

athena

Le mag' **scientifique**

314

Octobre
2015

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



Santé

Cancers du sein: l'identité cellulaire mène la danse

Microphysique

La tension de surface, une force qui n'a pas dit son dernier mot



Édito



Quand c'est ?

Texte: **Géraldine TRAN** - Rédac'teuf • Photos: **ID Photo**/vignette

«**M**ais oui on se connaît bien. T'as même voulu t'faire ma mère hein. T'as commencé par ses seins (...). Dans sa chanson, «*Quand c'est ?*», Stromae matérialise le cancer et se lance dans une lutte acharnée... en vain. L'issue est ici fatale. Tantôt jugé trop noir, fataliste et angoissant, tantôt comme un nouveau coup de génie et un rappel au combat, le clip a eu le mérite de créer la polémique et de faire parler. Et c'est peut-être tout ce qu'on lui demande finalement. C'est aussi pour cela que le mois d'octobre est devenu dans le monde celui du rassemblement contre le cancer du sein. Chaque jour en Belgique, on annonce à 29 femmes qu'elles en sont atteintes (nous détenons d'ailleurs le triste record de nouveaux cas dépistés annuellement). Chaque même jour, 7 femmes en meurent et 1 femme sur 8 est à risque. Mais heureusement pour nous, sexe faible (uniquement) pour ce qui est de ce type de cancer je tiens à le préciser, 76% des cas traités guérissent, grâce à une recherche scientifique qui avance à pas de géant.

Dernièrement, l'équipe du professeur Blanpain de l'ULB a ainsi fait une découverte majeure quant à l'origine des tumeurs. Car il n'existe pas un cancer mais des cancers du sein. Pourquoi tel oncogène induit-il un cancer «gentil» ou au contraire, un cancer «agressif»? Il fallait chercher la clé dans les origines du mécanisme cellulaire et de ses mutations. Sans entrer dans les détails car la rubrique Santé de Philippe Lambert est entièrement consacrée à ces recherches, l'on peut dire qu'elles ouvrent la voie à une détection précocité de la maladie et donc à une prise en charge plus rapide. Plus tôt est pris le cancer, plus grandes sont les chances de guérison. Aussi évident que $1+1=2$ et pourtant, trop de femmes tardent encore à consulter ou enfouissent carrément leur tête dans le sable. Donc, par tous les seins, faites-vous dépister régulièrement, particulièrement à partir de 50 ans, même si cette araignée vorace et obstinée comme Stromae la représente si bien, attaque ses victimes (presque) sans distinction et surtout, sans crier gare... ■

Géraldine

+ Vous pouvez visionner le clip de la chanson *Quand c'est ?* de Stromae sur <https://www.youtube.com/watch?v=8aJw4chksqM>



RECTIFICATIF

Suite à l'article paru dans la rubrique Espace du n° 313, la société *Lambda-X* souhaite amener les précisions suivantes:

- La société a été créée à l'initiative de J.-C. Legros et O. Dupont en association avec Paul Verhaert, fondateur de *Verhaert Space*.
- La répartition de l'actionnariat est de 60% pour le groupe *Verhaert* et 40% pour O. Dupont et L. Joannes.

ATHENA 314 • Octobre 2015

SPW | Éditions

Tiré à 19 500 exemplaires, Athena est un magazine de vulgarisation scientifique édité par le Département du Développement technologique (Direction générale opérationnelle Économie, Emploi et Recherche - DGO6) du Service Public de Wallonie.

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

N° Vert du SPW: 0800 11 901 • www.wallonie.be

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

Abonnement (gratuit)

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

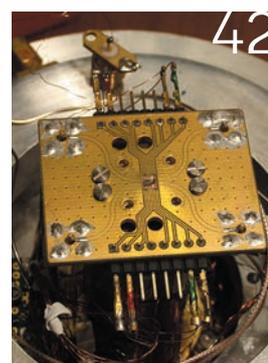
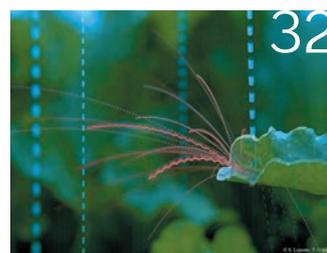
- **par courrier**
Place de la Wallonie 1, Bât.III - 5100 JAMBES
- **par téléphone**
au 081 33 44 97
- **par courriel à l'adresse**
raffaella.ruggiero@spw.wallonie.be

Distribution en Belgique uniquement.

- **Rejoignez-nous également sur:**
[Facebook.com/magazine.athena](https://www.facebook.com/magazine.athena)

Sommaire

- 4 **Actualités**
Le monde de la recherche, des nouvelles technologies et des entreprises à la loupe
- 10 **Coup de Projo**
sur le Réseau SCITÉ
- 12 **Technologie**
Quand la technologie se met à table
- 16 **L'ADN de ...**
Céline DAYEZ · Webmaster
- 18 **Dossier**
Vieillessement cognitif: en vol de nuit...
- 23 **Barje**
On est tous Barje, même Athena !
- 24 **Santé**
Cancers du sein: l'identité cellulaire mène la danse
- 28 **Internet**
Tout trouver sur le Web
Les bonnes techniques de recherche !
- 32 **Microphysique**
La tension de surface,
une force qui n'a pas dit son dernier mot
- 36 **Chimie**
Découvrez ce que les molécules racontent
- 38 **Biologie**
Plongez au cœur des cellules et de la vie
- 42 **Physique**
Tout est relatif mais tout s'explique !
- 44 **Astronomie**
Petite balade tête dans les étoiles
- 46 **Espace**
Pour savoir tout ce qui passe en l'air et sur Terre !
- 50 **Agenda**
À voir, à tester, à cliquer, à lire...



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

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

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

Impression
Imprimerie IPM
Rue Nestor Martin, 40 à 1083 Ganshoren

ISSN 0772 - 4683

Collaborateurs
José Bontemps, Virginie Chantry,
Jean-Michel Debry, Paul Devuyt,
Henri Dupuis, Julie Fiard,
Philippe Lambert, Yaël Nazé, Théo Pirard,
Salvo Principato, Jean-Claude Quintart,
Jacqueline Remits

Dessinateurs
Olivier Saive, SKAD, Vince

Relecture
Élise Muñoz-Torres

Application mobile
PAF !

Couverture
Première
Crédit: Laura/Panoramio



Toute reproduction totale ou partielle nécessite
l'autorisation préalable de l'éditeur responsable.

Scannez le QR Code
ci-contre grâce
à une application
de lecture QR Code
et vous accéderez
directement à
l'Appstore ou à Google
Play pour télécharger
l'application tablette
d'Athena.





À fond sur le cyclotron !

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

Photo: **M. MATHYS**/CHU - ULg

Lorsqu'il s'agit de l'avenir, la Wallonie n'a qu'un seul credo, la recherche. Nouvelle preuve de cet engagement, les 10 millions d'euros investis par l'ULg - avec l'appui du FEDER et de la Wallonie - dans l'extension de son *Centre de Recherches du cyclotron (CRC)*. La construction du nouvel immeuble servira à l'accueil d'entreprises, à la mise à niveau des zones de production, à la modernisation du cyclotron biomédical (seul équipement de ce type en Wallonie) et à la pose d'une caméra IRM 3T. Une fois reconfiguré, le cyclotron verra sa fiabilité accrue et sera capable de réaliser simultanément 2 synthèses de médicaments radiopharmaceutiques (*dual beam*). Ainsi armé, le CRC élargira ses collaborations avec les hôpitaux et centres de recherches et portera sa production à 4 radio-composés par jour. De son côté, la caméra IRM 3T améliorera la définition des structures étudiées et permettra de tester de nouvelles hypothèses physiologiques, notamment au niveau des modifications cérébrales survenant avec l'âge et les variations notées dans le cerveau durant des tâches cognitives selon l'heure, les habitudes ou une pathologie.

«Grâce à ces investissements, le CRC développera sa recherche fondamentale et appliquée dans ses domaines de prédilection que sont les neurosciences et dans le futur, l'oncologie et la cardiologie», note André Lixen, directeur du CRC. Ajoutant que «l'équipement exceptionnel installé au cœur du CRC sera partagé avec des entreprises

hébergées, favorisant des échanges permanents entre le monde académique et les industriels pour de meilleurs succès commerciaux». Pour Éric Haubruge, premier vice-recteur de l'ULg, «le cyclotron du CRC est une pièce maîtresse du pôle technologique et académique consacré à la santé que l'ULg déploie en synergie avec la Faculté de médecine, le CHU de Liège et différents centres de recherches comme le GIGA et le Centre d'Ingénierie des Protéines. Ces synergies ouvrent des perspectives confirmant le caractère stratégique du biomédical pour Liège et sa région en termes de soins aux patients, de recherches et d'innovations médicales et in fine, d'activités économiques».

Outil de recherche et levier économique, l'infrastructure du CRC accueille déjà 4 entreprises:

- ANMI, société active dans la fourniture de réactifs et de flaconnage aseptique pour la production de composés radiopharmaceutiques;
- ELYSIA, entreprise dédiée aux solutions innovantes pour les producteurs et utilisateurs de radiopharmaceutiques;
- TRASYS, spécialisée dans le développement et la fabrication d'équipements novateurs pour la médecine nucléaire, notamment sur la niche des automates de synthèse pour la préparation de traceurs;
- GE Healthcare, filiale de General Electric bien connue dans les domaines de l'imagerie médicale, de la mise au

point de nouveaux médicaments, la préparation de produits biopharmaceutiques, etc.

C'est d'ailleurs avec GE Healthcare que le CRC de Liège a développé le *Vizamyl*, radio-composé grâce auquel on diagnostique l'extension de la plaque amyloïde dans le développement de la maladie d'Alzheimer.

Dans ses collaborations, le CRC a soutenu UCB Pharma lors de la recherche d'un marqueur des vésicules synaptiques participant à la connexion entre les neurones; a réalisé, avec le Commissariat à l'Énergie Atomique, les études précliniques du traceur neurologique FMT, développé par une jeune pousse de l'Université d'Oxford; a participé à la R&D et à la phase 2 du marqueur cardiaque *Cardiopet* de l'américain *Fluoropharma*; et va travailler avec Ely Lilly sur le T807, radio-composé marqueur d'une protéine impliquée dans la maladie d'Alzheimer. Bref, comme le souligne Jean-Claude Marcourt, Ministre de la Recherche du Gouvernement wallon, «le cyclotron liégeois joue un rôle essentiel dans la société de la connaissance et plus particulièrement dans les neurosciences autour de thèmes ciblés comme le vieillissement, les maladies d'Alzheimer et de Parkinson, le sommeil et les comas». ■

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

Actus...

d'ici et d'ailleurs

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

Photos: Procoplast (p.5), BELGA (p.5), Freepik (p.6), Solvay (p.7), J.- M. Carriere/Flickr (p.7),
© Guy Focant (p.8), © UMons/Pr Ph. Dubois (p.9)

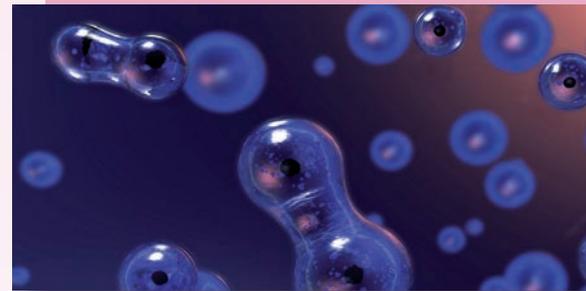
Nouvelle usine

En 2006, un groupe d'investisseurs privés rachetait Procoplast et recentrait les activités de l'entreprise sur les pièces plastiques à haute valeur ajoutée pour des équipementiers allemands comme Bosch, TRW, Hella, etc. Depuis ce virage, le cœur de métier de Procoplast gravite autour de la fabrication de pièces de sécurité et de confort ainsi que sur des pièces régulant les dégagements de chaleur en provenance d'éléments électroniques embarqués ou contribuant à la réduction des émissions de gaz. Opérationnelle 24h/24 et 7j/7, l'entreprise fabrique des boîtiers d'enceinte pouvant inclure des surmoulages de pièces métalliques et électriques dans des polymères spéciaux. Un travail de niche, hautement technique et sur lequel la société wallonne s'est taillée une solide réputation. Le fait de travailler pour des donneurs allemands prouve à lui seul le professionnalisme de l'entreprise. «*L'an dernier, nous avons livré plus de 105 millions de pièces et je pense que nous pouvons dire que la moitié du parc automobile européen roule avec au moins une pièce fabriquée chez nous*», annonce avec satisfaction Geoffroy Boonen, CEO de Procoplast.

En point de mire de ses concurrents et pour rester en tête de course et garder son avance face à des compétiteurs, dont certains localisés dans des pays à bas coûts, la société d'Eupen a décidé d'investir 10 millions d'euros dans une nouvelle facilité de production. Son ambition est d'arriver à ce que chaque ligne automatisée permette la fabrication de plusieurs millions de pièces, en garantissant une production zéro défaut. «*Nos prix sont souvent plus attractifs qu'en Chine ou qu'au Mexique pour un niveau de qualité supérieur et depuis la crise 2008-2010, nous avons doublé notre chiffre d'affaires pour atteindre actuellement les 20 millions d'euros et occuper plus de 80 salariés*», précise Geoffroy Boonen.

D'une surface de près de 9 000 m², la nouvelle usine est en construction dans l'East Park de Lontzen, en *Deutsche-Pratige Gemeinschaft* (Communauté germanophone) et devrait entrer en opération en mai prochain. ■

<http://www.procoplast.be>



Breaking news

Et quelle nouvelle. Grâce à l'avionneur wallon Sonaca, la Belgique renoue avec la fabrication d'avions «*made in Belgium*» ! En effet, beaucoup avouent avoir relu deux fois le communiqué annonçant que Sonaca créait, avec la SRIW, une filiale commune, *Sonaca Aircraft*, dans le but de développer un avion de tourisme. Ce monomoteur à 2 places devrait être commercialisé d'ici 2 ans pour un prix oscillant entre 150 000 et 200 000 euros.

«*Lancé il y a un an et demi par 3 ingénieurs qui planchaient sur le développement d'un avion électrique, celui-ci a été accéléré afin de mettre le produit au plus vite sur le marché*», déclare Yves Delatte, chef des programmes du groupe Sonaca et CEO de *Sonaca Aircraft*. Ainsi, les promoteurs ont retenu l'idée de partir d'un avion existant et d'en améliorer les qualités. La production de cet appareil devrait occuper quelque 50 personnes. ■

<http://www.sonaca-aircraft.com>
et <http://www.facebook.com/SonacaAircraft>



Industrie du futur

Dans un environnement mondial déprimé, dévasté même en Europe, la Wallonie n'a jamais baissé les bras. Actuellement, elle engrange ses premiers bénéfices. Et quels bénéfices, puisqu'aujourd'hui, son industrie technologique compte 20% d'entreprises de plus qu'il y 20 ans ! Et les prévisions pour 2015 restent au beau fixe avec une évolution du chiffre d'affaires de +1,5% contre -1,5% pour le royaume ! «*En Wallonie, ce sont surtout les technologies de l'information, des matériaux, de la sécurité et défense et l'aérospatial qui animent ce mouvement*», note Thierry Castagne, directeur général d'Agoria Wallonie.

Toutefois, son organisation nous met en garde en précisant qu'il faut une croissance supérieure à 2% pour redresser le marché de l'emploi. Et de nous proposer *Industrie 4.0* pour que l'industrie technologique wallonne se transforme et devienne une industrie du futur. Une industrie avec un futur. D'où les 3 axes prioritaires fixés: la formation en misant sur un rapprochement entre enseignement et

entreprises; la compétitivité salariale et énergétique et l'innovation tous azimuts.

Selon *Agoria*, l'industrie technologique wallonne compte 3 078 entre-

prises qui réalisent au total un chiffre d'affaires de 16 milliards d'euros et emploient pas moins de 56 400 salariés. ■

<http://www.agoria.be>



à l'IT !

Priorité

Ce n'est plus du hype, mais de la réalité. Aujourd'hui, pour faire la différence, il faut créer la rupture ! Ainsi, la première compagnie de taxi n'a pas de voiture (*Uber*), le réseau social le plus populaire, avec près d'1,5 milliard de membres, ne crée pas de contenu (*Facebook*); la plus grande compagnie de cinéma n'a pas de salle (*Netflix*); le plus grand magasin de détail travaille sans inventaire (*Alibaba*); la première compagnie de téléphone n'a pas d'infrastructure (*Skype*), etc. La liste est longue et s'allonge chaque jour, d'où la décision du Gouvernement wallon de faire de la Wallonie un plateau d'excellence numérique avec des sociétés informatiques (re)connues globalement, des entrepreneurs boosters du renouveau industriel par leur innovation numérique. Désormais, collaboration, co-création, approche *bottom-up*, etc. feront partie du jargon public. Une (r)évolution. Le rapport *Digital Wallonia Proposition pour un Plan du Numérique* a fait fort en cassant les habitudes et en faisant place aux start-ups innovantes !

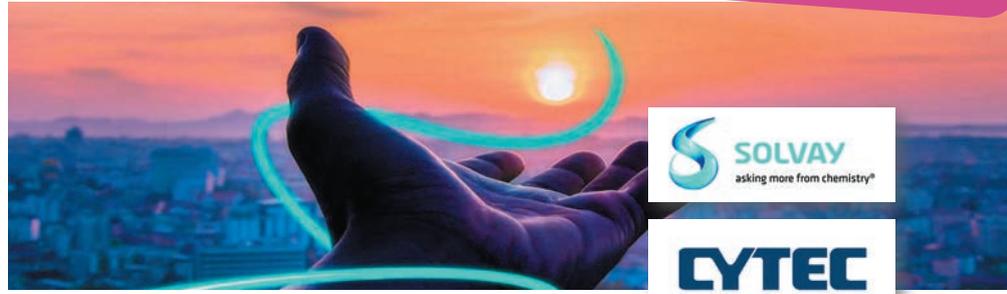
digital
wallonia
.be

Un *Digital Hub* devrait être lancé et dédié à la recherche et à l'innovation numérique. Un fonds d'investissement public/privé devrait aider les jeunes pousses à financer leurs recherches. Un cours de numérique est suggéré dans les écoles de Wallonie. Et ce n'est pas tout, une giga région devrait se dessiner avec l'installation du très haut débit en Wallonie. Enfin, les experts demandent que le Plan du Numérique soit aligné avec le Plan Marshall 4.0 et en phase avec les initiatives belges (*Digital Belgium*) et européennes (*Digital Agenda*). Sur le plan de la visibilité, *Digital Wallonia* devient la marque de la Wallonie numérique et sera à ce titre, l'interface entre la marque et la plateforme numérique ouverte et collaborative, le tout devant jouer le rôle de cercle vertueux pour une meilleure lisibilité, une qualité améliorée et une stratégie cohérente de toutes les actions entreprises à l'avenir en matière numérique... ■

<http://www.digitalwallonia.be/plandunumerique>

N°2 mondial

Telle est la position qu'occupera désormais Solvay sur le secteur des composites aéronautiques, lorsqu'il aura acquis l'américain Cytec, pour un montant total de 5,5 milliards de dollars. Un achat qui permet à l'entreprise belge de booster sa plateforme *Advanced Materials* et d'envisager des synergies avant impôts de près de 100 millions d'euros par an. On comprend donc la joie de Jean-Pierre Clamadiou, président du Comité exécutif, pour qui «cette acquisition est une étape décisive dans la transformation du portefeuille de Solvay et une opération par laquelle elle étend son offre en matériaux à haute valeur ajoutée pour l'aéronautique et l'automobile». Et Shane Fleming, CEO de Cytec, de se montrer particulièrement fier de voir son entreprise «rejoindre un leader mondial de la chimie fort de 150 ans d'histoire, avec lequel les synergies dans les métiers des polymères



et formulation accéléreront la croissance des activités et s'intégreront parfaitement à la stratégie du Groupe».

Sise à Woodland Park (New Jersey), Cytec est reconnue pour ses solutions de haute performance et ses capacités d'innovation. Au service principalement de l'aéronautique, la société est également active dans l'automobile et est leader mondial des formulations utilisées dans l'amélioration des processus de séparation des minerais. À la lecture des actifs de Cytec, on voit de suite que cette acquisition permettra à Solvay de renforcer ses solutions aéronautiques et à Cytec de se conforter, grâce au belge, sur le secteur automobile. Un win/win parfait ! Le plan après acquisition prévoit l'intégration des activités

composites de Cytec au sein du segment *Advanced Materials* de Solvay tandis que les activités chimie pour l'industrie minière et les niches dans les additifs et phosphines seront intégrées dans le segment *Advanced Formulation*. Grâce à cette opération, Solvay apporte à ses clients des solutions en adéquation aux défis de notre planète comme la réduction des émissions de CO₂ par l'allègement des structures et une gestion plus responsable des ressources via des technologies de séparation des minerais plus propres et plus efficaces. Une fusion dont à n'en pas douter, on reparlera... ■

<http://www.solvay.com>
et <http://www.cytec.com>

Le bien-être en point de mire

Baxter et De Kleppe unissent leurs efforts pour 2 ans pour améliorer le bien-être des personnes atteintes de déficiences physiques, visuelles, auditives et mentales en investissant dans le développement d'une zoothérapie innovante. «Plusieurs études montrent que ce type de thérapie contribue largement à l'autonomie fonctionnelle de personnes présentant des déficiences et qu'il a aussi une influence positive sur leur qualité de vie», explique Frédéric Hoffmann, directeur général de Baxter Belgique et Luxembourg. Face à ces constats, la *Fondation Baxter International* financera un coach en soins et intervention pour mettre au point, chez De Kleppe, une zoothérapie à la pointe de l'Art. Dans un premier temps, il s'agira d'élargir l'accompagnement des personnes atteintes de déficiences sur le site de De Kleppe. Ensuite, de faire connaître cette thérapie auprès d'autres organisations, actives elles aussi dans le bien-être et d'offrir un programme de soins appropriés grâce à la création d'une plate-

forme d'apprentissage et d'échange d'expériences professionnelles.

Géant américain de la santé, *Baxter International* est largement présent chez nous avec 500 collaborateurs au sein de son centre de Recherche et Développement de Braine-l'Alleud et 1 450 salariés dans son unité de production et centre de distribution de Lessines. Sous-activité de l'asbl *De Overmolen*, De Kleppe dispose à Brakel d'une infrastructure remarquable permettant de soigner au quotidien les personnes déficientes en utilisant des animaux formés pour une thérapie favorisant le développement de compétences cognitives et comportementales. ■

<http://www.baxter.be>
et <http://www.dekleppe.be>



Os, mitre et technologie

L'événement n'est pas banal. Le fait est même rarissime en Belgique. Après 775 années de repos, les restes de Jacques de Vitry ont été exhumés pour faire l'objet de recherches d'archéométrie, d'anthropologie, de biologie et de physique nucléaire, dans le cadre du projet CROMIOSS (Études croisées en histoire et en sciences exactes sur les mitres et les ossements de l'Évêque Jacques de Vitry), initié par la Société d'Archéologie de Namur. «*La tradition nous enseigne que l'Évêque enterré en l'église Sainte-Marie de Oignies (Aiseau-Presles) en 1241 et le propriétaire des mitres conservées au Musée provincial des Arts anciens du namurois, serait une seule et même personne: Jacques de Vitry, Évêque et mécène décédé à Rome en 1240*», expliquent les responsables de la Société d'Archéologie de Namur.

Une énigme à laquelle s'attaque CROMIOSS, espérant confirmer ou infirmer scientifiquement cette tradition séculaire. Après leur exhumation, les ossements ont été transférés à l'Université de Namur (UNAMUR) en vue de subir une batterie d'examen. Dans un premier temps, un anthropologue étudiera les restes pour déterminer le sexe, d'éventuelles pathologies et autres particularités de la personne. Les ossements du tombeau-reliquaire seront ensuite datés par une analyse au carbone 14 et des échantillons d'ADN seront prélevés à l'intérieur des mitres pour comparaison avec l'ADN des ossements. Pour être exhaustif, CROMIOSS ira même jusqu'à dater et recontextualiser les mitres à l'aide de don-

Coup d'crayon

Illustration: Vince • vincent_dubois@me.com



Vous le reconnaissez ? Il a un peu vieilli mais c'est bien lui ! En septembre dernier, le plombier le plus célèbre de la planète fêtait ses 30 ans. L'occasion pour Nintendo de revenir sur son évolution. Savez-vous pourquoi il a un gros nez et une moustache ? Pour pouvoir discerner son visage car le nombre de pixels et de couleurs était limité ! Infatigable, il court toujours. Qui peut en dire autant ?

nées recueillies sur la provenance du parchemin, les enluminures, les pigments, les fibres textiles, le tissage, etc.

Un travail de bénédictin pour lequel l'UNAMUR sera épaulée par l'Université de Liège (ULg), la Katholieke Universiteit Leuven (KUL), le service Archéologie du Service public de Wallonie, le Musée de la Mode d'Anvers, le Centre européen d'Archéométrie, l'Institut royal du Patrimoine artistique et l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. ■

<http://www.unamur.be>
et <http://www.lasan.be>

Satisfecit

«**L**a stratégie de spécialisation intelligente adoptée par le Gouvernement wallon mise ouvertement sur le potentiel de développement de la chimie et des sciences de la vie», déclare Bernard Broze, administrateur délégué d'essenscia Wallonie. Qui ajoute: «cette logique consiste à identifier clairement les forces et les faiblesses d'une activité pour concentrer ensuite les moyens de renforcer les premières et de remédier aux secondes, misant ainsi sur les avantages compétitifs et le potentiel de croissance de notre secteur».

Avec une croissance de plus de 50% sur les 10 dernières années et représentant en 2014, 1,5 milliard d'euros de dépenses en Recherche et développement et 26 000 emplois, le secteur de la chimie et des sciences de la vie s'affiche comme le leader de l'innovation en Wallonie. ■

<http://www.essenscia.be>



Les Quinquennaux, cuvée 2011-2015

Professeur à l'Université libre de Bruxelles (ULB), **Marc Henneaux (1)** a enlevé le Prix De Leeuw-Damry-Bourlard de Sciences Exactes Fondamentales pour ses travaux relatifs à la compréhension des symétries entre la théorie quantique des champs et la gravitation. Grâce à lui, nous en savons davantage sur les propriétés quantiques des interactions fondamentales, la théorie des trous noirs et la structure des singularités de l'espace-temps.

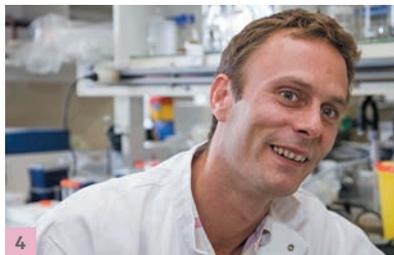
Philippe Dubois (2), professeur et vice-recteur à la Recherche de l'Université de Mons (UMONS) a, lui, empoché le Prix De Leeuw-Damry-Bourlard de Sciences Exactes Appliquées en reconnaissance de sa carrière vouée à la conception et aux applications des polymères et nano-composites à base de polymères. Des domaines sur lesquels il figure comme l'un des scientifiques les plus cités au monde. On notera encore que ses travaux sur les procédés réactionnels sont une contribution fondamentale aux progrès de la chimie verte.

Le Prix scientifique Ernest Solvay de Sciences Humaines et sociales a lui été attribué à **Axel Cleeremans (3)**, directeur de recherche FNRS à l'Université libre de Bruxelles (ULB), pionnier dans la psychologie cognitive dont les recherches représentent une contribution majeure dans l'étude des mécanismes cognitifs lors d'apprentissages avec ou sans conscience et dans le développement méthodologique de la psychologie expérimentale.

Professeur à l'Université libre de Bruxelles (ULB), **Cédric Blanpain (4)** a reçu le Prix Scientifique Joseph Maisin de Sciences Biomédicales Fondamentales pour s'être illustré dans la biologie des cellules souches avec un travail précurseur sur les cellules souches cancéreuses et les cellules souches épidermiques. Considéré dans le monde comme un scientifique hors pair, on doit encore à Cédric Blanpain des découvertes relatives au développement, au maintien et à la réparation de d'organes comme la prostate, le cœur et les glandes mammaires.

Enfin, le Prix scientifique Joseph Maisin de Sciences Biomédicales Cliniques a été attribué à **Christos Sotiriou (5)**, maître de recherche FNRS à l'Université libre de Bruxelles (ULB) à l'origine de l'imagerie moléculaire du cancer du sein. Ses découvertes ouvrent la voie à des approches de traitement personnalisées et le résultat de ses travaux permet des traitements moins agressifs et plus efficaces selon les tumeurs diagnostiquées. D'un montant chacun de 75 000 euros, ces Prix seront remis le 30 novembre lors d'une cérémonie officielle au *Bozar* à Bruxelles. ■

<http://www.fnrs.be>



Le chiffre

84

L'hiver arrive et bien que 59% des Belges aient été touchés par la grippe au cours des 5 dernières années, 84% d'entre eux la sous-estiment toujours ! Voilà ce que montre une enquête demandée par le laboratoire *Mylan* et réalisée auprès de 1 051 Belges dans 7 villes du pays. Un comportement dangereux lorsqu'on sait qu'en 2014, lors du pic épidémique, plus de 400 000 consultations pour syndrome grippal ont été enregistrées durant la semaine du 24 février.

L'enquête révèle également que 84% des sondés ignorent les complications que peut causer le virus *influenza* et le nombre de décès au niveau des personnes vulnérables. Pire encore, seulement 36% changent leurs habitudes durant la saison grippale (d'octobre à mars) en se lavant les mains ou en aérant plus souvent leur habitation. Enfin, 51% ne se font jamais vacciner et 13% seulement le font annuellement. Seul point positif, 1 Belge sur 5 vacciné le fait aussi pour protéger ses proches. Les conclusions s'imposent d'elles-mêmes, il faut intensifier les campagnes de sensibilisation et mettre en exergue la responsabilité sociale dans tous les efforts d'information.

<http://www.mylan.be>

COUP de PROJO

sur:

le Réseau SCITÉ

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

Photos: **INFORSIENCES** (p.10-11), **ULg** (p.11),

A. Barrington Brown/Photo Researchers, Inc. - Watson and Crick (p.11)

Carte d'identité

NOM

Réseau Scité

ANNÉE DE CRÉATION

2001

SECTEUR D'ACTIVITÉ

Diffusion des Sciences et des technologies

MEMBRES

Sciencesinfuses, UCL

Infosciences, ULB

Réjouissances, ULg

Scitech², UMONS

Confluent des Savoirs, UNAMUR

SITES INTERNET

www.sciences.be

www.uclouvain.be/scienceinfuse

www.ulb.ac.be/infosciences

www.sciences.ulg.ac.be

www.umons.ac.be/scitech2

www.confluent-des-savoirs.be

Comment donner le goût des sciences aux jeunes ? Suivez le guide et voyez comment le Réseau Scité s'y emploie !

Sous l'égide de la Wallonie, ce réseau regroupe les 5 unités de diffusion des sciences des universités francophones: l'Université catholique de Louvain, l'Université libre de Bruxelles, l'Université de Liège, l'Université de Mons et l'Université de Namur. Chacune d'elles s'attache à développer les activités déjà existantes (conférences, rencontres-débats, formations continuées pour les enseignants, accueil de groupes scolaires, rédaction et diffusion de documents d'information, alimentation de sites web, etc.) ou à mettre sur pied des activités communes aux 5 universités à l'attention des élèves, du grand public et des journa-

listes comme des ateliers, des expositions, des cafés numériques... «Les universités n'ont pas pour tradition de collaborer entre elles», souligne Martine Vanherck, coordinatrice de Réjouissances. Au sein de l'Union européenne, les contacts que nous avons pu avoir montrent que cette démarche est unique, initiée en 2001 par les doyens des facultés de sciences et perpétuée depuis. Le Réseau trouve son expression sur le terrain dans différentes activités réussies comme le Printemps des sciences, la Nuit des chercheurs ou encore le montage d'expositions communes.»

Le Réseau Scité développe des projets de diffusion de la culture scientifique, tant à l'échelle locale que régionale, ou même européenne. C'est ainsi qu'il est le principal artisan du Printemps des Sciences, la semaine des sciences en Belgique francophone. Si certains projets mettent en valeur le dialogue entre les sciences et la société, d'autres privilégient l'interactivité entre les universités, les écoles et les entreprises. De nombreuses activités axées sur la découverte des sciences et des techniques sont organisées en Wallonie et à Bruxelles. L'ensemble des activités et de ses ressources sont regroupées sur le portail unique sciences.be.

⇒ 1 réseau, 5 unités

Réjouissances est la cellule de diffusion des sciences et des techniques de l'ULg. Elle publie des ressources pédagogiques et organise des activités destinées tant aux écoles qu'au grand public. Elle accompagne les enseignants et les chercheurs de l'ULg dans leurs actions de communication externe. Elle s'est dotée de 5 canaux d'informations: une brochure, un site Internet, une newsletter, une page Facebook et un compte Twitter.

Infosciences est le département de diffusion des sciences de l'ULB. Il regroupe les musées scientifiques de la Faculté des Sciences pour proposer à un large public scolaire et familial, un vaste programme d'activités. L'approche expérimentale et le dialogue avec le public sont toujours privilégiés comme en témoignent des actions telles que «Sciences à la carte» ou les «Expositions Nomades». Il diffuse également le calendrier des activités de l'ULB.

Scienceinfuse est l'antenne de formation et de promotion des sciences et technologies de l'UCL. Outre la promotion, elle propose aux enseignants de nombreuses formations continues, ainsi



qu'un éventail de ressources pour les aider à actualiser leur cours.

SciTech² est le centre de diffusion des sciences et des techniques de l'UMons. Créé en janvier 2013, il propose des ateliers et des visites de laboratoires et coordonne l'organisation de stages à destination du public scolaire. Il permet également aux enseignants des visites pédagogiques, conçoit et participe à de grands événements récurrents comme le *Printemps des Sciences*, le *Pendule de Foucault* ou la *Nuit des Chercheurs*.

Le Confluent des Savoirs est la nouvelle unité de *Public Outreach* de l'UNamur chargée de la diffusion des connaissances,

l'organisation d'activités de médiation et de sensibilisation à la culture scientifique et la dissémination des résultats de recherche des 6 facultés. Elle propose des services tels que l'aide à la vulgarisation des projets de recherche ou à la création d'animations et ateliers, un apport de visibilité lors d'évènements grand public ou une offre de formations et de stages.

⇒ RDV avec les sciences

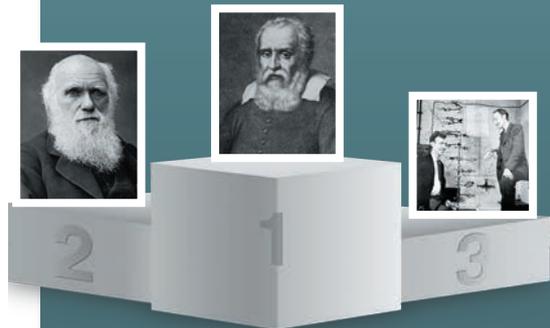
Le *Printemps des Sciences* est devenu le grand rendez-vous de la culture scientifique et technique en Fédération Wallonie-Bruxelles. En 2016, il se tiendra du 14 au 20 mars et aura pour thème l'alimentation. Les institutions d'enseignement supérieur et universitaire et leurs partenaires convient écoles et grand public à découvrir les sciences et les technologies à travers de nombreuses activités. *«La manifestation s'adresse aux curieux de 5 à 105 ans. Chaque université a ses particularités mais le principe est toujours le même, mettre la science à la disposition des jeunes et du grand public dans la réalité de terrain et l'effet de symbiose»*, souligne Martine Vanherck.

Initiative de la Commission européenne, la *Nuit des Chercheurs* est organisée dans plusieurs pays et vise à promouvoir les sciences, l'innovation et la technique, tout en permettant au grand public de rencontrer des chercheurs désireux de «désacraliser» leur métier.

Enfin, la 4^e édition du concours interuniversitaire *«Ma thèse en 180 secondes»* vise à informer le grand public de la richesse et de l'intérêt des recherches scientifiques. Chaque doctorant ou jeune docteur présente en 3 min et avec une seule diapo, un exposé de vulgarisation clair, concis et convaincant sur sa thèse ! ■



Le Palmarès



Chaque mois, nous proposons à notre acteur vedette de décerner 3 palmes à choisir parmi des dates, des personnages, des lieux...

Voici le palmarès «personnalités» du Réseau Scité. Et vous, auriez-vous fait les mêmes choix ?

1

Palme d'OR

Galilée est souvent considéré comme le 1^{er} physicien moderne: ses expériences et ses observations lui permettent de remettre en question une vision de l'Univers vieille de près de 2 millénaires !

2

Palme d'ARGENT

Célèbre naturaliste du 19^e siècle, Charles Darwin a marqué le monde de la biologie. En consacrant sa vie à approfondir ses recherches sur la sélection naturelle, il a donné naissance aux pensées modernes.

3

Palme de BRONZE

James Watson et Francis Crick sont rentrés dans l'histoire de la science en 1953 en proposant un modèle pour la structure de ADN. Ce fut le point de départ du fulgurant essor de la biologie moléculaire.

Quand la technologie se met à table



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

Photos: **Electrolux**/titre (p.12), © **Hiku** (p.12), © **Kikkoman** (p.13),

Meritech (p.14), **Pitco**/friteuse (p.15), © **Modernist Cuisine** (p.15)

AT HOME

Depuis quelques années, les savoirs liés à la cuisine sont accessibles à tous grâce à de nombreux livres didactiques pour néophytes, aux ateliers culinaires proposant des thèmes allant de la découverte à la spécialisation, aux sites Internet gourmands qui présentent quantité de recettes parfois même sous forme de vidéo, et aux diverses émissions télévisées, entre concours, show et démonstrations culinaires. De plus, la technologie peut aider les plus réticents à se mettre aux fourneaux. En effet, lorsqu'elle pointe le bout de son nez en cuisine, elle peut faciliter radicalement l'exécution d'une tâche, mais également apporter de nouveaux outils permettant d'améliorer la qualité des plats ou même offrir de nouvelles perspectives de création.

Pour qu'une cuisine soit qualifiée de high-tech, il ne suffit pas qu'elle ait un design hyper contemporain et original. Il faut aussi qu'elle soit dotée des derniers équipements en vogue, réellement utiles ou carrément fantaisistes. Par exemple, les tablettes tactiles sont bien pratiques pour suivre une recette en ligne. Elles sont cependant souvent maltraitées en cours de route entre éclaboussures et doigts humides voire sales... Une solution ? Disposer d'un socle et d'un stylet afin d'en garantir une utilisation simple et propre. De façon plus radicale, il suffit d'acheter une tablette étudiée spécialement pour la cuisine: certains modèles peuvent même être nettoyés sous le jet du robinet ou immergés dans l'eau pendant 30 minutes ! De manière générale, les écrans tactiles en tout genre envahissent nos cuisines, que ce soit sur les balances, les fours mixtes ou à micro-ondes. Les électroménagers connectés sont également de plus en plus répandus, du réfrigérateur à la bouilloire, en passant

par le multicuiseur ou la machine à café. Connaissez-vous par exemple ce petit accessoire répondant au doux nom de *Hiku*, qui se fixe au réfrigérateur et qui permet de scanner le code-barres des produits que l'on sort du frigo ? Il crée ensuite automatiquement une liste de courses sur votre smartphone qui peut être partagée entre tous les habitants d'une même maison (voir photo 1). Il est également possible, grâce à la technologie de reconnaissance vocale, d'y ajouter des éléments simplement en les dictant à *Hiku*. Bientôt, il sera capable de trouver en ligne les éléments scannés ou énoncés afin de les acheter pour vous. Cela a piqué votre curiosité ? Rendez-vous sur <http://hiku.us/how-it-works> pour en savoir davantage.

Mais ça ne s'arrête pas là. Un récipient à œufs, appelé *Egg Minder*, se connecte lui aussi à votre smartphone pour vous dire combien d'œufs il reste dans le frigo. Voilà qui est pratique





«La cuisine est un art», entend-on souvent. Beaucoup d'appelés et peu d'élus ? Faux ! «Tout le monde peut cuisiner» comme le dit si bien le titre du livre écrit par le chef Auguste Gusteau dans *Ratatouille*, le film d'animation en images de synthèse des studios Pixar. Certaines personnes sont certes plus disposées que d'autres à viser la lune afin d'obtenir quelques étoiles, mais faire de la bonne cuisine n'est plus, au grand dam de certains, réservé aux seuls initiés ayant eu accès à l'école d'hôtellerie. Poussons les doubles portes de la cuisine du 21^e siècle pour voir ce qu'il s'y passe...

mains sales et de devoir le nettoyer après chaque passage aux fourneaux.

ET DU CÔTÉ DES PROS ?

Dans les cuisines professionnelles, la technologie a également son mot à dire. Gain de temps, économie d'énergie, sécurité alimentaire ou encore amélioration des qualités organoleptiques des mets: les objectifs sont aussi variés que les systèmes high-tech disponibles. Voici quelques exemples parmi tant d'autres:

Jets de Captation et M.A.R.V.E.L.

En cuisine, l'extraction des vapeurs et autres fumées est primordiale et quasiment constante. C'est pourquoi il est important d'en réduire au maximum le coût en énergie. C'est ce qu'a fait la société finlandaise *Halton*, spécialiste des cuisines de haute performance, en mettant au point 2 technologies combinables au sein d'un même système d'évacuation de l'air vicié: les Jets de Captation et le système M.A.R.V.E.L. La technologie des Jets de Captation permet une réduction de 30 à 40% des débits extraits par une hotte. Moins efficace ? Que du contraire ! Cela signifie en fait que le système est prévu pour se cantonner au maximum à l'évacuation des fumées émises par le matériel de cuisson et non de l'air ambiant non vicié. Ce qui permet de réaliser des économies en terme de chauffage ou de refroidissement car il y a moins d'air neuf soufflé dans la cuisine qu'il faut mettre à température.

Cette réduction des débits extraits peut descendre jusqu'à 64% si l'on combine cette technologie au système M.A.R.V.E.L. (*Model-based Automated Regulation of Ventilation Exhaust Level* qui signifie «Régulation basée sur un modèle et automatisée du niveau d'échappement de la ventilation»). Ce dernier permet d'ajuster en temps réel le débit de chaque hotte présente dans une cuisine grâce à des capteurs infrarouge intégrés au système d'extraction et qui, en scannant la surface des pianos, distinguent différents statuts: à l'arrêt, mise en chauffe ou cuisson en cours. Ces informations combinées aux données provenant des sondes de température de la pièce permettent à M.A.R.V.E.L. d'ajuster la puissance et donc le débit extrait par chaque hotte.

GL Biocontrol

L'aspect hygiène est incontournable en cuisine. Le restaurateur doit en effet travailler dans des conditions optimales de propreté afin de garantir la qualité sanitaire des mets qu'il sert à ses clients. Entre contrôles AFSCA et méthode HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*, qui signifie «analyse des dangers et des points critiques pour leur maîtrise») de gestion des risques liés à l'hygiène, il y a de quoi faire. C'est pourquoi *GL Biocontrol* a mis au point le luminomètre *Kikkoman PD-30* qui parvient à détecter la flore microbologique totale présente sur une surface de travail. Cet instrument portable et compact doté d'un écran et d'une mémoire interne est facile d'utilisation grâce notamment à un calibrage automatique (photo 2).



(à moins de posséder *Hiku*...) lorsque vous êtes au supermarché et que vous ne savez plus s'il vous en faut pour le petit déjeuner du lendemain. *Egg Minder* indique également quand un œuf devient mauvais (sur quelle base, on se le demande) et émet une lumière à l'emplacement de l'œuf le plus vieux du réfrigérateur...

En plus de ce genre de gadgets, certes amusants mais dont l'utilité est quelque peu discutable, il existe également des objets présents dans nos cuisines depuis des lustres mais auxquels la technologie est venue ajouter une pointe de fantaisie pour les remettre au goût du jour ou les rendre plus pratiques à utiliser. Un bon exemple est la poubelle: elle se décline dans tous les styles et tous les tons et peut être en plastique, en inox, etc. En version high-tech, cela donne une poubelle au design étudié et qui a la particularité de s'ouvrir sur un simple signe de la main, grâce à un capteur. Fini de toucher ce conteneur de déchets avec des mains propres et de devoir se les laver à nouveau avant de remettre la main à la pâte ! Fini également de le toucher avec des

Son fonctionnement repose sur la bioluminescence, c'est-à-dire sur l'émission de photons lumineux par un organisme vivant.

La surface à tester doit être frottée, dans un champs de 20 cm², à l'aide d'un écouvillon (tige qui comporte une gaze ou du coton à son extrémité et qui sert à effectuer des prélèvements) stérile que l'on a préalablement trempé dans un réactif d'extraction. Le bout de l'écouvillon est ensuite disposé dans un tube de mesure contenant ce même réactif d'extraction, auquel il faut ajouter un second produit dans le but d'activer la bioluminescence des micro-organismes présents. Le luminomètre peut alors mesurer le nombre de bactéries par cm² via le comptage des photons émis par ces organismes microscopiques et ce, avec une sensibilité allant jusqu'à 50 bactéries vivantes/cm². Cela permet de savoir si les protocoles de nettoyage et de désinfection mis en place sont suffisants ou au contraire, s'ils doivent être revus ou optimisés. À noter que cet instrument peut également être utilisé sur les eaux industrielles et sanitaires à condition d'utiliser le produit réactif adéquat. Pour une démonstration détaillée du processus, rendez-vous sur le site suivant: http://www.gl-biocontrol.com/surface.php#ancree_video

CleanTech

Toujours dans le domaine de l'hygiène, la société *Meritech* a développé le «*CleanTech Automated Handwashing System*» ou «système *Cleantech* de lavage automatique des mains». En effet, si toutes les surfaces de travail d'une cuisine doivent être immaculées, il en va de même pour l'outil principal des cuisiniers: les mains. L'utilisateur n'a qu'à les introduire dans les 2 cylindres qui composent cette machine et le programme de nettoyage fait le reste en 12 secondes: pré-lavage, lavage et rinçage. Entre cylindres tournants, jets haute pression, solution savonneuse et eau claire, toutes les parties des mains, que ce soit les ongles, les paumes ou encore les poignets, ressortent propres, sans le moindre effort. Il suffit alors de les sécher avec du papier jetable. L'utilisation d'une machine *CleanTech* garantit un lavage identique et optimal pour tous les utilisateurs sans un seul contact avec la moindre surface ou le moindre robinet, sources potentielles de conta-

mination. De plus, les quantités d'eau et de savon sont contrôlées et optimisées, ce qui réduit les coûts et l'impact environnemental (voir photo 3).

SPINFRESH

Tout belge qui se respecte aime les aliments frits, en particulier les pommes de terre mais aussi les fricadelles, viandelles et autres délicatesses que l'on trouve notamment dans nos friteries. Mais il est légitime de se poser des questions quant à ce mode de cuisson, qui n'est pas des plus sains... Il n'est en outre jamais très appétissant de voir le gras laissé par des frites sur le papier d'emballage. C'est là qu'intervient la technologie *Spinfresh*, qui offre une solution à ce problème d'excès de gras en garantissant une économie d'énergie et d'huile mais aussi une nourriture moins grasse et un meilleur goût. Les aliments sont d'abord frits de manière classique dans l'huile. Le panier est ensuite relevé au-dessus de l'huile et mis en rotation pendant un laps de temps et avec une vitesse programmables par l'utilisateur. Ce système de centrifugeuse permet d'enlever l'excès de graisse des aliments, qui est récupéré dans le bac de la friteuse, tout en gardant les aliments chauds grâce à la chaleur dégagée par l'huile juste en-dessous. Même les aliments les plus fragiles peuvent être cuits dans une friteuse équipée *Spinfresh*. En effet, la vitesse de rotation choisie n'est atteinte qu'en plusieurs secondes afin de ne pas abîmer le produit à cuire. Ce dernier sera cependant bien croustillant et son goût n'en sera que meilleur étant donné qu'il ne baignera pas dans l'huile. Cette dernière peut même être remplacée par de l'eau salée afin de cuire des pâtes et de bien les égoutter avant dégustation. Cette technologie est disponible sur certains modèles proposés par la société américaine *Pitco*, spécialiste des friteuses depuis presque 100 ans (voir photo 4).

MODERNIST CUISINE: THE ART AND SCIENCE OF COOKING

Non, ce n'est pas le titre de la prochaine expo universelle... C'est «*simplement*» le nom légèrement



pompeux mais très musical d'une série de 6 livres dédiés à l'art culinaire. Les 2 438 pages que totalisent ces bouquins pour plus de 1 500 recettes ciblent les professionnels mais aussi les amateurs expérimentés et passionnés. La cuisine est abordée sous un angle assez novateur en exposant la science qui se cache derrière chaque recette et les différents phénomènes derrière chaque technique. Tout cela est très joliment illustré par plus de 1 500 surprenantes photos, souvent en coupe, par exemple de légumes sautés à la poêle ou encore d'une cocotte gourmande posée sur des braises (voir photo 5). Les thèmes abordés vont de la cuisson sous vide au refroidissement à l'azote liquide en passant par la réalisation de gelées et d'espumas. Néophytes, s'abstenir !

Si vous êtes toujours désespéré par vos capacités culinaires et que même la technologie ne peut rien pour vous, il reste une solution: vous tourner vers «*La cuisine pour les nuls*» de Bryan Miller, dans son édition mise à jour par la chef étoilée française Hélène Darroze.

Ce livre vous évitera l'embarras de servir à vos convives des raviolis en boîte... Bon appétit ! ■





5

THE LOST ART OF POT-ROASTING

In the original, authentic form of braising and pot-roasting, cooks placed food in a small amount of liquid in an open pot with a tight lid, set the pot directly on a bed of dying embers, and piled hot coals on top. This technique creates a surprisingly complex system that allows heat to move into the food in three distinct ways simultaneously: by radiation, by convection, and by conduction. Each of these modes of heat transfer is dominant in a different zone within the pot, and each is essential to creating the unique flavor of traditional pot roast.

RADIATION ZONE

Flare of unburned lights shine from the lid and sides of the pot and onto the food. The cooking heat is mostly at the bottom and then between the upper surface of the meat, bakes looking out of the broiling hood above. Most of the energy that comes from the cooking embers. These jobs to heat carry their components to the bottom of the pot, where they conduct and convect.

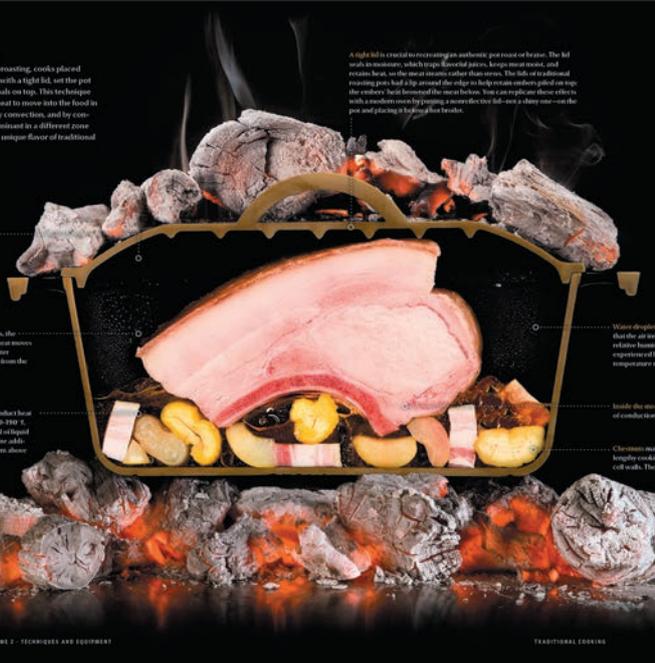
CONVECTION ZONE

Moisture from the food, which is driven from evaporating juices, the meat stays juicy. High humidity boosts the rate at which heat moves from the pot into the food. It also drives the rise of sublimation evaporators, which reduces the amount of water drawn out from the interior of the meat.

CONDUCTION ZONE

Greatly immersed food at the bottom of the pot helps conduct heat directly into the food. The liquid remains, at 77-88 °C / 170-190 °F, just below the boiling point of water, although a great deal of heat flows from the meat and vegetables, meat cooks, add water, additional water or broiled liquid to open a hot open that heats above the cook and might otherwise scorch the food.

The dull orange glow of the embers indicates a temperature of at least 750 °C / 1,350 °F. A thick layer of ash drives the embers' light across the bottom of the pot.



A tight lid is crucial to recreating authentic pot roast or braise. The lid seals the embers, which trap flavor of juices, keeps meat moist, and retains heat, so the meat is more tender than braise. The lid, set at a distance from the pot, helps prevent the edge of the lid from catching on top of the embers. Heat is transferred to the meat below. You can replace the lid with a wooden cover by putting a nonconductive lid over a clay one—the pot and placing it below the coals.

Water droplets that rise and fall relative to the temperature of the pot.

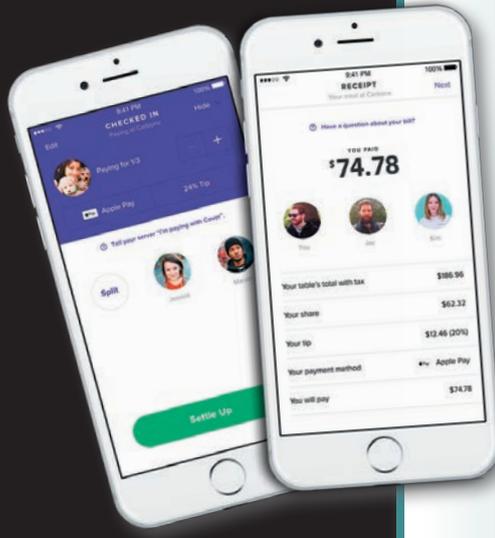
Inside the meat, the heat is conducted and convected.

Chimney meat is highly cooked, and the cook walks.

FIGURE 2. TECHNIQUES AND EQUIPMENT

Techno-Zoom

Tout le monde s'est déjà retrouvé avec une bande d'amis au restaurant pour fêter un anniversaire. On discute, on rit, on mange bien (de préférence...). Mais lorsqu'arrive le moment de l'addition, c'est souvent la galère et l'ambiance retombe quelque peu ! La question se pose alors de savoir quelle bonne âme va se dévouer pour récolter de quoi régler la note. Entre cash et cartes de banque, il n'est jamais simple de s'y retrouver. Cover est une solution ! Il s'agit d'une application pour smartphone grâce à laquelle il n'est plus nécessaire de demander l'addition ni de sortir le portefeuille. En effet, il vous suffit d'entrer dans le restaurant et de prévenir que vous souhaitez payer avec cette application. Le serveur vous enregistre alors comme «présent» dans le restaurant via un genre de «check-in» et ajoute vos consommations à votre compte, clôturé en fin de repas. Tout se fait ensuite automatiquement. Vous pouvez vous lever et partir quand vous le désirez: la note, qui vous est envoyée par mail, sera payée par Cover grâce, par exemple, à une carte de crédit liée à votre compte. Encore plus intéressant dans le cas du resto entre amis, Cover peut partager la note selon vos instructions et les convives qui n'ont pas l'application ont une semaine pour régler leur dette. Il est également possible d'ajouter un pourcentage ou un montant fixe pour le pourboire.



Bref, fini les prises de tête autour de l'addition ! Enfin presque... Car cette application présente en effet quelques bémols. D'abord, elle n'est pour l'instant disponible que dans 4 villes américaines: New York, Los Angeles, San Francisco et South Bay. De plus, cela ne fonctionne que si le restaurant a au préalable souscrit lui-même aux services proposés par Cover, ce qui est le cas pour environ 300 établissements. Autre limitation: il est seulement possible de diviser la note par le nombre de convives, ce qui est certes la solution la plus simple mais pas forcément la plus équitable. Dommage qu'il n'y ait pas de distinction entre ceux qui ont pris une entrée et un plat, ceux qui n'ont pris qu'un plat, ceux qui ont bu du vin, etc, comme le font déjà certains très rares restaurants dont le Sava dans le centre de Liège. À bon entendeur pour les développeurs de Cover !

Toutes les références peuvent être obtenues auprès de virginie.chantry@gmail.com ou sur la version tablette.

L'ADN de...

Céline DAYEZ

Webmaster

◀◀ RECTO

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

Photos: **E. De Rijck** (p.17)

Webmaster, c'est une vocation que vous avez depuis toute petite ? Comment l'idée d'exercer ce métier vous est-elle venue ? Non, je suis arrivée dans l'informatique un peu par hasard. Depuis toute jeune, j'étais férue de littérature et de civilisations anciennes... Bref, bien loin des ordinateurs. Après un parcours scolaire chaotique et plusieurs boulots, j'ai eu besoin de me remettre en question, de changer de cap et d'acquérir de nouvelles compétences pour booster mon CV. C'est là que l'informatique est entrée dans ma vie.

Comment devient-on webmaster ? J'ai fait des études artistiques et je n'ai pas suivi un seul cours d'informatique de tout mon parcours scolaire. Et pour être vraiment honnête, ça ne m'intéressait pas des masses. C'est vraiment lors de ce changement de cap que je me suis rendue compte de l'importance de ce secteur et surtout, de ses opportunités. J'avais aussi un site Internet perso et l'envie de le gérer sans passer par une plateforme payante. Je me suis inscrite à une formation de gestionnaire de site web via l'asbl Interface3 en temps plein avec un stage à effectuer au bout des 12 mois de formation. Ce qui m'a vraiment plu, c'est que cette formation alliait créativité et tous les aspects fonctionnels de mon futur métier. De plus, mon stage m'a permis de trouver mon job actuel.

Vous travaillez actuellement pour le groupe international BSH, mais quelle est votre journée-type ?

Ma journée commence systématiquement en ouvrant ma boîte de messagerie. Je passe en revue tous mes mails et ainsi je peux définir les priorités de la journée. C'est une tâche indispensable pour garder une vue d'ensemble. Après, aucun jour ne se ressemble. Je dois pouvoir jongler entre les différents projets en cours, les réunions, les multiples plateformes et sites web et leurs bugs mais aussi les demandes urgentes qui émanent de mes collègues comme la création d'image, l'envoi d'une newsletter ou la mise en ligne d'une offre d'emploi. Ce qui est super, c'est que la palette de mes compétences est multiple et que je travaille avec beaucoup de services.

Quels sont vos rapports avec la science ? Quels sont vos premiers souvenirs «scientifiques» ? Très tôt, je me suis posée des questions sur la façon dont fonctionne le monde. Pendant longtemps, je me suis intéressée à l'Égypte ancienne, j'étais fascinée par les techniques d'embaumement. Plus tard, je me suis prise à rêver de vivre au siècle des lumières quand vous pouviez encore acquérir le savoir universel. Fascinant quand même de savoir tout sur tout ! Bien sûr on ne savait pas grand chose comparé à aujourd'hui mais ça devait faire son petit effet d'en connaître un rayon sur tous les sujets.

Quelle est la plus grande difficulté rencontrée dans l'exercice de votre métier ? Il y a 2 choses. La première, c'est de respecter les deadlines ! Il y a beaucoup de facteurs que je ne maîtrise pas et dont je suis dépendante. Cela va du chan-

gement de dernière minute aux problèmes techniques qui prennent du temps à être résolus car il faut parfois faire appel à différents services ou même à d'autres pays. Un autre aspect difficile dans mon travail est de faire comprendre à mes collègues ce que je fais. Ce n'est pas toujours simple de définir les limites de mes compétences. Il y a beaucoup de métiers dans le web et chacun d'eux demande des connaissances particulières. Impossible de tout maîtriser.

Quelle est votre plus grande réussite professionnelle jusqu'à ce jour ? Ça va faire 5 ans que je travaille pour BSH. Quand j'ai commencé, ma peur était de ne pas y arriver. Après tout, je n'avais aucune expérience dans le web. Il y a eu beaucoup de systèmes à appréhender, de gros projets à développer et tout ça, souvent en anglais qui est une langue que je ne maîtrise pas totalement. Et pourtant, je suis toujours là et jusqu'ici, je n'ai été confrontée à aucun échec. C'est sûrement ma plus belle réussite professionnelle.

Quels conseils donneriez-vous à un jeune qui aurait envie de suivre vos traces ? Oser ! Je suis la preuve qu'on peut y arriver, même sans diplôme. Attention, je ne dis pas que c'est un exemple à suivre. Mais le culot peut vous ouvrir des portes. Si vous voulez travailler dans le web, ce qui est important, c'est de suivre les tendances et surtout, de se démarquer. ■



ÂGE: 30 ans
SITUATION FAMILIALE: En couple, 2 enfants

PROFESSION: Webmaster pour le groupe BSH, N° 1 en Europe et un des plus grands fabricants d'électro-ménager dans le monde.

FORMATION: Secondaires en Arts de l'image à l'Institut Saint-Luc à Bruxelles.

ADRESSE: Avenue du Larbeek, 74 à 1090 Jette.

Tél.: +32 2 475 70 87
Mail: celine.dayez@bshg.com

B/S/H/



VERSO >>>

Je vous offre une seconde vie, quel métier choisiriez-vous ? J'aurais voulu être artisan. Je suis une manuelle, j'adore créer de mes mains. Je fabrique des objets en carton et mon rêve serait de les commercialiser. Un jour peut-être, je partagerai mon temps entre BSH et mes créations.

Je vous offre un super pouvoir, ce serait lequel et qu'en feriez-vous ? Pouvoir maîtriser le temps. Non pas que j'ai peur de vieillir mais justement pour en profiter pleinement. Je n'aime pas le stress et pourtant, il est permanent. Les devoirs des enfants, les repas, le boulot... c'est une course perpétuelle contre la montre. C'est difficile de se dire qu'on ne vit qu'une fois et de laisser filer le temps.

Je vous offre un auditoire, quel cours donneriez-vous ? Un cours d'Histoire, on ne rend jamais cette matière attrayante. Pourquoi toujours mettre l'accent sur les dates ? C'est important mais c'est surtout rébarbatif si on ne focalise que là-dessus. Saviez-vous que Louis XIV avait tellement mauvaise haleine que ses maîtresses plaçaient un mouchoir parfumé devant leur nez ? Et qu'un jour, alors qu'on lui arrachait un de ses nombreux chicots, une partie de son palais fut arraché ? Si bien que quand il buvait du vin, ça lui ressortait par le nez ! Grâce à ces petites anecdotes, il serait facile de digresser sur la médecine de l'époque par exemple...

Je vous offre un billet d'avion, vous iriez où et qu'y feriez-vous ? Au Niger. Avec des amis d'enfance, nous

développons un projet nommé Anndal («savoir» en peulh). Dans le département de Tanout, la pauvreté et la malnutrition sont endémiques et le défi, c'est l'éducation. Or, l'école menace de s'effondrer sur les 150 enfants qu'elle accueille. Nous réunissons des fonds pour la remettre debout et leur faire parvenir des fournitures scolaires.

Je vous offre un face à face avec une grande personnalité du monde, qui rencontreriez-vous et pourquoi ? Les grands de ce monde ont un pouvoir médiatique mais sont vite limités dans leurs actions par des promesses à tenir et la volonté de faire plaisir à tout le monde. On a souvent plus à apprendre des gens sur le terrain, qui essaient de faire bouger les choses à leur échelle.

La question «a priori»: l'informatique est un monde peuplé de machos et de geeks, y avez-vous bien votre place ? Figurez-vous que l'équipe digitale dans laquelle je travaille est entièrement féminine. Il faut arrêter de croire que le monde de l'informatique n'est pas fait pour les filles. Pour ceux qui en doutent, sachez que le premier programmeur du monde était une femme ! Ada Lovelace a en effet publié le premier algorithme destiné à être exécuté par une machine et ceci, avant 1850. Pour ce qui est du geek, oublions le stéréotype des années 90 du gars boutonneux et asocial qui ne vit que par son ordinateur. Aujourd'hui, beaucoup de personnes s'autoproclament geek parce qu'ils ont le dernier gadget technologique et c'est bien ainsi. ■

+ Plus d'infos

<http://www.interface3.be>

<http://www.bsh-group.com/laender/b2>

<http://www.gaggenau.com/be/fr>

<http://www.bosch-home.be/fr>

<http://www.siemens-home.be/fr>

<http://www.neff.be/fr>

ne applian
BOSCH
SIEMENS
NEFF
GAGGENAU



LE DOSSIER

Vieillissement cognitif:



Texte: Philippe LAMBERT • ph.lambert.ph@skynet.be
www.philippe-lambert-journaliste.be

Photos: WESTEND61 (p.18)

en vol de nuit...

Personne n'échappe au vieillissement cognitif. Avec le temps, notre mémoire devient globalement moins efficace, nos capacités d'attention s'effritent, notre réactivité intellectuelle s'érode... Et certains d'entre nous entrent dans la pathologie lorsque des affections neurodégénératives, telle la maladie d'Alzheimer, frappent à leur porte. De nombreux facteurs délétères ou protecteurs ont leur mot à dire dans le phénomène du vieillissement cognitif. L'un d'eux, longtemps négligé, n'est autre que le sommeil...

Le vieillissement cognitif s'amorce très tôt. À peine avons-nous fêté nos 18 ans qu'il entame déjà son travail de sape. Tant qu'il ne dérive pas vers la pathologie, ce processus inéluctable est donc normal. Toutefois, il doit être interprété avec nuance. Car les études montrent que le déclin annoncé ne touche pas nécessairement toutes les sphères de la cognition. Par exemple, si la mémoire épisodique (souvenirs personnellement vécus), la mémoire de travail, les capacités d'attention et les facultés d'inhibition (élimination d'informations non pertinentes) s'érodent avec le temps, la mémoire sémantique, cette entité qui est dépositaire de nos connaissances générales sur le monde (Bruxelles, capitale de l'Europe; Ronald Reagan, ancien président des États-Unis...), s'améliore. Il en va de même, notamment, de certaines fonctions cognitives concourant à l'expression de la sagesse.

Une autre nuance tient à la grande variabilité du vieillissement cognitif selon les individus. À âge égal, le tableau peut différer sensiblement d'une personne à l'autre, même en l'absence de tout

contexte de pathologie neurodégénérative. Se pose dès lors la question des facteurs susceptibles d'accélérer ou, au contraire, de freiner le processus.

UNE RÉSERVE SALUTAIRE

Précisément, quels sont ces facteurs ? *A priori*, on peut les regrouper en 4 catégories. La première, on ne s'en étonnera pas, est constituée des prédispositions génétiques (voir encadré p.22). La deuxième est chevillée à ce que les neuroscientifiques et les psychologues appellent la «réserve cognitive», concept selon lequel toutes les activités que nous entreprenons dans notre vie contribueraient à nous doter d'une sorte de réserve ou de flexibilité mentale qui nous permettrait de compenser les effets néfastes du vieillissement normal ou pathologique. Nombre d'articles mettent en exergue le rôle protecteur de différents facteurs censés intervenir dans la «construction» de cette réserve. Par exemple, exercer une profession d'une certaine complexité (ou en tout cas stimulante), s'adonner à des loisirs

culturellement enrichissants, avoir un style de vie actif ou posséder un réseau social étoffé. La réserve cognitive serait intimement liée à la plasticité cérébrale, qu'elle renforcerait. Le cerveau disposerait alors de plus de possibilités d'utiliser des voies alternatives pour compenser des déficits.

Un troisième type de facteurs impliqués dans le vieillissement cognitif, de façon délétère cette fois, est la charge allostatique. De quoi s'agit-il ? L'allostase représente la capacité du système nerveux autonome, de l'axe hypothalamo-hypophysio-surrénalien et des systèmes cardiovasculaire, métabolique et immunitaire à protéger l'organisme contre les effets du stress, que ce dernier soit interne (diabète, hypertension, inflammations chroniques...) ou externe. La charge allostatique peut être appréhendée comme le coût infligé à l'organisme (notamment au cerveau) quand le recours aux processus allostatiques est excessif ou déficient.

Réserve cognitive et charge allostatique ne sont pas des entités strictement cloisonnées l'une par rapport à l'autre. «Il semble bien établi aujourd'hui que plus on subit de stress physiologiques, moins bien on vieillira au niveau cognitif», dit Gilles Vandewalle, chercheur qualifié du FNRS au sein du Centre de recherches du Cyclotron (CRC) de l'Université de Liège (ULg).

UNE RÉALITÉ INCONTOURNABLE

Ainsi que l'indique Fabienne Collette, directrice de recherches du FNRS au

sein du CRC et de l'Unité de neuropsychologie de l'ULg, peu de chercheurs considéraient le sommeil comme un facteur protecteur contre le vieillissement cognitif ou, dans ses formes dégradées, comme un facteur de risque susceptible de l'accélérer. Cette position a volé en éclats. Désormais, le sommeil et son impact sur l'éveil sont perçus comme le quatrième pilier explicatif du degré de sévérité et de la vitesse du vieillissement cérébral et cognitif. La psychologue rapporte d'ailleurs que démonstration a été faite que le risque de développer la maladie d'Alzheimer est potentiellement accru chez les personnes ayant un sommeil de mauvaise qualité.

Que le sommeil change avec l'âge est une réalité incontournable. Plus fragmenté, moins riche en sommeil lent profond, il est subjectivement perçu comme de moins bonne qualité. Dans une expérience réalisée en 2013 par l'équipe du professeur Philippe Peigneux, responsable de l'Unité de recherches en neuropsychologie et neuroimagerie fonctionnelle à l'Université libre de Bruxelles (ULB), des sujets jeunes et âgés devaient apprendre des listes de paires de mots. Le test était conçu pour que la qualité de l'apprentissage soit équivalente dans les 2 populations. Lorsqu'on demandait aux participants de restituer les paires de mots une demi-heure après les avoir apprises, aucune différence n'apparaissait entre jeunes et plus âgés. En revanche, lorsque l'épreuve était proposée une semaine plus tard, les performances des seniors avaient chuté d'environ 40% en moyenne alors que celles de l'autre groupe n'avaient diminué que de 10 à 15%.

«Notre interprétation fut que les personnes plus âgées connaissaient un problème de consolidation mnésique qui se rapprochait d'un phénomène d'oubli accéléré observé dans certaines pathologies, sans en avoir l'ampleur, précise Philippe Peigneux. Or, lorsqu'on consultait le questionnaire de sommeil qu'elles avaient dû remplir pendant la semaine séparant l'apprentissage et l'épreuve de rappel en mémoire, on observait une corrélation entre le niveau de leurs performances et le nombre de réveils nocturnes qu'elles relataient. Avoir un sommeil de moindre qualité pourrait être un des facteurs qui induit une moins bonne consolidation mnésique avec l'âge.»



MESSAGE ERRONÉ ?

L'expérience du groupe de Philippe Peigneux faisait appel à un échantillon de personnes âgées dont la qualité de sommeil variait d'un sujet à l'autre. Dans un autre contexte, le professeur Derk-Jan Dijk, spécialiste de la physiologie du sommeil à l'Université du Surrey (Angleterre) s'est intéressé à des individus âgés en excellente santé. Les changements que le vieillissement entraîne dans la structure du sommeil sont communément interprétés comme une réduction de la qualité de ce dernier, avec des conséquences potentielles telles que la somnolence diurne, une moindre réactivité, un effritement des capacités de la mémoire de travail, etc. Mais est-ce vraiment une fatalité ? Non, estime Derk-Jan Dijk. De ses travaux, il ressort que, comparativement à des individus plus jeunes, des personnes de 60 ou 70 ans peuvent se contenter d'un nombre inférieur d'heures de sommeil (en moyenne, 7h30 contre 8h15) pour être actives de manière efficiente durant la journée.

Le chercheur néerlandais montre par ailleurs que, dans nos sociétés, ce sont les jeunes, plutôt que les seniors en bonne santé, qui accusent un déficit de sommeil et ont une tendance à la somnolence

diurne. *«Lorsqu'on laisse dormir des individus ad libitum, leur période de sommeil se stabilise au bout de quelques jours autour de leur besoin réel de sommeil, explique Philippe Peigneux. Or, si l'on se réfère aux habitudes de vie des jeunes, on constate qu'ils dorment généralement moins que ce que leur physiologie réclame. Ce n'est pas le cas des personnes âgées en bonne santé.»*

D'où viendrait alors ce sentiment (cette croyance ?) qu'on ne dort pas assez quand on vieillit ? Pour Derk-Jan Dijk, il faut se tourner vers la pathologie pour en trouver un élément explicatif essentiel. En effet, diverses affections tendent à se manifester davantage avec la progression de l'âge - apnées du sommeil, diabète de type 2, hypertension, dépression... - et sont les bras armés d'un sommeil de relativement piètre qualité. Plus l'âge avance, plus de telles affections sont fréquentes et, dès lors, plus le sommeil a de chances d'être perturbé par des causes qui ne lui sont pas intrinsèques. Autrement dit, le sommeil ne serait pas en soi le «grand coupable»; il serait plutôt la victime d'influences néfastes. *«Un facteur psychosocial est également mis en exergue dans les travaux de Derk-Jan Dijk, souligne Gilles Vandewalle. Même plus âgés, les individus tendent à rester 8 ou 9h couchés dans leur lit, parce qu'ils demeurent persuadés qu'une nuit réparatrice doit comporter 8h de sommeil. La plu-*

Le spectre de l'alzheimer

Chez l'animal, le sommeil joue un rôle dans l'élimination (au niveau intercellulaire) de la protéine bêta-amyloïde dont l'accumulation dans le cerveau humain aboutit à la formation des plaques séniles (ou plaques amyloïdes) qui constituent une des 2 signatures histologiques de la maladie d'Alzheimer. Bien qu'on n'en ait pas encore la preuve formelle, l'implication du sommeil dans l'élimination de cette protéine toxique serait également une réalité dans notre espèce. La question est donc: mal dormir pendant longtemps pourrait-il contribuer à la formation des plaques ? *«En tout cas, des expériences menées chez le rongeur mettent en évidence que les individus dont le sommeil et l'éveil sont moins fragmentés vivent en moyenne plus longtemps et développent moins de signes de troubles cognitifs»,* assure Gilles Vandewalle.

De là à conclure que, chez l'homme, un mauvais sommeil entraîne inmanquablement l'accumulation cérébrale de la protéine bêta-amyloïde et fait d'office le lit de l'alzheimer, il y a un pas qu'il serait très prématuré de franchir. D'autant que le cerveau de certaines personnes jugées normales sur le plan cognitif recèle des signes neuropathologiques (en particulier, des plaques amyloïdes) décrits comme caractéristiques des démences. *«Dans les cas d'alzheimer, les premiers symptômes cognitifs apparaissent après les plaques séniles, explique Gilles Vandewalle. Le délai plus ou moins long séparant ces 2 manifestations pourrait dépendre de la réserve cognitive de l'individu. Toutefois, on ignore encore si l'accumulation de plaques est appelée à déboucher inexorablement sur une démence. On peut imaginer, mais sans certitude aucune, que les personnes asymptomatiques soient décédées d'une cause étrangère à la maladie d'Alzheimer avant la survenue de symptômes cognitifs révélateurs de celle-ci.»*

Question plus fondamentale encore: chez l'homme, la dégradation du sommeil contribue-t-elle effectivement à l'accumulation de la protéine bêta-amyloïde dans le cerveau, comme on en a émis l'hypothèse, ou est-ce l'inverse ? Il est d'autant plus légitime de s'interroger que l'ampleur des éventuelles perturbations affectant la veille et le sommeil, tant chez le sujet sain que chez le sujet en proie à une pathologie neurodégénérative, est en rapport avec l'importance de l'érosion ou des troubles des fonctions cognitives.

part de ceux qui ne parviennent pas à dormir autant s'abandonnent à l'impression d'avoir passé une mauvaise nuit même s'ils ont dormi suffisamment, ce qui conditionne leur état durant la journée - sentiment d'être fatigué, humeur maussade, etc. Il est donc possible qu'un message erroné (on ne dort plus assez quand on avance en âge) soit ancré dans la population et influe sur la perception que les gens ont de leur propre état.» Selon le chercheur du CRC, 2 conseils doivent être donnés aux seniors. Primo, consulter un médecin si l'on est somnolent durant la journée - la cause en est peut-être un problème de santé. Secundo, éviter de prendre des

somnifères sous prétexte qu'on dort moins qu'auparavant.

SOMMEIL ET APPRENTISSAGE

Il est indéniable cependant qu'en vieillissant, l'individu dort moins et que son sommeil se fragmente. Néanmoins, tout indique que ses besoins de récupération sont moindres et partant, que le sommeil haché et plus court auquel il a droit peut être suffisant. Pourquoi ? Une des hypothèses avancées est qu'en raison de la

diminution du nombre de neurones au fil de la vie, nos besoins de récupération se réduiraient. En quelque sorte, cette hypothèse ferait valoir une espèce de loi de proportionnalité. *«Par ailleurs, avec le vieillissement, la pression de sommeil, c'est-à-dire le besoin de dormir, augmente moins vite au cours de la journée»,* dit Gilles Vandewalle. On ignore encore pourquoi, mais il se pourrait que ce soit précisément lié à la réduction progressive du nombre de nos neurones.

Sur le plan cognitif, un sommeil de mauvaise qualité affecte nos apprentissages, notamment parce qu'au moment de l'encodage des informations, la fatigue nuit à nos facultés attentionnelles, à notre concentration. Mais il y a aussi un autre versant au problème: une fois un apprentissage terminé, des processus cérébraux interviennent afin d'assurer sa consolidation et, selon plusieurs travaux, le sommeil jouerait un rôle à ce niveau. *«C'est ce que l'on a pu observer expérimentalement dans un certain nombre de tâches chez le sujet jeune, commente Philippe Peigneux. Chez les personnes âgées, ce bénéfice est moins évident. Il semble même absent dans certains cas.»*

La raison de cette «moins-value» constatée chez les seniors pourrait être une mauvaise qualité de sommeil, ainsi que le laissent supposer les travaux de l'équipe de Philippe Peigneux sur la mémorisation de paires de mots (*voir supra*). Néanmoins, la cause première du phénomène pourrait aussi se situer en amont. C'est ce que tendent à dévoiler d'autres recherches, menées par Alison Mary, doctorante à l'ULB, et Philippe Peigneux. La question que se posaient les 2 neuropsychologues était la suivante: le processus de consolidation diffère-t-il déjà dès son amorce entre le sujet jeune et le sujet âgé, c'est-à-dire au stade de la «consolidation immédiate», celle qui est initiée directement après un apprentissage ?

D'AUTRES STRATÉGIES

Alison Mary et Philippe Peigneux ont convié des volontaires à effectuer une tâche procédurale. Dans ce type d'apprentissage, le sujet développe de nouvelles habiletés perceptives, motrices ou cognitives, c'est selon, ne pouvant s'acquiescer que par l'action. Comme, par

exemple, lorsqu'à force de répétitions, nos doigts finissent par se diriger «automatiquement» sur les bonnes touches d'un piano ou d'une machine à écrire. En l'occurrence, les participants à l'étude devaient reproduire une séquence bien définie de mouvements des doigts. Grâce à la magnétoencéphalographie, qui permet de mesurer le champ magnétique généré par l'activité électrique du cerveau, les scientifiques de l'Unité de recherches en neuropsychologie et neuroimagerie fonctionnelle et les docteurs Xavier de Tiège et Vincent Wens, du Laboratoire de cartographie fonctionnelle du cerveau, à l'ULB, réussirent à évaluer comment la réactivité cérébrale était modifiée par l'apprentissage prescrit.

«Concrètement, explique Philippe Peigneux, nous avons demandé aux sujets qui avaient appris une séquence de mouvements des doigts d'effectuer ensuite une tâche très simple - taper toutes les 5 secondes sur un clavier avec 4 doigts. Or, on sait que lors de la préparation d'un mouvement, le rythme μ se désynchronise dans les régions motrices du cerveau, puis se resynchronise une fois le mouvement terminé. Nous avons calculé dans quelle mesure l'apprentissage de la séquence de mouvements des doigts influait sur l'amplitude de la désynchronisation-resynchronisation du rythme μ lors de la tâche basique de frappe sur un clavier. Nous avons alors observé une réactivité nettement plus grande des régions motrices chez les sujets jeunes (18-30 ans) que chez les sujets plus âgés (65-75 ans).» En d'autres termes, le cerveau des seniors se révélait moins plastique; la modification de son fonctionnement dans les régions motrices concernées par l'apprentissage procédural était moindre. Quel lien avec le sommeil ? Celui-ci ne peut prendre en charge que ce qu'on lui «donne à manger». La manière dont la consolidation immédiate (juste après l'apprentissage) se met en place conditionne les étapes ultérieures de consolidation durant le sommeil. «Heureusement, il n'y a pas que le sommeil à participer à la consolidation de l'information, sinon les insomniaques seraient tous amnésiques», sourit Philippe Peigneux.

L'enregistrement, au moyen de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle, de l'activité du cerveau au repos a révélé une autre facette de la question. Dans ces circonstances où le sujet est éveillé

Du côté des gènes

Lorsqu'on évoque les prédispositions génétiques susceptibles de favoriser le vieillissement cognitif, l'attention se braque principalement sur 2 gènes, Apo E et COMT. L'apolipoprotéine E (Apo E) est une protéine prenant part au transport du cholestérol dans le sang, à la réparation des cellules endommagées et à l'élimination des quantités excédentaires de peptide bêta-amyloïde, celui-là même dont l'accumulation au niveau cérébral trace le sillon de la maladie d'Alzheimer. Le gène qui contrôle cette protéine peut revêtir 3 formes dont la fréquence varie selon les populations: les allèles $\epsilon 2$, $\epsilon 3$ ou $\epsilon 4$. Or, on a pu montrer dès 1993 que les porteurs de l'allèle $\epsilon 4$ ont un risque accru de développer une forme sporadique (non familiale) de la maladie d'Alzheimer. Des études récentes, les *Genome Wide Association Studies (GWAS)*, l'ont confirmé et ont mis en évidence d'autres facteurs de risque génétiques (1) pour l'alzheimer, dont le fait de posséder un certain allèle du gène de l'apolipoprotéine J (Apo J), protéine intervenant elle aussi dans le transport du cholestérol.

Et le gène COMT (catechol-O-méthyltransférase) ? Il est impliqué dans la dégradation de la dopamine, neurotransmetteur important pour la stimulation des fonctions cognitives. Les porteurs de l'allèle Val158 risquent d'être affectés plus que d'autres par le vieillissement cognitif, spécialement au niveau de fonctions exécutives ayant trait à l'inhibition d'informations non pertinentes, à la structuration de tâches ou encore à la pensée abstraite.

mais n'effectue aucune tâche, le cerveau se met en mode spontané. Autrement dit, des réseaux d'activités spontanées se créent entre différentes régions, révélant les connexions privilégiées qui les unissent. Après l'apprentissage procédural moteur évoqué précédemment, la région sensorimotrice interagissait, chez les jeunes, avec des régions impliquées dans le traitement moteur, comme le cervelet ou les ganglions de la base. Chez les sujets âgés, le tableau était d'une autre nature: la région sensorimotrice interagissait principalement avec des régions préfrontales et médiales temporales.

«Ces résultats semblent indiquer que lors de l'apprentissage, les personnes âgées arrivaient moins aisément à l'automatisation de la séquence procédurale à réaliser (la répétition d'une séquence de mouvements des doigts) et employaient une stratégie alternative, plus contrôlée, proche de ce qu'on appelle l'apprentissage déclaratif, précise Philippe Peigneux. Finalement, on peut tirer de ce constat un enseignement

assez rassurant. Quand l'âge nous affecte, notre fonctionnement cérébral change et nous mettons en place de nouvelles stratégies.»

Il reste néanmoins à déterminer en quoi ce «changement de cap» influe sur la consolidation de l'apprentissage durant le sommeil. La question demeure ouverte comme la plupart de celles qui ont trait aux relations entre le sommeil et le vieillissement cognitif. La majorité des pièces du puzzle doivent encore être assemblées. ■



(1) Abstraction faite de l'identification de mutations génétiques responsables des formes héréditaires de la maladie d'Alzheimer.

LES AVENTURES DE BARJE

©SKAD 2015 - www.barje.be



« La protection de l'environnement n'est pas une mode.

Stratégie d'avenir industriel, elle est un enjeu civique, une responsabilité sociale. Tous les stades de la vie d'une auto sont concernés. Et chacun participe dans sa sphère de compétence à la réussite de cette ambition commune : préserver l'univers qui nous entoure ».



Extrait du chapitre « Éthique et environnement », du site web www.volkswagengroup.fr.



Voici de nouvelles propositions de fonctionnalités pour Facebook...

JAIME VRAIMENT



JAIME PAS



JAI LES MOYENS DE VOUS FAIRE LIKER



La Nasa a découvert que de l'eau liquide coule à certains moments à la surface de Mars.



Pour avoir de la vie, il faut de l'eau liquide, de l'énergie et des nutriments, ce que la Planète Mars possède.



On espère ne pas y découvrir un jour une espèce dangereuse pour l'environnement dans l'univers.



EN 2015, LES SELFIES SONT PLUS MORTELS QUE LES ATTAQUES DE REQUINS : 12 MORTS CONTRE 8.



On pourrait mettre tout le monde d'accord en faisant un selfie devant un requin...



Cancers du sein:

Quelles sont les cellules à l'origine des différents types de cancers du sein ? C'est la question à laquelle des chercheurs de l'Université libre de Bruxelles (ULB) ont réussi à répondre récemment à la suite d'une exploration génétique qui les a mis sur la piste d'un étrange «tir croisé»...

l'identité cellulaire mène la danse

Texte: **Philippe LAMBERT** - ph.lambert.ph@skynet.be
www.philippe-lambert-journaliste.be

Photos: **EASYFOTOSTOCK** (p.24), d'après **national cancer institute** (p.25)

Il ne faut pas parler du cancer du sein, mais des cancers du sein. Professeur ordinaire à l'ULB et investigateur Welbio à l'*Institut de recherche interdisciplinaire en biologie humaine et moléculaire* (IRIBHM - ULB), Cédric Blanpain insiste sur ce point, tant les cancers mammaires sont sujets à une grande hétérogénéité tumorale qui influence le pronostic clinique de la maladie. Selon la classification histologique en vigueur, ils se répartissent en 3 catégories:

- les cancers luminaux, dont les cellules sont caractérisées par la présence abondante de récepteurs aux œstrogènes (ER+) et/ou à la progestérone (PR+);
- les cancers HER2 positifs, où les récepteurs HER2 (*Human Epidermal Growth Factor Receptor-2*) sont surexprimés;
- les cancers triples négatifs, où les cellules ne portent ni récepteurs aux œstrogènes, ni récepteurs à la progestérone, ni récepteurs HER2.

Les cancers luminaux représentent plus de 70% des tumeurs mammaires.

Hormonodépendants, ils bénéficient du meilleur pronostic, la présence de récepteurs hormonaux à la surface des cellules cancéreuses qu'ils abritent autorisant un traitement par hormonothérapie. Environ 15% des cancers du sein sont de type HER2 positif. Ils ont tendance à se comporter de façon plus agressive que leurs homologues luminaux. Néanmoins, depuis 2005, l'utilisation du trastuzumab (*Herceptine*®), un anticorps monoclonal interférant avec les récepteurs HER2, a amélioré sensiblement le pronostic des patientes souffrant de ce type de tumeur. Enfin, le «triple négatif» - 15 autres pour cent des cancers mammaires - sont d'assez mauvais pronostic car ils ne répondent ni à l'hormonothérapie ni au trastuzumab et sont fort résistants à la chimiothérapie et à la radiothérapie. D'où de nombreuses rechutes après traitement.

Selon certaines études, le taux moyen de survie à 10 ans est de l'ordre de 80% pour l'ensemble des cancers mammaires. Mais des statistiques anglaises font cependant état d'un chiffre de 62% à 5 ans. «*La survie à 10 ans est généralement estimée à*



60% pour le triple négatif, indique Cédric Blanpain. En revanche, elle est supérieure à 80% pour les cancers luminaux.»

DEUX TYPES CELLULAIRES

Depuis une quinzaine d'années, la taxonomie des cancers du sein s'est affinée grâce aux études d'épigénétique portant sur la méthylation et l'hydroxyméthylation de l'ADN (voir encadré). Ainsi, en 2003, des travaux de l'Université de Stanford et de l'Institut Bordet, à Bruxelles, ont permis de définir 4 types moléculaires de cancers du sein, basés sur l'expression des gènes. La principale avancée de cette étude fut d'aboutir à une scission de la catégorie «luminale» en 2 composantes: les cancers de type luminal A (plus de 60% de l'ensemble des tumeurs mammaires) et de type luminal B (environ 10%), plus agressifs.

En 2011, les équipes de François Fuks, directeur du Laboratoire d'épigénétique du cancer à la faculté de médecine de

l'ULB, et le groupe du docteur Christos Sotiriou, de l'Institut Bordet, ont établi une classification plus précise encore, d'où ressortaient 6 types de cancers du sein. Trois déjà connus sur la base de l'expression génique - le *basal-like* (triple négatif), le HER2+ et le luminal A - et 4 autres représentant des combinaisons des 4 sous-groupes mis en évidence en 2003. Il est probable que des subdivisions plus fines encore voient le jour, notamment à la suite de l'analyse de l'hydroxyméthylome, défini comme la vue globale de l'hydroxyméthylation de l'ADN au sein des cellules.

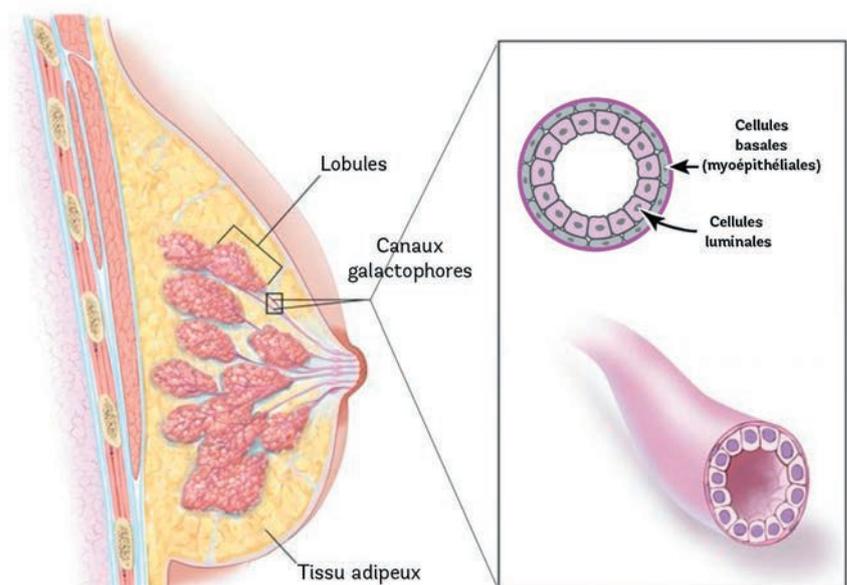
L'hétérogénéité des tumeurs mammaires n'est donc pas un vain mot. Pour simplifier le propos, recentrons-nous sur les 3 catégories de cancers du sein répertoriées dans la classification histologique. Question: sont-ce des lésions génétiques différentes qui conduisent à des tumeurs différentes, comme en miroir, ou la même mutation peut-elle faire le lit de tous ces types de cancers, dont la nature dépendra alors de l'identité de la cellule à la base de l'initiation de la tumorigenèse? C'est cet écheveau que l'équipe de Cédric Blanpain est parvenue à démêler récemment, ce qui lui a valu un article dans la prestigieuse revue *Nature* (1) avec, comme premier auteur, le professeur Alexandra Van Keymeulen, maître de recherche du FNRS.

Le sein est formé de 2 grands types de cellules: les cellules luminales, qui sécrètent le lait, et les cellules basales,

également nommées myoépithéliales, qui ont pour fonction de se contracter pour expulser le lait vers le mamelon. Le séquençage des tumeurs humaines a permis d'observer que les 2 gènes les plus fréquemment mutés dans les cancers du sein sont PIK3CA, un oncogène (gène dont l'expression stimule la division cellulaire et favorise ainsi la survenue d'un cancer), et P53, le gène suppresseur de tumeur le plus connu, sorte de garde-fou qui, freinant la croissance tumorale, empêche la dérive d'une cellule vers la malignité

TIRS CROISÉS

Les chercheurs de l'IRIBHM ont eu recours à des modèles génétiques de souris pour identifier l'origine des cancers du sein provenant de mutations dans les 2 gènes susmentionnés. Concrètement, ils ont activé PIK3CA et réduit P53 au silence (pour accélérer le développement de la maladie), et ce tantôt dans les cellules basales, tantôt dans les cellules luminales. «Quand on active l'oncogène PIK3CA dans les cellules basales, toutes les souris développent un cancer mammaire mais, très étonnamment, de type ER+/PR+, ce qui correspond chez l'humain aux cancers de type luminal, explique Cédric Blanpain. Et quand on réalise la même manipulation génétique au niveau des cellules luminales, on observe une grande hétérogénéité de types de tumeurs, parmi lesquelles figurent



Le projet CANDx

Le Laboratoire d'épigénétique du cancer est de ceux qui s'intéressent à l'hydroxyméthylation de l'ADN (voir encadré de la p.27), en particulier à travers un projet initié en mai 2014 et financé à concurrence de 1,6 million d'euros par la Fédération Wallonie-Bruxelles. Baptisé CANDx, il porte sur certaines tumeurs mammaires et se situe au centre d'une collaboration entre l'ULB, le groupe de Christos Sotiriou (Institut Bordet) et celui du professeur Agnès Noël, responsable du GIGA-Cancer de l'Université de Liège et codirectrice, en son sein, du Laboratoire de biologie des tumeurs et du développement (LBTD).

Les chercheurs recourent à une technologie innovante de séquençage à haut débit - le hmC-Seq (hydroxyméthylation par séquençage à haut débit). À partir de tumeurs mammaires agressives de type basal-like, traitées par chimiothérapie à défaut de thérapie spécifique, ils s'efforceront de profiler, chez une centaine de patientes, l'hydroxyméthylation de l'ADN sur l'ensemble du génome. «Ces cancers semblent très hétérogènes, dit François Fuks. Notre but est d'identifier des marqueurs qui permettront aux cliniciens de poser un diagnostic plus précis et de définir des thérapies plus personnalisées et, partant, plus efficaces.»

Un second volet des travaux récemment entrepris est la mise au point d'un test non invasif qui révélerait ces marqueurs dans le sang. En effet, les modifications épigénétiques sont présentes dans tous nos fluides. À telle enseigne que des tests cliniques issus de l'industrie pharmaceutique permettent déjà d'identifier la méthylation de l'ADN - quelques marqueurs - dans la salive, l'urine ou le sang.

surtout des cancers de type basal, donc triples négatifs (basal-like), et des cancers de type HER2.»

Autrement dit, le même gène, selon qu'il est muté dans les cellules basales ou dans les cellules luminales, va donner un cancer relativement indolent, luminal, ou différents types de cancers dont certains extrêmement agressifs. Les chercheurs de l'ULB ont ainsi été les premiers à montrer clairement que l'origine cellulaire des cancers mammaires est la clé de voûte du phénotype qu'ils adoptent.

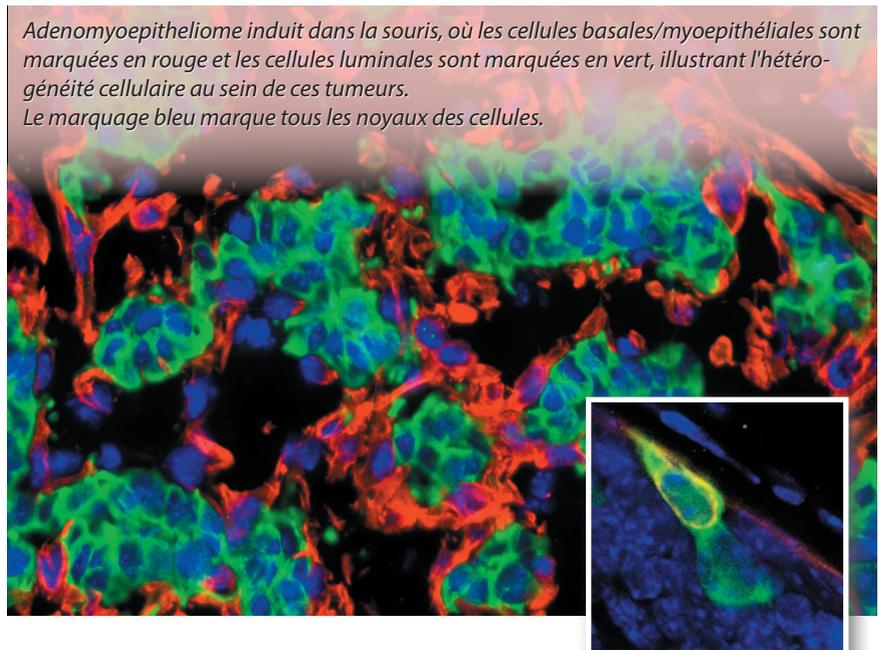
Forts de ce résultat, Alexandra Van Keymeulen et ses collègues ont analysé les étapes précoces de la transformation maligne. «Nous avons notamment constaté que, tout au début du processus, les cellules basales activent un programme génétique qui permet de prédire un cancer luminal et les cellules luminales, un programme génétique généralement associé à des cancers plus agressifs», rapporte Cédric Blanpain. En outre, les chercheurs de l'IRIBHM ont voulu déterminer si les gènes concernés étaient associés à un bon ou à un mauvais pronostic chez la femme. Ils purent observer que la signature moléculaire (génétique) propre aux cellules basales en voie de cancérisation était couplée à un bon pronostic quant à l'évolution de la maladie, tandis que

la signature caractérisant le développement de cancers basaux et HER2 à partir des cellules luminales allait de pair avec un pronostic beaucoup plus sombre pour les patientes. «Ces nouvelles découvertes démontrent l'importance de la cellule d'origine des cancers dans le développement des différents types de tumeurs du sein, mais prouvent aussi que la signature moléculaire des étapes précoces de l'initiation tumorale présente un pouvoir prédictif sur le type de cancer qui se développera ultérieurement et sur le pronostic clinique relatif aux femmes atteintes d'un cancer du sein», commente Cédric Blanpain.

COMME AU TEMPS DE L'EMBRYON

Au cours du développement embryonnaire, les cellules basales et luminales de la glande mammaire sont issues d'un progéniteur multipotent capable de donner naissance aux 2 types cellulaires. En 2011, dans un article publié dans *Nature*, l'équipe de Cédric Blanpain avait cependant montré chez la souris que, une fois l'animal né, les cellules souches multipotentes à l'origine des cellules basales et luminales deviennent unipotentes, de sorte qu'il y a alors des cellules

Adenomyoepithéliome induit dans la souris, où les cellules basales/myoépithéliales sont marquées en rouge et les cellules luminales sont marquées en vert, illustrant l'hétérogénéité cellulaire au sein de ces tumeurs. Le marquage bleu marque tous les noyaux des cellules.



Cellule luminaire exprimant le mutant oncogène PIK3CA-H1047R donnant naissance à une cellule basale/myoépithéliale. Les cellules exprimant PIK3CA sont marquées en vert, et la cellule basale est également marquée en rouge. La combinaison du rouge et du vert donne une image jaune.

Les 5 et 6^{es} lettres

Si l'ADN est composé de séquences de nucléotides élaborées au départ de 4 bases azotées figurées par les lettres A, T, C et G, on en est venu à considérer, depuis les 20 dernières années, que l'«alphabet de la vie» était plus complexe, qu'il fallait y ajouter une 5^e lettre représentative des petits groupements chimiques méthyles qui conditionnent l'expression génétique.

Lorsqu'on parle de méthylation de l'ADN, il convient d'ajouter qu'un autre élément agit de concert avec elle pour réguler l'expression des gènes: la structure, ouverte ou fermée de la chromatine, dont l'unité de base est le nucléosome, issu de l'association de l'ADN et de protéines abondamment représentées dans les cellules: les histones. «De façon imagée, la méthylation de l'ADN et la fermeture de la chromatine doivent être appréhendées comme deux verrous de sécurité entraînant l'inhibition totale de l'expression des gènes ainsi cadenassés», commente le professeur François Fuks, directeur du Laboratoire d'épigénétique du cancer à l'ULB.

Il ressort de diverses études que des altérations relatives à la méthylation de l'ADN sont présentes dans plus de 65% des cancers. Ainsi, victimes d'un excès de méthylation, des gènes suppresseurs de tumeurs sont anormalement réduits au silence et partant, ne peuvent plus accomplir leur mission: freiner la croissance tumorale.

ET DE 6 !

En 2011, les équipes de François Fuks et de Christos Sotiriou ont établi une classification plus précise des

cancers du sein en étudiant la méthylation des gènes (voir article principal). Aujourd'hui, d'autres travaux de ces chercheurs ont pour objectif une meilleure compréhension de la réponse à une chimiothérapie aux anthracyclines, anticancéreux d'origine naturelle, chez des patientes dont les récepteurs aux œstrogènes ne sont pas exprimés. Il s'agit en l'occurrence d'identifier des signatures épigénétiques (méthylation) qui permettraient de distinguer les patientes selon qu'elles ont bien ou mal répondu au traitement, et donc de dégager des marqueurs prédictifs de l'efficacité de cette chimiothérapie dans le cadre d'une médecine de plus en plus personnalisée.

Depuis peu, le domaine de l'épigénétique a cependant connu une nouvelle avancée majeure, puisqu'une 6^e «lettre» de l'«alphabet génétique» a été découverte: l'hydroxyméthylation de l'ADN, phénomène au cours duquel un groupement hydroxyle s'attache à de l'ADN méthylé.

Plusieurs études récentes portant chacune sur quelques dizaines de tumeurs ont mis en évidence des altérations d'hydroxyméthylation dans divers cancers, dont le mélanome, des leucémies et les cancers du sein. En clair, lorsque les chercheurs procédaient à un marquage global des tumeurs, ils observaient une perte d'hydroxyméthylation. Aussi, dans la cellule cancéreuse, convient-il de s'intéresser, sur le plan épigénétique, aux perturbations tant de la 5^e lettre que de la 6^e. En d'autres termes, il s'impose désormais d'analyser non seulement le méthylome, défini comme la vue globale de la méthylation de l'ADN au sein de la cellule, mais également l'hydroxyméthylome.

souches basales et des cellules souches luminales. Or, qu'ont constaté les biologistes lorsqu'ils ont activé expérimentalement l'oncogène PIK3CA dans des cellules basales et des cellules luminales de souris ? Que cette manipulation réactivait un programme de multipotence dans des cellules unipotentes, comme si les processus à l'œuvre lors du développement de la glande mammaire au stade embryonnaire étaient récapitulés.

À la suite de l'expression de l'oncogène PIK3CA, une profonde reprogrammation des cellules s'opère, puisqu'elles subissent un changement d'identité cellulaire, les cellules basales débouchant sur des cancers luminaux et les cellules luminales, très souvent sur des cancers basaux. «L'analyse moléculaire que nous

avons réalisée nous a permis de découvrir l'existence de gènes communs aux 2 occurrences, dit le professeur Blanpain. Ils doivent jouer un rôle primordial dans l'initiation de la cancérogenèse, indépendamment de l'origine cellulaire de la tumeur. Par ailleurs, nous avons trouvé d'autres gènes qui sont dépendants de l'origine cellulaire de chaque type de cancer et entrent de ce fait dans la composition des signatures moléculaires des transitions croisées conduisant les cellules basales vers une identité luminales et inversement.»

Pour l'heure, les chercheurs de l'IRIBHM essaient de déterminer chez la souris si enlever un ou plusieurs gènes impliqués dans les étapes précoces de la transformation maligne ou les inhiber par des drogues ferait régresser les tumeurs.

La réussite d'une telle thérapie repose cependant sur un postulat: il faut que les gènes intervenant à l'aube de l'initiation tumorale continuent à remplir un rôle en vue dans les phases plus tardives de la maladie. ■

(1) Van Keymeulen A. and al., *Reactivation of multipotency by oncogenic PIK3CA induces breast tumor heterogeneity*, Nature. 2015 Sep 3;525(7567):119-23. doi: 10.1038/nature14665. Epub 2015 Aug 12.



Tout trouver sur le Web !

Les bonnes techniques de recherche

Texte: **Julie FIARD** • jfi@easi-ie.com • **SALVO PRINCIPATO** • spr@easi-ie.com

<http://www.easi-ie.com> • http://www.twitter.com/easi_ie

<https://www.facebook.com/EASl.expertsduWeb>

Illustrations: **Olivier SAIVE/ Cartoonbase**

Imaginez-vous le nombre de pages Web que peut contenir Internet ? En 2007, Maurice de Kunder, un consultant Web néerlandais a développé, dans le cadre de sa thèse à l'Université de Tilburg, une méthode statistique dont le but est de calculer le nombre de pages indexées par les moteurs de recherche. Les résultats de cette méthode sont toujours disponibles et mis à jour sur ce site: www.worldwidewebsite.com

Le 27 septembre 2015, le Web indexé contenait 4,77 milliards de pages.

Aujourd'hui, 3,025 milliards d'humains sont connectés, soit 42% de la population mondiale, 822 240 nouveaux sites Internet sont mis en ligne chaque jour, 90% des données numériques ont été créées durant ces 2 dernières années et 4 millions de recherches Google sont effectuées.

Source: www.blogdumoderateur.com chiffres-internet - Mise à jour 1^{er} janvier 2015 www.worldwidewebsite.com

Étant donné la masse d'informations présente sur le Web, comment trouver la bonne information ? Comment est indexée l'information ? Comment fonctionne la majorité des moteurs de recherche ?

Il est souvent fastidieux de trouver les renseignements que l'on cherche. Pour trouver les bonnes données sur le Web, il existe des techniques et des astuces de recherche, il est également indispensable d'utiliser de bons outils. À travers cet article, nous allons vous guider afin d'optimiser vos requêtes et d'obtenir des résultats plus rapides et précis.

LES MOTEURS DE RECHERCHE

▶▶ Qu'est-ce qu'un moteur de recherche ?

Il est facile de naviguer sur le Web quand on ne cherche pas spécifiquement

quelque chose. Il suffit de se déplacer en cliquant sur des liens qui renvoient vers des sites contenant de nombreuses pages.

Afin de trouver l'information souhaitée, il est obligatoire de passer par un moteur de recherche. Cet outil permet de chercher une page spécifique à partir de critères de recherche.

En résumé, il suffit de taper des mots-clés dans le champ prévu à cet effet dans le moteur de recherche et d'attendre les réponses.

▶▶ Comment fonctionne un moteur de recherche ?

Source: <https://goo.gl/vQxMlu>

Un moteur de recherche est une sorte d'application Web qui fonctionne grâce à un grand nombre de serveurs appelés robots (*crawlers* ou *spiders*), chargés de parcourir l'entièreté du Web indexé.

Ce robot suit récursivement les liens de millions de pages Web et indexe leur contenu dans de gigantesques bases de données afin de permettre l'interrogation de ses bases.

Les moteurs de recherche n'ont pas la capacité de parcourir l'immensité du Web en 24h (il faut souvent compter 3 à 4 semaines). Chacun a son propre fonctionnement qui se base pour la plupart sur les mises à jour des sites.

L'internaute, quant à lui, envoie une requête composée de mots-clés aux serveurs hébergeant les données indexées par les robots. Cette requête est alors comparée avec les informations contenues dans les serveurs (data centers).

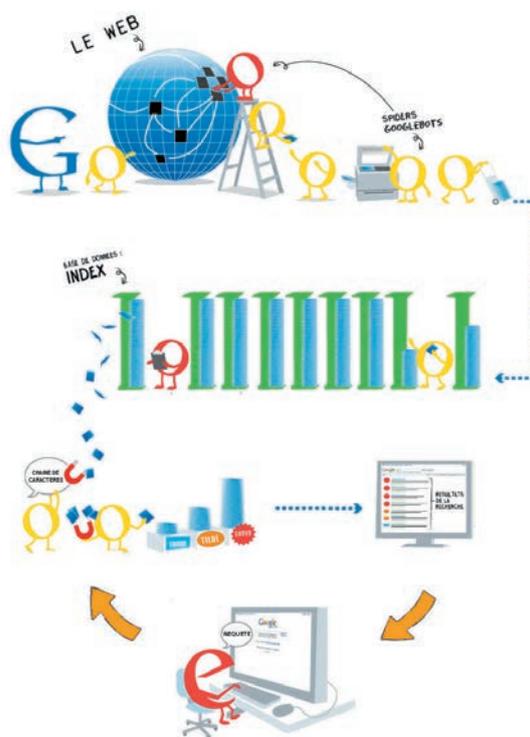
Ce schéma interactif résume le fonctionnement d'un moteur de recherche comme *Google*: <https://goo.gl/jCWjWb>

De nombreux paramètres sont pris en compte par les robots afin de trier et classer les milliards de pages Web à indexer:

- le **mot-clé** doit se trouver dans la page. Cela paraît logique, cependant le classement d'une page est influencé par la présence du mot dans l'URL (*Uniform Resource Locator* - l'adresse web de la page) ou le titre de la page, par sa position dans la page et également sa récurrence.
- les **balises méta**: les webmasters (capables de décrypter et de générer le fameux code qui permet de créer des sites Internet) insèrent des champs dans le code de la page susceptibles d'améliorer l'indexation de la page par les moteurs de recherche, tout en restant invisibles pour l'internaute. Cette méthode est de moins en moins appréciée par les moteurs de recherche qui privilégient les pages ayant acquis une bonne popularité grâce au référencement naturel.
- la **popularité** de la page: en comptabilisant le nombre de liens entrants et sortants d'une page Web, les robots analysent son audience. Un maximum de liens entrants vers la page est un gage de popularité et son classement sera meilleur dans les résultats de recherche.

D'autres paramètres dits «hors des pages» entrent en ligne de compte pour le classement des pages de résultats.

COMMENT FONCTIONNE LA RECHERCHE GOOGLE



ROBOT D'EXPLORATION

Des logiciels d'exploration, appelés "crawlers" ou "spiders", explorent régulièrement le web en parcourant les réseaux de liens. Ils scannent les pages qu'ils trouvent.

ROBOT D'INDEXATION

Le robot d'indexation extrait les données des pages scannées (URL, titre, mots-clés sous forme de chaînes de caractères), puis les classe pour former l'index de la base de données de Google.

MOTEUR D'INTERROGATION

Interface entre l'internaute et l'index, le moteur d'interrogation récupère la requête tapée dans le formulaire, la compare aux données de l'index, puis recueille les résultats qu'il classe avant de les afficher.

► Les principaux moteurs et leurs caractéristiques

Il n'y a pas que *Google* sur le Web ! Et pourtant, *Google* représente 90,35% des parts de marché mondial des moteurs de recherche, face à *Bing* avec 3,7% et *Yahoo!* (2,9%).

Source: <http://gs.statcounter.com>

Google c'est aussi:

- 30 000 milliards de pages indexées.
- 20 milliards de sites analysés par les robots *Google*, chaque jour.
- 3,3 milliards de requêtes/recherches envoyées chaque jour (100 milliards par mois).

Sources:

<http://goo.gl/PhqL38>

<http://goo.gl/vwymu2>

D'autres moteurs de recherche généralistes existent comme *Yahoo!* (<https://search.yahoo.com>), *Bing* (<http://www.bing.com>), *Exalead* (<https://www.exalead.com/search>) un des rares moteurs de recherche français, racheté par la société *Dassault Systèmes* en 2010.

Des moteurs spécialisés comme *Qwant* (www.qwant.com) et *DuckDuckGo*

(<https://duckduckgo.com>) permettent de faire des recherches anonymes, sans tracer les utilisateurs, comme le fait le géant *Google* en toute transparence.

D'autres moteurs originaux:

- *Wolfram | Alpha* (www.wolframalpha.com), le premier moteur de recherche «intelligent» selon son concepteur *Nova Spivack*. En effet, il ne se contente pas d'indexer les pages qu'il parcourt, il développe aussi ses réponses à partir des requêtes faites par les internautes en faisant des calculs dynamiques basés sur une vaste collection de données et d'algorithmes. En résumé, ce moteur répond aux questions de l'internaute au lieu de lui fournir une liste de pages de résultats.
- *HONsearch* (<http://goo.gl/8W5Dzj>) permet de faire des recherches uniquement sur des sites Web médicaux fiables et dignes de confiance.
- *GoogleScholar* (<https://scholar.google.be>) permet la recherche d'articles scientifiques (des thèses de type universitaire, des citations ou encore des livres scientifiques).



AUTRE OUTIL

DE RECHERCHE EN LIGNE

►► Les annuaires

L'indexation des sites se fait par des documentalistes et non des robots. Ce qui permet à l'information d'être classée par catégorie et sous-catégorie, de façon raisonnée. Il est plus fastidieux de chercher dans un annuaire, cela demande de la réflexion, l'utilisation n'est pas intuitive comme lorsque l'on utilise un moteur de recherche.

Un des annuaires les plus connus: <http://dmoz.be>

►► L'importance du référencement

Être bien référencé pour être trouvé. Quand on se lance sur Internet, en développant un site Web ou même un blog et en créant du contenu, il est essentiel pour que ce contenu soit lu que les internautes puisse le trouver. Pour ce faire, il faut que celui-ci soit «référéncé» par les moteurs. Le référencement est un des critères de visibilité en ligne qu'il est impossible de contourner.

Comment un site apparaît-il dans les résultats de recherche d'un moteur ? Quels critères les moteurs utilisent-ils afin de créer leurs pages de résultats ?

Deux éléments essentiels à un bon référencement:

- **la popularité:** l'importance d'une page se calcule en fonction du nombre de vues, de partages, de commentaires, de clics sur la page, etc. Autrement dit, plus un contenu serait vu, partagé, commenté, plus il serait de qualité. Or ce n'est pas toujours le cas car n'oublions pas que ceci est défini par des algorithmes et des robots...
- **la pertinence:** ou tout simplement, comment être populaire ? Les mots-clés, nerfs de la guerre ! Chaque page d'un site doit avoir sa propre description et ses propres mots-clés. Leur choix doit être cohérent par rapport au message de la page et à celui du site en général.

DES ASTUCES

DE RECHERCHE

►► Quelques règles de base pour trouver ce que vous cherchez

Posez-vous les bonnes questions: qu'est-ce que je cherche et pourquoi ? Bien formuler sa requête permet d'affiner sa recherche et d'obtenir des résultats plus pertinents.

►► Utiliser les bons outils

Si vous choisissez d'utiliser le moteur de recherche de *Google*, autant le faire correctement !

Une fois votre recherche faite, *Google* vous permet de l'affiner. La première ligne vous permet de choisir le type de documents que vous cherchez:

- sur le Web: toutes les informations;
- images;
- vidéos, etc...
- En cliquant sur «Outils de recherche», vous affinez encore plus votre recherche: par pays, par langue, par date...

►► Pour aller plus loin

Les opérateurs et les syntaxes sont des outils de recherches informatiques permettant de trier plus précisément les résultats d'une requête.

► Les opérateurs booléens

Le terme de «booléen» vient du mathématicien George Boole qui a travaillé sur la théorie des ensembles. La recherche dans les index des outils est fondée sur la théorie des ensembles; un ensemble étant le résultat d'une requête.

En savoir plus sur l'algèbre de Boole:

<http://goo.gl/LM96rd>

Ces opérateurs fonctionnent quasiment sur tous les moteurs de recherche généralistes. Les opérateurs booléens français sont ET, OU, SAUF et leur correspondant anglais AND, OR et NOT.

- **ET, AND, + :** Cet opérateur de recherche est l'opérateur par défaut ! Inutile donc de le taper dans votre recherche. Exemple: que vous tapiez **magazine ET athena**, **magazine athena** ou encore **magazine + athena**, les moteurs vous donneront les mêmes résultats.
- **OR, l'inclusion :** En cherchant **magazine OR athena**, au moins l'un ou l'autre des termes va apparaître dans les résultats de recherche. Les pages incluant les 2 mots sont également prises en compte. Attention à toujours taper le mot **OR** en majuscule.

Le caractère | produit le même effet que le mot OR.

- **le signe -, l'exclusion** : Cet opérateur signifie «sauf». Exemple: la recherche suivante [athena -magazine](#) ne nous donne pas d'information sur la revue *Athena* étant donné que nous avons exclu le terme «magazine».
- **Les guillemets «...»** permettent de chercher une expression dans sa totalité. Exemple: «[magazine athena](#)». (Attention à ne pas mettre d'espace entre le guillemet et le mot.)

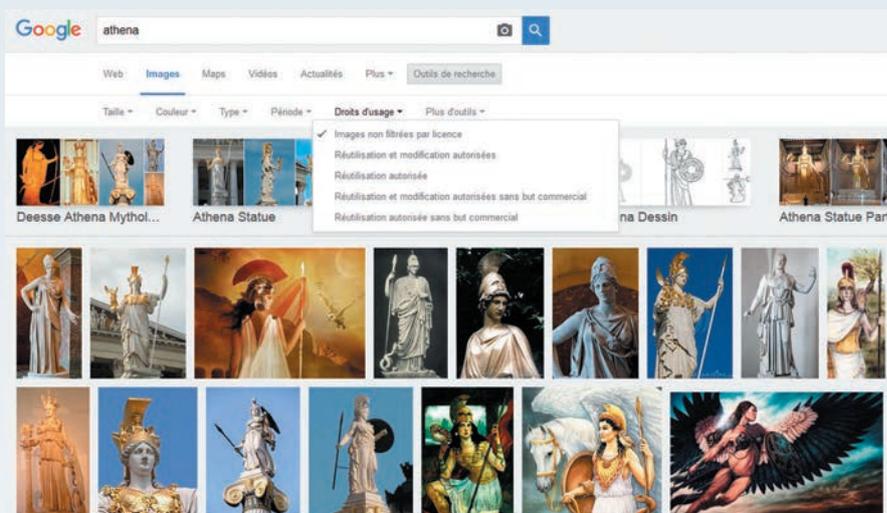
Source: <http://goo.gl/Zxz7PI>

L'intérêt des opérateurs booléens est qu'il est possible de les combiner.

Aucun opérateur n'est prioritaire sur un autre, *Google* lit la requête de gauche à droite, l'ordre des mots influe donc sur la pertinence des résultats.

► Les syntaxes:

- **«site:»** : Permet de chercher «à l'intérieur» d'un site. Exemple: En tapant la recherche: [site:recherche-technologie.wallonie.be athena](#), les résultats proviennent exclusivement du site [www.recherche-technologie.wallonie.be](#) et concernent essentiellement le magazine *Athena*.
- **«site:et le nom d'un site sans les www»** : Permet de connaître le nombre de pages indexées d'un site. Exemple: [site:recherche-technologie.wallonie.be](#) nous montre que le site [www.recherche-technologie.wallonie.be](#) a 4 860 pages indexées.
- **«site:be» ou «site:.be»** : Ou n'importe quel autre extension de domaine comme .fr (France), .it (Italie), .gouv, .edu, .info, etc. permet de faire votre recherche dans un domaine particulier. Exemple: la recherche [site:be athena](#) ne donne que des résultats sur des sites belges.
- **«filetype:»** : permet de trouver un certain type de documents (pdf, excel, ppt, etc.). Exemple: La recherche [filetype:pdf athena](#) propose seulement des fichiers en pdf.



- **«related:»** : cette syntaxe permet de trouver des sites similaires. Exemple: [related:recherche-technologie.wallonie.be](#) donne des résultats de sites similaires au site [www.recherche-technologie.wallonie.be](#). Attention à taper le nom du site sans les www.

DES ASTUCES POUR TROUVER DES IMAGES

Google images propose de nombreuses possibilités pour trouver des images, sur le site <https://www.Google.fr/imghp>. En cliquant sur , les fonctionnalités de recherche d'images apparaissent.

Pour trouver des images similaires à une image que vous avez sur votre ordinateur ou dont vous avez l'URL, il suffit soit d'importer une image en cliquant sur «choisissez un fichier» ou de le glisser-déposer directement dans la barre de recherche.

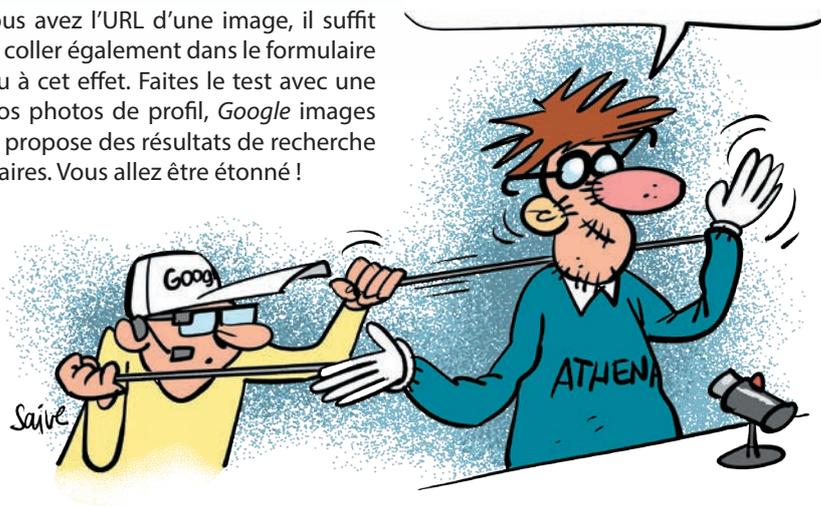
Si vous avez l'URL d'une image, il suffit de la coller également dans le formulaire prévu à cet effet. Faites le test avec une de vos photos de profil, *Google* images vous propose des résultats de recherche similaires. Vous allez être étonné !

► Pour aller plus loin

Une fois votre recherche validée, vous pouvez choisir la taille des images que vous souhaitez trouver, également leur couleur, leur type (images, photos, images animées, etc.), la période (si vous souhaitez une publication récente ou non) et également un élément essentiel si vous souhaitez réutiliser les images que vous cherchez: les droits d'usage. Cette fonctionnalité vous permet de choisir entre des images dont l'utilisation et la modification sont autorisées ou non.

Il est bien sûr possible d'aller plus loin dans la recherche en utilisant davantage d'outils. Ceux présentés dans cet article sont les principaux et une bonne base pour commencer à se familiariser avec la recherche avancée sur Internet. Un conseil: entraînez-vous !

N'hésitez pas à nous faire part de vos trouvailles et découvertes connectées en nous envoyant un mail à contact@easi-ie.com ■



La tension de surface,

une force qui n'a pas dit son dernier mot

Que peut-il se passer à l'échelle d'une minuscule goutte de pluie ? Quel impact peut-elle avoir lorsqu'elle tombe ? Un impact énorme en terme d'agriculture. Tristan Gilet, chercheur au Microfluidics Lab de l'ULg, nous explique pourquoi...

Texte : Paul Devuyst

Photos : Raul Lieberwirth/Flickr (p.32), S. Lejeune, T. Gilet et L. Bourouiba (p.33),

T. Gilet et L. Bourouiba (p.34), Peri Apex/Flickr (p.35)

Le citoyen grogne chaque fois qu'il pleut et le paysan dit que la pluie survient toujours trop tôt ou trop tard. Qu'elle soit fine ou de grêle, ondée ou giboulée, grain ou crachin, averse ou diluvienne, la pluie n'a pas bonne presse. Nous avons cependant mille raisons d'aimer ces gouttes qui nous tombent du ciel car sans elles, pas d'eau sur nos champs, pas de nourriture et donc pas de vie possible.

«C'est très petit, une goutte de pluie. Pourtant il y a énormément de configurations dans lesquelles ces gouttes tiennent le premier rôle. Il en est ainsi, en agriculture, de la transmission de maladies affectant le feuillage des plantes», explique le professeur Tristan Gilet du Microfluidics Lab de l'Université de Liège. C'est un problème qui jusqu'ici a toujours été regardé avec des yeux d'agronome à l'échelle d'un champ, ou de biologiste à l'échelle des agents pathogènes. Il est reconnu que les épidémies majeures de maladies foliaires sont très souvent précédées d'épisodes de fortes pluies. La pluie serait donc la principale res-

ponsable de la propagation des épidémies chez les plantes. Cependant, il n'y a pas épidémie à chaque pluie. De plus, certaines cultures sont visiblement plus sensibles que d'autres. Comment savoir si le mal va se propager, plus ou moins loin ou pas du tout ?

LA NAISSANCE

D'UN PROJET

«C'est lors de mon post-doctorat au Massachusetts Institute of Technology (MIT, à Cambridge, MA aux États-Unis), en 2009, que j'ai rencontré Lydia Bourouiba, une mathématicienne et épidémiologiste qui s'intéresse à la mécanique des fluides sous-jacente à la transmission des maladies et à la contamination. Lydia Bourouiba est actuellement professeur à l'Institute for Medical Science and Engineering et au département de Civil and Environmental Engineering du Massachusetts Institute of Technology. Là-bas, elle a fondé et dirige le Laboratoire de Dynamique des Fluides axé sur les phénomènes liés à la propa-



l'échelle d'une goutte tombant sur une feuille d'une plante quelconque. Autrement dit, savoir comment les lois de la physique imposent des contraintes à ce phénomène de propagation d'épidémie.

Pour cela, il fallait d'abord observer ce qui se passe lors d'une averse, dans les champs, à l'échelle d'une goutte sur une feuille. Comme ce qui est très petit est aussi souvent très rapide, les chercheurs ont utilisé des caméras permettant d'enregistrer plusieurs milliers d'images par seconde. Les vidéos ont révélé la manière dont une goutte impacte une feuille, se fragmente et éjecte de petites gouttelettes qui peuvent emporter ainsi la maladie vers une plante voisine (figure 1).

«Il faut tout d'abord réfuter une hypothèse communément admise: on s'imaginait jusqu'ici que l'eau contaminée recouvrait la feuille sous la forme d'un mince film de liquide, qu'un seul impact suffirait à éjecter. Ce scénario est très peu probable, car il y a relativement peu de feuilles qui acceptent de se laisser recouvrir d'un film liquide. En fait, les feuilles sont généralement hydrophobes. Après les impacts de gouttes de pluie, elles sont souvent recouvertes d'un résidu liquide qui prend la forme d'une ou plusieurs petites gouttes», précise Tristan Gilet.

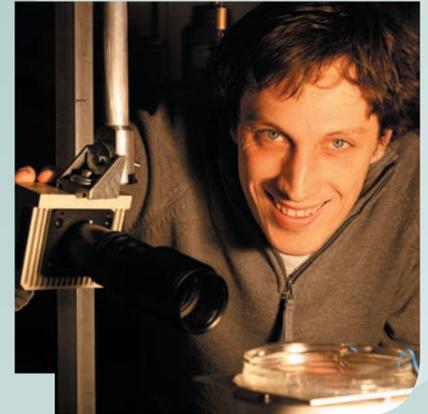
gation des maladies (<https://lbourouiba.mit.edu/>). De nos discussions est née l'idée d'aller voir ce qui se passait à l'échelle d'une goutte qui arrive sur une feuille de plante. Comment la goutte interagit-elle avec la feuille pour arriver à transférer les pathogènes sur la feuille voisine ?», poursuit le chercheur.

C'est la contribution de ces 2 équipes de recherche: étudier ce mécanisme à

LA PROPAGATION DE LA MALADIE

Le scénario que les chercheurs ont pu mettre en évidence grâce aux images enregistrées par la caméra révèle un

Bio express



Nom : GILET

Prénom : Tristan

Formations :

Ingénieur physicien (ULg) et ingénieur aéronautique à SupAéro (Toulouse) en 2005. Doctorat en physique (2009), sur la dynamique des gouttes (ULg) et post-doctorat au MIT (USA) de 2009 à 2011.

Job :

Professeur à l'ULg et directeur du *Microfluidics Lab* à l'ULg (2011)

Adresse :

Université de Liège,
Faculté des Sciences appliquées,
Quartier Polytech 1,
Allée de la Découverte 9,
Bâtiment B52/3 Microfluidique
B-4000 Liège (Sart Tilman)

Tél. : 04 / 366.91.66

E-mail : tristan.gilet@ulg.ac.be

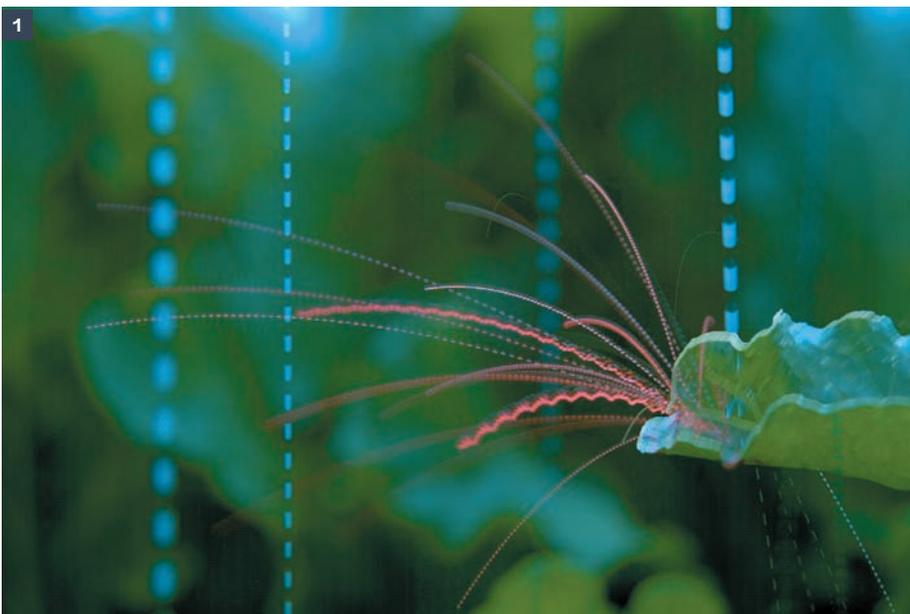


Figure 1: Impact d'une goutte de pluie (bleu) sur une feuille de betterave, et éjection du résidu liquide contaminé (rouge) sous la forme de gouttelettes. La photo correspond à une superposition d'images successives prises toutes les millisecondes.

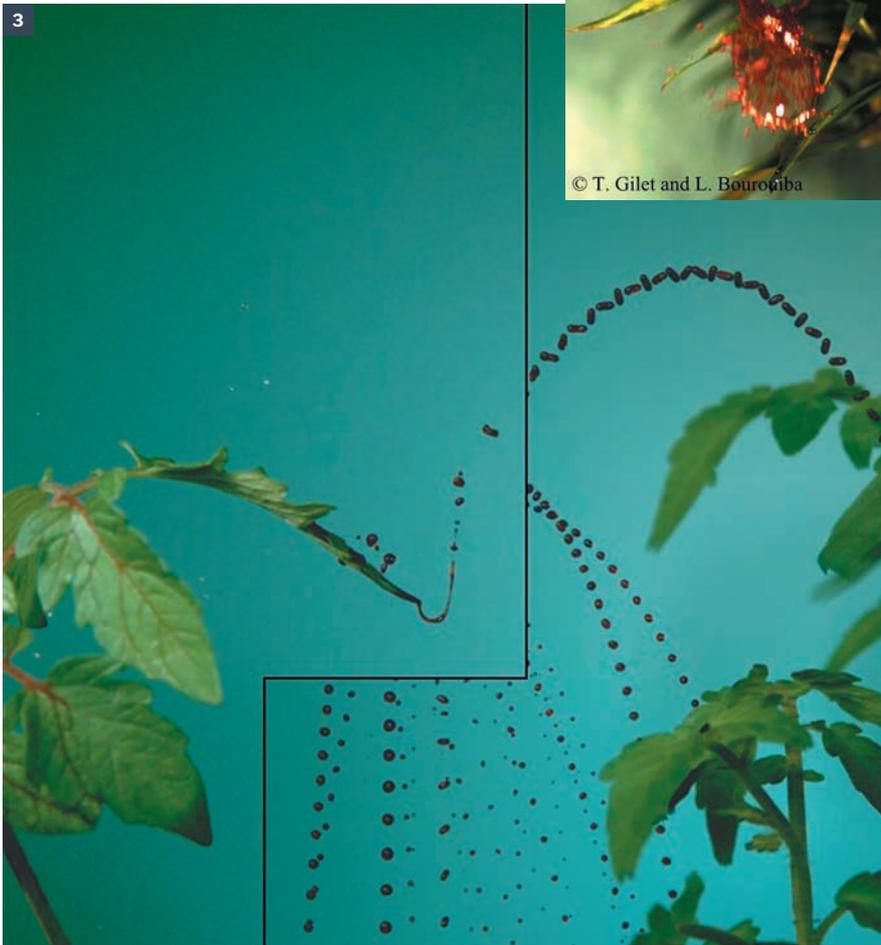
2. Séquence temporelle d'un impact d'une goutte de pluie sur une feuille de palmier nain. Le résidu contaminé (rouge) forme une feuille liquide, qui s'étend et se fragmente en filaments puis en gouttelettes.

3. Mécanisme de catapulte. La goutte de pluie impacte ici une feuille de tomate qui se déforme significativement. En reprenant sa position initiale, cette dernière éjecte des gouttes contaminées, qui peuvent se propager jusqu'au plant de tomate voisin.

4. Le Microfluidics Lab travaille également sur les forces capillaires afin de trouver une alternative aux techniques délicates de manipulation de microcomposants. Le gerris remigis par exemple, comme d'autres insectes, a de petites gouttelettes au bout des pattes, ce qui lui permet d'adhérer à diverses surfaces et de s'en détacher tout aussi facilement.



© T. Gilet and L. Bourouiba



Le plus souvent, la goutte de pluie fraîche impacte non pas sur mais à côté de la goutte contaminée. Ce faisant, elle pousse et chasse la goutte contaminée de la feuille. Cette dernière s'étire sous la forme d'un feuillet liquide qui se détache de la plante (figure 2). Le feuillet s'effondre ensuite sur lui-même et se transforme rapidement en une multitude de filaments. Ceux-ci se fragmentent aussitôt en chapelets de gouttelettes contaminées, à présent propulsées dans l'air. Certaines de ces gouttelettes atteindront la feuille voisine, propageant ainsi l'agent infectieux de proche en proche. Un deuxième scénario est également très fréquemment observé lorsque les feuilles sont suffisamment petites. Dans celui-ci, les 2 gouttes (la nouvelle et l'infectée) n'ont pas besoin de se toucher pour que l'une chasse l'autre. La petite feuille, flexible et légère, se plie fortement sous l'impact de la goutte de pluie. En reprenant ensuite sa forme initiale, la feuille catapulte alors la goutte contaminée. Celle-ci s'étire, directement sous la forme d'un filament (figure 3). À nouveau, ce filament se fragmente en un chapelet de gouttelettes qui prennent leur envol. Reste à savoir jusqu'où.

mécanisme très efficace de dispersion des pathogènes. Au début d'une averse, le résidu liquide laissé sur la feuille par les impacts des premières gouttes incorpore les pathogènes. L'averse se poursuivant, de nouvelles gouttes viennent frapper la feuille au même endroit et ainsi éjecter ce résidu liquide contaminé.

Le physicien, explique le chercheur, aimerait que la nouvelle goutte arrive exactement sur la goutte contaminée car cela rendrait le problème d'éjection symétrique et donc plus facilement modélisable avec des outils mathématiques. Malheureusement, en réalité, ce cas est extrêmement improbable.

Les chercheurs ont montré que ces 2 mécanismes obéissent à des lois physiques différentes, amenant à des distributions statistiques de gouttelettes éjectées différentes. Ces distributions dépendent entre autres de la taille des gouttes de pluie et des propriétés mécaniques des feuilles sur lesquelles elles impactent. Ces propriétés dépendent à leur tour du type de plante et de son degré de maturité. Autant de facteurs qui, au final, déterminent la distance d'éjection et donc influencent le risque de propagation de la maladie.

Pour y coller des chiffres, il faut savoir que la distance de propagation peut varier entre 20 cm (dans le meilleur des cas, du point de vue de la plante) et 80 cm (dans le pire des cas). Évidemment, cette distance maximale interpellera beaucoup d'agriculteurs, qui ne peuvent pas souvent se permettre de tels espacements entre plantes pour réduire la propagation de proche en proche !

Elle permet néanmoins de revenir sur un autre fait intéressant: la polyculture. Cette technique ancestrale qui consiste à cultiver plusieurs espèces sur une même parcelle, semble offrir une meilleure résistance aux épidémies foliaires. Mais personne ne sait vraiment expliquer pourquoi. Nos résultats suggèrent que l'alternance de plantes (et donc avec un feuillage dont les propriétés mécaniques sont adaptées) pourrait être bénéfique à cette résistance. Les feuillages dont les éjections ne dépassent pas 20 cm offrent une véritable barrière physique à ce mécanisme de propagation par la pluie. «En monoculture, si le coût de l'espacement nécessaire au risque zéro est prohibitif, la prise en compte des mécanismes de propagation des pathogènes foliaires dans l'optimisation des cultures pourrait néanmoins permettre de réduire le nombre d'épandages de pesticides. En effet, à certains stades de maturité du feuillage, le risque d'épidémie via la pluie peut se trouver fortement diminué», poursuit Tristan Gillet.

PETIT, PETIT, PETIT

Les chercheurs du *Microfluidics Lab* de l'ULg travaillent par ailleurs sur d'autres projets faisant intervenir la tension de surface et les forces capillaires. Par exemple, en étroite collaboration avec

Pierre Lambert du laboratoire *BEAMS* de l'Université libre de Bruxelles, ils étudient une alternative aux techniques de manipulation de microcomposants inspirée par l'adhésion capillaire des pattes d'insectes. Ceux-ci ont en effet de minuscules gouttelettes de liquide au bout de chaque patte. Ces gouttes développent des forces capillaires qui permettent aux insectes d'adhérer à une immense majorité de substrats et de s'en détacher à leur guise, une fraction de seconde plus tard (figure 4).

Le *Microfluidics Lab* développe également une expertise en «microfluidique» à proprement parler; c'est-à-dire la conception de laboratoires sur puce. Il s'agit d'une révolution technologique amorcée il y a 15 à 20 ans, qui vise à automatiser et miniaturiser certaines opérations courantes rencontrées dans un laboratoire des sciences du vivant. Il peut s'agir de test diagnostique d'échantillons, de protocoles analytiques ou même de synthèse biochimique.

Le *Microfluidics Lab* étudie en particulier la microfluidique basée sur le confinement en gouttes. «L'idée est de confiner le liquide d'intérêt dans une petite goutte, dont la taille avoisine un dixième de millimètre. On peut alors manipuler simultanément plusieurs centaines de gouttes, dont chacune peut avoir un contenu différent. Les gouttes, souvent aqueuses, sont séparées par une phase huileuse qui empêche le mélange des contenus. C'est dire que l'on peut utiliser la goutte comme un

micro-réacteur et donc faire une réaction différente pour chaque goutte. À terme, une telle automatisation peut bouleverser de nombreux secteurs, allant du simple diagnostic par prise de sang à la mise au point de médicaments», explique encore le chercheur.

Enfin, le dernier axe de recherche du *Microfluidics Lab* touche à la physique quantique. «Nous étudions comment des gouttes millimétriques qui ricochent à la surface d'un bain se comportent de manière étrangement similaire à des particules quantiques». Ici, il s'agit plutôt d'un problème à portée philosophique, sans application industrielle revendiquée à court terme. Celui-ci intéressera néanmoins ceux et celles qui ont connaissance du livre «*Dieu ne joue pas aux dés*», l'essai du biologiste et philosophe Henri Laborit sur la réflexion d'Einstein. ■

Pour en savoir plus:

- Rain-induced Ejection of Pathogens from Leaves: Revisiting the Hypothesis of Splash-on-film using High-speed Visualization. Tristan Gillet and Lydia Bourouiba, *Integrative and Comparative Biology* 54 (6), 974-84, 2014.
- Fluid fragmentation shapes rain-induced foliar disease transmission. Tristan Gillet and Lydia Bourouiba, *Journal of the Royal Society Interface*, 2015.



Trois métaux, trois âges

La «Protohistoire», vous connaissez ? Il s'agit d'une période relative aux civilisations anciennes dont on ignore une quelconque tradition écrite. Pour l'Europe, elle concerne principalement les 2 millénaires précédant l'ère chrétienne et correspond aux classiques «âges des métaux»: le chalcolithique ou âge du cuivre, l'âge du bronze et l'âge du fer...



Moules en cuivre à cannelures.

Texte : José BONTEMPS • jbontemps@alumni.ulg.ac.be

Photos : lacocotteensucre.wordpress.com (p.36)

L a «Protohistoire» n'est pas une simple époque de transition entre la Préhistoire - qui verra l'essor l'écriture venue du Moyen-Orient - et l'Histoire, mais une phase originale de l'évolution humaine, marquée en particulier par la découverte et le développement de la métallurgie. L'ordre des «âges des métaux» découle de leurs propriétés chimiques. En effet, les métaux purs (les pépites d'or par exemple) sont faciles à trouver, reconnaître, extraire et travailler. C'est la tendance naturelle des métaux à réagir avec l'oxygène (à s'oxyder ou à rouiller dans le cas du fer) et avec d'autres éléments qui détermine l'abondance de leur forme pure dans la nature.

L'OR : PARURE ET MAGIE

L'or (symbole Au), le métal le moins réactif à l'oxygène (d'où le qualificatif

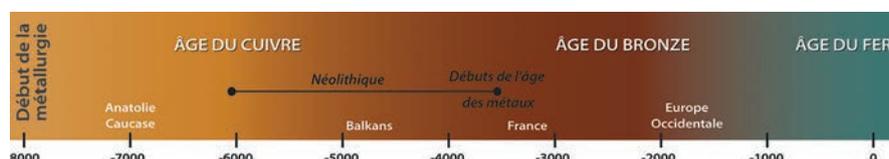
«noble»), est probablement le premier métal travaillé par les humains. Néanmoins, étant mou et malléable, il est peu utile aux hommes préhistoriques sinon pour l'ornement. Si l'homme connaît l'or depuis le paléolithique, il ne savait pas en revanche qu'en le chauffant, il serait encore plus malléable et se contente donc de le sculpter, de le frapper, de le battre et de l'inciser. C'est ce que l'on nommera la décoration au «repoussé» (voir encadré).

Présent dans les mines du désert oriental de l'Égypte, l'or était le plus couramment utilisé par les orfèvres, qui articulaient des plaques pour former des bracelets et pectoraux incrustés de pierres précieuses. Ainsi, à l'éclat de l'or se mêlait une palette de couleurs rayonnant de

reflets sous le soleil. À noter que tous les rois d'Égypte porteront des masques funéraires en or. Ce métal avait pour eux un pouvoir divin lié à son inaltérabilité et à son éclat qui ressemblait au soleil.

L'ÂGE DU CUIVRE

Le cuivre (Cu) est également relativement résistant à l'oxydation et donc présent dans la nature à l'état pur, en particulier sur l'île de Chypre où furent exploitées les premières carrières de cuivre natif, qui permirent à diverses civilisations de prospérer en organisant le commerce de ce métal «rouge» en Méditerranée, si bien que les Romains l'appelèrent «métal de Chypre».



Initialement, le cuivre était travaillé sans chauffage, mais l'utilisation de «fours» a permis d'une part de «cuire» le métal qui devenu plus mou, pouvait être plus facilement martelé; d'autre part, de «purifier le minerai» et grâce à des creusets en argile, de fondre et couler le précieux métal dans des moules. On disposait donc d'un système reproductible pour fabriquer armes et outils. Avec les débuts de la métallurgie, on verra d'ailleurs l'apparition de nouveaux métiers: miniers, forgerons et artisans. Avec pour conséquences un nombre croissant de marchands et une société de plus en plus complexe.

L'ÂGE DU BRONZE

Les minerais de cuivre et d'étain (Sn) sont parfois trouvés ensemble et leur fusion produit généralement un alliage ou mélange de 2 ou plusieurs métaux, appelé «bronze» dans ce cas, contenant 90% de cuivre et 10% d'étain. L'alliage est plus solide que le cuivre seul et son moulage est plus facile, ce qui lui confère de sérieux avantages.

Mais le cuivre et l'étain n'existaient pas partout. Les populations devaient donc aller acheter les objets ou les minerais aux peuples d'Angleterre, de Bretagne ou du bassin du Rhin. En Suisse par exemple, on trouvait du cuivre dans le Valais mais l'étain venait d'Angleterre et d'Irlande. Une aristocratie s'est donc mise en place pour réguler les échanges au long cours.

Le «bronze» permettait de fabriquer des pointes de flèche, des épées, des boucliers et des casques, des cuirasses d'apparat, mais aussi des outils de travail (tête de hache) ou de simples attaches pour refermer les vêtements. Avec la multiplication des armes, on assistera aussi à l'amplification des conflits entre tribus. Les mieux armés dominaient leurs voisins et partaient à la conquête de nouveaux territoires, parfois fort éloignés.

L'ÂGE DU FER

Les minerais de fer (Fe) sont plus abondants que ceux de cuivre et d'étain, mais cet élément a un point de fusion de

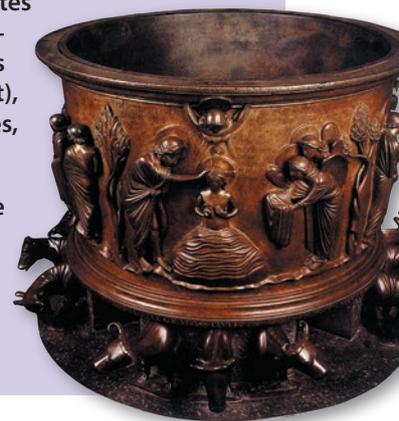
Les Dinanderies de la vallée de la Meuse

Des ustensiles de cuivre et de laiton sont fabriqués dès le 11^e siècle dans la vallée de la Meuse. La «dinanderie» consiste à faire des métaux comme le cuivre, le laiton (alliage de cuivre et zinc), l'argent ou l'étain, des «feuilles» au moyen de différents outils, dont principalement les marteaux.

Les opérations de mise en forme peuvent être précédées ou entrecoupées de traitements thermiques ayant pour but de faciliter la déformation du matériau. Les techniques sont très variées: roulage, cintrage, pliage, emboutissage, rétreinte, bordage, etc. Ensuite, la pièce est travaillée avec différents marteaux et poinçons avant de façonner des motifs en relief par la technique du «repoussé». Cette technique d'orfèvrerie consiste à travailler à froid, à l'envers, une feuille ou une fine plaque de métal, de manière à faire ressortir une image ou un ornement, à l'aide de divers outils en métal ou en bois. Cette méthode de travail permet d'obtenir des pièces de toutes formes et dimensions, au poids relativement réduit puisque la «feuille» de métal ne dépasse pas 1,5 mm d'épaisseur.

Utilisée au départ pour la création de récipients dans des matériaux différents selon les castes sociales, cette technique apparaît aujourd'hui dans le domaine décoratif. Parmi les œuvres des artistes dinandiers, on trouve de nombreuses pièces d'orfèvrerie liturgique appartenant à l'art mosan: fonts baptismaux (Saint-Barthélemy à Liège, notamment), châsses (Visé et Stavelot, par exemple), reliquaires, croix, reliures d'une grande richesse.

L'œuvre de dinanderie la plus célèbre du 12^e siècle est conservée aujourd'hui dans l'église Saint-Barthélemy à Liège: il s'agit des fonts baptismaux exécutés, vers 1110, par Renier de Huy pour l'église Notre-Dame-aux-Fonts (voir image ci-contre).



près de 500 °C supérieur à celui de l'or ou du cuivre (1 535 °C contre 1 083 °C pour le cuivre), ce qui le rendait difficile à extraire, jusqu'à ce que la technologie des fourneaux soit suffisamment avancée. Pour monter en température, les «bas-fourneaux», construits en argile à même le sol, furent équipés de tuyères et de soufflets pour y introduire de l'air et ainsi activer la combustion.

Avec l'arrivée de ce métal, l'épée devient l'arme absolue dans le monde méditerranéen. Toutefois, l'agriculture va bénéficier, elle aussi, des progrès liés à la découverte des métaux: serpette, houe, pioche, soc d'araire, etc. De plus, vers 1 100 avant J.-C., les métallurgistes antiques découvrirent que le fer impur chauffé avec du charbon de bois produisait un alliage, l'«acier», dont la résistance est plus grande.

Si parures, armes et outils sont associés aux âges des métaux, ces évolutions ont aussi provoqué la création de nouvelles routes commerciales entre les producteurs de métaux du Nord de l'Europe et les agriculteurs de la Méditerranée. La palette technique des chimistes anciens comportera également la fabrication du verre, celle des émaux ainsi que l'art traditionnel de la poterie. Vraiment, la chimie est aussi vieille que l'humanité. Conscients ou non, les «chimistes préhistoriques» faisaient appel, à l'aube de l'humanité déjà, aux principes de base de la chimie, dont l'utilisation nous aurait rendus plus humains. ■

+ Pour en savoir plus

- www.archeologies.fr/protohistoire.php

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

Photos : **Aah-Yeah**/Flickr (p.38), **Kinez Riza** (p.40),
Paul Domenick/Flickr - girafe (p.41),
Tom Friedel/Wiki - lapin (p.41)

Nous le savons depuis longtemps, la nature est fragile. La faune tout particulièrement. Certaines espèces sont régulièrement menacées de disparition, comme l'ours polaire ou la baleine blanche. D'autres, plus connues pourtant, le sont également. C'est le cas des salamandres ou du lapin de Floride, traqué par un python birman qui n'a rien à faire là. Le panda, lui, opère une belle résistance...

Salamandres sous surveillance

Il y a une trentaine d'années, un mal sournois et étrange frappait de façon massive et durable les batraciens du globe. Ils mouraient en grand nombre, rongés en particulier par des ulcères profonds. Plus de 200 espèces étaient concernées, certaines d'entre elles étant menacées d'extinction. D'emblée, le regard noir des amoureux de la Nature pointait vers les utilisateurs et producteurs de pesticides. Il fallut pourtant se rendre à l'évidence: la responsable n'était autre qu'une bactérie particulièrement pathogène, *Batrachochytrium dendrobatidis*. Des mesures efficaces ont bien entendu été prises, mais entretemps, le mal a fait long feu et plus d'une espèce y a perdu d'importants effectifs.

Et voilà que la Nature remet le couvert. C'est la salamandre, cette fois, qui pourrait en faire les frais. «Pourrait», car on n'en est heureusement pas encore au niveau de gravité enregistré il y a 3 décennies. Et puis on a tiré les leçons du passé. C'est tout près de chez nous, à Maastricht, que l'alerte a été lancée il y a près de 5 ans. Des analyses rapidement diligentées à l'Université de Gand ont permis d'identifier le responsable des premières morts suspectes; une bactérie une fois de plus: *Batrachochytrium salamandrivorans*. Le nom parle de lui-même.

La communauté scientifique s'est évidemment empressée de diffuser l'information afin de parer à une nouvelle catastrophe et de prendre les dispositions conservatoires qui s'imposent. Une étude a récemment rapporté les résultats d'une enquête internationale menée par un laboratoire américain. 5 400 prélèvements portant sur 4 continents et 150 espèces ont permis d'évaluer le risque et de préciser l'origine de la bactérie. Clairement, celle-ci est issue d'Asie du sud-est, où on la retrouve d'ailleurs dans des spécimens conservés depuis 150 ans ! Les salamandres de là-bas ont sans doute développé des défenses, mais restent porteuses. Et ce serait à la faveur d'importation de quelques uns de ces animaux que la bactérie aurait été transmise à des espèces européennes.

Jusqu'à présent, il semble que le mal soit très circonscrit à un territoire restreint, près de chez nous. Des mesures conservatoires sont certainement déjà en place et seule la salamandre tigrée (*Salamandra salamandra*) est la victime désignée. Les naturalistes américains respirent: non seulement la bactérie ne semble pas présente sur leur territoire, mais celui-ci est le berceau de 190 espèces de ce groupe taxonomique. Une petite catastrophe a donc jusqu'ici été évitée. Mais il va de soi que là-bas comme ici, la vigilance reste en permanence de mise. ■

► *Science*, 2015; 346: 530-531



De la **kératine** des dents

Quoi de plus différent dans l'aspect que l'émail des dents et le cheveu tant le premier est dur et résistant à l'usure et tant le second est souple et agréable au toucher ? L'émail est même la substance la plus dure du corps humain, avec 96% de contenu en minéraux. Quant au cheveu, s'il se montre résistant lui aussi (à l'étirement en particulier), il garde une souplesse qui contribue sans aucun doute au charme qu'on veut bien y associer.

Pourtant, ces 2 productions du corps ont la même origine embryologique, qui tient à 2 des 3 premiers feuillettes du tout jeune embryon : l'ecto- et le mésoderme. Il arrive d'ailleurs parfois que les 2 resurgissent ensemble dans un endroit où on ne les attend vraiment pas : dans des kystes (dits «épidermoïdes») de l'ovaire ! L'occurrence de ceux-ci est évidemment (et heureusement) exceptionnelle mais décrite.

Puisque le cheveu et la dent ont une origine commune, il est tout aussi logique qu'on y décèle des éléments partagés. Au rang de ceux-ci se retrouve la kératine, ou plutôt des kératines puisqu'il en existe de nombreuses variantes. Ce sont des protéines que l'on retrouve aussi massivement dans les couches les plus superficielles de la peau auxquelles elles confèrent de l'élasticité mais surtout de l'imperméabilité, puisqu'elles sont fortement hydrophobes. Imaginer que des kératines se retrouvent dans les dents et plus particulièrement dans l'émail demande, il est vrai, un petit effort d'imagination. Et pourtant, elles contribuent bien à sa structure, mais - autant le préciser - de façon assez discrète.

Cet enduit très dur, il faut le savoir, est constitué d'une juxtaposition de prismes jointifs, dont on a rappelé qu'ils étaient très largement minéralisés. Ces prismes sont formés à l'intérieur d'une gaine organique fine qui est précisément formée de kératine, ce qui la relie du même coup à son origine embryologique.

Or, des études concertées viennent d'établir que certaines de ces protéines constitutives - en particulier la kératine 75 - peuvent avoir été codées

par un gène muté. Ça, ce n'est *a priori* pas fondamentalement atypique. Ce que les observations ont montré, c'est que les protéines mutées confèrent une sensibilité plus grande des dents concernées aux caries. Nous ne serions donc pas égaux face à ce qui constitue la maladie infectieuse chronique la plus répandue.

On a par ailleurs établi un lien entre cette mutation de la kératine 75 et 2 «anomalies» (pathologie est sans doute un peu fort) : la pseudofolliculite de la barbe et le syndrome du cheveu anagène lâche. Dans le premier cas, les poils de barbe ont tendance à se recourber et à rentrer dans la peau ; dans le second, les enfants affectés ont des cheveux qui peuvent être facilement arrachés. Tous ceux-là présentent donc aussi un risque accru de carie dentaire par moindre résistance spontanée de leur émail.

Cette disposition très marginale d'un point de vue épidémiologique ne doit évidemment pas faire oublier que l'émergence des caries implique surtout de nombreux autres facteurs tels que



l'alimentation, l'hygiène générale et le mode de vie. On sait dorénavant que la génétique y apporte également son écot. Est-ce vraiment une surprise ? ■

► *Médecine/science* 2015; 31(3): 239-241

BIOBOOM

Photo: riNux/Flickr (vignette)



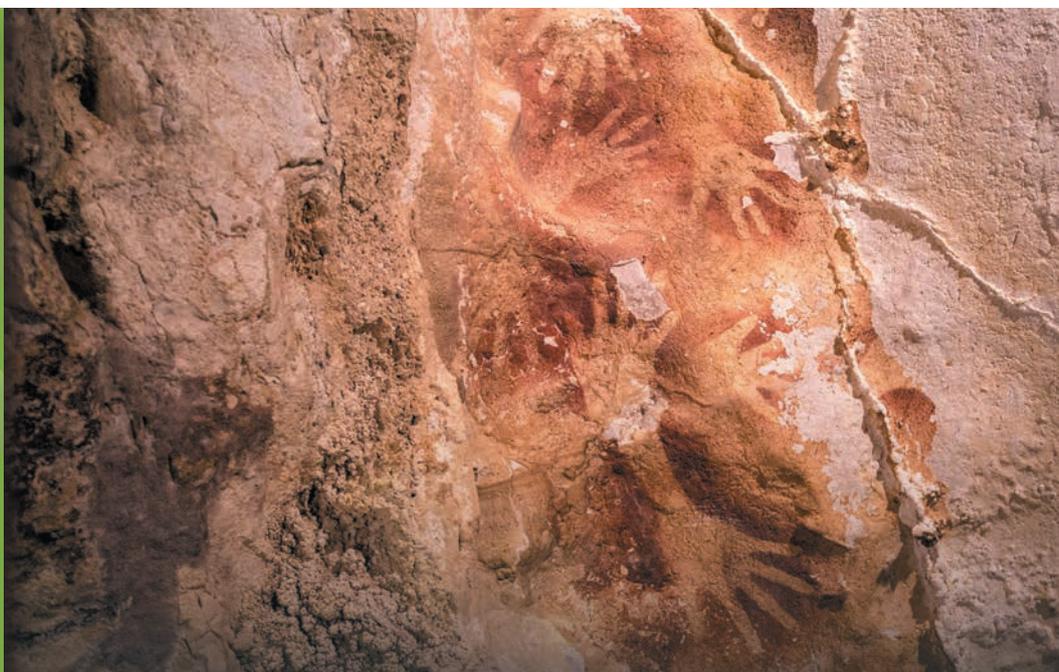
Ce n'est pas lui qui a inspiré les Gremlins mais ça aurait pu. Le tarsier est un petit primate nocturne et insectivore d'une quinzaine de centimètres. Son nom vient de ses tarsi très développés. Il se caractérise aussi par d'énormes yeux (dont un seul est plus grand que son cerveau !) et des oreilles orientables à 360°. De nature anxieuse, il ne bouge que pour se nourrir et est le seul primate à entendre et utiliser les ultrasons pour communiquer...

Avec tout ce qui est fait pour les conserver, les pandas géants sont-ils en augmentation dans leur milieu naturel chinois ?

La réponse est oui. En l'espace de 10 ans, les populations sauvages sont passées de 1596 à 1864 individus, ce qui représente une augmentation de 16,8%. C'est évidemment appréciable et à saluer. Il n'empêche que ces effectifs restent collectivement réduits et d'un maintien de plus en plus difficile. En cause ? Le morcellement du territoire par l'installation de barrages, de routes et de voies de chemin de fer, le tout connaissant une belle croissance. Rien ne semble par conséquent gagné sur le long terme; d'autant que le panda n'y met guère du sien: s'il passe l'essentiel de son temps à manger et à dormir, se reproduire ne semble pas être son souci principal. À tel point que les naissances acquises aujourd'hui le sont surtout à la faveur d'inséminations artificielles. Quant on sait par ailleurs que la femelle n'accepte de s'occuper que d'un seul de ses rejetons, on se dit que l'humain fait aujourd'hui beaucoup plus pour le maintien de l'animal que celui-ci ne le fait lui-même.

Ah ! Voilà ce que c'est qu'être une star ! ■

► *Nature* 2015; 519: 10



La double origine de l'expression artistique ?

Il y a longtemps, l'homme a eu l'idée et sans doute l'envie de représenter sur les murs de grottes des animaux et occasionnellement des humains, au même titre qu'il a cherché à les représenter en 3 dimensions par la sculpture. On ne peut que s'extasier aujourd'hui encore face à la maîtrise des techniques mettant en œuvre la peinture, les projections, l'exploitation des reliefs naturels, le raclage d'argile et tant d'autres artifices qui offrent un «rendu» d'une rare maîtrise. C'est des grottes du sud de la France et du nord de l'Espagne que cette expression artistique à connotation peut-être rituelle ou mystique est la plus connue. Mais elle n'est pas la seule: le même type d'expressions a été identifié dans des grottes situées ailleurs et en particulier en Asie du sud-est. Le mérite des peintures et sculptures des localisations françaises est d'être les plus anciennes, certaines d'entre elles - comme une partie de celles de Chauvet, en Ardèche - remontant à 33 000 ans, soit au Paléolithique et plus précisément à l'Aurignacien. L'expression artistique pariétale tirerait donc son origine des *Homo sapiens* implantés sur le sol de l'actuelle Europe.

Au moins le pensait-on jusqu'il y a peu. Mais en opérant une nouvelle datation de peintures estimées vieilles de 10 000 ans dans la grotte de Maros, sur l'île de Sulawesi (Indo-

nésie), on s'est récemment rendu compte qu'elles pourraient bien être 3, voire 4 fois plus anciennes ! Il ne s'agit pas de peintures telles que celles que l'on connaît de Lascaux ou de Chauvet, mais d'une simple projection de pigments pour faire ressortir le profil des mains sur les parois, ou celui d'animaux.

On connaît bien entendu des «œuvres» plus anciennes, découvertes sur le sol Africain des origines. Mais dans le cas présent, on est dans le registre de la représentation symbolique et celle-ci serait donc née de façon simultanée à 2 endroits du Monde à l'évidence très éloignés. Bien avant l'émergence d'Internet, on peut donc suspecter que ce type d'expression ait émergé de la volonté de nos ancêtres à 2 endroits très éloignés et sensiblement au même moment. Peut-être en trouvera-t-on d'autres encore ailleurs ?

Cette «découverte» qui doit encore être confirmée ne changera rien à la face du Monde. Il n'est du reste pas impossible qu'elle ait aussi une connotation politique. Mais cette seule évocation donne l'occasion de jeter à nouveau un regard sur la maîtrise de ces Michel-Ange anonymes d'un autre âge dont les œuvres restent d'une incroyable maîtrise ! ■

► *Science* 2015; 346: 1447

La fraîcheur au bout des cils...

Nombre de femmes l'ont intuitivement compris depuis longtemps: plus leurs cils sont longs, plus leur regard gagne en luminosité, en fluidité. Simple perception romantique ou réalité scientifique ? Sans doute un peu des deux.

Une recherche récente, tout à fait sérieuse, vient en effet de montrer que plus les cils sont longs, plus les yeux restent humides; ce qui peut mener à la luminosité évoquée. N'en déplaise à ces dames, la recherche a été menée sur des animaux. Des scientifiques d'Atlanta (Géorgie, États-Unis) ont eu l'idée de mesurer la longueur des cils d'individus appartenant à 22 espèces de mammifères. Ils ont ensuite placé des maquettes d'yeux de ces mêmes animaux en soufflerie, dotés de cils de longueurs différentes. Ce qui ressort de leurs tests, c'est que ces protections doivent atteindre le tiers au moins du diamètre du globe oculaire pour opérer un réel frein aux flux d'air desséchant; un avantage qui peut réduire la dessiccation lacrymale atteignant 50%. Pour dire les choses autrement, plus les cils sont longs (à condition qu'ils dépassent la valeur seuil évoquée), plus ils laissent les yeux humides et leur confèrent donc cet éclat recherché.

Soyons honnêtes: ce qui précède ne constitue qu'une extrapolation aventureuse à la femme de résultats obtenus par l'observation d'animaux. Mais nos origines évolutives sont et demeurent ce qu'elles sont. Avoir un regard félin n'est peut-être d'ailleurs pas pour déplaire aux femmes qui cherchent à mettre en exergue leurs charmes naturels en ayant recours à quelque cosmétique aux effets avantageux. Reste à voir si ces mêmes femmes sont également flattées de la comparaison avec la girafe

qui, avec 1,5 cm, a les cils les plus longs du règne animal ! ■

► *Nature*, 2015; 519: 8

<http://www.sciencesetavenir.fr/animaux/20150324.OBS5407/diaporama-les-plus-longes-cils-du-regne-animal.html>



Le lapin est par essence un animal plutôt doux et sympathique. Captif, il peut tantôt faire le bonheur d'enfants au titre d'animal de compagnie, tantôt faire celui de gastronomes, les goûts des uns n'étant pas forcément superposable à celui des autres. On se souvient aussi que faute de prédateurs efficaces, les quelques lapins importés sur le sol australien au 19^e siècle ont causé des ravages tels qu'il a fallu leur faire une chasse intensive, aidée d'une maladie spécifiquement «inoculée» pour l'occasion (le virus de la myxomatose). En conditions «naturelles», le lapin est certes prolifique - ce qui participe à sa réputation - mais il se trouve aussi, le plus souvent, des prédateurs pour en réguler les populations.

Et dans certains cas, ces prédateurs se montrent eux aussi zélés, à tel point que les effectifs naturels du gentil lagomorphe se retrouvent à un point de rupture. Ce qui finit bien entendu par alerter les naturalistes et autres protecteurs de la vie sauvage.

C'est par exemple le cas dans la région des Everglades, en Floride. Ce vaste parc naturel héberge une foule d'espèces dont le lapin des marais (*Sylvilagus palustris*). Mais les populations de celui-ci se sont récemment mises à chuter dramatiquement. D'emblée, un responsable était pointé d'un doigt accusateur: le python birman (*Python molurus bivittatus*), une espèce importée et rendue à la vie sauvage dans les marais de Floride sans doute par négligence ou par accident.

Encore fallait-il le prouver avant de faire une chasse assidue à cet impor-

tun, car le lapin de Floride a d'autres prédateurs, «locaux» cette fois, tels que le lynx (*Lynx rufus*) ou le coyote (*Canis latrans*) qui en tirent une partie de leur subsistance.

Des chercheurs ont par conséquent équipé 26 lapins des marais de capteurs radio et en ont suivi l'évolution. Après un délai de 11 mois seulement, 77% des individus marqués étaient retrouvés morts, soit partiellement dévorés au sol, soit... directement dans le tube digestif des serpents incriminés.

Dans ce dernier cas de figure, la prédation par le python d'importation paraît difficilement contestable. Dans l'autre, tout type de prédateur reste suspecté. Il demeure qu'une population - celle des lapins - est aujourd'hui en danger sinon d'extinction, au moins de grave diminution. Des mesures s'imposent donc: la chasse au python intrus d'abord, la reconstitution des populations du lagomorphe ensuite. Et le lapin n'est pas le seul à être concerné par la mesure: proie désignée, sa densité de population constitue également un régulateur de celles du lynx et du coyote. Or, privés de lapins au menu, ces dernières pourraient lentement disparaître des Everglades ou s'en prendre à d'autres proies, d'avantage «domestiques». Et ça, c'est un autre patrimoine à préserver !

Des mesures régulatrices vont donc être prises pour remettre le délicat équilibre interspécifique d'aplomb. Sans doute sont-elles d'ailleurs déjà engagées... ■

► *Nature* 2015; 519: 393



Le quantique des diamants

L'expérience décrite dans l'article publié sur arXiv le 24 août (1) doit certes être reproduite et ses résultats passés au crible des relectures. Mais elle est déjà jugée comme magnifique par des ténors de la physique quantique. Et si aucune faille n'y est décelée, elle sera sans doute considérée comme une étape importante dans l'histoire de la physique...



Ci-contre, une des deux puces utilisées pour l'intrication des électrons libres du diamant; celui-ci est au centre du dispositif.

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

Photos: **Delft University of Technology** (pp.42-43)

À quelques jours près, le physicien et philosophe Bernard d'Espagnat aurait pu prendre connaissance des résultats de l'expérience menée à l'Université de Delft, aux Pays-Bas. Décédé le 1^{er} août dernier, ce physicien et philosophe français avait publié en 1979 (2) un ouvrage qui avait immédiatement suscité passion et discussions dans le monde de la physique de l'époque. Il y posait une question fondamentale: pouvons-nous connaître le réel tel qu'il est, indépendamment de nous, indépendamment des mesures que nous faisons pour le connaître? C'est évidemment à la physique quantique qu'il faisait allusion en posant cette question. Rappelons qu'Einstein considérait celle-ci comme une théorie incomplète puisqu'elle ne nous dit pas tout de la réalité objective. Pour Niels Bohr et son école, au contraire, une théorie physique ne pourra jamais décrire le monde autrement qu'en y incluant le cadre expérimental dans lequel est faite

cette description. C'est ce que fait la physique quantique qui doit donc être considérée comme une théorie «complète». Un débat resté longtemps vain puisqu'il n'existait alors aucune expérience permettant de faire pencher la balance.

Imaginer des expériences qui montrent la justesse de la théorie quantique n'est en effet pas chose aisée. Ce qu'Einstein reprochait surtout à la physique quantique était son caractère probabiliste. Ainsi, les propriétés d'une particule ne sont-elles pas entièrement déterminées tant qu'on ne les a pas observées! Ce qui implique que la réalité n'a pas ce caractère «local» et «séparable» qu'elle a en physique classique. Pour celle-ci, notre monde est constitué d'éléments bien distincts et séparés dans l'espace. Des notions qui n'ont pas cours en physique quantique: les particules ne sont pas séparables dans l'espace, leurs propriétés (énergie, position...) non plus et les résultats - aléatoires - de ces observa-

tions réalisées en des endroits distincts ne sont pas indépendants, ils sont corrélés. C'est la «non séparabilité quantique» qu'Einstein n'admettra jamais et qu'il va tenter de réfuter par une expérience de pensée (car à l'époque personne n'a les moyens de l'expérimenter) appelée paradoxe (ou effet) EPR du nom des initiales d'Einstein, Podolsky et Rosen, ses concepteurs.

NON SÉPARABILITÉ

Pour Einstein, il n'est pas possible que des particules intriquées (c-à-d qui ont interagi entre elles à un certain moment et ont mis en commun certaines de leurs propriétés) restent intriquées lorsqu'on les a éloignées l'une de l'autre. Or c'est ce que prévoit la mécanique quantique: les effets d'une mesure sur une particule se répercutent «instantanément» sur l'autre. Un adjectif qui ne pouvait évi-

demment trouver grâce aux yeux d'Einstein. En 1964, un physicien irlandais, John Bell va fournir avec son théorème des inégalités de Bell, l'arsenal théorique qui permet d'imaginer l'expérience EPR. Du coup, le problème philosophique devenait un problème de physique appliquée ! Bernard d'Espagnat se lance dans l'aventure et encourage un jeune thésard d'Orsay, Alain Aspect. Celui-ci réalise le test en 1982. Verdict: Einstein a tort et la physique quantique a raison. Des notions comme la localisation ou la séparabilité dépendent tout simplement de nos moyens de les appréhender, de la manière de les considérer ! Un peu finalement comme nos goûts et nos couleurs !

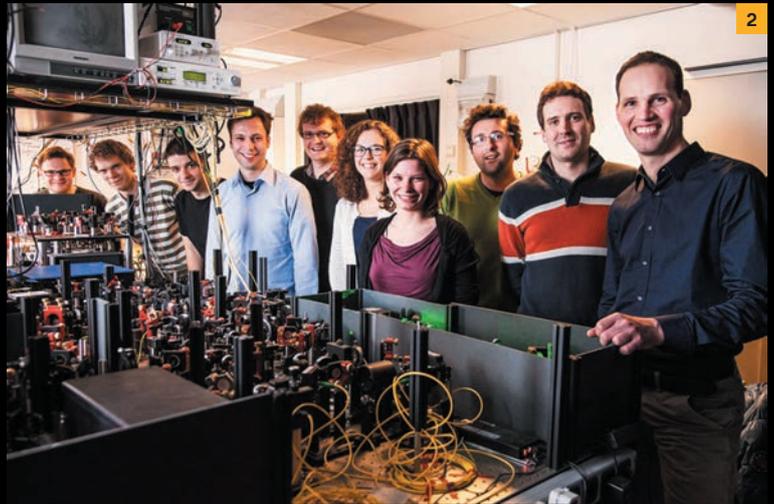
DEUX FAILLES

Cependant, l'expérience d'Alain Aspect et celles qui ont suivi ont toujours comporté au moins une des 2 failles que la communauté scientifique n'avait pas manqué de mettre en avant. La première est celle de la localité, c'est-à-dire que la distance à laquelle on éloigne les 2 particules intriquées ne peut pas être franchie par la lumière le temps de la mesure (sinon, on peut toujours imaginer qu'un signal a porté l'information d'une particule vers l'autre). Cette faille a été rapidement comblée. La seconde, dite faille de détection, était plus embêtante: les tests ne portaient jamais sur toutes les paires de particules intriquées mais sur certaines d'entre elles, un échantillon. Comment, alors, être sûr que les expériences étaient toujours valables ? Cet obstacle-là a finalement été aussi franchi en 2013 seulement... mais aux dépens de la localité. Autrement dit, les 2 objections n'avaient jamais été réfutées en même temps, au cours de la même expérience. C'est chose faite aujourd'hui avec l'expérience réalisée à l'université technologique de Delft (Pays-Bas).

DEUX DIAMANTS

Pour y arriver, les physiciens du *Diamond Lab in quantum transport* ont placé 2 diamants dans 2 laboratoires distants de près de 1,3 km (voir schéma). Dans chacun d'eux, ils ont intriqué un élec-

1. Vue aérienne du campus de l'université technologique de Delft avec la position des trois laboratoires où l'expérience a été réalisée, les deux diamants sont en A et B; les photons se rejoignent en C.
2. Des membres de l'équipe du «Diamond Lab in quantum transport» de l'université technologique de Delft, principaux auteurs de la publication; le responsable du laboratoire, Ronald Hanson, est à l'extrême droite.



tron libre à l'intérieur de ces diamants avec un photon créé par excitation des diamants par des micro-ondes. À partir de ce moment, photon et électron ne font plus qu'un au sens de la physique quantique. Ces 2 photons se rejoignent ensuite via une fibre optique en un troisième laboratoire distinct des deux autres, où ils sont mesurés (détectés), ce qui les intrique mais a aussi pour effet d'intriquer les électrons dans les diamants alors que la distance qui les sépare permet de garantir qu'aucun signal n'a pu les atteindre pendant le temps des mesures, même à la vitesse de la lumière; la faille de localité est donc bien comblée. Les résultats montrent que ces différents électrons sont ainsi corrélés entre eux avec un taux bien supérieur à ce que prévoient les théories classiques. Et surtout, l'expérience n'a pas été réalisée sur quelques électrons mais sur presque toutes les paires de particules intriquées, un échantillon suffisant pour réfuter la faille de détection.

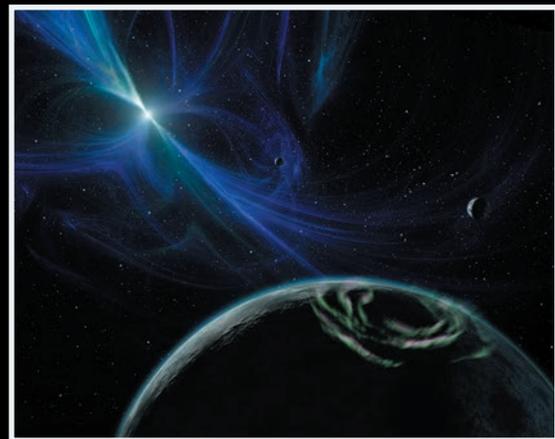
Une conséquence très pratique de cette expérience est la sécurisation complète des systèmes de cryptographie quan-

tique. Le principe de non séparabilité permet en effet que des clés de code soient transmises par des photons intriqués de manière inviolable. Dès qu'un «espion» agit sur l'une des particules intriquées pour essayer de dérober la clé, cela se voit instantanément sur l'autre et la clé est rejetée. Comme les 2 objections qui altéraient éventuellement la fiabilité d'un tel dispositif sont aujourd'hui rejetées simultanément, il peut être considéré comme entièrement fiable. ■

- (1) Experimental loophole-free violation of a Bell inequality using entangled electron spins separated by 1.3 km, B. Hensen et al., <http://arxiv.org/abs/1508.05949>
- (2) À la recherche du réel, Bernard d'Espagnat, Gauthier-Villars, 1979.

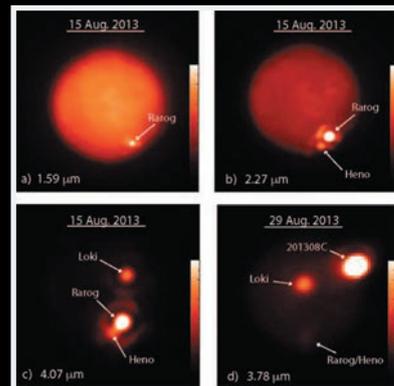
À la Une du Cosmos

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



Les toutes premières exoplanètes ont été découvertes autour de cadavres d'étoiles massives appelés pulsars. Après une étude d'une bonne centaine d'objets de ce type, il semble que les pulsars aient rarement de tels compagnons...

Photo: NASA (vue d'artiste)

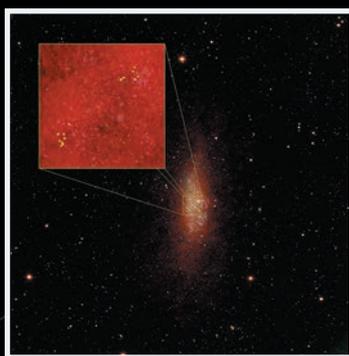


Io, lune de Jupiter, est l'objet le plus volcanique de notre système solaire. Pour reproduire la position des volcans, il faut supposer que la lune jovienne n'est pas un seul bloc solide, mais bien... une lune avec un océan de magma souterrain !

Photo: NASA

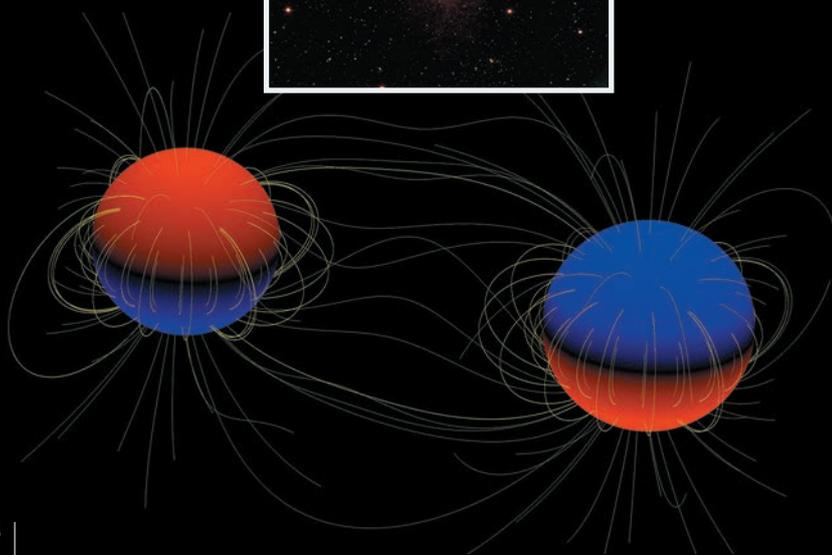
On connaît les trous noirs de type stellaire, cadavres d'étoiles très massives, et les trous noirs galactiques, «pesant» des millions de masses solaires. Entre les deux devraient se trouver des trous noirs «de masse intermédiaire». En 2013 et 2014, la masse de certains bons candidats s'était révélée plutôt modeste... Une des équipes responsable de ces résultats vient, par la même méthode, de trouver une masse de plusieurs milliers de masses solaires pour NGC 1313 X-1 - un véritable chaînon manquant, donc, mais qu'il faudra confirmer avant de s'emballer.

Photo: ESO



La galaxie naine WLM possède pas mal d'amas stellaires or ce type de galaxie ne devrait pas en former. Cela peut désormais s'expliquer, car l'observatoire ALMA a permis de découvrir toute une population de nuages interstellaires compacts, «graines» pouvant conduire à de tels amas.

Photo: ALMA

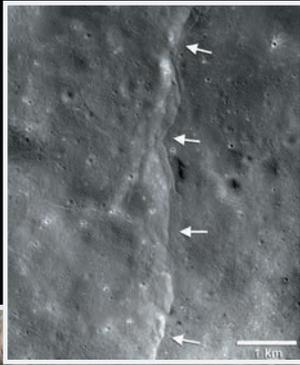


Les étoiles massives magnétiques sont très rares, mais deux études viennent compléter ce tout nouveau champ d'investigation. D'un côté, l'étoile massive la plus magnétique a été observée dans le domaine X, révélant qu'une grande zone de plasma très chaud et très dense entoure l'objet. De l'autre, les deux étoiles constituant la binaire massive Epsilon Lupi se révèlent dotées d'un champ magnétique !

Photo: KIS

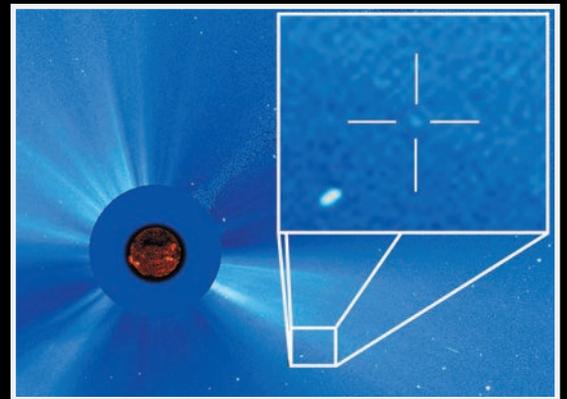
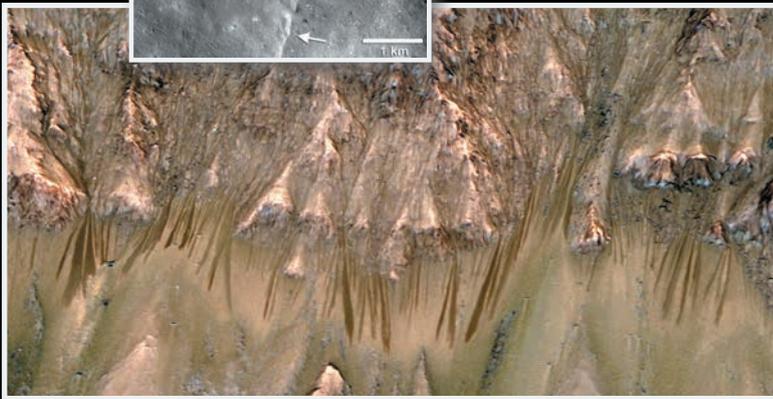
Du neuf du côté des anneaux de Saturne. L'anneau principal comporte une zone avec de gros (1m) blocs de glace, alors que les constituants des anneaux se redistribuent rapidement: peut-être s'agit-il des débris d'une lune qui se serait cassée récemment? D'autre part, une étude des «vagues» dans les anneaux démontre l'influence des oscillations planétaires dans ces structures, et cela conduit à réviser les modèles de l'intérieur de la planète.

Photo: Cassini

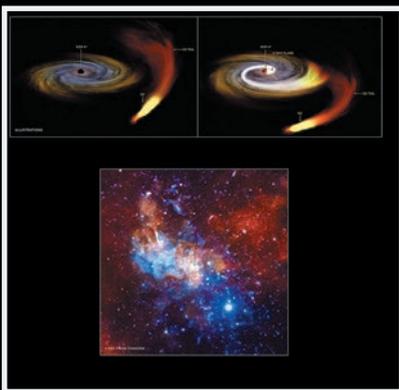


Notre Lune rétrécit, ce qui génère des failles à la surface. La sonde LRO a montré que l'orientation de ces failles est influencée par le «massage» induit par les forces de marée dues à la Terre...

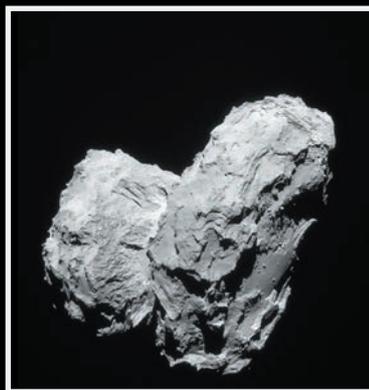
Photo: LRO



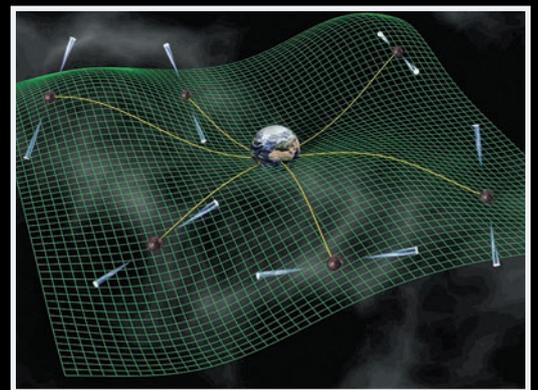
À gauche: Toujours beaucoup de bruit autour de la planète rouge: découverte d'une gigantesque plaque de glace souterraine et de dunes pétrifiées, confirmation du rôle de l'eau liquide salée (une saumure, donc) dans la formation de ravines et de la non-séquestration de l'atmosphère ancienne dans les roches martiennes. Photo: MRO • À droite: Découverte par SoHO de sa 3000° comète! Photo: SOHO



Des augmentations de l'émission en rayons X ont été détectées en provenance du centre galactique. Jusqu'il y a peu, cela se produisait tous les 10 jours, mais le délai est passé à 1 seul jour. Ce qui pourrait être dû au passage, fin 2013, de la structure baptisée G2 près du centre galactique, mais d'autres centres se conduisent pareillement et l'origine des variations est donc incertaine. Photo: Chandra (vue d'artiste)



Rosetta poursuit son travail sur le noyau de la comète 67P: vérification que la sublimation de l'eau en surface suit le rythme diurne (cycle de 12h), découverte d'importants changements à la surface par des mécanismes d'érosion pas encore bien identifiés, et démonstration que la drôle de forme du noyau résulte de la fusion entre 2 objets et non d'une érosion non-uniforme. Photo: ESA

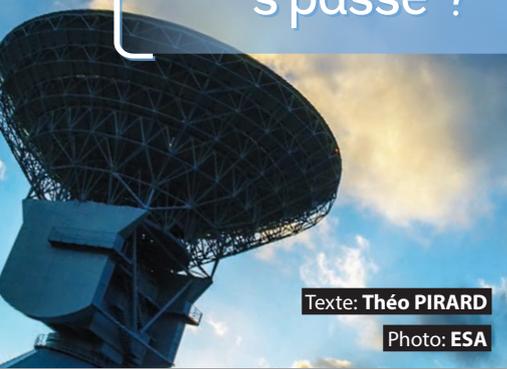


Les astronomes ont mesuré pendant plus de dix ans les signaux en provenance de pulsars. Un petit délai temporel devait se glisser si des ondes gravitationnelles venaient à passer. Aujourd'hui, les résultats de cette très importante recherche viennent de tomber: on n'a pas détecté d'ondes gravitationnelles associées à des fusions de trous noirs. Cela pourrait s'expliquer si ces fusions se produisent rapidement, sans longue danse d'approche... Photo: D. Champlon (vue d'artiste)

Qu'est-ce qui s' passe ?

Texte: Théo PIRARD

Photo: ESA



Le maillon faible et coûteux de la chaîne des activités dans l'espace est le transport sur orbite. Qu'en sera-t-il au cours de la prochaine décennie ?

Plusieurs systèmes sont en développement dans le monde.

- La Russie est en train de renouveler ses moyens d'accès sur orbite avec la famille des lanceurs *Angara* qui vont prendre la relève des vénérables *Soyouz* et *Proton* de l'ère soviétique. Deux exemplaires ont été testés avec succès en 2014 depuis le cosmodrome militaire de Plessetsk. *Roscosmos*, l'agence spatiale russe, prévoit son exploitation intensive à partir du nouveau complexe de lancements à Vostochny, dans l'Extrême-Orient.
- La Chine se prépare à mettre en œuvre les fusées *Longue Marche* dites *NG (New Generation)* que sont les *CZ-5*, *CZ-6*, *CZ-7*. Produites dans un important complexe à Tianjin, elles sont en train de tester leur concept, leurs structures et propulseurs.
- En Amérique, l'opérateur *Ula (United Launch Alliance)* mise sur l'avènement en 2020 des modèles du lanceur *Vulcan*. Développé par *Boeing* et *Lockheed-Martin*, il doit remplacer les *Delta* et *Atlas* actuellement en service. La baie de propulsion de son 1^{er} étage, part la plus délicate et la plus chère, doit faire l'objet d'une réutilisation.
- Le Japon, avec la *Jaxa (Japan Aerospace Agency)* et *Mhi (Mitsubishi Heavy Industries)*, va se doter en 2020 du lanceur *H3* qui se déclinera en 3 variantes suivant les propulseurs d'appoint à

Dans les années 2020, le panorama des systèmes de lancement aura bien changé. Des lanceurs de nouvelle génération vont être mis en service par la Russie, la Chine, l'Europe, et par des opérateurs privés aux États-Unis. L'objectif est de rendre plus accessible la dimension de l'espace avec des mises sur orbite qui soient à la fois plus économiques et écologiques. Surtout que l'activité spatiale est loin de faiblir. Les satellites se multiplient au-dessus de nos têtes pour de nouvelles applications d'envergure globale: navigation, télécommunications, télédétection. Encore convient-il de les lancer au moindre coût afin qu'ils puissent être plus vite rentabilisés face à la concurrence de systèmes terrestres très performants

poudre. Son concept rappelle celui du système européen *Ariane 6*.

- L'Europe devrait disposer dès 2020 des versions *Ariane 6* dont le développement est financé par l'ESA avec *AsI (Airbus Safran Launchers)* comme maître d'œuvre, producteur et exploitant via *Arianespace (1)*. La nouvelle *Ariane* utilisera comme propulseur d'appoint le 1^{er} étage du lanceur amélioré *Vega C*, mis au point par l'industrie italienne.

Par ailleurs, il est beaucoup question aux États-Unis des efforts de la libre entreprise avec *SpaceX* et *Blue Origin*. Qu'envisagent ces 2 nouveaux acteurs du transport spatial dont l'audace suscite beaucoup de curiosité ?

L'initiative privée américaine entend relever le défi du vol «low cost» (à bas coût) pour l'accès à l'espace. *SpaceX* et *Blue Origin* qui développent des systèmes innovants - avec des 1^{ers} étages récupérables, si possible réutilisables - sont 2 entreprises mises sur pied par des hommes d'affaires dont l'importante fortune est due aux technologies de l'information et de la communication. Elon Musk, avec *SpaceX*, s'est lancé dans les lanceurs *Falcon 9* et *Falcon Heavy* à 2 étages déjà proposés à la commercialisation à partir d'infrastructures simplifiées et qui font l'objet de constantes améliorations. De son côté, Jeff Bezos, enrichi par *Amazon.com*, veut avec sa société *Blue Origin*, mettre l'espace à la portée du plus grand nombre grâce à son lanceur bi-étage *Very Big Brother*, qui est toujours au stade des tests.

Qu'est-ce que ces lanceurs des années 2020 auront de particulier ?

Ils présentent des points communs. Primo, respect de l'environnement oblige: l'emploi de propulseurs moins polluants qui fonctionnent avec des ergols écologiquement propres, à savoir du kérosène, du méthane, de l'oxygène et de l'hydrogène liquides.

Secundo, réduction des coûts grâce au concept de lanceurs modulaires, qu'on adapte aux missions en faisant varier le nombre de modules propulsifs, réalisés en série. Et on étudie les possibilités de les récupérer pour une réutilisation... ■



(1) L'industrie belge des systèmes spatiaux est concernée: *SABCA* (pilotage et structures), *Techspace Aero* (vannes), *Thales Alenia Space Belgium* (avionique).

Moyen Orient spatial

en pleine ébullition

La splendeur démesurée de Dubaï, vue par le satellite DubaiSat-2 avec une résolution d'1 m. On aperçoit l'ombre de la Burj Khalifa: avec ses 828 m, c'est le plus haut édifice construit à ce jour.

Texte: Théo PIRARD • theopirard@yahoo.fr

Photos: Mrbsc, Isa, lai

Le Congrès international d'astronautique réunit chaque année, depuis 1950, la communauté mondiale des acteurs de l'exploration et l'exploitation de l'espace. Pour sa 66^e édition, il s'est tenu du 12 au 16 octobre dernier à Jérusalem. C'est l'occasion de faire le point sur la technologie spatiale qui prend de l'ampleur au Moyen Orient. Son importance stratégique et économique n'a pas échappé aux États se trouvant au carrefour de l'Europe, de l'Asie et de l'Afrique. La mise en œuvre de satellites pour les communications et les observations y fait recette. Avec l'essor d'une demi-douzaine d'opérateurs de systèmes dans l'espace...

Israël est le seul État, au Moyen Orient, qui s'est doté de la capacité de réaliser et lancer des satellites. Dès 1983, l'Isa (Israeli Space Agency) était mise sur pied et le groupement Iai (Israel Aerospace Industries) créait une unité spécialisée dans les systèmes pour l'espace. Le 19 septembre 1988, Israël devenait membre du «club des puissances spatiales»: les premiers «bip-bip» en hébreu étaient émis autour de la Terre par Ofek-1, satellite technologique de 156 kg. Il avait été mis en orbite basse par un lanceur Shavit, dérivé du missile à poudre Jéricho. Tiré depuis la base militaire de Palma-

chim sur la côte, il était passé au-dessus de la Méditerranée avant de se satelliser. Comme il fallait éviter l'incident du survol des pays arabes limitrophes, Tel Aviv ne pouvait tirer parti de la vitesse de rotation de la Terre. Jusqu'en avril 2014, à peine 9 lancements de satellites Ofek ont de la sorte été effectués à des fins stratégiques. Officiellement, 2 se sont soldés par des échecs, suite au mauvais fonctionnement de la version améliorée Shavit-1.

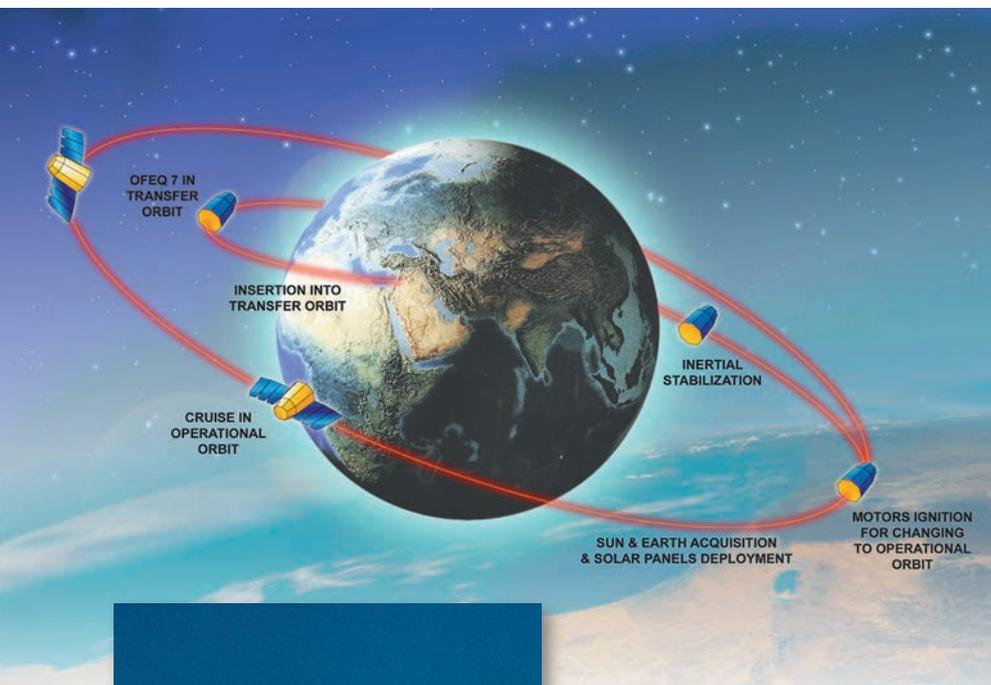
Les Ofek sont de petits satellites d'observation optique et radar ayant la capacité de distinguer des détails de moins

d'1 m. La société commerciale Imagesat International met en œuvre 2 Eros (Earth Resources Observation Satellite) satellisés en 2000 et en 2006, démontrant l'excellence des prises de vues des satellites israéliens de télédétection. Par ailleurs, Israël a coopéré avec l'Afrique du Sud au temps de l'apartheid pour la doter d'un lanceur et d'un satellite qui s'inspiraient du Shavit et d'Ofek. Ce partenariat technologique, développé par la minorité blanche sud-africaine, a pris fin avec l'arrivée au pouvoir de Nelson Mandela (1918-2013).

Les autorités de Jérusalem se sont alors intéressées au business des satellites de télécommunications et de télévision. L'objectif était d'établir des connexions avec la diaspora juive, tout en proposant des services à coût réduit. L'entreprise Spacecom, avec le soutien d'Iai, exploite Amos (Afro-Mediterranean Orbital System) avec des satellites en orbite géostationnaire (1) qui ont été lancés à partir de mai 1996 et qui répondent également à des besoins militaires. Spacecom dispose de 4 satellites proposant des couvertures depuis l'Est de l'Amérique du Nord jusqu'à l'Extrême-Orient, sur l'Europe centrale et sur toute l'Afrique.

L'Arabie Saoudite a très tôt misé sur les retombées et applications des technologies spatiales. En 1976, elle contribue à la création d'Arabsat, organisation panarabe pour l'exploitation de satellites géostationnaires de télécommunications et de télévision. Arabsat dispose de 5 satellites au service des pays de la Ligue arabe pour couvrir la Méditerranée, l'Europe, l'Afrique du Nord, le Moyen Orient et l'Asie centrale jusqu'au Pakistan. L'opérateur a racheté à la Grèce et à Chypre le système HellasSat avec un satellite en service pour la diffusion TV. Cinq satellites - dont 2 pour HellasSat - sont en construction en Europe et aux États-Unis pour des lancements dans les 3 ans à venir. Les 2 derniers ont été commandés à la firme Lockheed Martin qui va installer un centre pour le développement de satellites sur le campus technologique de Riyadh.

(1) Géostationnaire: positionné à quelque 35 800 km au-dessus de l'équateur.



Pour placer ses Ofek autour de la Terre, Israël survole la Méditerranée avec le lanceur spatial Shavit, mis en œuvre par Tsahal, son armée de défense. Ce qui explique que ses satellites évoluent sur une orbite rétrograde, c'est-à-dire de l'Est vers l'Ouest.



de demain. Sous l'impulsion de Dubaï et d'Abou Dhabi, où de riches familles trouvent dans l'espace à la fois un atout et un défi pour rentabiliser la manne de leurs pétrodollars en prenant pied dans un secteur d'avenir. Dans le domaine des télécommunications par satellites, 2 systèmes à grandes performances ont vu le jour avec le savoir-faire des industries européennes et américaines:

- *Thuraya* à Dubaï s'affirme comme un pionnier de la mobilophonie par satellite dans 161 pays grâce aux services opérationnels de 2 relais *Geomobile* (fournis par *Boeing Satellite Systems*) déployant chacun une parabole de 12,2 m;
- *Yahsat* à Abou Dhabi participe à la révolution des TIC (*Technologies de l'Information et de la Communication*) en exploitant 2 satellites «made in Europe» pour la TV à haute définition (avec l'expertise commerciale de l'opérateur luxembourgeois *Ses*) et les connexions à large bande; un troisième, *Al Yah-3*, qui doit élargir la couverture de l'Amérique Latine à l'Afrique, a été commandé aux États-Unis pour un lancement fin 2016.

Le *Kacst* (*King Abdulaziz City for Science & Technology*) y a créé son *Institut de Recherche Spatiale*, centre de formation et d'intégration spécialisé dans les micro-satellites. Il aurait eu l'aide de la société sud-africaine *SunSpace* (*Stellenbosch University*) dans la réalisation conjointe de *Saudisat-3/Onyx*, un mini-satellite pour des prises de vue d'une résolution métrique: en orbite depuis avril 2007, la discrétion est de mise concernant son état de fonctionnement. Le *Kacst* se trouve impliqué par *Arabsat* dans la réalisation de *HellasSat-4*, qui est également appelé *Saudi GeoSat-1*. Les Saoudiens sont décidés à tirer parti des ressources de leur or noir pour que le monde arabe ait rendez-vous avec le futur.

De même, les Émirats, voisins de l'Arabie Saoudite, ne veulent aucunement manquer le rendez-vous avec les technologies

vide et l'intégration de petits satellites de télédétection. Ainsi les *DubaiSat-1* et *DubaiSat-2*, lancés respectivement en 2009 et en 2013, valorisent le constructeur de micro-satellites en Corée du Sud. Leur successeur à qui est donné le nom de *KhalifaSat* sera réalisé au *Mbrsc* pour un lancement en 2017: il pourra observer des détails de 0,70 m au sol.

Ce qui n'a pas empêché les Forces Armées des Émirats de signer un contrat avec *Airbus Défense & Space* et *Thales Alenia Space* pour disposer, à la fin de cette décennie, de 2 satellites-espions *Falcon Eye*, modèles améliorés des *Pleiades* français. Il y aura en 2021 l'envoi de *Al Amal* (*Espoir*) autour de Mars dans le cadre des 50 ans de la Fédération des Émirats: cette sonde martienne, qui utilisera une plateforme *KhalifaSat*, sera la consécration internationale du *Mbrsc* via l'exploration de l'espace ! Par ailleurs, un fonds d'investissement d'Abou Dhabi participe au financement du projet *LauncherOne* de *Virgin Galactic*: ce petit lanceur aéroporté pourrait effectuer des vols à partir de l'Émirat.

Dubaï entend devenir un pôle de technologie spatiale avec le *Mohammed Bin Rashid Space Centre* (*Mbrsc*), qui s'est spécialisé dans l'observation de l'environnement terrestre. En coopérant depuis 2006 avec la société sud-coréenne *Satrec Initiative*, cet institut s'est équipé d'une infrastructure de plus en plus conséquente et compétente pour la conception de missions sur orbite, les tests sous

L'État du Qatar est le dernier venu du Moyen Orient sur la scène spatiale: avec la société *Es'hailsat*, créée en 2010 par *ictQatar*, il exploite les fréquences et positions géostationnaires qu'il a réservées auprès de l'Union Internationale des Télécommunications. *Es'hail-1*, satellisé en 2013 par *Ariane 5*, est le fruit d'une coopération avec l'opérateur européen *Eutelsat*. *Es'hail-2* a été commandé à *Mitsubishi Electric* pour un lancement en 2016. *Es'hail-3* est en cours de définition, car l'opérateur qatari projette d'avoir une flotte de satellites en nouant des alliances sur l'ensemble du globe. ■

Brèves spatiales...

d'ici et d'ailleurs

Texte: Théo PIRARD • Photos: NASA, Escape Dynamics, ESA



Surréaliste: après l'avion, voici la fusée électrique ! Fée électricité ne manque décidément pas d'audace. Grâce à un puissant faisceau de micro-ondes, elle veut faire voler une navette jusque dans l'espace. C'est le système le plus exotique d'une «start-up» du Colorado, *Escape Dynamics*. L'objectif est de faire voler une petite navette contenant de l'hydrogène liquide en l'accélégrant au moyen d'un puissant flux de micro-ondes émis par un ensemble d'antennes au sol. *Escape Dynamics* exploite ce flux pour mettre sous pression l'hydrogène en le chauffant jusqu'à 2 000 °C, puis l'expulser par une tuyère sous une impulsion spécifique de plus de 600 s !

Jusqu'à présent, l'accès à l'espace dépendait des performances de la réaction chimique entre comburant et combustible. Dans les années 60 et 70, les États-Unis et l'Union Soviétique ont procédé à des essais de propulsion nucléaire mettant en jeu un réacteur de fission pour accélérer de l'hydrogène liquide en le mettant sous haute pression. *Escape Dynamics* croit à ce principe pour que l'hydrogène soit «télé-chauffé» par un faisceau électrique à haute puissance, de l'ordre de 500 Megawatts, émis par plusieurs centaines d'émetteurs de 500 kW et dans l'espace, par un ensemble de batteries à bord. Le 17 juillet, la jeune entreprise a annoncé avoir réussi - sans préciser les résultats obtenus - l'expérimentation d'un prototype. Elle a décidé de passer au développement d'un engin qui pourrait être suborbital, à condition d'investir quelque 200 millions de dollars afin de relever les défis technologiques. Pour aller sur orbite, il faudra atteindre une puissance d'au moins 800 Megawatts: 100 à 200 kg pourraient être satellisés par une navette *Ssto* (*Single Stage To Orbit*) de type «*lifting body*» qui, une fois sa mission terminée, reviendrait au sol pour un nouveau vol. ■

Avec Juice, les Européens à l'assaut du système jovien... L'ESA a confié à *Airbus Defence & Space* la réalisation de la sonde pour la mission lointaine *Juice* (*Jupiter Icy moons Explorer*). D'une masse de 5,5 t, l'explorateur européen tirera son électricité d'un imposant générateur de cellules solaires (97 m²), le plus grand jamais réalisé pour une mission interplanétaire. Lancée en 2022 par une *Ariane 5 ECA*, la sonde européenne parviendra dans le système jovien en 2030 dans le but d'étudier 3 de ses «lunes» - Europe, Ganymède, Callisto - couvertes des glaces sous lesquelles des océans pourraient abriter des traces de vie... En 2032, on compte satelliser *Juice* autour de Ganymède. ■



Débuts prometteurs pour Sentinel-2A

Depuis le 23 juin, le système *Copernicus* de l'Union Européenne a son 2^e satellite pour l'environnement et la sécurité: *Sentinel-2A* de 1,130 kg qui prend depuis 786 km d'altitude des vues de 10 à 20 m de résolution avec une fauchée de 290 km, dans 13 bandes spectrales (depuis le visible à de l'infrarouge) a été satellisé par le 5^e lanceur *Vega*. C'est ni plus ni moins un satellite de type *Landsat*, comme ceux mis en œuvre par la NASA pour le suivi des ressources terrestres. Réalisé par *Airbus Defence & Space*, cet observatoire optique vient judicieusement compléter *Sentinel-1A*, un observatoire radar en bande X sur orbite depuis le 3 avril 2014. Ses données sont mises gratuitement à disposition des États membres de l'Union et de l'ESA.

Deux acteurs wallons sont impliqués dans le développement des *Sentinel-2*: le *Csl* (*Centre Spatial de Liège*), qui avait procédé aux essais sous vide de l'instrument *Msi* (*MultiSpectral Imager*); et la Pme liégeoise *Amos*, qui a fourni les miroirs en carbure de silicium et des éléments pour son ouverture. ■



AGENDA

- Du 26 octobre au 15 janvier 2016
- Espace Wallonie de Charleroi
Rue de France, 3 - 6000 Charleroi

La Wallonie dans l'espace

Après Liège, l'exposition spatiale débarque à l'Espace Wallonie de Charleroi. L'objectif est d'amener les étudiants à faire le lien entre les concepts de physique qu'ils ont vu ou qu'ils vont voir en classe, et l'histoire de la pensée des chercheurs, de Galilée à Einstein, en passant évidemment par Newton. Destinée aux étudiants du secondaire supérieur, des hautes-écoles et des universités ainsi qu'à toute personne intéressée, l'exposition aborde les thématiques suivantes :

- Les grandes dates de la conquête spatiale.
- Les Wallons de l'espace.
- Le secteur spatial, vecteur d'innovation au service de l'emploi.
- Les métiers et formations du secteur spatial.
- Les aspects scientifiques de la conquête spatiale, les applications



dans notre vie quotidienne et dans la recherche médicale, par exemple.

- La vie au jour le jour dans la station spatiale.

Sont présentés des éléments exceptionnels, tels une maquette d'Ariane 5 au 1/20^e, prêtée par le CNES de Toulouse, des reproductions à l'échelle de satellites, des météorites, ... Et bien d'autres choses encore à découvrir !

Infos www.expositions-wallonie.be



- Jusqu'à décembre 2015
- Partout en Wallonie

Waterplouf

Au son de la corne de brume, l'éaunologue Pidou vous plonge dans son bar à eau où ses pétillants Archimède partent à la chasse au trésor sous-marine sous une pluie de neige verte. Un spectacle iceberg admis.

Waterplouf est un spectacle burlesque de 45 min comportant une forte interactivité avec le public. Plusieurs Archimède, choisis dans l'assistance, accompagnent Pidou dans ses manipulations d'œufs qui flottent, d'eaux à déguster et de verres renversants. Presque de la magie, mais tout s'explique pourtant ! Philippe Baraduc, auteur et acteur du spectacle, a suivi un cursus universitaire scientifique en France. Après avoir travaillé dans la recherche et l'enseignement, il décide de suivre une formation d'animateur qui le mène à fonder la Compagnie Al Kymia.

Par le biais de ce spectacle, ce grand fan d'Archimède souhaite transmettre le plaisir de la découverte et l'envie de comprendre le monde, introduire la science dans des lieux inattendus, réunir à nouveau science et culture. *Waterplouf* se sert de l'art du jeu pour transmettre une étincelle, une curiosité, un esprit critique, un appétit scientifique en direction d'un public jeune et familial. Avec le même objectif, il a également mis sur pied «*Ça flotte ou ça coule ?*», une webradio «*avec de vrais morceaux de science dedans*» ! Une interview dans ton école, un reportage dans ton club, une envie d'animer une chronique ou tout simplement, de partager vos activités scientifiques, contactez Docteur Bubble !

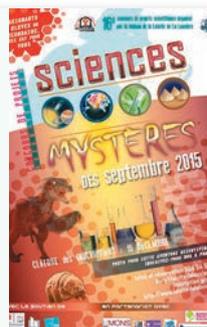
Infos
www.alkymia.be
et <http://radio.alkymia.be>

Concours Sciences & mystères

Pour valoriser le travail de classe encouragé par les programmes scolaires. Pour apprendre en acteur plutôt qu'en spectateur. Pour appliquer une démarche scientifique comme démarche intellectuelle. Pour travailler en équipe et se familiariser aux conditions de travail de la vie professionnelle. Oui, participer à ce concours de projets scientifiques, c'est tout ça, et plus encore... En pratique, il s'agit de former une équipe avec un professeur et de choisir un thème, pas mal de choses peuvent représenter un mystère... à vous de le résoudre en appliquant une démarche scientifique: rechercher des indices, dégager des pistes de recherche, investiguer, analyser, vérifier... valider ! De toutes ces étapes, imaginer un stand qui présentera de manière ludique et attractive, par des jeux, des manipulations, des expériences... le fruit et l'évolution de vos recherches, et le présenter, durant 3 jours (du 28/02 au 01/03/2016 à La Louvière) à des membres du jury, à du public familial, scolaire et aux autres participants ! Une belle aventure, des rencontres, des découvertes ! Le clip de lancement, c'est par ici: <https://www.youtube.com/watch?v=8CfIZfZMVY>

Infos & inscriptions

www.laicite-lalouviere.be ou sur <https://www.facebook.com/events/1493265527651181/>



- Inscriptions jusqu'au 6 décembre
- Qualifications au sein des écoles

Les JO de la science

Les Olympiades, c'est quoi ? Chaque année, en juillet, les Olympiades internationales de Biologie, de Chimie et de Physique rassemblent des jeunes venus de 60 à 90 pays du monde entier. Chaque délégation nationale est composée de 4 candidats (5 en physique) et d'accompagnateurs adultes qui participent au Jury international. Ces 3 compétitions dépistent de jeunes talents scientifiques et leur permettent de se frotter à des compétitions internationales. De plus, en mettant en contact des jeunes du monde entier, les Olympiades ouvrent les esprits.

Comme aux J.O., le niveau d'exigences est très élevé. Nos candidats ne se laissent pourtant pas impressionner, guidés par leur passion pour la science. S'ils en sont

là, c'est qu'ils ont commencé par le début: ils se sont présentés aux Olympiades organisées dans notre pays, puis ont franchi les échelons les uns après les autres.

Les Olympiades sont destinées à tous les élèves de l'enseignement secondaire (général ou technique) de la Fédération Wallonie-Bruxelles ou de la Communauté germanophone. Il existe 2 niveaux de compétition: 5^e année (accessible en 4^e) et 6^e année (inclut la 6^e spéciale ou 7^e).

Inscrivez-vous vite et gagnez votre passeport pour la Suisse ou le Vietnam !

Infos & inscriptions

www.olympiades.be
n.stouvenakers@helmo.be
www.hypothese.be



Sur le Web

3 sites flambant neufs !

- Découvrez les services de *Picarré* et son cœur de métier, l'information brevet, au travers du nouveau site corporate www.picarre.be et informez-vous sur la propriété intellectuelle et les actions menées dans le cadre du projet *Pipole* soutenu par le FSE et la Wallonie en consultant www.pipole.be
- Nouveau graphisme plus actuel, avec un contenu plus lisible, des photos et des vidéos, le nouveau site du GIGA, www.giga.ulg.ac.be, est en ligne. N'hésitez pas à y jeter un œil pour tout savoir sur ce qui s'y passe.
- L'Agence de Stimulation Économique et l'Agence de Stimulation Technologique sont devenues l'Agence pour l'Entreprise & l'Innovation. L'AEI soutient la création et le développement des entreprises, l'innovation ainsi que le développement des nouvelles activités économiques. Besoin d'un coup de pouce: rendez-vous sur www.aei.be

À LIRE

Mémoire, ma petite mémoire

Vicky Dubois

Vicky a été diagnostiquée Alzheimer en 2012. À force d'exercices, de sorties et d'activités, elle vit sa maladie sereinement. Son espoir: une stabilisation définitive. C'est sa logopède, Anne Jacquemin, rencontrée à la Clinique de la Mémoire des Cliniques universitaires Saint-Luc, qui lui décèle une certaine aisance et la pousse à écrire. Loin de vivre la maladie les bras croisés, Vicky avait déjà mis en place des trucs et astuces afin de rester le plus autonome possible. «Je trouvais que ça valait la peine de montrer qu'on pouvait vivre bien avec un tel diagnostic et que ça coupait la tête aux idées toutes faites véhiculées par certains média, avoir Alzheimer, c'est la mort annoncée, il reste juste un corps, plus d'esprit, le corps est une coquille vide», explique t-elle lors d'une interview donnée à la RTBF.

Dans cet ouvrage très personnel et pourtant universel, Vicky raconte ses réflexions quotidiennes, la manière dont elle vit son Alzheimer. Parfois, un flash, qu'elle saisit au vol et consigne soigneusement. Elle nous emmène alors sur ses pas, au Zaïre, avec son mari, ou pendant sa jeunesse, comme infirmière chez les prématurés ou encore adolescente, dans le cinéma de ses parents. *Mémoire, ma petite mémoire* est un témoignage d'espoir. Parce qu'il y a autant de maladies d'Alzheimer que de patients et que les routines quoti-

diennes, les exercices, la gentillesse de l'entourage peuvent aider à vivre longtemps dans les meilleures conditions. Préfacé par Anne Jacquemin et postfacé par le professeur Martial Vander Linden, psychopathologue et neuropsychologue à Genève et à l'Université de Liège, ce livre ouvre une porte sur l'Alzheimer et permet au lecteur de plonger au cœur de ce que cette maladie implique comme désagréments mais aussi comme espoir et optimisme.

«Ma petite mémoire, toi et moi, nous sommes un binôme. À la vie, à la mort. Même si nous pleurons, quelquefois, nous nous soutenons l'une l'autre. Tu m'aides à écrire ces pages, tu m'envoies encore quelques flashes, de temps en temps. Parfois, je me dis que je vais arrêter un peu d'écrire. Puis, comme ça me démange, je reprends mon crayon. Petite mémoire, il faut oublier ce grand vide qui nous attend peut-être. Nous ne pouvons pas nous décevoir l'une l'autre. Il n'y a plus qu'une chose à faire, poursuivre l'écriture de ce livre...»



Ker éditions, 2015
www.kereditions.eu



Visitez nos sites :

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

Rejoignez-nous sur :

 [Facebook.com/magazine.athena](https://www.facebook.com/magazine.athena)