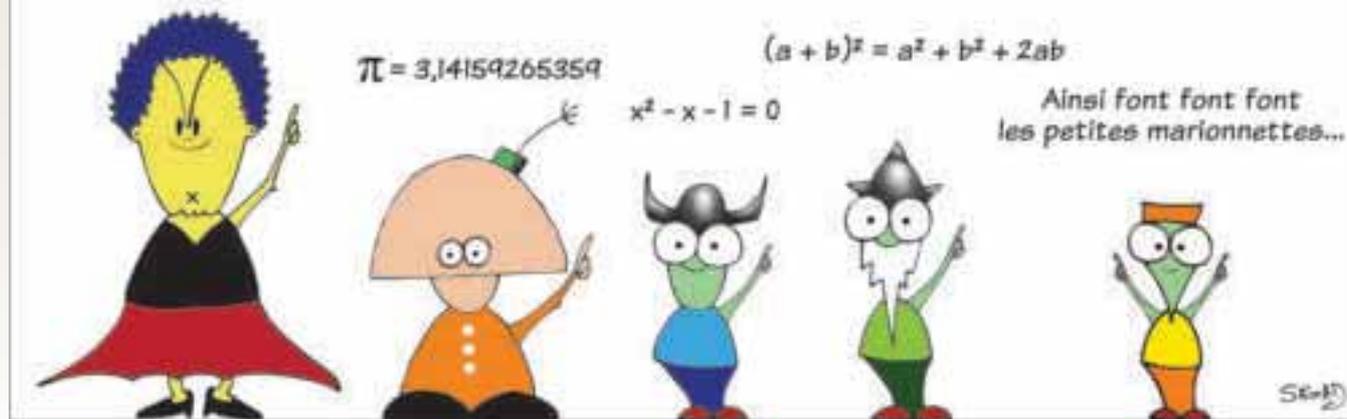
$E = mc^2$

$\pi = 3,14159265359$

$(a + b)^2 = a^2 + b^2 + 2ab$

$x^2 - x - 1 = 0$

Ainsi font font font les petites marionnettes...



Time line

2000

Le projet *Gutenberg* est officiellement lancé. Il existe pourtant depuis 1971. Nommé en l'honneur de l'inventeur de l'imprimerie, il s'agit d'une collection numérique rassemblant plus de 42 000 ouvrages numérisés et accessibles à tous.



15 JANVIER 2001

Lancement de la 1^{re} édition de *Wikipédia* sur Internet. L'encyclopédie collaborative en ligne révolutionne la recherche d'information.



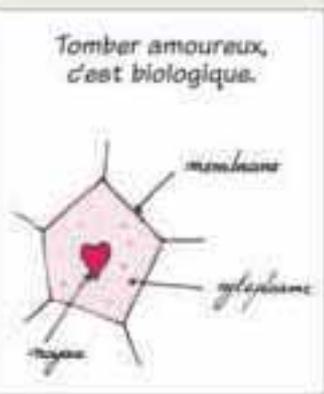
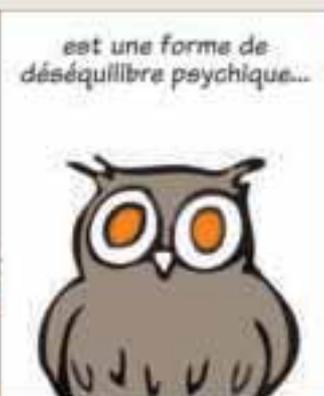
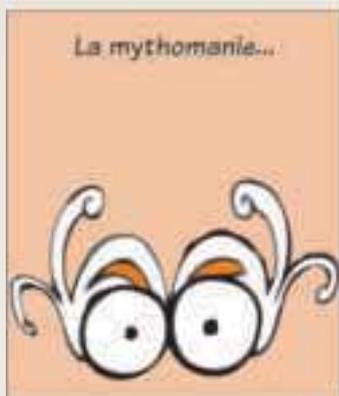
28 AVRIL 2001

Dennis Tito, un milliardaire américain, est le 1^{er} touriste de l'espace à bord du *Soyouz TM-32*.

22 OCTOBRE 2001

Mise en orbite par l'ESA du satellite d'observation *PROBA*, conçu et contrôlé depuis la Belgique.





2002

6 patients participent au 1^{er} programme d'implant de capteurs au niveau de la rétine.



2002

Kevin Warwick, un scientifique américain, s'implante une puce dans le bras qui, une fois connectée à Internet, lui a permis de diriger un bras mécanique à New York depuis l'Angleterre. Le contrôle d'objets par la pensée n'est plus de la science fiction.

1^{er} FÉVRIER 2003

La navette spatiale *Colombus* se désintègre lors de sa rentrée dans l'atmosphère, tuant les 7 astronautes à bord.

28 MAI 2003

Décès du chimiste belge Iliya Prigogine, Prix Nobel de chimie en 1977.

JANVIER 2004

Le *Rover Spirit* pose sa roue sur Mars. Il s'agit du 1^{er} robot envoyé sur la planète rouge, suivi de près par *Opportunity*. Leur mission: détecter la présence d'eau liquide et étudier la géologie.



4 FÉVRIER 2004

Lancement du réseau social Facebook, créé par Mark Zuckerberg, pour les étudiants de Harvard. Il devient accessible à tous en 2006. Il compte aujourd'hui plus d'1 milliard d'utilisateurs.

Who's who?

Propos recueillis par : **Géraldine TRAN** • Photos : **ID Photo** • www.idphoto.be

Depuis qu'Athena est né, beaucoup sont passés par là, certains ont pris d'autres chemins, beaucoup sont toujours là, de nouveaux sont arrivés... J'avais envie de vous présenter les plumes qui, chaque mois, emplissent nos pages de leur créativité...



Philippe Lambert, plus jeune que son père, Liège, **journaliste scientifique et essayiste**. "Creuset de vulgarisation et d'érudition, Athena est l'un de ses principaux terrains de jeu..."



Virginie Chantry, 31 ans, Liège, **astrophysicienne en pleine reconversion**. "Ayant quitté la recherche fondamentale, Athena est pour moi une manière divertissante de renouer avec la science."



Valérie Burguière, + de 40 ans, Aix-en-Provence, **médecin et journaliste**. "Pour moi, Athena c'est le souvenir de mon entrée dans le monde du journalisme scientifique grand public, un très bon souvenir..."



Christian Vanden Berghen, 62 ans, **co-fondateur du cabinet d'intelligence stratégique EASI**. "Athena, c'est l'occasion de mettre à disposition d'un large public des outils parfois méconnus du web."



Christiane de Craecker, 64 ans, Liège, **historienne et documentaliste**. "Athena, pour moi, c'est une belle fenêtre sur les sciences et techniques et l'occasion d'apprendre toujours davantage."



Géraldine Tran, 33 ans, Marneffe, **licenciée en communication et rédactrice en chef d'Athena**. "Pour moi, Athena, c'est à la fois une fontaine de Jouvence, une chasse aux trésors grandeur nature et un livre qui n'a pas de fin!"



Nathalie Bodart, 39 ans, Héron, **Graphiste d'Athena** depuis Janvier 2010, "La recherche d'images me fait voyager chaque mois entre les technologies, l'espace, l'astronomie, la biologie et j'en passe!"



Ludivine Verduyck, 25 ans, Charleroi, et **Élise Munoz-Torres**, 30 ans, Moustier, **juristes et relectrices assidues d'Athena**.

Time line

OCTOBRE 2004

André Geim, de l'Université de Manchester, découvre le graphène, un cristal de carbone bidimensionnel ultra-résistant, ultra-conducteur et ultra-léger. Il reçoit le Prix Nobel de physique en 2010.

26 DÉCEMBRE 2004



Un séisme de magnitude 9 sur l'échelle de Richter crée un gigantesque tsunami, qui fait plus de 250 000 victimes dans l'Océan indien.

14 FEVRIER 2005

Lancement de la plate-forme de streaming YouTube.



27 NOVEMBRE 2005

Première greffe partielle de visage par une équipe du CHU d'Amiens, incluant le nez, les lèvres et une partie des joues sur une femme de 38 ans mordue par un chien.



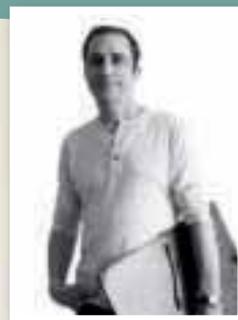
Théo Pirard, 66 ans, Pepinster, **historien et chroniqueur spatial**. *“Athena: une super expérience humaine avec des contacts intéressants...”*



Jean-Claude Quintart, 62 ans, Jumet, **mécanicien de précision**. *“Athena c'est l'occasion d'être en prise directe avec le renouveau industriel de la Wallonie et d'y faire participer les lecteurs.”*

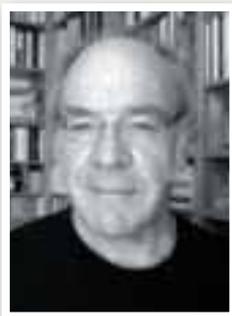


Lucie Cauwe, 55 ans, Bruxelles, **journaliste**. *“Athena, c'est pour moi, donner aux enfants l'occasion de comprendre le monde.”*



Olivier Saive, 51 ans, Beyne-Heusay, **bédéiste**. *“Athena, pour moi, c'est une super collaboration de 20 ans ! Preuve à l'appui !”*

Crédit: Pauline Saive



Jean-Michel Debray, (largement) sexagénaire, **biologiste accro à la science**. *“Athena, c'est 30 ans de sciences par et pour le plaisir et... 28 ans de vie partagée !”*



Henri Dupuis, 59 ans, Meise, **physicien et journaliste**. *“Athena, c'est pour moi une autre information, tout simplement !”*



Vince, 47 ans (tout ça ?), Forest (pas fait exprès), **dessinateur de presse**. *“Athena, c'est mon 1^{er} gros client dès 1996, qui m'a permis de me consolider comme freelance !”*



Yaël Nazé, 37 ans, Ougrée, **astrophysicienne et passeuse de savoirs**. *“Pour moi, Athena, c'est enfin un peu de science en Wallonie !” (-)*

Crédit: Harry Foyt



Carine Maillard, 44 ans, Bierghes, **journaliste médical**. *“Athena, c'est une ouverture sur la recherche belge, francophone, qui participe au progrès mondial.”*



Paul Devuyt, X ans, Wemmel, **militaire de carrière**. *“Athena, est destiné à faire connaître aux jeunes - et aux moins jeunes- les dernières avancées scientifiques et techniques réalisées par nos chercheurs en Wallonie.”*



Jacqueline Remits, née dans les années Rock, Liège, **journaliste spécialisée en économie, entreprises et société**. *“Athena, pour moi, c'est une inlassable et réjouissante curiosité sur les mystères de la science et du monde. Une sagesse revigorante.”*



Jean-Luc Léonard, 65 ans, Villers-la-Ville, **journaliste**. *“J'ai trouvé chez Athena l'occasion de documenter des sujets souvent complexes en prenant tout le temps nécessaire: un rêve de journalisme.”*

2006

Ming, un mollusque bivalve nommé cyprine, est tué accidentellement lors de son analyse à l'âge de 507 ans. C'est le plus vieil animal du monde.

1^{er} JANVIER 2006

La Belgique adopte la loi sur l'interdiction de fumer sur son lieu de travail.



28 DÉCEMBRE 2005



Mise en orbite du 1^{er} satellite expérimental du système de positionnement GALILEO, à plus de 23 000 km d'altitude.

2006

Des chercheurs japonais réussissent l'exploit de reprogrammer des cellules matures en cellules souches, leur permettant ainsi de devenir n'importe quel autre type de cellules.



Micro-Trottoir

Textes recueillis par: **Géraldine TRAN** • Rédac't'chef

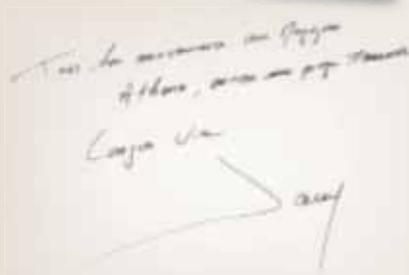
Vous trouverez ici un petit échantillon des témoignages que nous avons reçus. Ils étaient malheureusement trop nombreux pour les 2 pages dont nous disposions mais toute l'équipe d'*Athena* se joint à moi pour remercier sincèrement tous les lecteurs qui nous ont écrit, pour leur bienveillance, leur fidélité et leurs encouragements...

34

J'entrais dans l'automne de ma vie lorsque ta naissance j'appris. Alors vers toi je courrus. Non avec de la myrrhe et de l'encens mais avec une demande d'abonnement, que 'en bonne fille de Zeus, tu m'accordas. 30 ans ont passé et me voilà dans l'hiver de ma vie. Que de choses tu m'as fait connaître. De l'infiniment petit à l'infiniment grand. Quelle que soit la météo, lorsque je te trouve au fond de ma boîte aux lettres blottie, un formidable rayon de soleil vient réchauffer mes neurones en léthargie. Et comme ici-bas, tout a une fin, un jour viendra la mienne. Je suis pas triste car comme j'ai l'audace de le croire, je serai dans les poussières d'étoiles que le soir tu contempleras. Ainsi, notre complicité amoureuse point ne s'achèvera.

Un vieux passionné de savoir

Jamy Gourmaud,
journaliste, créateur
et animateur,
avec Fred Courant,
de *C'est pas Sorcier*.



Mon souhait pour cet anniversaire un peu spécial: «*Que la Science et la Recherche nous réservent sans cesse de belles et nombreuses découvertes à l'avenir et qu'ainsi, Athena continue à nous informer et à nous surprendre de longues années encore...*»

Laurent Antoine,
Directeur

DG06 - Direction de l'Évaluation
et de la Sensibilisation



La revue *Athena* nous permet de rester en contact avec la recherche en Belgique. Nous la lisons, mon épouse et moi, avec le plus grand plaisir. Et parfois nous y trouvons les références de l'un ou l'autre chercheur disposé à venir nous entretenir de leurs recherches. Je suis sans doute l'un de vos plus vieux lecteurs car, si mes souvenirs sont corrects, je me suis inscrit vers le numéro 5 ou 6. Je vous souhaite encore beaucoup de succès dans le futur...

Jean-Pierre Culot,
Docteur en Sciences Physiques retraité

C'est un réel plaisir de vous faire part du grand intérêt avec lequel je lis, depuis des années, votre mensuel scientifique. Les articles photos et dessins concernant les actualités technologiques, physiques et astronomiques me réjouissent à chaque n° et restent accessibles au plus grand nombre. Leur contenu est toujours fiable, ce qui est très appréciable dans une société de la surinformation qui ne satisfait pas toujours à ce critère primordial. Votre rubrique «internet» me permet d'en savoir à chaque fois «un peu plus» sur ce monstre tentaculaire devenu indispensable, attirant parfois mais aussi dangereux. C'est également avec le plus grand intérêt que je suis les rubriques de Yaël Nazé: des photos chaque fois surprenantes! J'aime bien aussi le clin d'œil des «coup d'crayon».

L'édition papier permet de l'emporter partout, de la parcourir lors des moments perdus en salles d'attente, en déplacement... et de la consulter à l'occasion d'une info à rafraîchir. Je me limite ici, en vous remerciant, ainsi que tous les membres de l'équipe de la rédaction pour tout ce que vous apportez à vos lecteurs, année après année, mois après mois. C'est un très bel outil, vivement le 300^e et de nombreux suivants...

Joseph Lesuisse

Time line

2007

Naissance du 1^{er} organisme synthétique, c'est-à-dire la 1^{re} bactérie entièrement conçue par génie génétique, avec un chromosome entièrement artificiel.

2008

Un coffre-fort d'un genre nouveau est inauguré près du Groenland: construit à plus de 120 m de profondeur, sur près de 250 m² dans une mine de charbon abandonnée, il abrite 7 000 variétés de graines, afin de préserver la biodiversité des cultures de la planète.

15 FÉVRIER 2009

Inauguration de la station scientifique *Princesse Elisabeth* en Antarctique. Cette éco-construction fonctionne grâce aux énergies renouvelables.

27 JANVIER 2010

Apple annonce la sortie de sa tablette tactile. L'iPad est commercialisé le 3 avril. Les dernières versions, les *iPad air* et *mini*, sont sorties en octobre 2013.



Professeur émérite, je tiens à féliciter toute l'équipe d'Athena pour son travail. Ce fut, à l'époque, une excellente initiative. Professeur retraité depuis 2000 mais toujours actif dans la diffusion des Sciences de la Terre auprès d'un large public et en particulier des jeunes, je suis particulièrement intéressé par les articles qui traitent de notre Terre et de l'Univers - large domaine de réflexion sur nos origines.

Encore toutes mes félicitations pour les 30 ans d'Athena !

Jean-Marie Charlet

Toutes mes félicitations à l'équipe du mag scientifique Athena ! Les articles de fond sont toujours très intéressants. En outre, dans l'atmosphère de morosité générale et de dénigrement de la Wallonie dont nous sommes actuellement témoins, ça fait du bien au moral de découvrir des entreprises innovantes et dynamiques. Merci ! Et j'espère que vous continuerez longtemps sur cette voie.

Marie-Claude Husken



Patrice Goldberg, journaliste, animateur et producteur de *Matière Grise*, sur *La Une*.

Si vous deviez définir Athena en 3 mots ?
Inspirant, wallon, valorisant.

L'article qui vous a marqué ? «Sexe à la limite» (n° 297) sur les déviations sexuelles ! Parce que c'est un sujet de société et parce que la psycho, c'est un de mes dadas depuis toujours !

La rubrique que vous lisez en premier ?
L'édito ! Et le sommaire pour savoir à quelle sauce je vais être mangé !

L'événement scientifique qui vous a marqué depuis 1984 ? Le séquençage du génome humain en 2000, qui a ouvert la voie aux recherches génétiques. C'est un domaine fascinant. Et d'une autre manière, bien plus triste, les explosions des navettes spatiales *Challenger* en 1986 et *Columbia* en 2003...

Quelle est l'utilité d'un magazine comme Athena selon vous ? C'est pratique pour allumer le barbecue... Je plaisante bien sûr ! L'écrit reste indispensable. Nous, gens de l'audiovisuel, devons être modestes: nous avons la force de l'image et du son mais nous ne traitons rien en profondeur, contrairement à l'écrit.

30 ans... ça vous inspire quoi ? Quand on demandait l'âge de mon grand-père à la fin de sa vie, il répondait toujours: «J'ai 20 ans et quelques. 20 ans, ça va, mais les et quelques...» Un anniversaire, ce n'est jamais une fin, c'est le début du reste...

35

Professeur dans l'enseignement secondaire supérieur, je suis une abonnée de la première heure. *Athena* a été une source d'informations très utile pendant ma carrière. Il y a quelques années, j'ai tenté l'expérience d'abonner chacun de mes élèves de l'option scientifique, de la 4^e année à la rhéto. *Athena* a remporté un franc succès et j'ai donc continué cette démarche jusqu'à ce jour. *Athena* est attendu avec impatience par la grande majorité de mes élèves. Il m'arrive de leur proposer de travailler sur l'un ou l'autre article, en fonction du programme; mais, la plupart du temps, ce n'est pas nécessaire car les élèves se plongent spontanément dans la lecture. J'ajouterai, pour terminer, que certains parents empruntent la revue à leur enfant.

Rosa Marchesini

Trente années de vulgarisation de la recherche wallonne sous la baguette de 3 rédacteurs en chef, dans des circonstances pas toujours évidentes. Un grand merci à André Joveneau, Marie-Claude Soupard et Géraldine Tran pour leur investissement.

Et longue vie au magazine Athena ! Qu'il contribue, par son contenu, à renforcer auprès des jeunes francophones, leur attrait pour les sciences et les techniques car notre Région a un cruel besoin de techniciens et de chercheurs pour assurer son développement.

Michel Charlier,
Inspecteur général

DG06 - Département du Développement technologique

Athena a le mérite d'exister (et doit continuer) d'abord car il donne une image positive de la recherche en Wallonie et ensuite car il est une mine d'informations présentées sous un look agréable à lire et à consulter. De plus, il existe une version digitale. Bonne route !

Paul Robert

MARS 2011

Extinction des derniers émetteurs analogiques en Wallonie pour laisser place à la télévision numérique terrestre (TNT).



14 OCTOBRE 2012

Félix Baumgartner bat le record du monde du saut le plus haut à 38 969,3 m. Il devient le 1^{er} homme à franchir le mur du son en chute libre.



17 MARS 2014

Détection des ondes gravitationnelles primordiales, soit des toutes premières secousses du *Big Bang*. Cette découverte témoigne de l'expansion extrêmement rapide de l'univers dans la 1^{re} fraction de seconde de son existence (phase dite de l'inflation cosmique).

10 DÉCEMBRE 2013

Le Belge François Englert, de l'ULB, et l'Anglais Peter Higgs reçoivent le prix Nobel de chimie pour la découverte, en 1964, du boson de Higgs dont l'existence a été confirmée par le *LHC* en 2012.

Nicolas HULOT:

Pour ce numéro spécial, nous voulions l'interview d'un homme spécial. Il n'y en a pas beaucoup comme lui. Engagé, jusqu'au-boutiste, passionné et passionnant, il court la planète pour tenter de la sauver. Ce n'est pas une prévision alarmiste et abstraite, c'est une réalité dont il faut prendre conscience aujourd'hui pour construire le monde de demain... durable et serein...

36

Propos recueillis par:

Géraldine TRAN

Photo: BELGA



COMME
AGIR | APPRENDRE
| ACTIONS

Plutôt qu'agir OU apprendre, je choisis agir ET apprendre: on agit en fonction de ce que l'on sait ! La connaissance, le savoir, sont le préalable à l'action. C'est grâce à mes voyages autour de la planète que j'ai pris conscience de l'état de dégradation de la Terre. Je dis souvent que je ne suis pas né écologiste, que je le suis devenu, en découvrant, en apprenant. Les scientifiques qui accompagnent les travaux de ma Fondation m'ont aidé à comprendre, ils m'ont aussi donné les clés pour agir ! Si nous agissons maintenant, sur la base de ce que nous savons déjà, mais aussi en mobilisant tous nos scientifiques, nos entreprises et nos dirigeants, il est possible de réduire les émissions de gaz à effet de serre, d'enrayer l'augmentation de la température des océans qui sera responsable d'inondations meurtrières, mais aussi de réduire ou d'atténuer les effets de ce que nous appelons pudiquement, les événements climatiques extrêmes qui se multiplient.

C'est aussi sur la base des travaux des scientifiques du GIEC que nous mobilisons les dirigeants de notre planète, que nous pouvons comprendre de mieux en mieux la complexité du fonctionnement des grands cycles naturels pour agir et préserver les conditions de vie de l'Homme sur Terre. Il n'y a pas de Planète B, nous le savons, cela doit nous conduire à agir !



COMME TÉLÉVISION

Pour moi, télévision rime avec *Ushuaïa*... Cette émission que j'ai eu la chance de pouvoir imaginer et réaliser avec une équipe, des moyens techniques et financiers exceptionnels, m'a permis de partager avec des millions de personnes mon émerveillement devant les splendeurs de la Terre, la diversité des hommes qui la peuplent, l'harmonie des paysages, la beauté, l'étrangeté parfois aussi des plantes, des arbres et des animaux...

Ushuaïa, qui a été diffusée régulièrement sur une chaîne de grande audience pendant 25 ans, a contribué à créer une communauté d'affection avec la planète. Cette émotion devant ces images inédites constitue un premier pas vers le respect. Je l'ai constaté au cours de mes rencontres avec les téléspectateurs et c'est ce respect, ce lien que j'ai cherché à transformer en engagement quand j'ai créé la Fondation qui porte mon nom. C'était une première étape, j'ai poursuivi dans cette voie avec le Défi pour la Terre en 2005 et le Pacte écologique en 2006. Nombreux parmi les signataires de ces 2 propositions, parmi les personnes qui accompagnent la FNH depuis sa création en 1990, témoignent que leur engagement a été motivé par la volonté de préserver l'équilibre, l'harmonie, la diversité et la beauté de la vie qu'ils ont découvert grâce à *Ushuaïa*, par la télévision.



COMME HOMME

Avant de parler de son rôle, je voudrais parler de sa responsabilité. L'Homme est la partie consciente de la nature, il se doit de la préserver parce que cela relève de sa responsabilité d'être humain, c'est son rôle à l'égard de la nature mais aussi à l'égard de sa propre espèce, pour garantir le devenir des générations futures. En ce sens, le rendez-vous de 2015, la 21^e conférence des États parties à la Convention cadre des Nations Unies relative au changement climatique, est majeur.

En 2011, à Durban, les États ont décidé de parvenir, en 2015, à un accord de réduction des émissions de gaz à effet de serre visant:

- à atteindre l'objectif d'un réchauffement de 2 °C à la fin du siècle;
- ayant une portée juridique;
- à s'appliquer à tous dès 2020.

Il s'agit maintenant que nos dirigeants y parviennent ! Désormais, il faut aussi que l'Homme se voit tel qu'il est: puissant et vulnérable à la fois... Isolé dans le cosmos, perdu entre 2 infinis et vivant sur un seuil étroit de tolérance. La vie est l'exception dans l'Univers. Nous ne pouvons continuer à l'ignorer !

“ La vie est l'exception dans l'Univers, ne l'oublions pas



l'interview

e

COMME ENGAGEMENT
| ENVOYÉ SPÉCIAL

Les 2 mots sont liés... Être l'Envoyé spécial du Président de la République Française pour la protection de la planète, c'est une des modalités pour incarner l'engagement qui est le mien: faire en sorte que l'on cesse de sacrifier le futur au présent. Cette mission qui m'a été confiée par le Président de la République Française en décembre 2012, me permet de porter les thèmes qui me sont chers au-delà des frontières de mon pays, de rencontrer ceux qui auront à décider en 2015 d'engager leur pays à réduire ses émissions de gaz à effet de serre, de comprendre pourquoi ils sont décidés - ou pas - à le faire.

Cette mission me permet aussi d'aller à la rencontre de ceux qui agissent, qui innovent, qui mettent au point les solutions pour construire le monde de demain. Que ce soit aux États-Unis ou en Chine, 2 pays clés, j'ai pu constater à quel point les mentalités ont évolué depuis Copenhague. Compte tenu de leur taille, de leur population, de leur capacité d'investissement et d'innovation, il est clair que si ces pays s'investissent dans la voie des énergies renouvelables, une bonne part du chemin sera accomplie. C'est le sens de mon engagement, de ma mission que de plaider inlassablement, en m'appuyant sur les solutions qui se mettent en place un peu partout, de montrer qu'un autre futur est possible !

n

COMME NATURE

L'Homme est la partie consciente de la Nature. De ce privilège, il se doit d'en faire une responsabilité, d'en préserver la diversité. De cette diversité, cette biodiversité, Robert Barbault disait qu'elle est «le tissu vivant de la planète».

Ma mission m'a conduit en Afrique centrale d'où je suis revenu avec des propositions pour lutter contre le braconnage des éléphants et le trafic d'ivoire. L'éléphant est un symbole, celui de toutes ces espèces animales et végétales aujourd'hui menacées par l'avidité de quelques-uns, mais aussi par la présence et l'activité des Hommes. Pourtant, permettez-moi d'emprunter les mots de Romain Gary dans sa *Lettre à l'Éléphant*, «dans un monde entièrement fait pour l'homme, il se pourrait bien qu'il n'y eût pas non plus place pour l'homme. Tout ce qui restera de nous, ce seront des robots. Nous ne réussirons jamais à faire de nous entièrement notre propre œuvre. Nous sommes condamnés pour toujours à dépendre d'un mystère que ni la logique ni l'imagination ne peuvent pénétrer et votre présence parmi nous évoque une puissance créatrice dont on ne peut rendre compte en des termes scientifiques ou rationnels, mais seulement en termes où entrent terreur, espoir et nostalgie.» C'est ce que m'évoque le mot Nature !

a

COMME ATHENA !

Pour mobiliser, pour éveiller les consciences, rien ne vaut la démonstration par l'exemple, rien n'est plus efficace que la pédagogie, rien n'est plus utile que de rendre accessible la connaissance ! Nous sommes dans un carrefour de complexités où rien n'est tout blanc ou tout noir. La presse magazine ou le livre sont les rares espaces où l'on peut, d'une manière documentée et apaisée, donner les clés pour comprendre les enjeux, les causes des crises et les pistes de solutions. En ce sens, *Athena* y contribue.

Si notre époque est marquée par les crises écologique, sociale, économique, financière, elle l'est aussi par la généralisation de formidables avancées technologiques, notamment en ce qui concerne les moyens de communication qui permettent de relier les Hommes, de mettre en commun les intelligences ! *Athena* est la déesse de la sagesse, elle nous rappelle qu'aussi savants que nous devenions, sans sagesse, nous ne ferons rien de bon ! ■

? Le saviez-vous ?

- * Le père de Nicolas Hulot était chercheur d'or au Venezuela avant de devenir chef d'entreprise dans la confiserie.
- * Son grand-père, architecte, vivait dans le même immeuble que Jacques Tati. C'est lui qui lui aurait inspiré le personnage de Mr Hulot.

Bio express

Nom : HULOT

Prénom : Nicolas

Age: 58 ans

Nicolas est né à Lille le 30 avril 1955. Après le Bac, il entame des études de médecine mais souhaite gagner sa vie. Il découvre alors la photo et travaille comme photo-reporter pour l'Agence de presse Sipa.

Au début des années 80, il glisse tout naturellement vers la presse écrite et radio et fait ses débuts à *France Inter*, où il révolutionne la façon de faire du reportage, qu'il vit personnellement au travers de défis sportifs et humains. En 1987, le hasard le mène chez *TF1* où, pendant plus de 20 ans, il produit et anime les émissions *Ushuaïa*, *le magazine de l'extrême*, *Opération Okavango* et *Ushuaïa Nature*. C'est au travers de ces émissions qu'il se rend compte des risques que court la Planète et s'engage dans un combat écologique qu'il mène encore et toujours aujourd'hui.

En 1990, il fonde la *Fondation Ushuaïa*, qui devient la *Fondation Nicolas Hulot pour la Nature et l'Homme* en 1995.

Candidat malheureux à la présidentielle de 2012, il est nommé Envoyé spécial pour la protection de la planète par François Hollande. Cette mission bénévole lui fait parcourir le monde afin de sensibiliser, informer et mobiliser la communauté internationale.

“ Je ne suis pas né écologiste, je suis devenu ! ”

Mémoire et identité:

Il y a 30 ans, alors qu'Athena voyait le jour, s'imposait l'idée d'une mémoire «multiple», composée de plusieurs systèmes indépendants interagissant entre eux. Aujourd'hui, une voie nouvelle est explorée par la neuropsychologie: celle des liens étroits unissant la mémoire et l'identité...

38

une affaire de couple

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

Photos : AGEFOTOSTOCK (pp.39-40), Reporters/BSIP (p.41)

Jusqu'il y a une trentaine d'années, la mémoire était considérée comme une entité homogène, monolithique, dont le fonctionnement suggérait un peu celui d'un muscle. Vers le début des années 1980, cette vision mécaniste qui servit de support à la floraison de concepts comme la «gym-cerveau» ou le «jogging mental» fut battue en brèche par les avancées théoriques et expérimentales de la neuropsychologie: la mémoire serait constituée de plusieurs systèmes indépendants en interaction.

En 1995, le Canadien Endel Tulving, de l'Université de Toronto, fut le premier à proposer un modèle caractérisé par l'existence de 4 systèmes principaux de mémoire à long terme et d'un système de mémoire à court terme, la mémoire de travail. En dépit de quelques divergences

portant sur les relations qu'entretiennent ces différentes entités, la majorité des neuropsychologues continuent à se référer aujourd'hui au modèle de Tulving.

Quels sont ces 4 systèmes de mémoire à long terme ? La mémoire épisodique, qui permet le stockage et la prise de conscience d'épisodes personnellement vécus dans un contexte spatial et temporel particulier. La mémoire sémantique, qui sert à l'acquisition et à la rétention de connaissances générales sur le monde (Paris, capitale de la France; Ronald Reagan, ancien président des États-Unis...). La mémoire procédurale, qui est impliquée dans l'apprentissage graduel de nouvelles habiletés perceptivo-motrices ou cognitives et dans le conditionnement. Par exemple, c'est elle qui permettra à un automobiliste aguerri de débrayer de façon automatique lors

de chaque changement de vitesse. Enfin, le système de représentation perceptive (PRS) prend en charge le stockage de la forme et de la structure des objets, des visages et des mots, à l'exclusion de leurs propriétés sémantiques (signification).

Le court terme, lui, est l'apanage du 5^e système de base: la mémoire de travail, dont la mission est de maintenir temporairement une petite quantité d'informations sous une forme aisément accessible pendant l'exécution de tâches cognitives diverses - par exemple, garder à l'esprit 2 nombres à additionner pendant la réalisation des opérations cognitives imposées par ce calcul.

MÉMOIRE AUTOBIOGRAPHIQUE

Si elle a ses détracteurs, l'approche des systèmes de mémoire multiples demeure le courant dominant. Nonobstant, un consensus s'est dégagé sur la nécessité de revisiter la manière d'en tirer parti lors de l'évaluation de la mémoire d'un patient, c'est-à-dire lorsque le clinicien cherche à mettre en lumière le ou les systèmes de mémoire affectés par une lésion cérébrale et les systèmes épargnés. La conception d'une «mémoire multiple» est le plus souvent utilisée de façon relativement simpliste dans l'évaluation clinique des troubles de la mémoire. Ainsi que le souligne le professeur Martial Van der Linden, responsable des Unités de psychopathologie et neuropsychologie cognitive des Universités de Genève et de Liège, il est réducteur, en effet, d'attribuer à chacune des tâches de mémoire la capacité d'évaluer, de manière spécifique, tel ou tel système de mémoire ou de postuler qu'elle ne fait intervenir qu'un processus mnésique, à l'exclusion des autres.

Il ajoute: «En réalité, il existe actuellement un large accord pour reconnaître qu'aucune tâche de mémoire n'est sous-tendue par des systèmes ou processus uniques et que chaque tâche mnésique dépend, en proportion variable, de différents types de systèmes ou processus. Il s'agit dès lors de déterminer des procédures permettant d'identifier, au sein d'une même tâche, la part respective de l'un ou de l'autre système ou proces-

sus (1).» Pour l'heure cependant, les outils d'évaluation disponibles ne sont pas encore suffisamment fins pour atteindre cet objectif.

Une des avancées majeures réalisées ces dernières années dans le domaine des recherches sur la mémoire concerne les liens unissant celle-ci à l'identité, d'une part, et à la faculté de se projeter dans le futur (2), d'autre part. Ces travaux font appel à ce qu'il est convenu d'appeler la mémoire autobiographique (ou mémoire des événements et informations personnels). Cette dernière n'est pas un système comme la mémoire procédurale ou la mémoire de travail, par exemple, mais une «construction». En effet, mémoire de toutes les informations personnelles relatives à notre passé, elle porte sur des souvenirs épisodiques intégrés dans une base autobiographique sémantique, laquelle renferme des connaissances générales personnelles - le nom du sujet, celui de ses enfants, sa profession, etc. Un souvenir autobiographique pourrait être celui-ci: «À l'époque où je jouais dans l'équipe de football de l'Université de Liège (information sémantique), mon entraîneur m'a retiré du jeu parce que j'avais marqué 2 buts contre mon camp lors d'un match contre l'Université de Lille (information épisodique).»

En 2005, le psychologue anglais Martin Conway, de l'Université de Bristol, fut le père d'un modèle baptisé *Self-Memory System (SMS)*, centré sur les relations entre la mémoire autobiographique et le «self», la conception que nous avons de nous-même, de notre identité. «Cette

approche modifie radicalement notre perception de la sémiologie des troubles de la mémoire», insiste Martial Van der Linden pour souligner l'importance de cette avancée conceptuelle.

CORRESPONDANCE ET COHÉRENCE

Pour Conway, la mémoire des événements personnels doit impérativement répondre à 2 principes. Le premier, appelé principe de correspondance, nous permet de conserver un certain temps (quelques heures, quelques jours) un souvenir aussi précis que possible des actions que nous venons d'exécuter. Sinon, nous les répéterions. Nous pourrions alors très bien nous brosser les dents plusieurs fois en un court laps de temps. C'est d'ailleurs à un phénomène de ce type que sont confrontées les personnes souffrant d'un trouble obsessionnel-compulsif de vérification quand elles s'assurent à de multiples reprises qu'elles ont bien verrouillé leur porte ou coupé leur cuisinière.

La seconde fonction incombant à la mémoire autobiographique porte le nom de principe de cohérence. Elle nous permet de maintenir durablement un enregistrement cohérent et stable de nos interactions avec le monde seulement lorsque celles-ci se révèlent en accord avec nos valeurs, nos buts du moment, les croyances que nous avons sur nous-même, etc. Aussi la mémoire autobiographique n'est-elle pas qu'un «enregis-



treur passif»; elle procède à un tri. Les souvenirs d'événements personnels ne sont donc pas des représentations tout à fait exactes de la réalité. «*Nous mettons en mémoire et nous récupérons les composantes d'un événement qui correspondent au mieux à la conception que nous avons de nous-même ou du monde*, précise Martial Van der Linden. *En mémoire autobiographique, la notion de véracité n'a guère de sens, car nous pouvons déformer nos souvenirs pour les rendre compatibles avec notre identité, nos valeurs ou nos objectifs.*»

Comment, selon Conway, la mémoire autobiographique parvient-elle à satisfaire aux principes de correspondance et de cohérence ? Elle s'appuierait sur l'action coordonnée de 3 systèmes: le *self* de travail, la mémoire épisodique et le *self* à long terme.

LA RÉALISATION D'UN BUT

40

Le *self* de travail gère la réalisation de nos buts au cours de nos activités quotidiennes. Par exemple, lorsqu'un journaliste a pour objectif de rédiger un article, il se documente ou effectue une interview, il essaie de voir dans quelle mesure les informations recueillies correspondent à son projet d'article et si ce n'est pas le cas, il cherche de la documentation complémentaire ou pose des sous-questions à son interlocuteur. «*Le self de travail organise aussi le présent psychologique, c'est-à-dire la période s'étendant de la mise en place d'un but jusqu'à sa réalisation finale*, indique le professeur Van der Linden. *Cela conduit à la formation de souvenirs des différents moments psychologiques* (les souvenirs épisodiques).»

Pour Conway, un souvenir épisodique est donc avant tout le souvenir de la réalisation d'un but (mener à bien une conversation, déjeuner, se laver les dents, se détourner d'une pénible scène d'accident routier...). Selon le modèle SMS, tous les épisodes de vie (les moments consacrés à la réalisation d'un but) sont encodés automatiquement en mémoire. La question est alors de savoir ce que deviennent, au bout de quelques heures ou quelques jours, la myriade de souvenirs accumulés qui ne sont pas connectés à nos valeurs, nos buts ou la



représentation de soi. Martin Conway considère qu'ils ne sont plus accessibles consciemment mais qu'ils continuent d'exister et que nous pourrions même nous les remémorer en présence d'un indice de récupération très spécifique. Dans ce cas, on parle de «moment proustien», par référence au célèbre épisode de la madeleine de Proust: enfant, l'écrivain dégustait chez sa grand-tante des madeleines qu'il trempait dans du thé; la saveur d'un tel gâteau, mangé des années plus tard, ressuscite chez lui le souvenir de sa grand-tante et d'une époque révolue.

Comme nous l'avons signalé, seuls les souvenirs épisodiques jugés pertinents par rapport à nos buts et à nos valeurs demeurent aisément accessibles de façon durable et intentionnelle. Autrement dit, selon le modèle SMS, ils doivent être intégrés au *self* à long terme, entité qui permet au *self* de travail de prendre en considération nos objectifs à longue échéance dans l'organisation et la mise en œuvre des buts que nous poursuivons.

Mais comment s'organise le *self* à long terme ? Il se fonde sur 2 piliers: la base de connaissances autobiographiques et le *self* conceptuel. La première est une entité abritant des connaissances personnelles générales (des connaissances autobiographiques sémantiques) organisées de façon hiérarchique. Trois niveaux doivent être distingués. D'abord, au sommet, celui que Conway a baptisé les schémas de récit de vie, qui renvoient

à la compréhension qu'a la personne de la construction de son histoire au sein de sa culture - ma vie comme menuisier au début du 21^e siècle, ma vie en tant que femme africaine vivant à Paris, etc. Deuxième niveau: les périodes de vie, qui reflètent des buts très globaux - quand je vivais avec ma 1^e épouse, depuis que je travaille au Canada... Enfin, 3^e échelon: les événements généraux. Ces derniers ont trait à des catégories d'événements répétés et associés à des périodes assez courtes ou organisés selon un thème commun - les vacances annuelles à la Côte d'Azur à l'époque où j'habitais encore chez mes parents, les séances de brainstorming quand j'étais cadre dans la sidérurgie...

LA RÉCUPÉRATION D'UN SOUVENIR

Venons-en au second pilier du *self* à long terme: le *self* conceptuel. De quoi s'agit-il ? D'une entité qui renvoie à des connaissances personnelles générales que l'individu s'est forgées quant à ses attitudes, ses valeurs et ses croyances sur lui-même, sur autrui et sur le monde.

«*Dans le cadre théorique qui nous occupe, les souvenirs autobiographiques sont considérés comme des représentations mentales transitoires, constituées de souvenirs épisodiques et de connaissances sémantiques sur sa propre vie* (connaissances

sances autobiographiques) et sur soi (self conceptuel)», dit le professeur Van der Linden.

Mais au fait, comment s'opère la récupération d'un souvenir autobiographique ? Généralement, elle s'amorce au niveau des événements généraux. Ces derniers entrent ensuite en relation avec les périodes de vie et les schémas de récit de vie. De la sorte, se dessine un cadre temporel qui guide la recherche mentale vers des épisodes précis (souvenirs épisodiques) intégrés dans la base de connaissances autobiographiques (sémantiques). Résultat: *in fine*, un souvenir autobiographique éclot et gagne la conscience - Je me rappelle qu'à l'époque où je me rendais à Paris 2 fois par semaine pour mon travail, j'ai croisé un soir mon cousin au Café de Flore en train de demander un autographe à un monsieur qui ressemblait vaguement à Jean d'Ormesson.

Cette «voie royale» pour la récupération d'un souvenir autobiographique n'est pas la seule. Au contraire, toutes les entités ou sous-entités constitutives du *self* à long terme sont susceptibles de conduire à la remémoration d'un tel souvenir. Ainsi, la croyance personnelle que nourrit un individu d'être doué pour le football pourra générer un souvenir autobiographique si le *self* conceptuel se connecte à la base de connaissance autobiographique et à la mémoire épisodique - Il y a 3 ans, lors d'un match de football où mon équipe affrontait les leaders du championnat, j'ai marqué 3 buts en un quart d'heure, dont 2 en lobant le gardien de but adverse.

APPROCHE

MULTIDIMENSIONNELLE

Dans les troubles psychologiques, le sujet aura tendance à sélectionner des souvenirs autobiographiques en lien avec des croyances dysfonctionnelles. Ainsi, lors du rappel (donc de la construction) d'un souvenir, le patient dépressif pourra avoir une propension à se référer à l'idée qu'il est une personne insipide, sans valeur, tandis que le phobique social choisira préférentiellement des souvenirs épousant sa conception d'un monde social dangereux. En clinique, les

psychothérapeutes s'intéressent de plus en plus souvent à une catégorie particulière de souvenirs autobiographiques: les souvenirs définissant le soi (*self defining memories*), lesquels sont le reflet des buts, préoccupations et conflits non résolus occupant une place centrale dans la vie d'un individu. «*Ces souvenirs représentent en quelque sorte la cristallisation des liens entre la mémoire épisodique et l'identité*», commente Martial Van der Linden. *Leur analyse en termes de contenu et de forme permet au thérapeute de percevoir la manière dont son patient appréhende le monde.*»

L'approche de Conway nous invite par ailleurs à revisiter la sémiologie des troubles de la mémoire. Les liens fondamentaux existant entre identité et mémoire ouvrent des perspectives nouvelles quant à la manière d'interpréter les difficultés mnésiques. Prenons un exemple: le cas des patients souffrant d'une amnésie antérograde. Certains d'entre eux se souviendront de s'être brossé les dents par exemple, mais au bout de 3 ou 4 jours, seront incapables de se remémorer le moindre souvenir significatif. Ne peut-on expliquer leur amnésie à la lumière d'une dissociation entre un principe de cohérence déficitaire et un principe de correspondance préservé ? Sans doute. C'est en tout cas ce que semble montrer une expérience menée par Conway et l'un de ses collaborateurs.

Les 2 chercheurs ont attaché une *SenseCam* (une caméra qui prend des photos à intervalles réguliers et du point de vue de la personne qui la porte) autour du cou d'une patiente souffrant de tels troubles de mémoire massifs. Au bout de quelques jours, il lui était impossible de se rappeler qu'elle s'était rendue à une exposition. Toutefois, si on lui montrait le montage réalisé à partir des photos prises par la *SenseCam*, elle se remémorait des souvenirs détaillés de cette visite. «*La vue du montage peut être assimilée à un moment proustien qui lui a permis de récupérer un souvenir devenu inaccessible en raison, par exemple, d'une déconnexion entre la mémoire épisodique et le self à long terme ou le self conceptuel*», dit Martial Van der Linde.

Comme le fait remarquer le neuropsychologue, le modèle de Martin Conway sous-tend une approche multidimensionnelle de la mémoire. Imaginons une personne âgée dans une maison



de repos. «*Dans bon nombre de ces institutions, il ne se passe pratiquement rien, c'est le monde du silence, de sorte que les pensionnaires n'ont guère l'occasion de s'investir dans des activités qui épousent leurs buts, leurs valeurs ou leurs croyances, poursuit notre interlocuteur. Il se peut qu'une personne âgée éprouvant des difficultés à produire des souvenirs ne chemine pas vers la démence, n'ait pas d'atrophie hippocampique, mais oublie tout simplement des épisodes de vie parce qu'ils ne correspondent pas à ses valeurs, ses buts, ses croyances, son identité; bref, qu'ils ne répondent pas au principe de cohérence.*»

Les difficultés mnésiques ne peuvent être réduites, sans autre forme de procès, à une atteinte cérébrale. Le vent nouveau que fait souffler les concepts initiés par Conway est annonciateur de l'élaboration et de la mise en place d'une évaluation plus globale intégrant facteurs neurologiques, psychologiques, sociaux et environnementaux. ■

- (1) Van der Linden M. (2014). L'évaluation de la mémoire épisodique, autobiographique et prospective. In X. Seron & M. Van der Linden (Eds.), *Traité de Neuropsychologie Clinique de l'Adulte (deuxième édition), Tome 1, Bruxelles, De Boeck/Solal.*
- (2) Nous n'aborderons pas cette question. Elle mériterait à elle seule un article.



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

Photos: REPORTERS/SPL (p.43), Argonne National Laboratory/Flickr (p.44), (e)Spry/Flickr - 2010 (p.45)

On en apprend tous les jours... Que dire alors de tout ce qu'on l'on a appris en 30 ans de biologie ? Parfois, ce sont des découvertes d'envergure, qui ont changé la face du monde et la vie de milliers de personnes. Parfois, ce sont des petits pas qui mènent le monde à connaître davantage son environnement... Une chose est sûre: on avance toujours dans le savoir... Bonne lecture !

42

Serpents: enfouisseurs ou nageurs ?

Les serpents actuels - on en compte 3 500 espèces environ - sont des descendants directs de reptiles qui, à l'origine, possédaient 4 pattes; comme les lointains dinosaures, mais aussi comme nombre de leurs cousins contemporains. S'ils ont perdu ces membres, c'est bien entendu en raison d'adaptations évolutives. Mais pourquoi ? Parce qu'ils leur devenaient inutiles pour nager ? Ou parce que devenus fusiformes, ils pouvaient plus facilement s'enfouir dans le sol ? En d'autres termes, les serpents d'aujourd'hui descendent-ils d'ancêtres aquatiques revenus sur la terre ferme ou d'ancêtres fouisseurs qui ont ensuite gagné le milieu aquatique ? Autant le dire, les 2 options existent et sont ardemment défendues par des cohortes de spécialistes, forcément partagés.

On a d'abord pensé que les serpents actuels étaient les descendants des Mosasaures, des reptiles du secondaire gagnés à l'élément liquide (et même à la... Meuse, d'où leur nom:

un vestige a en effet été découvert dans les sédiments de ce fleuve). Ces sauriens étaient, il est vrai, dotés de 4 pattes plutôt réduites qui pouvaient en faire de lointains précurseurs. Mais il y a quelques années, on a exhumé un fossile de serpent terrestre doté de 2 pattes seulement; un ancêtre, assurément. Du coup, la polémique a été relancée.

Afin de tenter d'y mettre un terme, une équipe de chercheurs a eu l'idée de focaliser son attention sur la structure de l'oreille interne qui intervient dans l'équilibre. Puisque les espèces aquatiques actuelles se meuvent en permanence dans les 3 dimensions et doivent y trouver un équilibre, les canaux semi-circulaires qui participent à l'organe évoqué doivent logiquement être plus développés. Les scientifiques ont donc scanné le crâne de serpents actuels, terrestres et aquatiques, de même que celui d'espèces fossiles considérées comme des ancêtres. Et la comparaison semble indiquer que les origines ont d'abord été ter-

restres avant que quelques espèces ne s'adaptent ensuite à la nage et aux 3D. Enfin clair ? Pas vraiment. Certains sceptiques affirment aujourd'hui que les ressemblances sont loin d'être aussi nettes qu'affirmé et que les «ancêtres» pris en compte ont une taille qui ne pouvait pas en faire de réels fouisseurs terrestres...

On aura compris que si on a fait progresser la recherche, c'est d'une - petite - case. Jusqu'à ce qu'une nouvelle étude ne vienne infirmer la précédente. Mais après tout, hormis les quelques spécialistes intéressés, cela changera-t-il quoi que ce soit à notre intérêt (ou répulsion ?) pour les serpents ? ■

► Science 2013; 342: 683



30 ans de biologie

En 1984: les nouveaux miracles de la technologie de la reproduction humaine commencent à se compter sur les doigts des 2 mains. Ceux qu'on appelle encore «bébés éprouvette» doivent la locution biotechnologique qui les désigne à leur mode de conception qui pose à chaque fois question. Toute nouvelle naissance a encore droit à la «une» des journaux. On débat beaucoup encore de la méthode que certains détracteurs persistent à juger résolument hors nature.

Les parents de ces enfants du miracle ne souhaitent en général pas qu'on les identifie; le mode de conception auquel ils ont dû se plier est encore frappé d'une forme d'interdit et on se souvient que celui-ci prendra, 3 ans plus tard, la forme d'un rejet définitif par les sommités vaticanes.

Bien que n'étant pas vraiment en retard, la Belgique de 1984 ne s'est pas - encore - positionnée à la tête de ce qu'on appelle dorénavant les PMA (procréations médicalement assistées). Le pays aura l'occasion de rattraper ce retard au fil des années pour devenir un véritable précurseur dans bien des domaines. Louise Brown, la pionnière mondiale, a déjà 6 ans; Amandine, première française du genre, fête son deuxième anniversaire. En Belgique, les premiers succès sont universitaires, mais ils sont très rapidement suivis par d'autres, qui émergent de centres régionaux: à Charleroi d'abord, puis à Namur. Dès les débuts, la méthode apporte donc la preuve qu'elle peut heureusement devenir une technique de proximité. Les couples infertiles, d'Arlon à Ostende et de Verviers à Tournai ont tout à y gagner.

Et aujourd'hui ? Le moindre est de constater que la méthode de fécondation hors du corps maternel est entrée dans la routine. Bon an mal an, il naît en Belgique 3 200 enfants environ de la fécondation *in vitro* et de ses variantes, résultat heureux de quelque 20 000 ponctions d'ovules. Dix-huit centres, répartis sur tout le pays, sont agréés pour réaliser toutes les techniques des PMA, à concurrence d'interdits pour raison professionnelle pour certains d'entre eux. Parmi les centres universitaires, certains ont des satellites régionaux qui renforcent leur action. Un arsenal juridique a entretemps canalisé la pratique, posé les limites et imposé des interdictions.



Les PMA belges, en dépit de tout ça, restent parmi les plus permissives; la loi de 2007 en autorise par exemple l'accès aux femmes seules ou en couple; ce que les pays proches interdisent encore. L'âge maximum fixé pour la femme est aussi plus élevé qu'ailleurs; l'une et l'autre de ces réalités ont été bien comprises par des ressortissantes de pays proches qui comptent aujourd'hui pour environ 15% des tentatives de conception dans les centres belges.

L'essentiel à retenir de tout ça ? C'est que le monde biomédical s'est enrichi d'un ensemble de méthodes qui permettent de contourner tous les «grains de sable» jetés par Dame Nature dans les rouages de la reproduction. Et c'est tant mieux pour tous ces couples qui doivent leur progéniture à ces progrès biotechnologiques. Il y a bien sûr encore une part de cas discutables et discutés. Mais ils restent aussi définitivement marginaux. ■

BIOZOOM

Photo: University of Bonn



Il existe environ 70 000 espèces de crustacés. Aucun n'est venimeux sauf celui-ci, le *Speleonectes tulumensis*, que l'on a découvert récemment dans les grottes anchialines (peu exposées à la lumière, l'eau y est douce en surface et saline en profondeur) du Yucatàn, au Mexique. Ce rémipède est aveugle et carnivore. Son venin, contenu dans des «aiguilles» situées au niveau de la tête, paralyse la proie, qui est ensuite digérée grâce à une enzyme spécifique.

Quel groupe animal riche de nombreuses espèces voit 1/4 d'entre elles menacées d'extinction ?

Celui des Chondrichthyens qui regroupe 1 041 espèces connues de requins, raies et chimères (poissons cartilagineux des abysses). Vingt-cinq espèces seraient dans une situation critique, 43 en danger d'extinction, 113 sont jugées vulnérables et 132 sont «affectées». On peut s'en inquiéter - des spécialistes le font, heureusement - mais il reste difficile pour beaucoup de s'émouvoir pour des animaux qui se rendent peu sympathiques par leur allure générale et par les raids carnassiers que certains d'entre eux effectuent sur les côtes australiennes et réunionnaises. Si on pouvait déjà supprimer des menus asiatiques les ailerons de requin aux vertus prétendument aphrodisiaques, on aurait fait beaucoup en matière de protection. La moindre étude scientifique menée sur le sujet devrait suffire à faire la preuve de l'inanité de la croyance qui est à la base de ce marché. Reste ensuite à démanteler un réseau de collecte probablement très lucratif... ■

► *Nature* 2014; 505: 458

Quand la Chine ne toussera plus !

Cela relève de l'évidence: l'extraordinaire développement économique de la Chine ne va pas sans quelques problèmes environnementaux majeurs; la pollution de l'air étant l'un des plus évidents. Quelques images qui ont circulé sur le net et dans les journaux télévisés ont montré ce qu'est devenue l'atmosphère - irrespirable - des grands centres urbains certains jours. Les causes sont évidemment connues. La Chine d'aujourd'hui consomme 2,43 milliards de tonnes-équivalent pétrole (TEP) soit, ramené par habitant, 1,4 fois ce que consomme un Terrien moyen. Et cette énergie-là est majoritairement fournie par la combustion du charbon (67%). À ce titre, on considère aujourd'hui qu'à raison de 1,63 TEP/an, elle représente 50% de sa consommation mondiale !

Une des conséquences évidentes du recours au charbon est l'émission de particules fines qui s'accumulent dans l'atmosphère des centres industriels et urbains et qui - ce n'est pas un scoop non plus - sont génératrices de problèmes pulmonaires chroniques et de plus en plus, cancéreux. Les particules les plus fines (< 2,5 micromètres) sont clairement associées au cancer du poumon, lequel est devenu aujourd'hui la première cause de décès par cancer en Chine. En l'espace de 30 ans, il a augmenté de plus de 450% (464,8%). Effrayant. Et c'est sans compter avec les décès jugés

prématurés en raison d'affections respiratoires chroniques, évalués à 1,2 million par an, auxquels s'ajoutent, chaque année l'altération, par ces polluants, de la santé de 25 millions d'individus.

Le charbon ne constitue évidemment pas la seule source de tous les problèmes. Les Chinois fument et la circulation automobile a allègrement suivi la courbe de la croissance économique. En l'espace de 11 ans (entre 2000 et 2011), le nombre de véhicules civils a connu une croissance de 581%, passant de 16,09 à 93,56 millions d'unités.

Toutes ces valeurs sont bien entendu à rapporter à la taille du pays et de sa population. Elles ne laissent toutefois pas indifférent puisqu'on le sait, les polluants ne connaissent pas les frontières. Le Gouvernement chinois a pris conscience de ces réalités, qu'on se rassure, et entend lutter contre l'émission des particules, spécifiquement celles dont la taille est inférieure à 10 micromètres. Coût estimé du programme de 5 ans mis sur pied: 277,5 milliards de dollars (204 milliards d'euros); un montant à la hauteur du problème à traiter. La pollution de certains de nos - petits - centres urbains prend subitement une proportion bien relative... ■

► *The Lancet* 2013; 382: 1959-1960



Un sommeil réparateur

Pourquoi sommes-nous contraints de passer le tiers de notre vie à dormir ? Nos muscles et notre esprit peuvent être fatigués, mais une simple relaxation ne suffirait-elle pas ? Apparemment non, et nos cousins évolutifs, les mammifères, sont à la même enseigne: interdisez à une souris de dormir pendant plusieurs jours et... elle meurt ! Le processus est donc vital. Mais à quoi tient-il ?

Pour être franc, on l'ignore encore partiellement, mais des éléments commencent à émerger d'une recherche bien ciblée. Ce qu'on sait, par exemple, c'est que si on dort peu ou mal, on a une aptitude à l'apprentissage ou à la concentration diminuée. C'est donc qu'il existe un lien étroit entre le sommeil et la fonction cérébrale. C'est précisément un domaine que des chercheurs ont récemment exploré. À la faveur d'expériences complexes et minutieuses, ils ont instillé des substances diverses dans les cavités cérébrales de souris et en ont ensuite observé les flux. Ce qu'ils ont vu est particulièrement intéressant pour nous, les humains, si toutefois les résultats nous sont directement transposables.

Comme tout autre organe, le cerveau est composé de cellules; il a donc besoin d'énergie pour fonctionner, mais il rejette aussi des déchets. Déchets qui portent des noms connus: β -amyloïde, α -synucléide et Tau; ceux-là même qui par accumulation corticale, finissent par provoquer la maladie d'Alzheimer. Ils sont normalement éliminés par des espaces intercellulaires du cortex, lesquels convergent vers le réseau veineux. Ils passent alors dans le sang et terminent leur course dans le foie qui les dégrade. Or, ce que les scientifiques ont observé, c'est qu'au cours de l'état de veille, ces espaces se réduisent de plus de 60%, ce qui rend l'élimination des déchets nettement moins efficace. On trouve en effet 3 fois plus de protéine β -amyloïde dans ces espaces en situation de veille que de sommeil.

Rien que pour cette seule réalité, le sommeil est donc nécessaire. Il ne constitue pas, soit dit en passant, la seule disposition qui permette l'élimination des protéines indésirables du centre nerveux. Il existe aussi pour ces dernières, des transporteurs spécifiques qui assurent leur passage à travers l'«enveloppe» protectrice du cerveau (la barrière hémato-encéphalique) pour les amener,

là encore, dans le réseau sanguin qui assure leur élimination. Le tout est bien entendu sous le contrôle de mécanismes multiples dont on commence à décrypter les liens complexes.

Dormir suffisamment permet-il de retarder aussi la survenue de la maladie d'Alzheimer ? Peut-être, mais la réalité est certainement beaucoup plus

complexe que ça. *A priori*, cela ne devrait tout de même pas faire de tort. À une époque où on dort moins qu'auparavant (1 h de moins en l'espace d'un siècle) et où on occupe ses soirées avec des activités stimulantes (Internet, jeux vidéo, télévision), il n'est peut-être pas inutile de le savoir. ■

► *Science* 2013; 342: 373-377



Le mimétisme... moléculaire

On connaît le mimétisme animal: simple convergence de forme sans effet particulier ou bien prévention contre la prédation. Ce qu'on ignore, c'est que le mimétisme peut aussi exister à un niveau moléculaire. Il concerne généralement des endoparasites cellulaires (bactéries ou virus) qui ont réussi à imiter une molécule de l'hôte pour favoriser leur pénétration. Cette molécule «copiée» - une protéine, en général - peut concerner différents processus cellulaires mais est le plus souvent affectée à un rôle de transporteur ou de ligand qui favorise l'inclusion de l'envahisseur dans la cellule.

Comment le pathogène s'y est-il pris pour produire cette protéine ? Simple. Opportuniste, il a profité d'une intrusion cellulaire antérieure pour intégrer, dans son propre génome, un gène de l'hôte qui, précisément, code pour une protéine utile. Ce processus de transmission génique est universel dans la nature et porte le nom de transfert horizontal de gènes. C'est même souvent un facteur d'évolution dans le monde végétal en contact avec des virus et bactéries du sol par les racines. On aura noté au passage que le pathogène concerné devient un OGM tout à fait naturel comme il en existe une multitude dans le monde vivant. Doté de ce gène qu'il intègre à son propre génome, le pathogène peut donc plus facilement envahir ensuite les cellules, grâce à un transport hautement personnalisé. Le processus est à ce point intéressant et répandu que des chercheurs ont résolu de les traquer par des études comparées de protéines cellulaires, bactériennes et virales. Il y a peut-être de bonnes idées «thérapeutiques» à en retirer.

Si ce mimétisme est au moins favorable à certains envahisseurs de la cellule, il en existe bien d'autres formes qui n'ont apparemment aucune «utilité» particulière et sont le fruit du hasard. C'est le cas par exemple des perturbateurs endocriniens qui, bien que destinés à une tout autre fonction, peuvent mimer l'action d'hormones dès leur entrée dans l'organisme; au détriment parfois du bon déroulement des processus perturbés. On sait que la fertilité d'une partie des hommes contemporains leur doit incontestablement quelque chose. Toute molécule - surtout si elle a le niveau de complexité des protéines - est normalement dotée d'une fonction spécifique. On découvre néanmoins parfois qu'elles peuvent en avoir d'autres, moins avouables... ■

► *Nature* 2013; 501: 38-39

Univers :

son dernier visage **connu**

Depuis 30 ans, la cosmologie moderne a été le théâtre de quelques avancées remarquables, parfois aux allures de séismes. Elles nous ont dessiné le profil d'un univers marqué au sceau d'une phase d'«inflation primordiale» et caractérisé aujourd'hui par sa planéité, son expansion accélérée ainsi que son étrange composition...

46

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

Photos : NASA (pp.46 et 48), NASA/CXC/M.WEISS. (p.47),

S. RICHTER/Harvard University (p.49)

» En bref...

- * C'est le Belge Georges Lemaître qui a démontré, en 1927, que c'est en fait l'espace dans son ensemble qui s'étend.
- * L'âge de l'univers est estimé à 13,7 milliards d'années. Il est en phase d'expansion accélérée.
- * La constante cosmologique (ou énergie sombre) représente 68% de l'énergie totale de l'univers; la matière ordinaire (ou baryonique, c'est à dire composée de protons et de neutrons) à peine 5% et la matière non-baryonique ou sombre, 27%.

C'est dans les années 1930 que virent le jour les modèles dits de Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker (FLRW), qui allaient servir de référence à toute la cosmologie contemporaine. Ils s'inscrivaient dans la foulée des travaux de l'astronome américain Edwin Hubble, lequel établit, en 1929, la loi éponyme qui devint l'une des pierres angulaires de la théorie du *big bang*. Que dit-elle ? Qu'il existe un décalage systématique vers le rouge des raies spectrales des galaxies lointaines et que ce décalage s'accroît proportionnellement à l'éloignement de ces dernières.

L'interprétation que Hubble donna de sa découverte n'était pourtant pas celle d'une expansion de l'univers. Il raisonnait en termes de fuite des galaxies, alors que

Georges Lemaître avait déjà démontré 2 ans plus tôt que c'est en fait l'espace dans son ensemble qui s'étend. Les modèles FLRW se démarquent de l'idée première de Hubble, puisqu'ils décrivent un univers en expansion dont les propriétés physiques sont les mêmes en tout point à un instant donné (universalité) et dans toutes les directions (isotropie).

Le concept du *big bang* trouva un deuxième argument fort en 1965 dans la mise en évidence par les Américains Arno Penzias et Robert Wilson d'un rayonnement fossile, le «fond diffus cosmique» (ou bruit de fond cosmique), dont la température actuelle est proche de 3 degrés Kelvin (-270 °C). Cette lumière primordiale émise 400 000 ans après le *big bang*, et qui s'est refroidie progressivement au cours des milliards d'années qui l'amènèrent jusqu'à nous,

épouse la thèse d'un univers autrefois plus chaud et plus dense.

LE TEMPS

DES INCERTITUDES

Au milieu des années 1980, quand naît le magazine *Athena*, d'un éclair de la pensée, cette fois, l'un des grands sujets de discussion des astrophysiciens concerne la valeur de la constante de Hubble H_0 . D'autant que ce facteur de proportionnalité entre distance et vitesse de récession apparente des galaxies permet en principe de déterminer l'âge de l'univers. «*Dans les années 1980, on assiste à des crises relatives à l'âge de l'univers, car on ignore la valeur exacte de H_0 , rapporte le professeur Jean-Marc Gérard, physicien théoricien à l'Université catholique de Louvain (UCL). Selon les estimations, l'âge de l'univers pouvait varier de 5 à 15 milliards d'années.*»

À l'époque, les chercheurs n'appréciaient guère la constante cosmologique introduite par Einstein en 1917 dans les équations de la relativité générale afin de rendre, moyennant une valeur positive finement ajustée de cette constante, sa théorie compatible avec le préjugé tenace d'un univers statique. Après la découverte de la loi de Hubble, le physicien gommait d'ailleurs ce paramètre de ses équations, le qualifiant de «*plus grande bêtise de sa vie*». Pourtant, aujourd'hui (nous le verrons), cette constante a retrouvé de belles lettres de noblesse. Mais dans les années 1980, elle paraissait inutile et inélégante, de sorte que le courant dominant la considéra comme égale à 0. Ce qui ne se passa pas sans heurts, puisque dans ces conditions, les incertitudes quant à la valeur de H_0 menaient parfois à ce paradoxe d'un univers trop jeune pour

l'âge des étoiles qu'il abritait. «*Durant cette période trouble de la cosmologie, on en vint à s'interroger de nouveau sur la validité de la théorie du big bang*», commente Jean-Marc Gérard.

Depuis, la constante de Hubble a pu être estimée avec grande précision grâce aux informations livrées par le télescope spatial du même nom, mais plus encore grâce aux mesures effectuées en 2003 par le satellite américain *WMAP*, lesquelles situent, avec une marge d'erreur de 5 à 10%, la valeur de H_0 à une vitesse de 71 km par seconde pour toute galaxie éloignée de 1 mégaparsec (1). À l'heure actuelle, une précision au niveau de 1% permet d'estimer l'âge de l'univers à environ 13,7 milliards d'années.

Durant des décennies, les cosmologistes se sont également interrogés sur le «statut géométrique» de l'univers. En effet, les modèles FLRW simples, c'est-à-dire sans constante cosmologique, n'offrent que 3 possibilités, selon que la densité de matière de l'univers est inférieure, supérieure ou égale à une valeur critique (l'équivalent de 5 atomes d'hydrogène par m^3). Dans le premier cas, la gravité ne pourra arrêter l'expansion, qui sera éternelle - on parle d'un espace ou d'un univers ouvert (géométrie hyperbolique). Dans le second cas, l'univers est fermé (sphérique) et après une phase d'expansion, est appelé à se contracter et à s'effondrer sur lui-même - le *big crunch*. Enfin, si la densité de matière est égale à la densité critique, l'univers, dit plat, n'arrêtera son expansion qu'après un temps infini.

Grâce aux observations réalisées par le satellite *Cobe* (1992), aux images fournies par les télescopes embarqués à bord des ballons *Boomerang* (2000) et *Maxima* (2001) envoyés dans la haute stratosphère et à celles émanant de

télescopes terrestres implantés à 5 100 m dans les Andes chiliennes (2002) et à 2 900 m à Ténériffe (2002), on peut affirmer désormais que l'univers est essentiellement plat, c'est-à-dire que sa géométrie à grande échelle est euclidienne, et dès lors, que sa ligne de vie est infinie pour autant que la constante cosmologique soit nulle ou positive.

LA GRANDE SURPRISE

Si, en cette matière, la mission de *Cobe* se limita à un travail d'approche dont bénéficièrent les missions ultérieures, le satellite de la NASA joua un rôle majeur dans d'autres domaines. Alors que les observations des radio-astronomes Penzias et Wilson sur le rayonnement fossile ne concernaient qu'une seule longueur d'onde (7,35 m), *Cobe* disposait de la faculté d'accéder à toutes les longueurs d'onde millimétriques pour analyser le fond diffus cosmique. Il confirma l'homogénéité de l'univers, mais surtout débusqua l'existence de petites anisotropies matérialisées par de légères fluctuations de la température du rayonnement fossile. L'observation, ici et là, de ces minuscules variations de température de l'ordre de 10^{-5} degré Kelvin revêtit un intérêt capital pour la cosmologie. En effet, elles sont les vestiges des infimes variations de densité de l'univers lorsqu'il n'avait encore que 400 000 ans. «*Les inhomogénéités dévoilées par Cobe étaient attendues, espérées, souligne le professeur Gérard. Elles sont les germes, les grumeaux de matière, qui allaient aboutir, après condensation gravitationnelle, à la formation des galaxies et des amas de galaxies tels que nous les observons de nos jours.*»

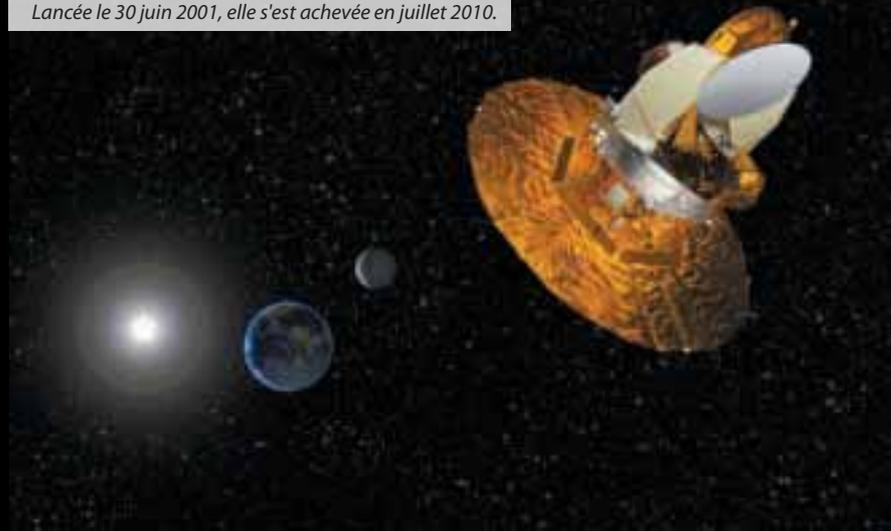
Projetons-nous à présent 6 ans plus tard. Sur le plan observationnel, 1998 fut une date cruciale. De fait, c'est l'année où Saul Perlmutter, du *Lawrence Berkeley National Laboratory*, utilisa des supernovæ hébergées par des galaxies lointaines comme lumière étalon. «Ces supernovæ apparaissent moins lumineuses qu'attendu, donc plus éloignées que prévu», explique Jean-Marc Gérard. Pour autant que la théorie de la relativité générale soit correcte, ce constat ne peut s'expliquer que d'une seule façon: contrairement à ce qui était communément envisagé - une décélération continue de l'expansion -, l'univers actuel serait en phase d'expansion accélérée.»

Cette conclusion, qui fit l'effet d'une bombe, n'est évidemment pas sans conséquences. Car elle suppose que l'évolution de l'univers n'est pas contrôlée par la seule force gravitationnelle, mais est régie également par une autre force, de signe opposé, qui le pousserait à s'étendre de plus en plus. C'est ici que revient au galop une constante cosmologique positive relativement proche de celle introduite puis retirée par Einstein.

OBSCURE MATIÈRE

Au travers des travaux de Perlmutter et des missions *Boomerang* et *Maxima* d'abord, *WMAP* et *Planck* ensuite, il transparait donc que l'univers observable est plat et en expansion accélérée. Sa planéité implique que sa densité totale soit égale à la densité critique. Aussi est-il possible de calculer son contenu. Les données fournies ces dernières années par les satellites *WMAP*, lancé en 2001 par la NASA, et *Planck*, mis en orbite en 2009 par l'Agence spatiale européenne (ESA), ont confirmé, avec une marge d'erreur de l'ordre de seulement 1%, les infimes fluctuations de température du rayonnement fossile ainsi que la géométrie euclidienne de l'univers, ce qui a permis d'affiner les données relatives à la proportion de ses différents composants. «On estime aujourd'hui que la constante cosmologique, baptisée également "énergie sombre" (car elle n'a jamais été observée), représente 68% de l'énergie totale de l'univers», indique Jean-Marc Gérard. La matière ordinaire, dite baryonique, n'en constituerait que 5% et une autre forme de matière, non baryonique (non composée

La sonde Wilkinson Microwave Anisotropy Probe, en abrégé WMAP, est une mission spatiale scientifique américaine de la NASA destinée à l'étude de l'anisotropie du fond diffus cosmique. Lancée le 30 juin 2001, elle s'est achevée en juillet 2010.



de protons et de neutrons), dite "matière sombre", que 27%.»

L'énergie sombre assimilée à la constante cosmologique a une densité constante dans le temps, alors que la densité de la matière, elle, décroît dans un univers en expansion. Pareil univers finira donc par être inféodé à la constante cosmologique et par s'étendre de façon exponentielle. Autrement dit, les galaxies s'éloigneront les unes des autres à des vitesses qui deviendront supérieures à la vitesse de la lumière, ce qui présidera à leur irrémédiable isolement.

«Si, dans le cadre relativiste, on se réfère aux équations de Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker, il existe en principe 27 modèles d'univers possibles conditionnés par 3 paramètres: la géométrie (espace fermé, euclidien ou ouvert), la densité de matière (inférieure, égale ou supérieure à la densité critique) et la constante cosmologique (négative, nulle ou positive). Grâce aux expériences de Perlmutter ainsi qu'aux données recueillies principalement par les ballons *Boomerang* et *Maxima* et les satellites *WMAP* et *Planck*, un seul de ces modèles reste viable.»

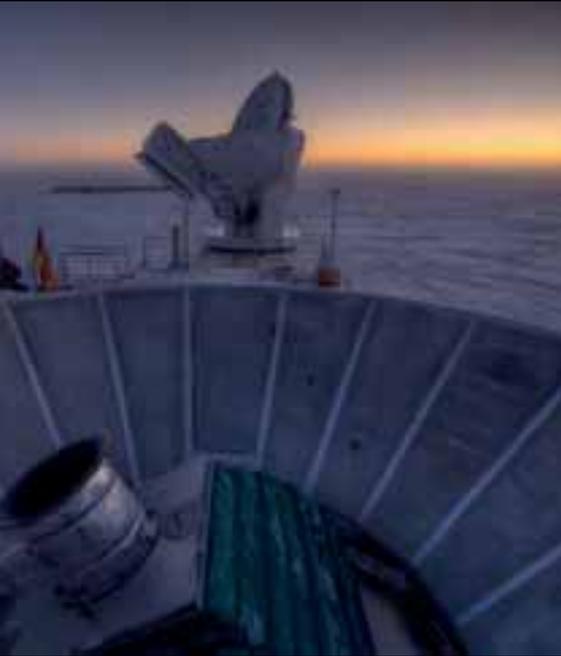
La relativité générale exige que la constante cosmologique, la matière baryonique et la matière sombre constituent la totalité de l'univers. La constante cosmologique est, en soi, «adaptable», de sorte que le souci actuel des cosmologistes réside dans la non-observation

de matière sombre. «Soit on parvient à la détecter, soit c'est la mort de la théorie de la relativité générale bien que cette dernière n'ait jamais été prise en défaut jusqu'à présent», commente le physicien de l'UCL.

De quoi serait donc formée cette matière sombre qui n'a jamais été observée en laboratoire et dont, pour l'heure, l'influence n'est perceptible qu'à travers la gravitation ? Son influence n'étant pas «visible» via les interactions électromagnétiques, il est probable qu'elle soit composée de particules élémentaires neutres. Des travaux sont en cours dans le cadre de la physique des particules pour essayer de les identifier. Certains misent sur des évidences astrophysiques; d'autres, sur une découverte au CERN grâce au *Large Hadron Collider (LHC)*, le plus puissant accélérateur de particules au monde, qui sera réactivé en 2015.

ENTRE 2 MONDES

Il y a 150 millions d'années, 2 amas de galaxies entraient en collision dans la constellation de la Carène, dégageant une énergie phénoménale, peut-être la plus puissante depuis le *big bang*. La structure résultant de cet événement cataclysmique fut baptisée amas du boulet (*Bullet cluster* en anglais). Initiées en 2006, les études de cet amas semblent apporter de l'eau au moulin de l'exis-



Le soleil se couche derrière BICEP2 (à l'avant-plan) et le South Pole Telescope (en arrière-plan).

ne se parlent que par la gravitation: le monde de la matière ordinaire et celui de la matière sombre.»

BICEP2: L'INFLATION

SE MUSCLE

Les observations récentes relatives au rayonnement fossile (planéité de l'univers, légères anisotropies) apportent aussi de l'eau à un autre moulin: l'inflation primordiale, également appelée inflation cosmique. Fondé sur un scénario introduit au début des années 1980 par le physicien américain Alan Guth et son confrère russe Andreï Linde, puis modifié à plusieurs reprises, le modèle inflationnaire postule que l'univers s'est dilaté de façon exponentielle entre 10^{-35} et 10^{-33} seconde après le *big bang*. Or, ce scénario prédit un espace euclidien et peut fournir une explication microscopique aux inhomogénéités susmentionnées.

La théorie de l'inflation prédit des variations de 10^{-5} degré de la température du rayonnement fossile. Celles-ci reflètent des fluctuations au niveau quantique qui sont amplifiées par l'expansion exponentielle proposée par le modèle. En clair, au terme de cette expansion extraordinairement rapide, l'inflation assure le passage du monde quantique au monde macroscopique. Pour y arriver, elle doit mettre en œuvre une forme d'énergie évoquant la constante cosmologique, laquelle aurait agi de manière très éphémère comme une espèce d'antigravité qui aurait «étiré» brutalement l'univers dans toutes les directions.

Au fil des ans, toutes les prédictions du modèle inflationnaire ont été vérifiées les unes après les autres. Sauf une: l'amplification des ondes gravitationnelles primordiales prévues par la théorie de la relativité générale. «La preuve de leur existence repose sur la détection d'une signature spécifique sur le fond diffus cosmique: une polarisation macroscopique en forme de tourbillon», explique le

professeur Gérard. Débusquer une telle empreinte est d'une difficulté colossale. Pourtant, le 17 mars 2014, le *Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics* a révélé y être parvenu au moyen du télescope BICEP2, installé sur la base américaine Amundsen Scott en Antarctique.

«L'observation s'est opérée sur une très petite portion du ciel et pour une seule longueur d'onde, ce qui incite à une certaine prudence quant à la validité des résultats obtenus, insiste Jean-Marc Gérard. Toutefois, s'ils se vérifient, cette découverte est, à mes yeux, la plus importante que la cosmologie moderne ait réalisée après celle de l'accélération de l'expansion de l'univers.»

En effet, nous disposerions alors d'une information sur la physique d'un temps flirtant intimement avec le *big bang*, mais néanmoins situé bien en deçà (3) du mur de Planck, cette frontière où le diamètre de l'univers était de 10^{33} cm et sa température de 10^{32} degrés. L'exploration de la période comprise entre le «temps zéro» - si tant est qu'il ait réellement existé en dehors des modèles théoriques du *big bang* - et le temps de Planck nécessiterait une théorie quantique de la gravitation allant au-delà de la relativité générale d'Einstein. Mais pour appréhender les paramètres physiques du scénario inflationnaire, entre 10^{-35} et 10^{-33} seconde, les outils théoriques à notre disposition restent valides et sont capables de nous permettre d'étudier, à la lumière d'un modèle inflationnaire de plus en plus solide, les microscopiques fluctuations quantiques ayant présidé à l'apparition et la distribution des grandes structures de l'univers actuel. ■

tence de la matière sombre. En effet, les télescopes y ont débusqué des zones où apparaît du rayonnement X (électromagnétique) associé à de la matière ordinaire, mais également des zones où la présence de matière non émettrice de rayons X est perceptible grâce au phénomène de micro-lentille gravitationnelle induit sur des objets lumineux situés en arrière-plan. Cette matière dépourvue d'interaction électromagnétique est considérée actuellement comme l'argument observationnel le plus fort en faveur de la présence de matière non baryonique dans l'univers. D'autres interprétations restent néanmoins possibles. «Se pose aussi une autre question: pour quoi la matière sombre serait-elle 5 fois plus abondante que la matière ordinaire?», dit Jean-Marc Gérard.

L'existence du boson de Higgs, première particule élémentaire de spin 0 (2) mise en évidence expérimentalement, avait été prédite de façon indépendante par Robert Brout, François Englert et Peter Higgs en 1964. La confirmation de sa réalité en 2012, grâce au LHC du CERN, leur valut le prix Nobel. «Une des explications possibles de la matière sombre fait précisément appel à une particule de spin 0, rappelle le professeur Gérard. En fait, la découverte du boson de Higgs ouvre la porte à de nombreuses spéculations sur l'existence d'autres particules de même nature. Qui plus est, le boson de Higgs pourrait servir lui-même de trait d'union entre 2 mondes qui, au départ,

(1) Le parsec est une unité de mesure de longueur utilisée en astronomie, valant 3,26 années-lumière. Un mégaparsec est égal à un million de parsecs.

(2) Le spin est en quelque sorte une mesure quantique de la vitesse avec laquelle une particule tourne sur elle-même à la façon d'une toupie. On distingue des spins entiers (0, 1, 2) pour les médiateurs des interactions fondamentales et demi-entiers (1/2) pour les constituants ultimes de la matière.

(3) Lorsqu'on remonte le temps.

Manger des insectes Pourquoi pas nous ?

Demain, grillons, vers de farine, chenilles et criquets pourraient devenir une précieuse source de protéines pour une humanité de plus en plus nombreuse... même en Europe. Qu'en est-il ?

50

Texte : Paul Devuyst

Photos : Mirai/Flickr (p.53)

? Le saviez-vous ?

- * Un kilo de vers de farine se vend entre 25 et 35€. Quant aux grillons, il faut déboursier entre 90 et 120, voire 130€ pour la même quantité.
- * Environ 2 000 (sur 2 millions) espèces d'insectes sont consommées à travers le monde.
- * La blatte contient le plus de protéines (25%), suivie du ver de farine (19%) et du grillon (18%). Le vers de cire (20%) ainsi que la larve teigne de ruche (17%) contiennent le plus de lipides. Les insectes ne contiennent pas ou quasi pas de glucides.

Comment allons-nous nourrir 9 milliards d'hommes, de femmes et d'enfants demain alors qu'aujourd'hui déjà, plus d'un milliard d'entre eux ne mangent pas à leur faim ? Il est vrai que l'alimentation a, de tout temps, été au centre des préoccupations des organismes vivants. Et *Homo sapiens* se délecte de ses «discours» sur la nourriture depuis qu'il mange, quel que soit l'endroit de la Terre, l'époque ou le climat. Respirer, boire et manger (entre autres) sont des impératifs vitaux.

«Le régime alimentaire occidental actuel va cependant devoir changer au cours des prochaines décennies, explique le professeur Frédéric Francis, directeur de l'Unité d'entomologie fonctionnelle et évolutive à Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège), car la consomma-

tion de viande (bovins, porcs, ...) soulève beaucoup de critiques en termes d'équité. Une proportion importante des céréales et des protéagineux (comme le soja) produite dans le monde sert à nourrir le bétail et il n'y aura pas assez de surfaces agricoles disponibles pour assurer une production deux fois plus importante, selon les prédictions relatives à l'augmentation de la population humaine mondiale». Notre mode de consommation doit par conséquent changer. D'autant plus que l'élevage d'animaux conventionnels émet des gaz à effet de serre et que leurs déjections peuvent engendrer la pollution des sols et de l'eau. D'un point de vue environnemental et d'utilisation rationnelle des ressources limitées, les conditions d'élevage intensif doivent évoluer. Selon le professeur, le modèle d'élevage «insectes» est une potentialité à considérer avec sérieux.

QUE MANGER ?

Vers quelles sources de protéines animales se tourner ? La question est posée alors même que les ressources halieutiques (issues de la pêche) ne cessent de fondre depuis les années 1980 et que l'aquaculture des poissons carnivores est trop gourmande en anchois et autres sardines pour être durable à grande échelle.

Certains chercheurs, dont le professeur Francis, se tournent donc vers les insectes. Évidemment, en Europe, manger des insectes suscite toutefois beaucoup de répulsion alors qu'ils sont pourtant beaucoup plus «propres» que les crevettes par exemple. Mais ce n'est pas le cas partout puisqu'environ 2 000 espèces d'insectes (sur les 2 millions décrites aujourd'hui, soit 1 sur 1 000) sont déjà consommées à l'heure actuelle dans plus d'une centaine de pays. Il s'agit, dans beaucoup de cas, d'espèces sauvages ramassées en forêt ou dans les champs, bien qu'en Asie quelques élevages existent déjà.

En Asie (Chine, Vietnam ou Thaïlande) mais aussi en Afrique et en Amérique centrale, les plats d'insectes grillés qui sont servis dans les restaurants sont considérés comme une nourriture de qualité. La FAO (*l'Organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation*) recommande d'ailleurs de consommer des insectes plutôt que de la viande, pour des considérations économiques mais aussi écologiques. Aux Pays-Bas, où l'élevage d'insectes est déjà développé, le ministère hollandais de l'Agriculture a financé un projet de recherche d'un montant d'un million d'euros afin d'intégrer les insectes dans le menu quotidien.

«Plusieurs critères doivent être pris en compte pour cibler les espèces susceptibles de jouer un rôle important à l'avenir dans la consommation humaine: leur goût, leur valeur nutritive, leur facilité d'élevage ainsi que la maîtrise de leur production et les possibilités de conditionnement», explique le professeur Francis. «Avant, il n'était pas question pour les gens de manger des insectes, maintenant, ils se demandent lesquels ils vont goûter. On ignore généralement que les insectes contiennent 5 fois plus de protéines que la viande, qu'ils sont riches en lipides, en minéraux (fer et zinc) ainsi qu'en vitamines (B et D), qu'ils ne produisent pas (ou très peu) de cholestérol et qu'ils contiennent une majorité d'acides gras insaturés (les «bonnes graisses»)», poursuit-il.

Le but *in fine* est-il alors de remplacer la viande par les insectes ? «Au niveau nutritionnel, les insectes peuvent très certainement remplacer la viande mais ce n'est pas l'objectif: le but est plutôt d'intégrer les insectes dans l'alimentation traditionnelle, au même titre que le poisson par exemple», suggère encore le scientifique.

UNE QUESTION DE CULTURE

Il est évident que changer notre culture alimentaire, qui est plus ou moins inscrite dans nos gènes, sera difficile, voire impossible, sauf si les circonstances nous l'imposent. Et la première réaction d'un homme, d'une femme ou d'un enfant à la vue d'un insecte dans la maison, qu'il s'agisse d'une fourmi, d'une mouche ou d'un moustique, est... de l'écraser. Une

Bio express



Nom : FRANCIS

Prénom : Frédéric

Formation :

Ingénieur agronome (spécialisation en «Protection des cultures»).
 Doctorat en Sciences agronomiques et ingénierie biologique (spécialisation en entomologie à ULg- Gembloux Agro-Bio Tech).
 Périodes de recherche en France et Grande-Bretagne.
 Nombreuses collaborations en coopération et développement en Asie et Afrique.

Adresse :

Gembloux Agro Bio-Tech (ULg)
 Unité Entomologie fonctionnelle et évolutive
 Passage des Déportés, 2
 5030 Gembloux

Tél : 081 62 22 83

E-mail : Frederic.Francis@ulg.ac.be

Avez-vous déjà mangé des insectes ?

Il y a peu de chance que comme 80% des habitants de Kinshasa, vous mangiez des insectes 1 à 2 fois par semaine (même à l'heure de l'apéro). Pourtant, il y a déjà actuellement:

- **80** fragments d'insectes dans le chocolat;
- **5** œufs d'insectes ou une mouche dans un jus de fruit (citron);
- **60** pucerons, thrips et acariens dans un brocoli congelé;
- **60** fragments d'insectes dans du beurre de cacahuète;
- **100** fragments d'insectes dans des pâtes ou des nouilles;
- **30** œufs d'insectes ou **2** mouches dans 1 bocal de sauce tomate;
- **150** fragments d'insectes dans la farine de blé.



10 insectes autorisés par l'Afscsa

L'Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire belge a autorisé, le 13 décembre 2013 la mise sur le marché de 10 espèces d'arthropodes destinés à notre alimentation.

- ▶ le grillon domestique (*Acheta domesticus*);
- ▶ le grillon à ailes courtes (*Gryllobates sigillatus*);
- ▶ le criquet migrateur africain (*Locusta migratoria migratorioides*);
- ▶ le criquet pèlerin d'Amérique (*Schistocerca americana gregaria*);
- ▶ le ver de farine (*Tenebrio molitor*);
- ▶ le ver de farine géant (*Zophobas atratus morio*);
- ▶ le ver Buffalo (*Alphitobius diaperinus*);
- ▶ la chenille de la fausse teigne (*Galleria mellonella*);
- ▶ la chenille de la petite fausse teigne (*Achroia grisella*);
- ▶ la chenille du bombyx (*Bombyx mori*).

Le professeur Francis tient à souligner l'importance d'une précision apportée par l'Afscsa dans l'annonce de sa décision, à savoir que «*Pour la mise sur le marché de ces espèces, les règles générales de la législation alimentaire sont en vigueur, en particulier et entre autres, l'application de bonnes pratiques d'hygiène, la traçabilité, la notification obligatoire, l'étiquetage et la mise en place d'un système d'autocontrôle basé sur les principes du HACCP.*» Et ce, en attendant une harmonisation européenne dans le cadre d'un projet de révision de son règlement «*Novel food*», dont l'entrée en vigueur est prévue pour 2016.

Pour en savoir plus:
<http://www.afscsa.be>



réaction qui n'est pas raisonnée mais instinctive, affective, culturelle car en Europe, les insectes sont associés à de la souillure, suscitant immédiatement et immanquablement de la répulsion.

Pourquoi ne mangeons-nous pas d'insectes ? Selon le scientifique, «*Pour 2 raisons: il y a l'aversion des omnivores pour les nouveautés et une peur culturelle qui nous viendrait sans doute de l'imaginaire collectif. Cette peur repose sur 3 lois: le principe d'incorporation car l'insecte est considéré en Occident comme difforme et nuisible; la loi de similitude selon laquelle l'insecte mort demeure aussi nuisible qu'il l'était étant vivant et la loi de contagion qui justifie notre refus d'un jus de fruit même après en avoir retiré la mouche qui flottait en surface !*»

«*Mais si les Européens ne sont pas encore disposés à manger des insectes issus de matières en décomposition, ils n'hésitent pas à consommer des poulets ou du saumon nourris... à la farine de vers*», poursuit encore le professeur Francis. Il cite comme exemple des élevages pour animaux en Chine, dans la province de Yunnan, où l'on produit 1 tonne d'asticots par jour à partir de déjections de poulets sur lesquels les mouches viennent pondre. Les œufs deviendront les asticots qui seront alors ramassés, bouillis et réutilisés pour nourrir la génération de poulets suivante.

Alors que manger des insectes est «normal» en Thaïlande, au Cambodge et au

Vietnam (les espèces consommées sont différentes en fonction du pays), c'est en Chine que l'on trouve la plus grande diversité d'insectes sur les tables des restaurants et sur les marchés. À Pékin, on peut même en acheter en sachets sous vide ! Et en Belgique, dans le quartier de Matonge (à Bruxelles, près de la porte de Namur), plusieurs petites boutiques africaines vendent continuellement des chenilles boucanées.

Le professeur Francis recommande toutefois de ne JAMAIS manger d'insectes crus car les micro-organismes présents dans l'organisme de l'insecte peuvent occasionner des troubles digestifs notamment. Ils doivent être bouillis pendant 5 minutes ou passés au four à 200 °C pendant 10 minutes au minimum.

PRODUIRE DES INSECTES

L'équipe de l'Unité d'Entomologie de Gembloux Agro-Bio Tech (ULg), sous la direction du professeur Francis, s'intéresse depuis longtemps aux insectes. Après une quinzaine d'années de recherches sur l'élevage des hexapodes comestibles, elle a décidé de créer, avec l'aide de la Région wallonne, une «spin-off», *Entofood*, afin de produire des insectes entiers ou sous forme de farines



comestibles, pour les animaux d'abord, pour l'homme ensuite.

Les chercheurs s'intéressent à 2 grands groupes d'insectes: les vers de farine et les grillons car ils présentent comme avantages de pouvoir être élevés en grandes quantités et de pouvoir utiliser des résidus d'agro-industries pour les nourrir. Le professeur Francis aime à souligner «qu'il suffit de 1,2 à 2 kg de végétaux pour produire 1 kg d'insectes alors qu'il en faut 9 à 12 pour produire 1 kg de viande de bœuf! Des performances qui ouvrent de sérieuses perspectives».

Cet accord avec la Région wallonne a permis d'engager un docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique pour une période de 2 ans, dont le travail consiste à développer des élevages industriels d'insectes comestibles visant plusieurs dizaines de tonnes produites par an par unité de production. L'équipe de chercheurs envisage le transfert des activités vers

un objectif de commercialisation de produits estampillés «Entofood»... *made in Belgium*. À Gembloux ? À Waremme ? À Sambreville ? Cela sera décidé dans les prochains mois.

Il est évident, alors qu'on assiste à une forte augmentation du nombre de nouveaux animaux de compagnie (les NAC, tels que reptiles, oiseaux ou poissons) se nourrissant d'insectes ou de poudre d'insectes, que la production de ce genre de produits devrait connaître un succès croissant.

Mais il ne faut cependant pas croire que manger des insectes sera LA solution pour l'avenir. Il n'y a jamais de solution unique. Certains aliments portés au pinacle ont vu leur cote sévèrement chuter tandis que d'autres, relégués aux oubliettes, ont vu leur blason redoré. Mais toujours avec ce leitmotiv: quelles que soient son origine, sa religion ou ses croyances, refuser de la nourriture est comme un refus de relation. ■



Le festival de l'insecte



53

L'Unité d'Entomologie fonctionnelle et évolutive de Gembloux Agro-Bio Tech organise **Insectopolis**, son 3^e Festival de l'insecte, du 29 avril au 11 mai 2014.

À cette occasion, des scientifiques feront découvrir aux petits et aux plus grands le monde fascinant des bêtes à 6 pattes. Au programme, on retiendra: un zoo d'une centaine d'espèces, une soirée de dégustation de plats à base d'insectes, un concours photo, des expositions d'artistes, des jeux, des films et 4 conférences:

Pour plus de renseignements:

<http://www.events.gembloux.ulg.ac.be/festival-insecte>

2/05: Mangerons-nous bientôt tous des insectes ?
De la théorie à la pratique

Cette conférence sera suivie d'une dégustation. Inscription obligatoire pour assister à la conférence et à la dégustation d'insectes par mail à:

coraline.laurent@ulg.ac.be.

5/05: Mortalité des abeilles: actualités et perspectives

La conférence sera consacrée à la présentation générale de l'apiculture, à la description des problèmes actuellement rencontrés en Wallonie mais aussi aux solutions à apporter, tant par les apiculteurs que par les agriculteurs.

7/05: Les espèces invasives érodent-elles notre biodiversité ?

Plusieurs spécialistes nous raconteront comment certains insectes exotiques deviennent une réelle menace pour nos espèces locales.

9/05: Changements climatiques et mondialisation: malaria, dengue, chikungunya... risques en Belgique comme sous les tropiques ?

Plusieurs orateurs spécialisés dans les divers aspects de cette thématique complexe (entomologie, virologie, épidémiologie, parasitologie,...) s'exprimeront lors de cette conférence.

Sans attendre cette manifestation, vous pouvez dès à présent visiter l'insectarium Jean Leclercq **Hexapoda** à la Maison de la Hesbaye à Waremme.
<http://www.maisondehesbaye.be>



D'un boson à l'autre

Le Z et le W voici 30 ans, le H hier: les bosons auront rythmé les 3 dernières décennies. Pendant que paraissait le 1^{er} numéro d'Athena, les physiciens auront réussi à boucler la construction, pièce par pièce, du Modèle Standard. La plus grande réussite de la physique du 20^e siècle ! Un bouclage dû à la construction du LHC du CERN, dont le projet avait été lancé lors d'un symposium tenu à Lausanne en... 1984 !

54

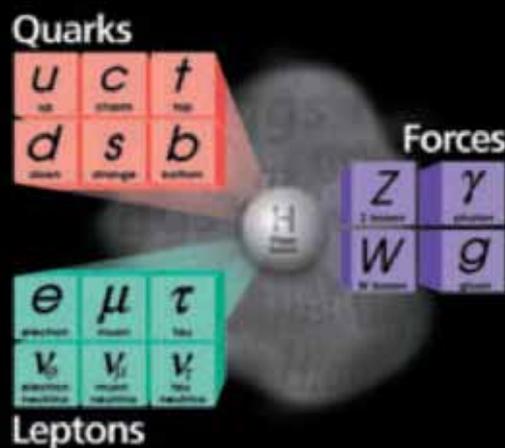
Représentation d'un Boson de Higgs, formé par la collision de 2 protons, se décomposant en 2 photons.

Texte: Henri DUPUIS • dupuis.h@belgacom.net

Photos: SCIENCE (p.54), CERN (p.55)

Bon, d'accord, nous trichons un peu: les bosons Z et W ont été découverts en 1983 et celui de Higgs confirmé en mars 2013. Mais cela représente tout de même 3 décennies, presque les 3 décennies d'existence d'Athena. Et cette double découverte caractérise bien une période où la physique va «casser» beaucoup de particules pour tenter de découvrir expérimentalement ce que les théoriciens avaient prédit, parfois bien longtemps auparavant, et compléter ainsi la «grille» du Modèle Standard, sans doute la plus grande réussite de la physique du 20^e siècle. Des découvertes rendues possibles grâce aux sauts énergétiques réalisés dans les grands accélérateurs de particules comme ceux du CERN en Europe ou par exemple, ceux du Fermilab.

Pour fixer les idées, rappelons brièvement en quoi consiste ce Modèle Standard (MS). En résumé, il s'agit d'une théorie qui décrit les particules élémen-



taires qui constituent la matière et leurs interactions. Pour décrire cette matière, les physiciens ont imaginé, tout au long du 20^e siècle, particulièrement sa seconde moitié, un ensemble de particules, forces et médiateurs. Côté particules *stricto sensu* (appelées fermions), on trouve 6 quarks, 3 types de neutrinos, l'électron, le muon et le tau, soit 12 au total. Les forces sont au nombre

de 4: électromagnétique, forte, faible et la gravitation. Ou plutôt, dans le MS, ces forces ne sont que 3 puisque le modèle n'inclut pas la gravitation, c'est une de ses limites. Chacune des 3 forces du MS (laissons définitivement de côté la gravitation) s'exerce via des médiateurs que s'échangent les particules sensibles aux dites forces: ce sont les fameux bosons !

Le plus connu est le photon, médiateur de la force électromagnétique. La force forte s'exerce par l'intermédiaire des gluons (8 différents) tandis que la force faible a besoin de 3 bosons dits faibles ou intermédiaires: W⁺, W⁻ et Z⁰. Enfin, celui de Higgs n'est pas un médiateur de force mais il est nécessaire car le MS s'appuie sur un principe - celui de la symétrie - qui a comme conséquence que les particules devraient avoir une masse nulle. Or, ce n'est pas le cas et d'autre part, le

MS a montré son efficacité depuis longtemps pour expliquer bien des phénomènes. Pour réconcilier ces 2 évidences, Brout-Englert et Higgs ont imaginé le mécanisme qui porte leur nom et qui laisse sa marque sous la forme d'un boson supplémentaire, celui-là même dont on a eu la confirmation l'an dernier.

UNE GRILLE PRESQUE COMPLÈTE

Lorsque le magazine *Athena* est en gestation, le Modèle Standard a déjà pignon sur rue depuis longtemps et la plupart de ses composantes ont été découvertes expérimentalement. On ne doute donc pas de son efficacité, mais il comporte encore des trous très importants qui embarrassent les physiciens. Ce sont en effet essentiellement les particules qui ont été découvertes. Quand naît *Athena*, seuls manquent en effet à l'appel de ce côté un des 6 quarks, le top, qui ne sera découvert qu'en 1994 et 1 neutrino, le tau, découvert en 2000. Mais du côté des bosons, beaucoup reste à faire. Bien sûr, le photon est connu et sa réalité prouvée expérimentalement depuis longtemps mais il a fallu attendre 1979 pour voir les gluons sortir de l'ombre. Et quant paraît le premier numéro d'*Athena*, les 3 bosons intermédiaires viennent d'être découverts à quelques mois d'intervalle. On sait ce qu'il en sera de la suite: il faudra attendre 30 ans avant que la dernière case «boson» ne soit remplie. La parution du magazine est ainsi encadrée par 2 grands succès de la physique: la découverte du Higgs, sur laquelle nous ne

reviendrons pas, et celle de l'unification dans une même formulation de l'interaction faible et de l'électromagnétisme qui se traduit par la découverte expérimentale des bosons W et Z.

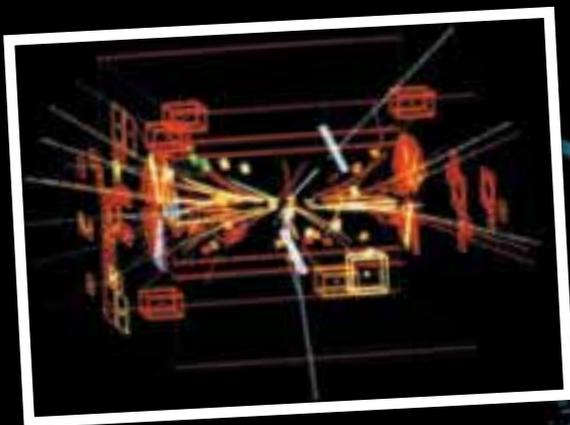
W ET Z

Dans les années 1960 en effet, les physiciens, toujours soucieux d'unifier l'ensemble des forces en une seule, imaginent une théorie où force électromagnétique et force faible sont unifiées sous le nom de force électrofaible. Il s'agirait en fait d'une force unique mais se manifestant de 2 manières. Première manière: la particule échangée (donc un boson) doit être chargée; il y a donc un transfert de charge électrique. Seconde manière: le boson échangé est neutre et il n'y a pas de transfert de charge. Une belle théorie qui ne valait que si on parvenait à découvrir expérimentalement ces 2 bosons. C'est ce qui sera fait dans le courant de l'année 1983. Dans le premier cas, les expérimentateurs du CERN découvrent effectivement 2 bosons, appelés W, l'un négatif et l'autre positif. Avec sa charge électrique, il a le pouvoir de changer la nature même des particules, par exemple un proton en neutron. C'est ce qui déclenche la fusion nucléaire et permet aux étoiles de brûler. Quelques mois plus tard, le Z, noté Z^0 car il est neutre, est découvert à son tour. Il véhicule l'interaction faible dans les cas où la charge électrique des particules n'est pas modifiée, ce qui est très rare. Un cas notable: les neutrinos, insensibles à l'interaction électromagnétique mais seulement à l'interaction faible ■

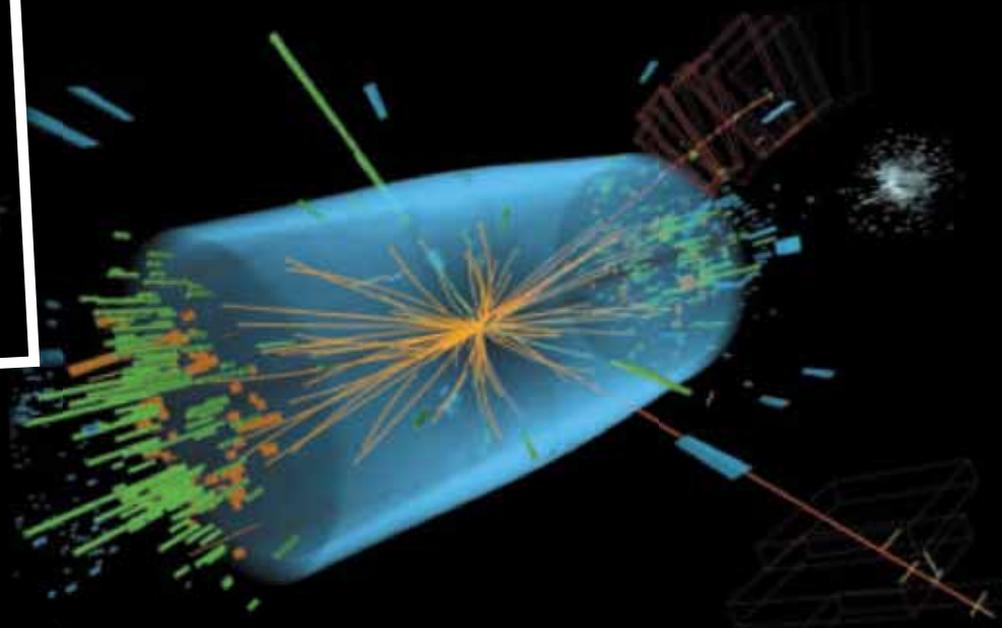
Un modèle à dépasser

En sciences, un modèle est une représentation de la réalité basée sur un ensemble de règles. Cela permet d'obtenir des prédictions qui sont alors testées expérimentalement. Plus ce modèle permet de rendre compte de situations différentes, plus il s'impose comme référence. Ce fut le cas pour le Modèle Standard tout au long de ces dernières décennies. Tous les autres modèles présents au départ n'ont pas tenu le coup face à l'expérimentation. Il est donc devenu «standard» d'utiliser ses concepts pour étudier les particules élémentaires, d'où son nom.

Mais en physique, toute théorie a vocation à être remplacée, dépassée, par une autre théorie qui ne rend pas la précédente fausse mais étend son domaine de validité - comme la théorie de la gravitation d'Einstein a remplacé celle de Newton. Notre Modèle doit donc l'être aussi: par exemple, il ne prend pas en compte la gravitation, n'explique pas pourquoi l'antimatière a disparu et n'est valable que dans certaines limites d'énergie. Aux hautes énergies, il donne des résultats absurdes. Il est donc clair que le MS n'est qu'une version simplifiée d'un autre modèle plus complet... qui reste à imaginer. Ce qu'on appelle la «Nouvelle Physique».

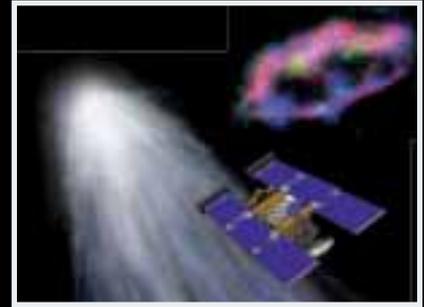


Ci-dessus, le 30 avril 1983:
première « image » du boson Z au CERN !



À la Une du Cosmos

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

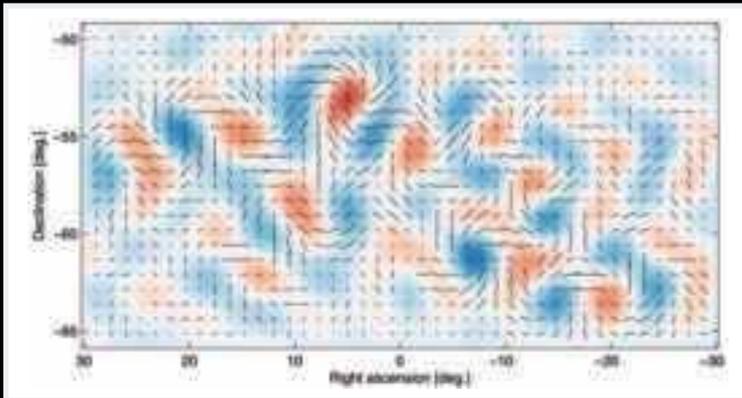


En plus de capturer des poussières de comète, la sonde Stardust avait dragué l'espace interplanétaire pendant plusieurs mois pour capturer des particules provenant de l'espace interstellaire. La recherche des traces laissées par celles-ci dans le capteur en aérogel - semblable à trouver une aiguille dans une botte de foin - a été déléguée aux internautes, via la projet stardust@home: cela a permis d'identifier sept grains de poussière interstellaire, que l'on va donc étudier en détail.

Photo: NASA/LBNL

Le rayonnement de fond cosmologique, cette lumière émise 380 000 ans après le Big Bang, fournit une nouvelle information. L'étude de sa polarisation, qui avait déjà donné quelques résultats, vient d'apporter une preuve indirecte de l'existence d'ondes gravitationnelles primordiales. Ces dernières, émises très peu de temps après le Big Bang, permettent d'étudier l'inflation, une courte période d'expansion extrêmement rapide. Le signal est toutefois plus intense que prévu et devra donc être confirmé, notamment par le satellite européen Planck.

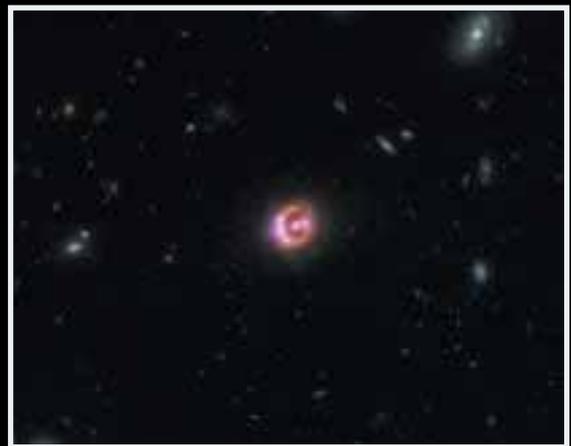
Image: CFA



56

Il y a dix ans, une équipe liégeoise trouvait une lentille gravitationnelle exceptionnelle - une galaxie proche déformant la lumière du quasar lointain RX J1131-1231. Aujourd'hui, les observatoires spatiaux en rayons X Chandra et XMM-Newton l'ont observé et ont ainsi mesuré la vitesse de rotation du trou noir supermassif au coeur du quasar. Sa rotation très rapide indique qu'il s'est formé par fusions successives de trous noirs et non par l'absorption progressive de la matière environnante.

Photo: HST/Chandra



Une équipe internationale d'astronomes, dont une de Liège, a découvert un couple extrême: non seulement l'étoile principale est énorme (1 300 fois la taille du Soleil, un record), mais en plus les deux étoiles sont en contact, échangeant de la matière dans un stade évolutif très court et donc rarement observé. Cette découverte exceptionnelle améliore notre connaissance de l'évolution stellaire.

Photo: ESO



Des nouvelles des astéroïdes... On ne connaissait qu'un seul objet, Sedna, aux confins du Système solaire: on vient d'en trouver un second, 2012 VP113. Au plus près, il se trouve à 80 fois la distance Terre-Soleil. En parallèle, des observations effectuées en divers sites d'Amérique du Sud - dont l'européen La Silla (avec notamment le télescope liégeois Trappist) - ont révélé l'existence d'anneaux autour de l'astéroïde Chariklo. Il pourrait s'agir d'un disque de débris résultant d'une collision. Ce n'est que le cinquième objet du Système solaire - avec les quatre planètes géantes - à présenter cette caractéristique.

Photo: ESO



57

À gauche: La présence de volcans actifs sur Vénus semble de plus en plus plausible. Image: ESA. • À droite: Notre voisinage extragalactique vient d'être cartographié en détails. Il semble que nous soyons tous sur un «feuille», un peu comme les planètes autour du Soleil forment quasi un plan. Image: RAS.



Certaines supernovae (type Ia) sont censées avoir toujours la même luminosité, ce qui permet de les utiliser comme «standard lumineux» pour mesurer les distances. Hélas, la situation s'avère un peu plus compliquée que prévu. Ainsi, deux supernovae récentes se comportent de façon inattendue, jetant un doute sur la calibration... Pire, on supposait qu'une masse toujours identique était la clé de la supposée uniformité de ces supernovae, mais de nouvelles observations montrent que l'astre responsable, une naine blanche, peut avoir toute une gamme de masses... ce qui ne simplifie pas les choses !

Photo: UC Berkeley

L'observatoire spatial WISE n'a pas trouvé de méchante planète X - un gros machin se baladant au-delà de Neptune et menaçant notre bonne vieille planète: dommage pour les catastrophistes. Par contre, il a découvert des centaines de trous noirs dans des galaxies naines. Celles-ci n'ont pas connu de collisions galactiques, et il semble donc que de telles collisions ne soient pas nécessaires pour la croissance des trous noirs, vu que les objets découverts affichent des masses de plusieurs milliers de fois celle du Soleil.

Photo: WISE





Texte: Théo PIRARD • Photo: ESA

À 1/10 de la distance Terre-Lune - à près de 36 000 km au-dessus de notre équateur -, il est une ressource naturelle à protéger coûte que coûte. C'est l'orbite géostationnaire, sur laquelle évoluent plus d'un millier de satellites de télécommunications, télévision, météorologie, observation, relais des données, écoute militaire... Cette trajectoire unique fut inaugurée par le petit satellite américain Syncom-3, lancé à des fins expérimentales le 19 août 1964. Ce relais de télécommunications d'une masse d'à peine 39 kg (68 kg au décollage) servit à une «première» sportive avec des transmissions TV en direct des JO de Tokyo en octobre 1964. Sa réussite contribua à la mise en place, au lendemain de son lancement, de l'organisation intergouvernementale Intelsat. Cette société privée depuis 2001, basée à Luxembourg, est l'opérateur n°1 de satellites géostationnaires à l'échelle globale

Cette ressource qui fait l'affaire des exploitants de systèmes spatiaux d'information et de communication, qu'a-t-elle de particulier ?

C'est bel et bien un espace privilégié à l'aplomb de l'équateur. Sur un anneau parfaitement circulaire, les satellites font le tour du monde en 23 heures et 56 minutes, soit le temps qu'il faut pour que la Terre effectue une rotation sur elle-même. On les dit géostationnaires car ils paraissent «fixes» par rapport à la surface terrestre. Les positions qu'ils occupent, à 35 784 km d'altitude, sont très convoitées par les États pour le compte d'opérateurs, tant publics que privés. La gestion mondiale de ces places, avec les fréquences d'émission et de réception, est de la responsabilité de l'UIT (Union Internationale des Télécommunications), branche spécialisée de l'ONU, dont le siège est à Genève.

Cette région de l'espace, fort disputée, constitue la référence pour le business du transport spatial. Elle est couramment visée lors des vols du lanceur européen Ariane 5 pour y placer des satellites. Du reste, la moitié des satellites commerciaux sur l'anneau géostationnaire ont été mis en orbite par la compagnie Arianespace ! Celle-ci doit, sur ce marché, affronter la concurrence d'ILS (International Launch Services) avec la fusée russe Proton et de SpaceX avec la fusée privée Falcon 9 v1.1. Chaque mois, 3 à 4 satellites sont expédiés autour de la Terre afin de gagner des positions fixes définies par la longitude.

La ceinture géostationnaire est souvent surnommée l'orbite de Clarke. Pourquoi ?

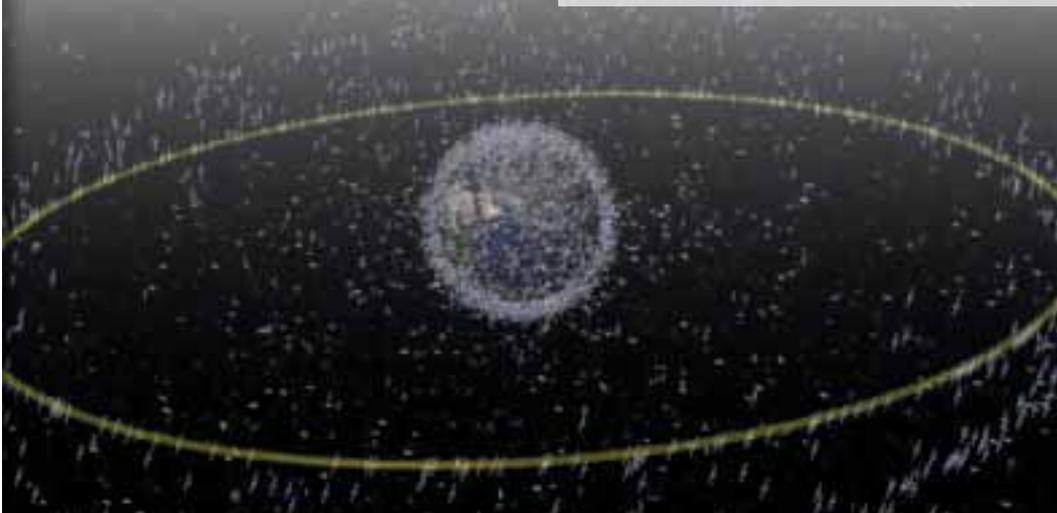
Son idée fut émise dès octobre 1945 par l'écrivain britannique de science-fiction,

Sir Arthur C. Clarke (1917-2008), dans un article intitulé *Extra-Terrestrial Relays*, devenu morceau d'anthologie technique. Il précisait que 3 satellites disposés à 30° Est, 150° Est et 90° Ouest suffisaient pour couvrir l'ensemble du globe. Il avait vu juste mais à son époque, aucune fusée n'était capable de lancer un satellite. Aujourd'hui, 7 opérateurs à vocation globale - Intelsat, SES, Eutelsat, Telesat, Inmarsat, Rssc (Russian Satellite Communications Company), China Satcom - exploitent chacun des dizaines de positions géostationnaires. De plus en plus nombreux sont les États qui veulent y avoir leur place et leurs propres satellites de télécommunications et de télévision: après l'Azerbaïdjan, la Bolivie, l'Afghanistan (qui vient de se voir prêter un satellite d'Eutelsat), on va avoir le Turkménistan (en coopération avec la Principauté de Monaco), le Sri Lanka, le Laos, le Congo, l'Angola...

L'encombrement de l'anneau géostationnaire pose le problème du risque de collisions, ce qui provoquerait un dangereux essaim de débris. En est-on conscient ?

De fait, les satellites devenus inutilisables ou tombés en panne constituent une gêne pour les autres satellites et pour ceux qui sont à lancer. Un consensus international a été obtenu par les pouvoirs publics pour exiger des opérateurs qu'ils gardent à bord de leurs satellites une petite réserve de propergols destinée à les hisser une centaine de kilomètres plus haut... Sur cette orbite dite «cimetière» ou «dépotoir» (*junk orbit*), ils ne constituent plus un embarras pour les autres. Pour les engins qui connaissent une mort subite, on doit s'en remettre au hasard... ■

Quelque 400 satellites en service sur des positions géostationnaires.



Le spatial au quotidien

Discrets au-dessus de nos têtes, ce sont désormais des objets qui font partie du paysage de la vie quotidienne. Quand nous téléphonons ou surfons sur Internet, nous dépendons du bon fonctionnement des systèmes spatiaux. L'antenne parabolique ou plate pour la réception de télévision par satellites a fait découvrir les bouquets numériques de chaînes en dehors de notre paysage audiovisuel, ainsi que la TV haute définition et l'Internet à haut débit

Sans que nous nous en rendions bien compte, les satellites ont de plus en plus envahi notre cadre de vie grâce à leurs multiples applications. Le grand public sait-il que nous sommes dépendants de centaines de systèmes dans l'espace pour les télécommunications, l'observation, la navigation... Aujourd'hui, difficile d'imaginer que notre société, notre quotidien, notre sécurité puissent se passer de ces automates célestes qui constituent la descendance nombreuse du *Sputnik* de 1957.

Ils sont des centaines autour de la Terre à relayer les communications, données

Texte: Théo PIRARD • theopirard@yahoo.fr

Photos: ASTRA (p.59), NASA (p.60)

et images partout sur le globe, à prendre des vues détaillées et mesures précises de l'environnement, à gérer de manière efficaces les ressources alimentaires, l'utilisation des sols, les réserves en eau... Il est heureux qu'ils soient là, au firmament, prêts à intervenir lors de catastrophes sur Terre. Ce sont des aides essentielles pour lancer les opérations de sauvetage, pour organiser les interventions urgentes, pour mener à bien les secours immédiats... Par ailleurs, on leur demande de prévoir les dangers qui menacent, de prévenir l'ampleur des risques, de sécuriser les conditions de vie dans une nature devenue hostile. Les déplacements sur de longues distances, le positionnement dans les villes, la localisation de sites d'intérêt, le contournement d'embouteillages ou d'obstacles se trouvent facilités par le petit écran tactile du GPS. Pour des randonnées dans des lieux isolés jusque dans des étendues désertiques ou glaciaires, le mobilophone par satellite permet de rester branché avec le reste du monde.

Le tableau de la p. 60 montre que l'Europe affirme un dynamisme efficace dans l'espace avec ses systèmes opérationnels de télécommunications, télévision, télédétection, localisation, gestion, surveillance par satellites. En ce compris les moyens de les mettre sur orbite, à partir de la Guyane française, avec le trip-

tyque *Arianespace* formé par les lanceurs *Ariane 5*, *Soyouz* et *Vega*. Dans son jeu sur l'échiquier global, il lui manque l'atout global de la navigation civile avec les satellites *Galileo*, dont le déploiement se fait attendre. Les Européens dépendent du GPS américain, du *Glonass* russe et bientôt, du *Beidou-Compass* chinois !

SATELLITES D'APPLICATIONS À L'HEURE VIETNAMIENNE

À propos de satellites, il y a un nouveau venu dans l'espace: le Gouvernement du Vietnam est devenu le premier client de la Belgique spatiale. Le 20 janvier à Hanoï, il signait le bon de commande d'un satellite d'observation hyperspectrale avec l'entreprise *Spacebel*, à la tête d'un consortium d'industriels belges de l'Université de Liège. Ce contrat de quelque 60 millions d'euros porte sur le développement complet du *Vnredsatsat-1B* (*Vietnam Resource, Environment & Disaster management Satellite*) et sa livraison sur orbite dès 2017.

État de près de 89 millions d'habitants - les 2/3 de cette population ont entre 20 et 60 ans - le Vietnam fait preuve d'un dynamisme qui force l'admiration. Il s'est relevé rapidement de guerres meurtrières contre la France (1953-1954) puis contre les États-Unis (1965-1975) pour sa réunification. À présent, il est bien décidé à disposer de sa propre expertise dans la mise en œuvre de satellites d'applications au service de son développement socio-économique, pour la gestion de sa sécurité et de ses ressources ainsi que pour la valorisation des compétences des nouvelles générations. Il n'a pas hésité à jouer la carte de son ennemi américain pour se doter de la technologie des systèmes spatiaux ! Mais il multiplie les partenariats avec la France, la Belgique et le Japon.

Depuis le printemps 2008, le *Vnpt* (*Vietnam Posts and Telecommunications Group*) exploite le système *Vinasat* de satellites géostationnaires qui assurent une couverture de la péninsule indochinoise pour les télécommunications, la télévision et les connections Internet. *Vinasat-1*, lancé par une *Ariane 4* le 18 avril 2008, a été acheté à la société *Lockheed Martin*. Tout comme *Vinasat-2*, satellisé le 15 mai 2012. Le Grand-Duché se trouve associé à la réalisation du centre de contrôle et des

opérations avec *SES Techcom* et *Hitec Luxembourg*. Dans le cadre du *Vast (Vietnam Academy of Science & Technology)*, les autorités vietnamiennes ont entrepris un programme national en science et technologie spatiales. Ses priorités sont la mise en œuvre des satellites de télédétection à des fins nationales et la maîtrise des outils pour l'espace au sein d'un pôle technologique à Hoa Lac.

Le programme vietnamien de télédétection spatiale a franchi une nouvelle étape le 7 mai 2013 avec la mise en orbite de *Vnredsatsat-1A* par le lanceur européen *Vega*. D'une masse de 130 kg, ce premier micro-satellite d'observation a été réalisé par *Astrium* (aujourd'hui *Airbus Defence & Space*). Il procède à des prises de vues d'une résolution de 2,5 m (mode panchromatique) et de 10 m (multispectral). Sa mission est de surveiller l'état des cultures et des forêts, de gérer les ressources en eau, de sécuriser

le territoire lors des crues capricieuses du Mékong... Sa succession est déjà assurée avec:

- le *Vnredsatsat-1B* «made in Belgium», qui doit être fourni par un consortium sous la direction de *Spacebel: QinetiQ Space* pour une plate-forme *Proba*; le *Csl (Centre spatial de Liège)* et les Pme liégeoises *Amos* et *Delta-tec* pour le développement de son imageur hyperspectral qui pourra observer dans une quarantaine de bandes spectrales avec une fauchée de 250 km.
- les *Lotusatsat-1* et *Lotusatsat-2* de moins d'une demi-tonne, qui sont équipés d'une antenne radar évoquant une fleur de lotus. Réalisés par la société japonaise *Nec*, ils utilisent la technologie des mini-satellites *Nextar*. Prévus pour des lancements à la fin de cette décennie, le premier verra le jour au Japon, tandis que le second

sera réalisé et testé au *Vietnam Space Center (Vsc)* de Hoa Lac (construit avec le soutien financier du Japon).

Entretemps, des teams d'étudiants vietnamiens se sont lancés dans la réalisation de nano-satellites d'1 kg, dits *Cubesats*. Deux - le *F-1* en octobre 2012 et le *PicoDragon* en novembre 2013 - ont déjà été mis en orbite à partir de l'*Iss (International Space Station)*, grâce au ravitailleur de la *Jaxa (Japan Aerospace Exploration Agency)*. ■



Le *PicoDragon*, le 1^{er} *cubesat* à gauche, est originaire du Vietnam.

ACTIVITÉ	APPLICATION SPATIALE	Système de satellite(s) en Europe (opérateur) (1)
AGRICULTURE	État de la végétation (santé, croissance, gestion des cultures, forêts, réserves en eau); prévision des productions d'aliments à l'échelle du globe	Satellites optiques <i>Spot</i> et <i>Pleiades</i> (<i>Airbus Defence & Space/Geo-Information Services</i>), <i>RapidEye</i> (<i>BlackBridge</i>), <i>Disaster Monitoring Constellation (Dmci)</i> , satellites radar <i>Cosmo-SkyMed (e-Geos)</i> , <i>TerraSAR</i> et <i>TanDEM-X</i> (<i>Airbus Defence & Space/InfoTerra</i>), <i>Végétation/Proba-V (Vito)</i> ...
ATMOSPHÈRE	Collecte et étude en continu de l'état de l'air (pollutions)	Satellites <i>Sentinel</i> (<i>Esa</i> et Commission européenne) pour le suivi environnemental, satellites-relais de données (<i>Esa</i> , <i>Airbus Defence & Space</i>)
CARTOGRAPHIE	Mise à jour du cadastre, suivi des grands travaux, définition de zones à risques...	Applications intégrées avec les satellites d'observation et de navigation
ENVIRONNEMENT	Suivi permanent de la qualité de l'air et des eaux, de l'état des sols (boues, glissements de terrain) et des forêts (départs de feux)...	Satellites <i>Sentinel</i> (<i>Esa</i> , Commission) pour le suivi environnemental, Satellites <i>Meteosat</i> et <i>Metop (Eumetsat)</i> , Satellites optiques <i>Spot</i> et <i>Pleiades</i> (<i>Airbus Defence & Space/Geo-Information Services</i>), <i>Disaster Monitoring Constellation (Dmci)</i> , <i>Proba-V (Vito)</i> ...
MÉTÉOROLOGIE	Prévision rapide d'événements destructifs (tornades, orages violents)	Satellites <i>Meteosat</i> et <i>Metop (Eumetsat)</i> , satellites <i>Sentinel</i> (<i>Esa</i> , Commission) pour le suivi environnemental, les avis de tempêtes
SECOURS D'URGENCE	Réponse rapide aux besoins essentiels lors de catastrophes ; analyse de l'ampleur des dégâts pour l'intervention la plus appropriée...	Applications intégrées qui combinent les satellites d'observation et de télécommunications, pour des interventions immédiates sur l'ensemble du globe
SÉCURITÉ	Surveillance à distance (enfants, handicapés, bracelets électroniques, aide aux aveugles...), suivi du trafic maritime et aérien	Applications intégrées avec les satellites de navigation (<i>Gsa</i>), satellite d'observation <i>Sentinel</i> (<i>Esa</i> , Commission), satellites de collecte des signaux d'identification des navires et bientôt des avions
TRANSPORTS	Gestion de flottes de camions, autocars, bateaux, containers ; organisation du péage routier ; transport à la demande...	Applications intégrées avec les satellites de navigation et de télécommunications, satellites de collecte des signaux d'identification des navires, des containers et bientôt des avions
URBANISME	Développement des quartiers et des rues (gestion des banlieues, zones inondables, niveau d'éclairage solaire, voirie...)	Satellites optiques <i>Spot</i> et <i>Pleiades</i> (<i>Airbus Defence & Space/Geo-Information Services</i>), <i>Disaster Monitoring Constellation (Dmci)</i> , satellites radar <i>Cosmo-SkyMed (e-Geos)</i> , <i>TerraSAR</i> et <i>TanDEM-X</i> (<i>Airbus Defence & Space/InfoTerra</i>)

(1) Les satellites sont autant d'outils pour collecter et diffuser des informations. Leurs données doivent être exploitées et accessibles le plus rapidement, grâce à des moyens de traitement et de communication au sol.

Brèves spatiales...

d'ici et d'ailleurs

Texte: Théo PIRARD • Photos: NASA, CNSA/Chinanews/K. KREMER, SNC/NASA

«**L**apin de Jade» grippé sur la Lune ! Grâce à Beijing, les traces de roue sont revenues dans le sol de notre satellite naturel. Le 14 décembre dernier, des Chinois pleins d'enthousiasme réussissaient à déposer *Yutu* («Lapin de Jade») et à le manœuvrer à la surface lunaire. Ce petit «rover» à 6 roues n'est pas sans rappeler l'automate miniature *Sojourner* de la sonde *Mars Pathfinder* (Nasa), qui fut le premier durant l'été 1997 à rouler plusieurs semaines sur le sol de la Planète Rouge. Le dernier véhicule à rouler sur la Lune est le *Lunokhod-2* soviétique, qui y a parcouru une distance de 37 km en 1973.

L'«alunissage» réussi de la sonde chinoise *Chang'e-3* a permis de déposer *Yutu* sur la «Mer des Pluies».



Et on redécouvre un paysage que nous avaient montré les 12 astronautes du programme *Apollo* entre 1969 et 1972. Beijing, auréolé de ce magnifique succès qui a suscité de l'engouement en Chine, peut se poser en acteur majeur dans le cadre d'une coopération internationale. Petite ombre au tableau: *Yutu*, pendant la nuit lunaire (qui dure 14 jours terrestres), a pris un coup de froid et ne parvient plus à se mouvoir. ■

L'Allemagne séduite par le *Dream Chaser*. Avec son look «sexy» et sa capacité de réutilisation - il revient comme un planeur, à la manière de l'*Orbiter du Space Shuttle* - le *Dream Chaser* proposé par *Sierra Nevada Corp* avec *Lockheed Martin* à la *Nasa* pour son prochain vaisseau spatial habité semble avoir gagné des faveurs et voir un développement financé dans le cadre du *Ccp* (*Commercial Crew Programme*). Son objectif est de confier la desserte au privé avec des vaisseaux habités de l'*Iss* (*International Space Station*). Cependant, les 2 concurrents du *Dream Chaser* - le *Dragon Rider* piloté de *SpaceX* et le *CST-100* de *Boeing*, 2 capsules conventionnelles qui ne sont utilisables qu'une fois - font appel à une formule éprouvée au

coût mieux maîtrisé. *Sierra Nevada Corp* intensifie donc ses efforts pour faire de la solution *Dream Chaser* une affaire internationale. La petite entreprise basée au Nevada et dans le Colorado, qui vient de fêter ses 50 ans, a déjà établi des contacts en Europe, principalement en Allemagne avec le *Dlr* (*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt*) et *OHB* à Brême, qui souhaitent tous deux participer à son développement. ■



Multimédia mobile par satellite en Europe.

Grâce à un opérateur américain. *SES* et *Eutelsat* viennent de vendre à *Echostar* leur filiale commune *Solaris Mobile*. La société basée à Dublin a testé des services multimédia en bande S (2,5 GHz) par satellite, mais l'équipement dans l'espace souffre du mauvais déploiement de sa parabole de 12 m pour être vraiment efficace (voir image ci-dessous). *Echostar*, en achetant *Solaris Mobile*, fait main basse sur la position orbitale et les fréquences allouées par la Commission pour une couverture européenne. Le spécialiste de la TV directe par satellite aux États-Unis prévoit de déplacer sur l'Europe son satellite *Terrestrial-2* de forte puissance qui doit être lancé par une fusée *Ariane 5*. ■



Airbus, c'est aussi l'espace avec lanceurs et satellites.

Depuis ce 2 janvier, l'ensemble *Astrium* - avec les sociétés *Astrium Satellites*, *Astrium Space Transportation* et *Astrium Services* - a fusionné pour créer *Space Systems*, nouvelle division d'*Airbus Defence & Space*. Désormais, il faudra faire référence à *Airbus* pour parler de l'un des 3 mousquetaires de l'industrie européenne des systèmes spatiaux, aux côtés de *Thales Alenia Space* et d'*OHB*. ■

À vos AGENDAS!

Insectopolis

Du 30 avril au 11 mai 2014

Avec le soutien
de la **DGO6**

À Gembloux...

Les insectes constituent une thématique phare pour Gembloux Agro-Bio Tech (ULg) et un sujet passionnant pour les enfants. Lors de leur visite, les élèves et le grand public pourront découvrir l'importance de ces petits animaux, prendre conscience de leur immense diversité et en savoir plus sur leur mode de vie (besoins vitaux, régime alimentaire, relations entre eux,...). L'on pourra observer des centaines d'insectes vivants dans des vivariums, assister à plusieurs expositions, conférences, diverses activités ludiques, projections de films et même goûter à la cuisine à base d'insectes.

Plus spécifiquement pour les écoles, les notions de base concernant les insectes seront expliquées à partir de posters didactiques. Un guide accompagnera par ailleurs chaque groupe scolaire dans sa visite afin de donner des explications adaptées aux différentes tranches d'âge.

Où ? Gembloux Agro-Bio Tech (ULg). Parking gratuit à disposition: Parking Senghor, Avenue de la faculté d'agronomie à Gembloux.

Quand ? Du mercredi 30 avril au dimanche 11 mai inclus, de 10h à 19h.

Pour qui ? Pour tous.

Tarif ?
EntomoPass adulte (<16 ans): 6 euros.
EntomoPass enfants (de 3 à 16 ans): 3 euros. (*Gratuit pour les moins de 3 ans.*)
EntomoPass visite scolaire: gratuit.

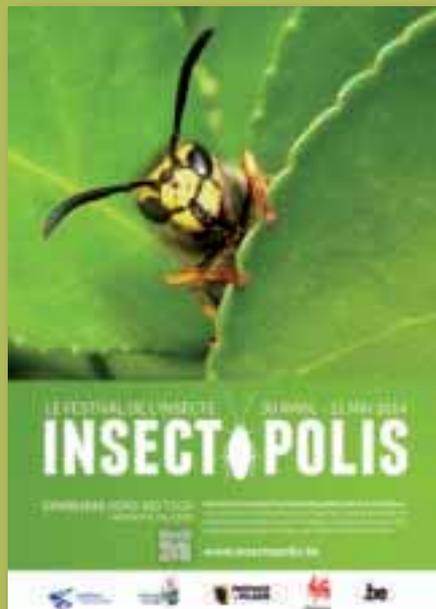
L'EntomoPass permet d'accéder à toutes les activités et aux conférences, exceptée la conférence du 2 mai, «*Mangerons-nous bientôt tous des insectes ? De la théorie à pratique*», qui sera suivie d'une dégustation de plats à base d'insectes (5 euros).

Infos ?

www.insectopolis.be

E-mail: entomologie.gembloux@ulg.ac.be

Tél.: 081 62 22 87



62

Expo «Monkey on back»

Jusqu'au 7 juin 2014

À Liège...

L'exposition *Monkey on back* de Jeanne Susplugas s'inscrit dans le cycle d'expositions «Artistes à l'hôpital» que le Musée en Plein Air du Sart-Tilman a inauguré en octobre 2012.

L'objectif de ce cycle est de proposer, par le biais d'interventions dans l'espace même de l'hôpital, une expérience nouvelle à la fois pour les patients et l'équipe médicale, mais aussi pour les nombreux visiteurs et le personnel administratif. Il s'intègre ainsi à la philosophie de l'architecte Charles Vandehove qui, dès l'origine, avait invité des artistes à intervenir



dans l'espace public de l'hôpital. Le cycle «Artistes à l'hôpital» entend donc poursuivre l'entreprise, mais en lui conférant une dimension supplémentaire: celle de faire émerger, de manière régulière, des propositions artistiques susceptibles d'apporter un regard nouveau tant sur l'espace propre à l'hôpital que sur les questions que le milieu hospitalier fait surgir en chacun de nous.

Jeanne Susplugas est née à Montpellier en 1974. Docteur en Histoire de l'Art, elle est très vite passée à la pratique et est depuis reconnue sur la scène artistique internationale pour ses

œuvres basées sur l'addiction, l'aliénation et le rapport que la société entretient avec la pharmacopée.

Où ? Au CHU de Liège (Grande Verrière et Salle d'exposition): Avenue de l'Hôpital, 1 à 4000 Liège (Sart-Tilman).

Quand ? La Grande Verrière est ouverte pendant les heures d'ouverture de l'hôpital. La salle d'exposition est accessible les jeudi et vendredi de 12h à 16h, le samedi de 10h à 13h et sur RDV.

Tarif ? Gratuit

Infos ?

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

E-mail: musee.pleinair@ulg.ac.be

Tél.: 04 366 22 20

Comment j'ai détesté les maths

Actuellement en salles

Si vous aussi, vous les avez détestées, redoutées, rejetées. Si vous vous êtes déjà demandé à quoi elle servaient. Si elles n'étaient pour vous qu'un moyen d'obtenir votre diplôme. Si vous avez choisi vos études en fonction d'elles. Si vous n'y comprenez rien aux équations, matricielles,

algorithmes et autres termes mathématiques.

Comment les maths, qui ont fait et qui continuent de faire cauchemarder des générations et des générations, parviennent-elles à passionner certains ? Qu'y trouvent-ils de jubilatoire

et d'amusant ? Pour répondre à ces questions, foncez voir ce documentaire d'Olivier Peyon, qui a trouvé, aux 4 coins du globe, des férus de mathématiques !

La bande-annonce est visible sur Youtube (<http://www.youtube.com>).



DailyScience.be

Nouveau sur la toile !

Avec le soutien de la DG06

Votre nouveau rendez-vous quotidien pour tout savoir sur les sciences, la recherche et l'innovation en Belgique est désormais en ligne ! Comme tout site web, il va se développer au jour le jour en vous proposant de nouveaux articles, des photos inédites, des vidéos, des podcasts. Pour mettre nos lecteurs en appétit, voici déjà quelques nouvelles fraîches qui, loin du tumulte de l'immédiateté de l'information «chaude», vous proposent un autre regard sur l'actualité récente. Par exemple cette longue rencontre-interview avec Vincent Blondel, le nouveau recteur de l'UCL. Ou alors avec cette invention liégeoise qui com-

bat la migraine sans utiliser de médicaments. Au passage, écoutez aussi Jean-Pierre Hansen nous parler du poids des mots en économie et nous donner rendez-vous au Collège Belgique !

Sans parler des raisons qui nous ont fait adorer le film *Comment j'ai détesté les maths* qui sort ces jours-ci en salles à Mons, Bruxelles et Liège. À moins que vous ne vous intéressiez à la chirurgie pratiquée au silex voici 7 000 ans en France ? En effet, *Daily Science* regarde parfois aussi ce qui se passe au-delà de nos frontières, surtout si son guide n'est autre que le célèbre paléoanthropologue français Yves Coppens !



♥ L'avis de la rédaction

- * Une mine d'or d'informations scientifiques accessible à tous à consommer sans modération ! Toute l'équipe d'Athena et la DG06 souhaitent bonne route à l'aventure *Daily Science*. Longue vie !

Sorti de PRESSE

Les Mille et une nuits de la science

Belin

Philippe BOULANGER

«**V**ous souvenez-vous Seigneur du codage où l'on remplace les lettres par des chiffres, a par 01, b par 02, etc. Chaque livre est ainsi transformé en un très grand nombre. Et bien chacun de ces nombres apparaît dans la suite infinie des décimales de π . Ainsi tous les nombres, tous les livres sont contenus dans les décimales de π ...

cette infinité de décimales, il faudra un nombre infini de djinns calculateurs. C'est impossible !»

Le conte de Schéhérazade contient la solution du problème ! Laissez-vous charmer par les récits des *Mille et une nuits* sur la science et les tribulations des savants. ■

Les nombres infinis m'effraient, remarqua le roi Chahzamani. Pour calculer

Philippe Boulanger, écrivain scientifique, est le fondateur de la revue *Pour*

la Science, qu'il a dirigée pendant de nombreuses années. Ses talents de vulgarisateur sont reconnus de tous.





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

