



**Un automate sur une épave** Des équipes françaises mettent au point un robot sous-marin archéologue. Elles l'ont testé sur la « Lune », qui a coulé près de Toulon en 1664. **PAGE 2**



**Infirmières et docteurs** Les actes infirmiers et paramédicaux constituent désormais en France un terrain de recherche en soi, thèses de doctorat à l'appui. **PAGE 3**



**Carnets de santé** L'écrivain et avocat Mathieu Simonet a proposé à des patients hospitalisés de raconter leur adolescence. Un pari réussi sur les vertus de l'écriture. **PAGE 8**

## La tique, ennemie chronique

L'acarien transmet, entre autres, la maladie de Lyme, une affection potentiellement invalidante très mal diagnostiquée en France, faute de tests fiables. Les associations de malades dénoncent le déni du monde médical. Le Haut Conseil de la santé publique suggère un plan national.

PAGES 4-5



Tique gorgée de sang, de l'espèce « *Ixodes ricinus* », en microscopie électronique.

EYE OF SCIENCE/COSMOS



CARTE BLANCHE

**Roland Lehoucq**

Astrophysicien, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

(PHOTO: MARC CHAUMEIL)

## L'intérêt d'« Interstellar » est ailleurs

Rares sont les films qui mettent autant en avant la physique moderne. Fruit d'une collaboration entre le réalisateur Christopher Nolan et le physicien Kip Thorne, *Interstellar* raconte les aventures d'un groupe d'explorateurs qui parcourent l'Univers à la recherche d'une nouvelle planète habitable pour l'humanité. Si cette solution à l'empreinte que nous imposons à l'unique planète dont nous disposons paraît un peu farfelue, il faut bien admettre que d'autres aspects du film sont plus réalistes.

*Interstellar* met à l'honneur la relativité générale, théorie de la gravitation due à Albert Einstein et dont nous fêtons le centenaire en 2015. Le génial physicien y propose de ne plus interpréter la gravitation comme une force, mais comme une manifestation de la courbure de l'espace-temps, courbure imposée par la distribution de matière. Einstein prédit immédiatement qu'un rayon lumineux devait être dévié en passant près d'une masse. Vérifié pour la première fois en 1919 lors d'une éclipse totale de Soleil, cet effet est au cœur de la représentation de Gargantua, le trou noir supermassif autour duquel

orbite l'une des planètes visitées par les héros.

Le panorama qu'ils découvrent en y arrivant est spectaculaire : le monstre cosmique apparaît entouré d'un immense disque et d'un halo brillant. Il s'agit du disque de matière qui tombe en spiralant vers le trou noir et que ses frictions internes échauffent et rendent lumineux. La courbure spatio-temporelle à proximité du trou noir est telle que le disque apparaît considérablement déformé pour prendre l'aspect d'un halo qui entoure le trou noir. Cet effet de distorsion gravitationnelle, parmi d'autres, a été calculé dès 1979 par l'astrophysicien Jean-Pierre Luminet avant d'être mis en images par son collègue Jean-Alain Marck quelques années plus tard. Leurs travaux montrent que la magnifique représentation présentée dans le film est plausible, à défaut d'être parfaitement réaliste.

Une autre conséquence de la relativité générale est au cœur de l'intrigue : la durée que mesure une horloge dépend de l'intensité du champ de gravité dans lequel elle est plongée. Ainsi, une horloge située à la surface de la Terre retarde par rapport à une horloge en altitude, où la gravité est plus faible qu'au sol. Observé

pour la première fois en 1960, cet effet doit être pris en compte dans les systèmes de géolocalisation par satellites car, chaque jour, les horloges orbitales du réseau GPS se décalent de 46 milliardièmes de seconde par rapport aux horloges terrestres. Dans le film, les héros se posent sur une planète en orbite autour de Gargantua pour laquelle le décalage temporel est bien plus considérable : une heure passée à sa surface correspond à sept années terrestres. Ce gigantesque rapport de durée est envisageable à condition que la planète soit située sur la dernière orbite stable autour du trou noir et que la rotation propre de celui-ci se fasse à une vitesse considérable.

Si la longueur du film n'est pas un effet de dilatation temporelle et si certains aspects sont invraisemblables, l'intérêt d'*Interstellar* est ailleurs. En invitant les spectateurs à s'interroger sur la question du temps, sur sa perception et son caractère relatif, il a une vertu pédagogique et se situe en plein dans ce qu'en 1909 Maurice Renard nommait « merveilleux scientifique », c'est-à-dire « l'aventure d'une science poussée jusqu'à la merveille ou d'une merveille envisagée scientifiquement ». ■

# Un premier robot archéologue sous-marin

**ROBOTIQUE** | La « Lune », qui a coulé près de Toulon en 1664 à 90 mètres de profondeur, vient de recevoir la visite de Speedy, un automate conçu par des équipes françaises pour fouiller les épaves difficilement accessibles aux plongeurs humains

VIVIANE THIVENT

**E**n mars, il arpente les murs immergés d'un barrage hydro-électrique. Début novembre, il était jeté dans le grand bain, en Méditerranée, au-dessus de la *Lune*, l'épave d'un vaisseau de Louis XIV perdu en 1664. Quelques semaines plus tard, le voilà de retour au Laboratoire d'informatique, de robotique et de microélectronique de Montpellier (Lirmm), coincé dans une piscine de jardin à l'eau douceuse qu'il partage avec un autre prototype... pour le moment. Car l'un de ses inventeurs, Vincent Creuze, parle déjà de le remplacer. Il voit plus gros, plus fort, différent. Et ce, dès l'année prochaine.

Ainsi donc, celui qu'en novembre Michel L'Hour, directeur du département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines (Drassm), a surnommé Speedy n'est pas près de revoir la *Lune*. Qu'importe, il restera dans les annales comme le premier robot archéologue sous-marin de l'histoire. Le premier d'une lignée appelée à proliférer et à se développer d'ici à 2020.

« L'idée de créer un robot archéologue sous-marin est ancienne », attaque Michel L'Hour. Elle a germé en 1998, non loin de Bornéo, lors de la fouille d'une épave du XV<sup>e</sup> siècle, au sultanat de Brunei. « Elle était située à 64 mètres de fond, dans une eau particulièrement turbide. » Ce chantier, très complexe, mobilisa 172 spécialistes, un robot et des submersibles pendant trois mois. Un succès, mais qui, par effet de contraste, pointe à l'époque les défauts de l'archéologie sous-marine un peu profonde qui manque de matériels et d'autonomie.

Aussi, lorsque Michel L'Hour prend la direction du Drassm, il fait construire un navire apte à servir de support pour des fouilles robotisées. Ce sera le *Malraux*, mis en service en 2012. Mais ce n'est pas tout. Il voit plus profond. « Aujourd'hui,



Le robot Speedy a pu tester une main anthropomorphe à trois doigts, à 90 m de profondeur, sur l'épave de la « Lune ». OSADA/SEGUIN/DRASSM

« On a testé des blasters capables de souffler les sédiments sur l'épave, des lasers pour scanner le relief ou des robots à chenilles »

VINCENT CREUZE

coordinateur scientifique du projet « Corsaire Concept »

pour effectuer des fouilles sous-marines dignes de ce nom, il faut nécessairement recourir à des plongeurs. » Un travail de longue haleine qui, après 60 mètres, n'est plus vraiment envisageable à cause des paliers de décompression qui allongent la durée des plongées et raccourcissent le temps de présence au fond.

« Pendant longtemps, cette limite n'était pas problématique : il y avait déjà tant à faire à faible profondeur, explique Michel L'Hour. Le patrimoine profond pouvait bien encore attendre quelques décennies. » Mais c'était compter sans la pression exercée par le chalutage qui labourait le fond des océans, jusqu'à 1800 mètres et le développement de la plongée sportive jusqu'à

150 mètres. « Depuis quelques années, on observe aussi des cas de pillage d'épaves reposant à plus de 300 mètres de profondeur, poursuit Michel L'Hour. Le milieu profond n'est plus le sanctuaire inviolable qu'il a été. »

Cette évolution est pour lui d'autant plus dommageable que les épaves des profondeurs sont souvent bien mieux conservées que celles coulées près des côtes. Elles souffrent moins des affres de la météo, de la houle, de l'oxydation ou des hommes qui au fil des siècles ont tenté de récupérer matériaux et cargaisons. « C'est pourquoi il est désormais urgent d'inventer une archéologie des profondeurs où les plongeurs seraient remplacés par des robots », précise Michel L'Hour.

En 2011, ce vœu pieux prend la forme d'une première collaboration entre le Drassm et Ensta-ParisTech. Entre 2012 et 2013, une étudiante de l'Ensta passe une année en immersion au Drassm afin de rédiger le cahier des besoins. « Une sorte de liste au Père Noël, ou plutôt au père Michel, s'amuse Guy Somekh, à l'époque président de l'Association des diplômés de l'Ensta. L'idée était que les archéologues définissent le plus précisément possible ce que devait pouvoir accomplir un robot archéologue sous-marin. »

« En gros, il fallait que ce système ait la vue et le toucher d'un archéologue jusqu'à 2000 mètres de profondeur », résume Michel L'Hour. « Pour un roboticien, commente Vincent Creuze du Lirmm, cela signifie par exemple créer une main robotisée pouvant repérer d'infimes variations de pression sous 200 bars de pression. » Sans par-

ler du fait que cette même main doit être capable d'attraper une assiette comme un chaudron.

Partant du principe qu'« il y a un gamin qui sommeille » en tout industriel susceptible de financer le développement de son robot archéologue, Michel L'Hour choisit la *Lune*, un bateau mythique, vaisseau vice-amiral de Louis XIV ayant connu un destin aussi mystérieux que tragique, pour ancrer son chantier expérimental. « Il s'agit de l'une des plus belles épaves répertoriées. Elle est située au large de Toulon à 90 mètres de profondeur. Il faut quatre minutes seulement à un robot pour l'atteindre, ce qui facilite les tests. »

Après une première campagne en 2012 où il s'agissait d'évaluer les difficultés de faire fonctionner ensemble robots-caméras, submersibles et scaphandriers, sans emmêler les ombilics qui les relient à la surface, Michel L'Hour et Guy Somekh rencontrent, en février 2013, la communauté des roboticiens. Ils se fixent un objectif : posséder d'ici à 2020 deux ensembles de systèmes robotiques aptes à l'archéologie des profondeurs.

Tout restant à inventer, depuis 2012, une bonne dizaine de robots issus de start-up ont été invités à démontrer leurs talents à la surface de la *Lune*. « On a testé des blasters capables de souffler les sédiments recouvrant l'épave, des systèmes laser pour scanner le relief ou encore des robots à chenilles », explique Vincent Creuze, coordinateur scientifique du projet désormais nommé « Corsaire Concept ».

Cette année, Speedy a permis de tester un système de vision omnidirectionnelle, une main

anthropomorphe à trois doigts qui épouse la forme des objets saisis. « Il y avait aussi un système de griffes auquel les archéologues ne croyaient pas d'emblée, s'amuse Vincent Creuze. Ce sont les roboticiens qui leur ont imposé ce test. » Pour leur bien, car la griffe, sorte de grosse pince à cheveux argentée, s'est révélée très efficace pour attraper sans danger les artefacts.

« C'était tellement efficace que nous aurions pu avancer le chantier de fouille !, s'enthousiasme Vincent Creuze. Mais tout ce qui intéressait Michel L'Hour, c'était de tester encore et encore la main, pour en cerner les limites... » Apparemment, un gamin sommeille aussi chez ce roboticien qui, à peine rentré de mission, décrit l'allure du robot qu'il créera pour l'année prochaine : « Il sera plus gros pour mieux résister aux courants, les moteurs seront placés différemment, la main sera équipée d'une interface haptique qui permettra au pilote de sentir la pression exercée sur l'objet. » En outre, il espère commencer à associer des robots pour déplacer des objets... ce qui n'est pas une mince affaire dans un milieu où il est très difficile de connaître la position exacte de chaque robot.

« Les retombées devraient dépasser le cadre de l'archéologie », assure Michel L'Hour qui estime à 30 millions d'euros le développement du système robotique final, auxquels il faut ajouter 10 millions pour la fouille de la *Lune* et 35 millions pour assurer la restauration et la valorisation auprès des publics des objets remontés. La liste des premiers investisseurs, mécènes et participants au consortium « Corsaire Concept » sera dévoilée dans les prochaines semaines. ■

## L'expédition naturaliste Lengguru est de retour

L'exploration d'un massif karstique de Nouvelle-Guinée a mis au jour une biodiversité jusque-là inconnue

VAHÉ TER MINASSIAN

**L**a révélation d'au moins cinquante nouvelles espèces de plantes et d'animaux, la découverte de terres vierges pour la science : le bilan de Lengguru 2014 aura largement dépassé les espérances des organisateurs. Et, au retour en France, persiste la sensation de n'avoir entrevu qu'une infime partie des incroyables richesses de ces contrées lointaines. Cette expédition franco-indonésienne, qui s'est déroulée du 17 octobre au 20 novembre, était dévolue à l'exploration de la faune et de la flore marines, terrestres et souterraines d'une partie reculée de la région de Papouasie occidentale. Elle a per-

mis d'établir que ce massif karstique, grand comme deux fois la Corse, recèle des écosystèmes originaux différents de ceux des grandes régions biogéographiques voisines. Des trésors, en termes de biodiversité, qu'il va falloir désormais apprendre à connaître !

Situé en Nouvelle-Guinée, le massif de Lengguru était jusqu'à récemment considéré par les géographes comme faisant partie de la péninsule de la Tête d'Oiseau, qui occupe la partie occidentale de cette grande île de la Mélanésie, au large de l'Australie. Dans le passé, les scientifiques ont déduit de cette représentation que ces deux régions devaient héberger le même type de végétation et de faune. Une idée si profondément

enracinée dans leur esprit qu'ils ont même oublié d'aller vérifier sur place : au XIX<sup>e</sup> siècle, les rares expéditions consacrées au Lengguru se sont limitées à l'exploration de sa zone côtière et, au cours de ces trente dernières années, seuls un ichtyologue et un ornithologue y ont effectué deux brefs séjours !

**Labyrinthes naturels**

En 2007, les travaux d'un docteur français vont complètement changer la donne. Dans le cadre de sa thèse de géologie financée par Total, Vivien Bailly démontre que le massif de Lengguru a été engendré par des phénomènes de subduction de plaques. « Il serait venu s'insérer, il y a dix millions d'années,

entre, à l'ouest, la péninsule de la Tête d'Oiseau, et, à l'est, la Nouvelle-Guinée primitive. Avant de se soulever rapidement pour atteindre sa forme actuelle : une série de vallées séparées les unes des autres par des plis montagneux culminant entre 900 et 1500 mètres et jouant le rôle d'une barrière de séparation entre trois zones biogéographiques », explique Laurent Pouyau, coordinateur scientifique de l'expédition et chercheur à l'Institut des sciences de l'évolution de Montpellier.

D'où l'hypothèse que cette région, riche en formations calcaires karstiques, qui cache – aussi bien en surface que sous terre – une multitude de labyrinthes naturels creusés dans la roche par l'éro-

sion, puisse renfermer des écosystèmes originaux : des associations d'espèces qui, en raison de leur isolement prolongé dans cette mosaïque d'habitats, faits de lapiaz, de dolines, de dolines, de karsts marins, de grottes, de lacs endoréiques... auraient évolué de façon différente.

Le but de Lengguru 2014 était d'aller confronter cette idée aux observations. Organisé par l'Institut de recherche pour le développement (IRD), l'Institut indonésien des sciences (LIPI) et l'Académie des pêches de Sorong (Apsor), l'expédition – qui fait suite à une petite mission antérieure, il y a quatre ans – a réuni 74 participants sur deux navires. A terre, des herpétologistes, des mammalogis-

tes, des ornithologues, des entomologistes, des botanistes et même des « karstologues », des hydrologues, des ichtyologistes et des malacologistes ont passé en revue les grottes, les lacs, les rivières et les forêts de trois zones littorales. « Et en mer, des plongeurs-recyclés ont réalisé des transects verticaux entre zéro et cent mètres de profondeur pour produire un inventaire des groupes d'invertébrés qui y vivent », explique Regis Hoddé de l'IRD, qui souligne que l'emploi de cette technique est inédit en France. Tous ces spécialistes vont désormais procéder à une première évaluation générale de la biodiversité du Lengguru en vue de préparer de futures études de terrain plus spécialisées. ■

# Des infirmières à têtes chercheuses

RECHERCHE | Au Canada ou en Australie, les sciences infirmières et paramédicales ont gagné leurs lettres de noblesse avec des doctorats spécifiques. La France s'y met à son tour

SANDRINE CABUT

C'est une belle journée d'échanges entre chercheurs, avec communications à la tribune, séquences de questions-réponses avec la salle, discussions animées aux pauses-café... Mais il flotte une atmosphère singulière, rafraîchissant mélange d'enthousiasme et d'émotions. « Généralement, nous sommes les petites mains de la recherche. Là, c'est nous qui organisons, qui recrutons les patients. Nous sommes fières », souligne ainsi Fabienne Delestre, diététicienne à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière (Paris) venue présenter Hypnodiet, une étude qui va évaluer les effets de l'autohypnose chez des personnes obèses souffrant d'impulsivité alimentaire.

Le 28 novembre, dans l'amphithéâtre flambant neuf de l'Institut du cerveau et de la moelle épinière de la Pitié-Salpêtrière, c'est la recherche infirmière et paramédicale qui était à l'honneur, lors d'une journée organisée par l'Assistance publique-Hôpitaux de Paris (AP-HP). L'occasion de découvrir une génération déceffante de jeunes chercheurs et surtout chercheuses au parcours atypique, précédemment infirmiers, diététiciens, kinésithérapeutes...

Dans des pays comme le Canada, l'Australie ou le Danemark, les recherches en sciences infirmières et para-



FRANCK CHARTRON

miers docteurs en sciences se sont organisés en un réseau, ResIDoc. Et quelques CHU, notamment celui d'Angers, se mobilisent pour promouvoir une véritable recherche paramédicale.

En pointe dans ce domaine, l'Assistance publique a accordé neuf postes de doctorats de recherche à des infirmiers et cadres de santé depuis 2010. Un nouvel appel à candidatures a été lancé pour 2015. Pendant trois ans, les doctorants sont libérés de leurs obligations de service, et un (petit) budget spécifique est alloué pour lancer le projet de recherche.

« Apport infirmier dans le dépistage, avec l'exemple de l'infection à VIH » ; « Réflexion éthique sur la fin de la vie de l'enfant atteint d'amyotrophie spinale infantile »... Les sujets de thèse choisis par les neuf doctorants de l'AP-HP (dont 7 sont des femmes) sont variés, et correspondent à de réelles préoccupations de terrain. Certains interrogent même les soignants sur des sujets délicats concernant leurs propres pratiques.

C'est le cas du travail de Bénédicte Lombart, doctorante en philosophie pratique et éthique hospitalière, présenté lors de la journée du 28 novembre. « Ma question était de savoir comment le recours à la contention en pédiatrie peut se transformer en un usage illégitime de la force, raconte la

jeune femme, précédemment cadre de santé à l'hôpital Armand-Trousseau (Paris), au centre de lutte contre la douleur. En pédiatrie, ces pratiques de contention sont finalement assez banales, mais elles sont faiblement interrogées dans la littérature. »

Dans le cadre de son doctorat, Bénédicte Lombart a mené une étude qualitative de type ethnographique, auprès de cinq groupes de paramédicaux (infirmières, aides-soignants, kinés...). Les réponses, analysées avec l'aide de logiciels, et décryptées par une équipe multidisciplinaire, sont riches d'enseignements. « Pour les soignants, la contention lors des soins est vécue comme une fatalité regrettable et paradoxale, résume la doctorante. Le mot même de contention peut apparaître comme tabou et provoque un malaise. Mais ils se sentent contraints pour des raisons organisationnelles, quitte à mettre l'enfant entre parenthèses pour légitimer le soin. »

Sur l'une des diapositives de sa présentation, elle a mis en exergue un verbatim : « J'oublie ce qui se passe, ce n'est plus un enfant, j'ai une sonde à mettre, c'est tout, je n'ai pas le choix, c'est ce qu'on me demande. » Un témoignage représentatif de ce que Bénédicte Lombart qualifie de « cécité empathique transitoire ».

Grâce à sa recherche, elle espère

faire bouger les lignes sur ce sujet difficile, faire émerger un débat au niveau institutionnel, voire des recommandations. A plus court terme, elle prévoit aussi, comme tout chercheur, de diffuser ses résultats. « Dans l'idéal, ce serait valorisant de publier dans une revue médicale à fort facteur d'impact. Mais globalement, je n'ai aucun problème à publier dans des revues infirmières », sourit Bénédicte Lombart.

Sélectionnée elle aussi en 2012 par l'AP-HP pour une thèse de doctorat en sciences, Bérengère Couturier planche, elle, sur l'organisation de la sortie de l'hôpital et la continuité des soins infirmiers en aval. « C'est une recherche passionnante, à la fois bibliographique et de terrain, mais c'est l'après qui m'interroge, témoigne la jeune femme, cadre de santé en cardiologie à l'hôpital Saint-Antoine (Paris). Comment réinvestir nos nouvelles compétences au sein des organisations de soins existantes ? Voilà le prochain défi à relever collectivement. »

« L'AP-HP veut valoriser tous les talents, mais l'avenir de certains chercheurs n'est pas simple à construire, reconnaît François Bassompierre, qui s'occupe de ces appels d'offres à l'AP-HP. Il reste beaucoup à faire, pour obtenir des statuts hospitalo-universitaires, mettre en place des transferts de compétence... » ■

## Les sujets de thèse correspondent à de réelles préoccupations de terrain

médicales sont structurées, des doctorats spécifiques ont été créés. En France, un mouvement s'amorce, mais les freins sont encore nombreux : budgétaires, culturels, réglementaires. Jusqu'ici, il n'existe pas de doctorat consacré aux sciences infirmières. Si les paramédicaux peuvent accéder à des doctorats en sciences – y compris humaines –, rien n'est cependant prévu pour une carrière hospitalo-universitaire sur le modèle de celle des médecins.

Depuis quelques années, les infir-

## TÉLESCOPE

### Exploration spatiale Réveil d'un visiteur de Pluton

La sonde spatiale New Horizons de la NASA s'est réveillée le 6 décembre à l'approche de Pluton, qui n'est plus, depuis 2006, considérée comme une planète à part entière mais comme une planète naine. Lancé en 2006, l'engin a déjà survolé Jupiter et se trouve désormais à plus de 4,5 milliards de kilomètres de la Terre. A partir de janvier, il observera Pluton, ses cinq lunes, dont Charon, la plus grosse, ainsi que des objets de la ceinture de Kuiper, vivier de comètes notamment. En juillet, l'engin survolera la planète naine à 10 000 kilomètres d'altitude. La mission a pour but de mieux comprendre la place de ces objets glacés dans l'histoire du système solaire.

### La capsule Orion passe avec succès son premier test

Deux tours de Terre, une apogée à 5 800 km, un freinage dans l'atmosphère et un amerrissage au point prévu dans le Pacifique : la première mission de la capsule américaine Orion s'est parfaitement déroulée, vendredi 5 décembre. Conçue pour accueillir quatre astronautes pour un séjour dans l'espace de vingt et un jours, elle était inhabitée pour ce vol. La NASA prévoit un second essai inhabité vers 2018, cette fois propulsé par une fusée de nouvelle génération, avant un premier vol habité vers 2021. Orion doit permettre de préparer des missions d'exploration vers un astéroïde et, à plus longue échéance, vers Mars.

### Astronomie Feu vert pour un télescope géant



L'Observatoire européen austral (ESO) a officiellement lancé, le 4 décembre, la construction de ce qui sera dans dix ans le plus grand télescope terrestre, avec un miroir de 39 mètres de diamètre (en plusieurs morceaux). Il sera installé au Chili, dans le désert d'Atacama, à 3 000 mètres d'altitude et à 20 kilomètres de l'actuel télescope de l'ESO, le VLT (Very Large Telescope) et ses miroirs de 8 mètres. Baptisé E-ELT et financé par les 15 pays membres de l'ESO, récemment rejoints par la Pologne, son prix s'élève à 1 083 millions d'euros. En juin, les travaux de génie civil avaient débuté par l'arasement du sommet d'une montagne. L'instrument observera les exoplanètes, les jeunes étoiles des autres galaxies ou l'Univers très profond. (PHOTO : L. CALÇADA/ESO)

# L'innovation numérique souffle sur les fluides

Aeromines, une plate-forme Web, permet aux entreprises de simuler des écoulements complexes

DAVID LAROUSERIE

« Nous n'aurions jamais eu les moyens de recruter un ingénieur, d'acheter les logiciels nécessaires, ou même de disposer d'une telle puissance de calcul sans Aeromines », souligne Renaud Piollet, directeur technique de l'entreprise Tyrix Aerospace, qui conçoit des drones. Aeromines ? C'est le nom d'une innovation qui promet de changer la vie des petites et grandes entreprises en aéronautique, énergie, construction... dès lors qu'elles ont besoin de simulations en mécanique des fluides pour développer leurs produits.

Aeromines est une sorte de soufflerie numérique qui permet de calculer « facilement » tout type d'écoulement liquide ou gazeux autour d'une structure, ailes, hélices, coques... Faci-

lement signifie que les calculs se lancent et se modifient à partir d'une interface Web et qu'ils sont effectués sur des ordinateurs puissants, dont l'utilisateur n'a pas à se soucier. La facilité vient aussi des méthodes très performantes mises au point par le chercheur à l'origine du projet, Elie Hachem, spécialiste de mécanique des fluides à l'École des mines ParisTech, au Centre de mise en forme des matériaux sur le campus de Nice-Sophia Antipolis.

En général, pour simuler un écoulement autour d'un solide, il faut d'abord définir une sorte de maillage très fin sur lequel seront effectués les calculs. Si la forme change, il faut changer le maillage. Avec la technique utilisée dans Aeromines, il n'y a pas de maillage prédéfini. Il est calculé en temps réel et peut donc s'adapter. Elie Hachem n'a pas inventé ces méthodes dites

d'« immersion » mais il a su les perfectionner et les utiliser en parallèle sur plusieurs processeurs. Finalement, à la volée, l'utilisateur ajoute un déflecteur ou un volet sur sa structure et voit l'effet produit.

### Plus-value certaine

« C'est un rêve d'aéronicien ! », s'enthousiasme Renaud Piollet, qui s'en sert pour estimer la portance et la traînée d'une aile révolutionnaire pour son drone civil, afin de connaître l'autonomie du véhicule et le poids qu'il peut transporter. « Cette plate-forme représente une plus-value certaine pour les PME qui ont besoin de calculs en mécanique des fluides pour la conception, le dimensionnement et l'optimisation de produits nécessaires à leur compétitivité et à leur bon développement, mais qui n'ont pas les moyens humains et financiers ni les connaissances

scientifiques pour mener à bien de tels calculs », confirme Bruno Koobus, de l'Institut de mathématiques et de modélisation de Montpellier.

L'équipe d'Aeromines passe d'abord quelques jours avec le client pour définir les besoins et construire l'application dédiée. « Auparavant, trois ans de travail, sous forme d'une thèse entre mon laboratoire et l'entreprise auraient été nécessaires. A la fin, on laissait à l'entreprise une licence d'un logiciel qui simule son produit. Désormais, en quelques semaines nous fournissons un outil qui permet d'effectuer les simulations ad hoc », affirme Elie Hachem, qui veut en faire un modèle nouveau de partenariat recherche-entreprises. « Nous faisons du sur-mesure pour nos partenaires », complète-t-il.

Areva, l'armée de l'air ou Thalès ont déjà ou auront prochainement leur accès à Aeromi-

nes, qui vient aussi de signer un accord avec IBM pour augmenter la puissance de calculs de la plate-forme.

L'autre débouché envisagé par Elie Hachem est l'enseignement supérieur. « Cette application est parlante pour comprendre un problème, espère Elie Hachem. Aujourd'hui, les enseignants montrent des photos de simulation de phénomènes comme la convection naturelle ou la tension de surface. Grâce à Aeromines, les équations inscrites au tableau deviennent vivantes. De cette façon, on n'oubliera jamais ce qu'on vient d'apprendre ! »

Pour ce public particulier, l'utilisation d'Aeromines est gratuite. On peut déjà y tester six types de problèmes, comme l'écoulement d'un fluide autour d'un pilier rond ou carré. Ou l'écoulement dans un espace fermé. Et contempler les tourbillons complexes qui s'y forment. ■

## 8

C'est le nombre d'années d'espérance de vie potentiellement perdues par un individu du fait d'une obésité, estime une étude américaine publiée le 5 décembre dans la revue *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. Selon le modèle mathématique conçu par ces chercheurs, la réduction de l'espérance de vie est d'autant plus importante que l'indice de masse corporelle est élevé, et que l'excès de poids a débuté tôt dans la vie. L'obésité, facteur de risque de maladies cardiovasculaires (infarctus, accidents vasculaires cérébraux...) et de diabète, induit aussi une diminution de l'espérance de vie en bonne santé, qui peut aller jusqu'à dix-neuf ans.

### Nobel Une médaille à 3,88 millions d'euros

James Watson, Prix Nobel de physiologie et de médecine (1962) pour la découverte de la structure en double hélice de l'ADN, a obtenu 4,76 millions de dollars (3,88 millions d'euros) pour la vente aux enchères de sa médaille Nobel, le 4 décembre à New York.

# Maladie de Lyme

## Un fléau sous-estimé

M É D E C I N E

Transmise par la tique, cette affection sévit aux Etats-Unis et en Europe. Elle est mal diagnostiquée en France et sa prise en charge aussi est jugée défailante par les associations de malades. Le Haut Conseil de la santé publique propose des pistes de progrès

RAPHAËLE MARUCHITCH

Le 19 novembre, Willy Burgdorfer s'éteignait à l'hôpital d'Hamilton, dans le Montana, à 89 ans. Ce scientifique a donné son nom à une bactérie, qu'il a identifiée en 1982, *Borrelia burgdorferi* (Bb). Cet agent pathogène transmis par les tiques est responsable de la borréliose de Lyme, caractérisée aux Etats-Unis dans les années 1970 dans la ville de Lyme (Connecticut). Extrême fatigue, douleurs articulaires, paralysie faciale, voire perte de l'usage des membres dans les cas les plus graves figurent dans le tableau clinique.

L'incidence de l'infection croît partout dans le monde. En France, elle toucherait plus de 35 000 personnes supplémentaires chaque année, selon un réseau sentinelle de médecins généralistes. Mais le nombre réel de cas pourrait être bien plus élevé - l'association de malades France Lyme évalue à 650 000 les cas chroniques en France. Car la maladie est au centre d'une vive controverse. Pour les uns, elle reste très peu connue des médecins, mal prise en charge, et son incidence est sous-estimée; pour les autres, elle est diagnostiquée à tort et à travers en dehors des recommandations officielles.

Les lignes commencent cependant à bouger. En 2012, la Direction générale de la santé a ainsi saisi le Haut Conseil de la santé publique (HCSP) pour qu'il produise un état des connaissances ac-

tualisé sur la borréliose de Lyme. Le rapport, assorti d'un avis, publié jeudi 4 décembre, dresse l'état des lieux d'une situation complexe et émet des recommandations, notamment pour améliorer les performances des outils diagnostiques actuels et la prise en charge. Par ailleurs, une résolution européenne a été adoptée mi-août, invitant la Commission bruxelloise à engager des actions concernant la mala-

**Désespérés, certains patients, convaincus d'être malades mais dont les tests sérologiques sont négatifs, cherchent d'autres moyens**

die de Lyme. Enfin, au mois d'octobre, une loi a été soumise par plus de 70 députés à l'Assemblée nationale, proposant notamment qu'un plan national soit mis en œuvre de 2015 à 2020.

Pour comprendre le débat enflammé qui entoure la maladie de Lyme, il faut d'abord parler de son diagnostic. La borréliose de Lyme présente trois phases cli-

niques. Dans la première, où l'infection est locale, on observe une éruption cutanée circulaire appelée érythème migrant (EM), qui n'est cependant pas systématique et peut aussi ne pas être remarquée par le patient, qui ne garde pas toujours le souvenir de s'être fait mordre par une tique. Au second stade (au bout d'un à six mois), les atteintes se multiplient: articulaires, neurologiques, cardiaques, cutanées, oculaires, musculaires, hépatiques. Enfin, durant la phase tertiaire (après plusieurs années), les manifestations sont neurologiques, articulaires et cutanées.

« La maladie de Lyme peut donner tout et n'importe quoi, concède le professeur Christian Perronne, mais cela ne veut pas dire que tout est une maladie de Lyme. » Chef du service des maladies infectieuses de l'hôpital Raymond-Poincaré de Garches, ce médecin est devenu une référence dans le domaine. En plus d'être très nombreux, les symptômes ne sont pas spécifiques à la maladie. Ce n'est pas un hasard si la borréliose de Lyme a emprunté à la syphilis le surnom de « grande imitatrice ».

Il existe néanmoins des tests d'aide au diagnostic et de détection sérologique, c'est-à-dire des méthodes indirectes cherchant la présence d'anticorps spécifiques présents en réponse à la maladie - les méthodes directes recherchant la présence de la bactérie elle-même. La marche à suivre est dictée par un texte de la conférence de consensus en thérapeutique anti-infectieuse sur la borréliose de Lyme, publié en 2006.

Il faut commencer par un test de type Elisa. Mais il est nettement moins performant pour la borréliose de Lyme que pour le VIH, par exemple. Ainsi, si le résultat de l'Elisa est positif ou équivoque, il faut le confirmer avec un second test, le western blot (WB). Malheureusement, « les indications des tests sont parfois mal posées » par des médecins peu au fait de la maladie, estime le professeur Benoît Jaulhac, responsable du Centre national de référence (CNR) des *Borrelia*, à Strasbourg. Ils concluent en s'appuyant principalement sur les résultats sérologiques, peu fiables si l'on est à un stade initial de la maladie. Pourtant, « le diagnostic repose avant tout sur une détection clinique de la maladie et la biologie n'est là que comme une aide », appuie Philippe Boullenger, chef de produits chez Siemens Healthcare Diagnostics, qui met au point des tests Elisa.

Les performances sont variables selon les tests. « Cela peut créer des disparités de choisir tel ou tel fournisseur, notamment en termes de spécificité », reconnaît Benoît Jaulhac. Le CNR, sous la houlette de l'Institut national de veille sanitaire, est chargé de l'évaluation des tests biologiques. Les laboratoires d'analyses médicales, de leur côté, les évaluent avant de les utiliser. « Nous avons un dialogue avec les prescripteurs, et si le kit ne corrèle pas avec les situations cliniques nous ne les utilisons plus », détaille Sylvie Gonzalo, pharmacienne biologiste au laboratoire d'analyses médicales spécialisé Biomnis. De son propre aveu, « certains des kits étaient réellement médiocres en Lyme ».

Certains vont plus loin et affirment que les tests ne sont tout simplement pas assez performants pour apporter une véritable aide, et ce, quel que soit le stade de la maladie. Viviane Schaller en fait partie. Cette biologiste strasbourgeoise, auparavant à la tête d'un laboratoire d'analyses biologiques, a été condamnée le 13 novembre pour « escroquerie » et « exercice illégal de la pharmacie ». Elle devra rembourser 280 000 euros à la Caisse primaire d'assurance-maladie. Elle avait été mise en examen pour avoir notamment pratiqué systématiquement des WB, Elisa positif ou non, s'étant rendu compte « que les résultats ne collaient pas du tout entre Elisa et WB ». Ardemment soutenue par les patients et associations de patients, qui voient en elle une « lanceuse d'alerte », elle a fait appel de son jugement.

Viviane Schaller avait entamé son combat en 2007, au lendemain de la signature de la conférence de consensus. Entre 2007 et 2012, l'activité de son laboratoire a explosé. « Je réalisais un tiers des sérologies en France en 2011 », indique la biologiste, dont le laboratoire a été fermé et qui ne décolère pas. « Lorsqu'une sérologie apparaît négative, on dit que le patient n'a pas la maladie de Lyme. Mais la clinique doit parler à la place de cette technologie, qui n'est pas fiable », s'insurge-t-elle. Elle soulève la question des souches sont utilisées dans les tests de détection de la maladie. En effet, la borréliose de Lyme peut être induite par plusieurs espèces de bactéries *Borrelia*: *burgdorferi*, mais aussi *afzelii*, *garinii*... Or, tous les tests ne détectent pas les différentes souches.

De surcroît, une « petite nouvelle » a fait récemment parler d'elle: *Borrelia miyamotoi*. « Elle a été décrite au Japon, explique Muriel Vayssier-Taussat, directrice de recherche à l'Institut national de recherche agronomique (INRA), qui travaille sur les agents pathogènes transmis par les tiques. On pensait ini-



La bactérie « *Borrelia burgdorferi* », agent de la maladie de Lyme.

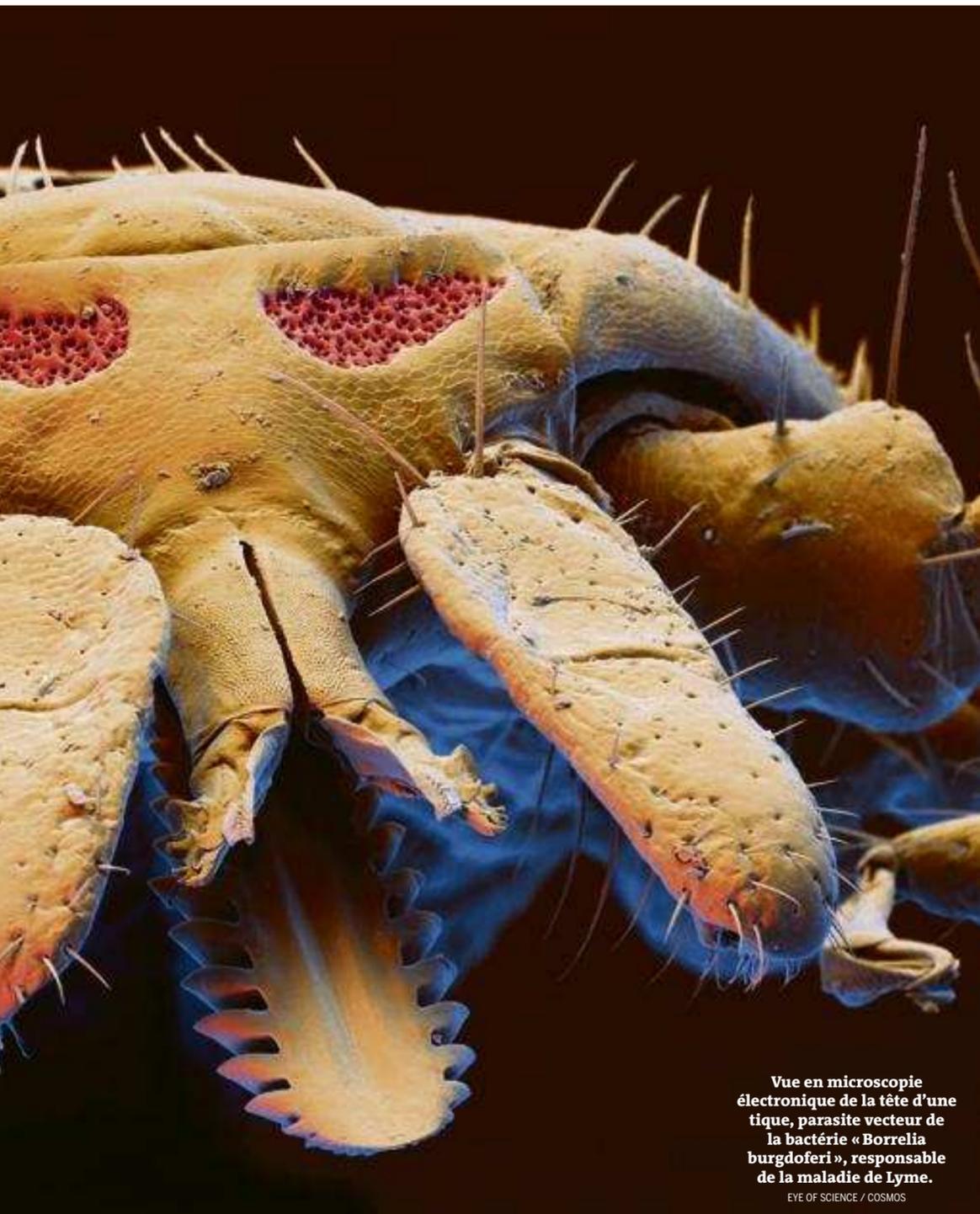
EYE OF SCIENCE/PHANIE

### Estimations

**France** 35 369 nouveaux cas par an en moyenne, selon le Bilan annuel 2013 du réseau Sentinelles.

**Europe** Entre 65 000 et 85 000 cas par an en moyenne, avec d'importantes variations régionales, selon un rapport du Haut conseil de la santé publique sur la borréliose de Lyme datant de mars 2014.

**Etats-Unis** 300 000 nouveaux cas par an, selon les Centers for Disease Control and Prevention américains, en août 2013, soit 10 fois plus que les estimations précédentes.



Vue en microscopie électronique de la tête d'une tique, parasite vecteur de la bactérie « *Borrelia burgdorferi* », responsable de la maladie de Lyme.

EYE OF SCIENCE / COSMOS

tialement que c'était une bactérie propre à la tique. » Puis l'espèce *miyamotoi* a été retrouvée dans des épidémies aux États-Unis, en Russie, dans l'est de l'Europe, aux Pays-Bas, mais pas en France, où elle n'est jamais recherchée chez l'homme – alors qu'elle a été retrouvée chez des tiques. *Borrelia miyamotoi* induit soit une maladie identique à la maladie de Lyme, soit une autre pathologie, les fièvres récurrentes. Aucun test ne la détecte aujourd'hui.

Les médecins sont nombreux à ne plus se ranger du tout aux résultats des tests, comme le professeur Perronne, qui « ne regarde plus la sérologie ». Désespérés, certains patients, convaincus d'être malades mais dont les tests sérologiques sont négatifs, cherchent d'autres moyens, à l'image de Romain Juen. Ce

jeune homme de 29 ans a fini par réussir à observer dans son sang, au moyen d'un microscope, des borrelies vivantes.

Pourtant, il existe une source de connaissances accessible et peu exploitée sur la maladie de Lyme en médecine vétérinaire, bien mieux armée face à la maladie. D'ailleurs, certains médecins n'ont pas attendu pour aller voir du côté des laboratoires d'analyses animales afin d'effectuer des tests de détection. Mais, globalement, le dialogue entre santé animale et santé humaine est loin d'être systématique. Pour parfaire le tout, la tique excelle malheureusement dans son rôle de vecteur et ne disperse que trop bien la maladie.

Majoritairement présent dans les bois et les pâtures, l'acarien a conduit à une disparité régionale de l'incidence de la

maladie. Historiquement, l'est de la France, notamment l'Alsace, est très touché par la maladie, et les professionnels de santé y ont donc davantage été sensibilisés au problème. Dans d'autres régions, le diagnostic d'une maladie de Lyme reste souvent écarté avec de mauvais arguments. Or, « les tiques vecteurs de la bactérie se trouvent partout en France, sauf dans le pourtour méditerranéen ou en altitude », précise Muriel Vayssier-Taussat. En outre, nous nous apercevons que les tiques sont de plus en plus décriées dans les parcs ou dans les villes ». Elle envisage une étude dans le bois de Vincennes qui devrait voir le jour à l'horizon 2015-2016.

De leur côté, les associations de patients dénoncent un déni de la maladie et l'errance diagnostique. Le professeur Perronne se souvient du patient qui a déclenché son intérêt profond pour la maladie. « C'était un monsieur qui errait depuis plus de dix ans dans le système de soins, raconte-t-il. Il avait vu 80 médecins, 10 psychiatres, et était fatigué, avait des douleurs partout, des troubles cognitifs, assortis d'une sérologie de Lyme négative. Personne ne le croyait. Je lui ai fait un traitement d'épreuve. Au bout d'un mois, il était ressuscité. Petit à petit, j'ai alors découvert, à travers les associations de patients, un monde de personnes vivant dans la clandestinité qu'on prenait pour des fous. »

« Nous sommes considérés comme une association de charlatans, une secte », lâche Judith Albertat, présidente de Lyme sans frontières, qui compte un millier d'adhérents. Ancienne pilote de ligne, elle est à l'origine de la création de l'association, en mars 2012. Elle-même malade, s'étant heurtée à l'incompréhension et au rejet des médecins, son objectif était alors d'interpeller les présidentiables sur le sujet. Aujourd'hui, elle travaille – bénévolement – pour l'association, mais commence à être fatiguée de cet investissement sans relâche. C'est pourtant grâce

aux associations de patients que le ministère de la santé a fini par réagir.

Car la polémique porte aussi sur la façon de traiter les patients. Toujours selon la conférence de consensus, la prise en charge recommande, dans la phase primaire, l'administration d'antibiotiques pour une durée de vingt et un jours au maximum. Dans les stades secondaire et tertiaire, le traitement indiqué est toujours l'antibiothérapie, pour une durée de vingt-huit jours, sans renouvellement du traitement. Mais des médecins observent qu'à ces stades les patients sont loin d'être systématiquement guéris avec une administration unique d'antibiotiques. Dans leur pratique, ils constatent qu'il peut être profitable de renouveler le traitement antibiotique. « Beaucoup de médecins généralistes travaillent en contradiction avec la conférence de consensus », relève Sophie Dubé, responsable de la section Orne de l'association France Lyme. Nous avons besoin d'eux, qui prescrivent des antibiotiques en dehors du protocole reconnu. »

### Les médecins sont nombreux à ne plus se ranger du tout aux résultats des tests

« Dans certains pays, ils font des traitements intermittents, c'est à la carte », indique le professeur Perronne. D'autres cherchent du côté des médecines douces, comme le Tic Tox, commercialisé hors du cadre réglementaire. Sa production a été suspendue par l'Agence du médicament et son fabricant a été condamné dans le même procès que Viviane Schaller. De son côté, l'Américain Richard Horowitz, auteur d'une bible sur le sujet, *Soigner Lyme et les maladies chroniques inexplicables* (Thierry Souccar éditions, 576 pages, 37 euros), indique quant à lui ne pas utiliser « seulement l'antibiothérapie, mais aussi la phytothérapie ». Cela fonctionnerait pour « 70 % à 75 % de [ses] patients », explique l'interniste.

Chez nombre de patients, la chronicité de la maladie ne fait pas de doute. Daniel Christmann, professeur de pathologies infectieuses et tropicales au CHU de Strasbourg, explique quant à lui que la grande fatigue, les douleurs musculaires, les troubles de la mémoire ou la difficulté de concentration que l'on peut observer chez les patients qui

## La tique, un vecteur redoutable

La maladie de Lyme est une zoonose, une maladie qui touche aussi bien les animaux que les hommes. Ce sont les animaux sauvages qui sont le réservoir de la bactérie responsable de la borréliose de Lyme : oiseaux, petits rongeurs, grands mammifères. Son vecteur est la tique. Cet acarien, dont le développement comporte trois stades (larve, nymphe, adulte), se nourrit du sang des hôtes sur lesquels il s'accroche. Au cours de sa vie, la tique va faire trois repas sanguins. Elle passe souvent inaperçue, d'une part à cause de sa taille, d'autre part car elle injecte des substances anesthésiantes qui rendent sa morsure indolore. « On compte plus de 800 espèces différentes de tiques dans le monde », explique Muriel Vayssier-Taussat, directrice de recherche à l'Institut national de recherche agronomique. En Europe, les tiques qui transmettent les bactéries du genre des *Borrelia* sont de l'espèce

*Ixodes ricinus*. Leur particularité est de pouvoir se gorger de sang sur une très grande variété d'espèces animales. » Ainsi, ces tiques mordent les animaux sauvages, les animaux domestiques... et les hommes.

#### Quelques recommandations

Toutes ces morsures ne transmettent pas systématiquement la borréliose. Mais il est vivement recommandé, dans les zones infestées, de porter des vêtements protecteurs longs et fermés, voire d'utiliser des répulsifs cutanés (sauf chez l'enfant de moins de 30 mois et la femme enceinte). Après une exposition - promenade dans les bois, pique-nique... -, un examen attentif de l'ensemble du corps est de mise. Si une tique est repérée, il faut la retirer avec une pince, l'utilisation de produits chimiques pouvant induire une régurgitation qui accroît le risque d'infection. En cas de doute, consulter un médecin. ■

RA. M.

ont été traités seraient en quelque sorte des symptômes résiduels de la maladie. Il explique que « la maladie de Lyme correctement traitée n'évolue pas vers la chronicité » et que « l'antibiothérapie itérative est inutile ». Mais il parle également de co-infections, sujet émergent sur lequel s'accordent bien des professionnels de santé.

Car les tiques sont multi-infectées, véhiculant jusqu'à sept agents pathogènes, explique Muriel Vayssier-Taussat. Prudence cependant, « ce n'est pas parce qu'une tique est porteuse d'un agent pathogène qu'elle va transmettre [la maladie] ou qu'elle en est capable », précise-t-elle. Mais lorsque les symptômes persistent, il faudrait s'assurer qu'une autre infection n'est pas en jeu, comme l'anaplasmose ou la bartonellose, cite le professeur Christmann. Dans une publication à paraître, ce dernier a relevé la possibilité de ces co-infections, qui doivent être prises en compte pour le traitement mais dont la fréquence reste faible.

Cette thèse des co-infections est ardemment défendue par le docteur Horowitz. En plus de l'anaplasmose ou de la bartonellose, il y a de nombreux autres groupes de maladies transmises par les tiques : ehrlichiose, brucellose, babésiose... Selon lui, « plus de 80 % des personnes sont infectées conjointement par la maladie de Lyme et par *Babesia* [parasite qui provoque la babésiose] ». « Ce sont des pathogènes que les médecins n'ont pas l'habitude de croiser, tandis que cela fait partie de notre pratique depuis des années », rapporte Denis Fritz, vétérinaire, qui dirige un laboratoire d'analyses vétérinaires.

Pour l'heure, on ne peut donner aucun chiffre pour évaluer le nombre de patients qui restent sur le bord de la route. Le rapport du HCSP conclut en ce sens : « Il paraît clair qu'il existe un nombre important de patients souffrant de symptômes chroniques et invalidants étiquetés "maladie de Lyme" sans certitude, du fait de la négativité des tests biologiques ou de la persistance des anticorps (...). Certains, probablement, pourraient être ceux d'une maladie de Lyme échappant à des tests biologiques imparfaits. Mais on peut penser aussi qu'un grand nombre de ces patients pourrait souffrir d'une infection liée à d'autres micro-organismes portés par des tiques et transmis par ceux-ci à l'occasion d'une morsure de tique. » Dans une étude à paraître, Muriel Vayssier-Taussat a découvert, en analysant des tiques, que, parmi les pathogènes qu'elles véhiculaient, la moitié des bactéries étaient inconnues, tout comme la moitié des parasites et 80 % des virus... « Les tiques sont un monde encore peu exploré », conclut-elle. ■

### L'aide des labos vétérinaires

Las de ne pas avoir à leur disposition des tests suffisamment fiables, certains médecins se sont tournés vers les laboratoires vétérinaires pour effectuer des analyses. Cela a été le cas pour le docteur Denis Fritz, à la tête d'un laboratoire à Troyes. Depuis l'année 2000, son équipe réalise la recherche des pathogènes transmis par les morsures de tiques et pratique des analyses de biologie moléculaire appelées PCR. Cette méthode d'amplification de l'ADN et de l'ARN est, au contraire de l'Elisa ou du WB, recommandées dans la borréliose de Lyme, une méthode dite directe; en d'autres termes, elle repère l'agent bactérien lui-même. La PCR est employée par certains laboratoires vétérinaires, tandis qu'en médecine humaine seuls quelques-uns réalisent de telles analyses, notamment des centres hospitaliers universitaires.

Du coup, « depuis quelques mois, des médecins font la démarche de nous demander une PCR lorsqu'ils sont face à des signes cliniques compliqués. Cela reste toutefois une activité très anecdotique », précise Denis Fritz. Un laboratoire de santé animale n'est en effet pas censé faire des analyses en santé humaine. Sur les comptes rendus des analyses, le laboratoire indique ainsi, entre autres, que « ces tests sont mis au point et validés dans le cadre de la médecine vétérinaire ».

## La conscience, sculpture neuronale

LE LIVRE

Stanislas Dehaene propose une synthèse magistrale sur les processus de la pensée

HERVÉ MORIN

Qu'est-ce que la conscience ? L'intérêt prononcé de certains Nobel en fin de carrière pour cette question vertigineuse a pu faire dire à certaines mauvaises langues qu'il était peut-être un marqueur de sénilité. Rien de tel chez Stanislas Dehaene, titulaire de la chaire de psychologie cognitive expérimentale au Collège de France. Après *La Bosse des maths* (1996) et *Les Neurones de la lecture* (2007), tous deux parus chez Odile Jacob, il élargit logiquement l'ambition de son exploration du monde mental. Et dans la lignée de son mentor Jean-Pierre Changeux, auteur de *L'Homme neuronal* (Fayard, 1983), il propose un livre qui mérite lui aussi de figurer sur la table de chevet de tout honnête homme ou femme intéressé(e) par les processus de la pensée.

D'emblée, Stanislas Dehaene tord le cou au dualisme : il n'y a pas de séparation entre corps et esprit. Voilà pour Descartes. Et Freud ? « Dans son œuvre, les idées solides ne sont pas les siennes, tandis que les idées qui sont les siennes ne sont pas très solides. » Adeptes revendiqués du réductionnisme, c'est bien dans les processus neuronaux les plus intimes qu'il cherche « le code de la conscience », comme il a choisi d'intituler son ouvrage. Avec les outils de la psychologie expérimentale et de l'exploration cérébrale (imagerie, électrodes...), prétend-il, il est possible de faire d'une expérience subjective un objet d'étude objective.

Et il le prouve, pas à pas, en décortiquant tout d'abord les processus de la perception. Les illusions visuelles, comme les images subliminales ou les « clignements de l'attention », sont en effet une formidable porte d'entrée pour tenter de saisir le moment et les mécanismes à partir desquels un stimulus sera admis dans notre théâtre mental conscient.

Pour synthétiser l'ensemble des connaissances expérimentales accumulées, Stanislas Dehaene et ses collègues ont proposé une théorie dite de l'espace de travail neuronal : le « flux de la conscience », concept forgé par William James (1842-1910, frère de Henry), est le résultat de l'activité d'une « super-assemblée » de cellules éparpillées dans le cerveau qui se synchronise. Et sculpte, dans le tintamarre neuronal engendré par la multitude de stimuli internes et externes qui bombardent notre encéphale en permanence, la perception consciente.

Des simulations informatiques sont venues appuyer ce qui semble être plus qu'une intuition. Mais aussi des cas cliniques : comme toujours en neurologie, le pathologique éclaire le normal. C'est sans doute là la partie la plus fascinante et poignante de l'ouvrage, une question souvent de vie ou de mort : comment savoir si chez certaines personnes en état végétatif ne subsiste pas une pensée autonome ?

La fin du livre offre des réponses à des interrogations tout aussi sensibles : à partir de quand l'enfant à naître est-il un être conscient ? Qu'en est-il des animaux ? Des machines ne pourraient-elles pas accéder à une forme de conscience ? Pourra-t-on un jour s'y brancher ? Si « la boîte noire de la conscience est désormais entrouverte », Stanislas Dehaene entend bien la fouiller de fond en comble. ■

Le Code de la conscience, de Stanislas Dehaene (Odile Jacob, 234 p., 25,90 €).

## Agenda

### Exposition Risque, osez l'expo !

Le risque, c'est la probabilité qu'un événement se produise, multipliée par son degré de gravité. Une équation souvent à plusieurs inconnues. En 25 manipulations interactives, l'exposition de la Cité des sciences permet de se familiariser avec cette notion complexe.  
➤ Du 18 novembre 2014 au 30 août 2015.  
www.cite-sciences.fr

## Y a-t-il une lueur d'espoir ?



IMPROBABLOGIE

### Pierre Barthélémy

Journaliste et blogueur  
Passeurdessciences.blog.lemonde.fr  
(PHOTO: MARC CHAUMEIL)

L'âme et le corps, vieux débat. Depuis plusieurs années, les recherches en psychologie explorent l'influence des sentiments sur les sensations physiques. Ainsi, on a montré que la nostalgie, en plus de

réchauffer le cœur, faisait percevoir la température d'une pièce comme plus élevée, que le sentiment d'impuissance rendait les valises plus lourdes, ou que le dégoût moral – induit par exemple par une injustice – se transcrivait en dégoût physique en exacerbant les réactions aux stimuli gustatifs et olfactifs (le bien connu « ça me donne envie de vomir »).

Dans une étude publiée fin juillet par la revue *Social Psychological and Personality Science*, une équipe sino-canadienne a entrepris de vérifier si cette interaction entre le spirituel et le matériel jouait pour un autre sentiment, l'espoir – et son antagoniste, le désespoir. Etant donné que, dans le langage et l'imaginaire collectif, ces deux états d'âme se communiquent à travers des expressions impliquant la lumière (la fameuse lueur d'espoir) ou son absence (« Noir c'est noir », chantait le grand philosophe Johnny), ces chercheurs ont monté une série de tests afin de déterminer si, pour les désespérés, le monde était réellement plus sombre que pour les autres.

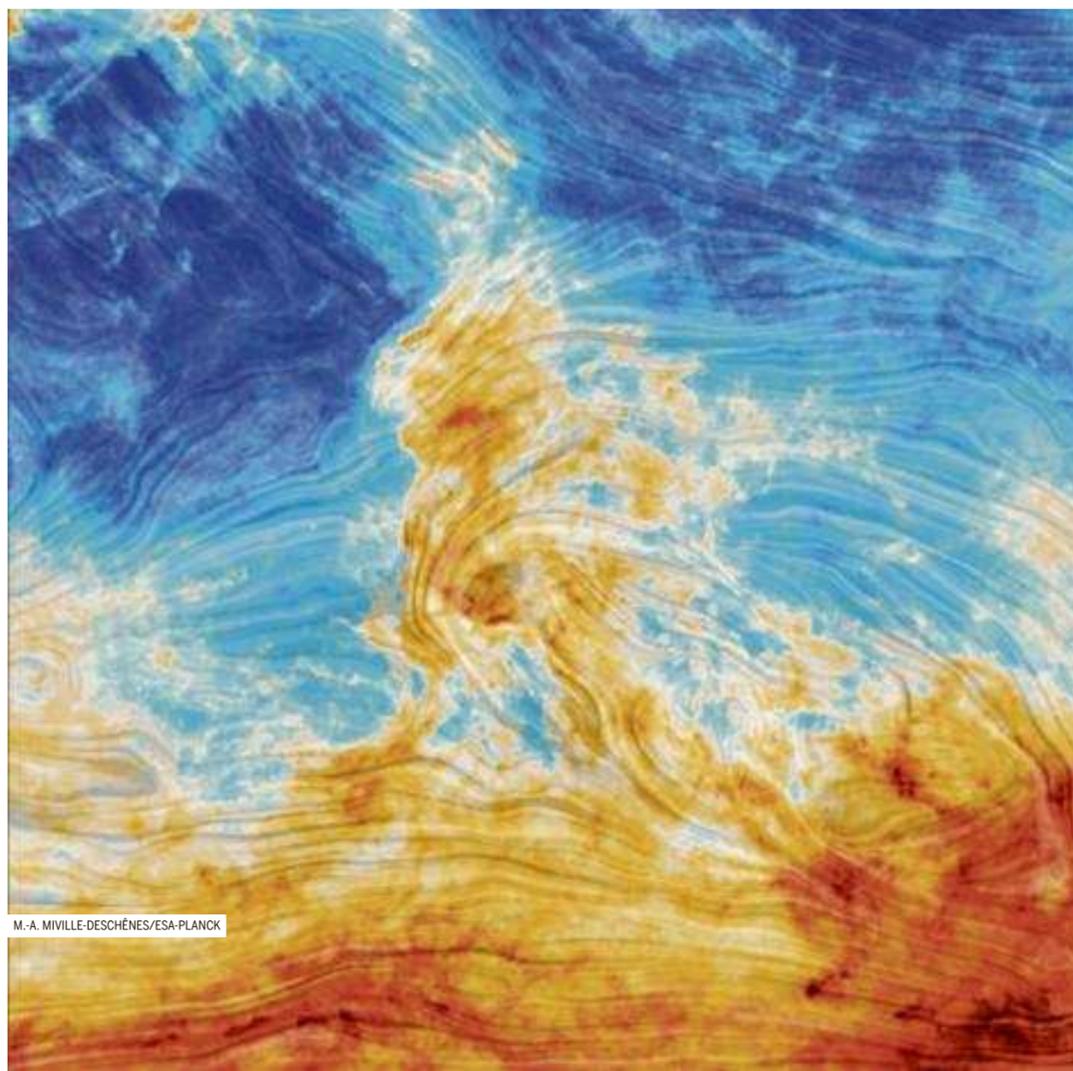
Pour leur première expérience, ils ont réparti en quatre groupes

183 étudiants. Ceux-ci devaient se remémorer et raconter un événement teinté d'espoir, de désespoir, de tristesse (pour vérifier que ce sentiment n'avait pas le même effet que le précédent) et de rien pour le groupe témoin, lequel devait décrire une journée typique en classe (en souhaitant que l'université n'apporte ni espoir ni désespoir...). Après cela, les cobayes passaient à une autre tâche et évaluaient les diverses caractéristiques de la salle d'expérience : l'éclairage (nous y voilà), le confort et la température. Au bout du compte, les étudiants imprégnés de désespoir ont trouvé la pièce moins lumineuse que les autres. Deux tests analogues ont confirmé ce résultat auprès d'autres panels.

Puis les chercheurs ont voulu explorer le lien dans le sens inverse, savoir si la luminosité ambiante jouait sur le moral des troupes. La moitié de leur groupe a été testée dans une pièce éclairée comme la figure d'un suspect dans un commissariat de série B (20 ampoules allumées), tandis que l'autre moitié ne bénéficiait que de quatre ampoules. On demandait aux étudiants leur sentiment sur

leur avenir, s'ils pensaient être embauchés dans l'entreprise de leurs rêves, s'ils auraient un bon salaire, etc. Ils notaient ces perspectives de 1 (je vais finir sous les ponts) à 9 (je serai le roi du pétrole). Et qu'advint-il ? Les personnes interrogées en pleine lumière voyaient le futur sous un jour plus optimiste que les autres. Les auteurs de l'étude en concluent qu'en cas de récession, les décideurs politiques devraient y réfléchir à deux fois avant de demander aux populations de faire des économies d'électricité, pour ne pas les enfoncer davantage...

On ne saurait terminer cette chronique sans évoquer la légendaire lumière « au bout du tunnel » que Raymond Barre, espérant la sortie de la crise économique des années 1970, disait apercevoir, imité ensuite par tous les premiers ministres qui se sont succédé à Matignon. Si ces braves gens avaient un peu regardé les aventures de Bip Bip et du Coyote, illustrations parfaites de la loi de Murphy – « tout ce qui peut mal tourner va mal tourner » –, ils sauraient que la lumière au bout du tunnel est celle d'un train qui fonce vers nous. ■



M.-A. MIVILLE-DESCHÊNES/ESA-PLANCK

## Les rides de la galaxie

Cette peinture impressionniste est en fait une zone du ciel (dans la direction de l'étoile polaire) présentée de façon inédite. Les couleurs indiquent l'intensité de l'émission thermique des poussières interstellaires du noir-rouge (forte) au bleu (très ténue). Les « rides » montrent la direction du champ magnétique local, qui canalise la matière pour l'agglomérer en futures étoiles (points noirs). Les données que l'astrophysicien Marc-Antoine Miville-Deschênes a traitées en s'inspirant des techniques des spécialistes des courants marins ou atmosphériques proviennent du satellite Planck. ■

## AFFAIRE DE LOGIQUE

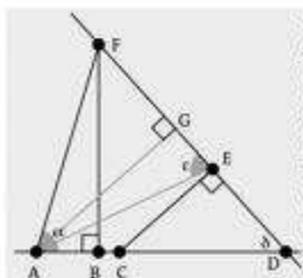
### La salle des coffres

N° 892

La salle des coffres de cette banque est équipée de nombreuses serrures, chacune étant munie d'un code d'ouverture.

Les six membres du conseil d'administration possèdent chacun quelques-uns des codes mais pas tous, de sorte que pour ouvrir la salle, la présence de plusieurs d'entre eux est nécessaire : quatre quelconques des administrateurs peuvent toujours y parvenir, mais jamais trois, sauf si parmi ces trois figure le président, auquel cas ce sera possible ; et deux administrateurs, même si le président est parmi eux, ne peuvent pas entrer non plus.

Combien de serrures, au minimum, sont nécessaires pour pouvoir respecter cette condition de sécurité ? Combien chacun des administrateurs possèdera-t-il alors de codes ?



#### SOLUTION DU N° 891

Alice voit Bob et François sous le même angle qu'Estelle voit Alice et François. L'idée est de calculer pour chacun des angles la « tangente », c'est-à-dire le rapport « côté opposé sur côté adjacent » dans un triangle rectangle qui le contient. On construit pour cela la projection G de A sur (AD).

AG/GE, C étant au tiers de [AD] à partir de A et les droites (AG) et (CE) étant parallèles, E est au tiers de [GD] à partir de G.  
D'où AG/GE = 3 AG/GD ou AG/GD est la tangente de l'angle  $\delta$  = ADF.

La tangente de l'angle  $\alpha$  = DAF est égale au rapport BF/AB. Or, AB est égal au tiers de BD.  
D'où BF/AB = 3 BF/BD ou BF/BD est encore la tangente de l'angle  $\delta$ .

La tangente de l'angle  $\epsilon$  = AEF est égale au rapport

Ainsi, les angles  $\alpha$  et  $\epsilon$ , ayant même tangente, sont égaux.

ELISABETH BUSSER ET GILLES COHEN © POLE 2014

www.citadelledebruges.com

## Art et littérature : pas loin des mathématiques

Design architectural, abstraction géométrique et littérature potentielle à Paris

Le Centre Pompidou consacre jusqu'au 8 janvier une rétrospective à l'architecte américano-canadien Frank Gehry, dont les bâtiments, du Musée Guggenheim de Bilbao à la Fondation Louis Vuitton récemment inaugurée à Paris, sont maintenant des icônes. Les 225 dessins et les 67 maquettes réunis ici montrent combien son architecture, qui utilise abondamment les surfaces paramétrées rationnelles pour des bâtiments aux géométries illusionnistes, doit aux logiciels de conception assistée par ordinateur et aux techniques mathématiques sous-jacentes.

Aussitôt après l'exposition de son époux Robert Delaunay au Centre Pompidou (voir rubrique n° 885), une grande rétrospective rassemble jusqu'au 22 février 2015, au Musée d'art moderne de la Ville de Paris, plus de 400 dessins, peintures, collages ou affiches de Sonia Delaunay, pionnière de l'abstraction picturale, dont les œuvres doivent beaucoup à la géométrie.

Superposition de lignes, cercles et triangles, rayures parallèles, losanges et spirales sont à la base de plusieurs de ses œuvres.

L'exposition « Oulipo, la littérature en jeux », jusqu'au 15 février, à la bibliothèque de l'Arsenal (14, rue Sully), vous fera découvrir l'Ouvroir de littérature potentielle, ce groupe littéraire créé par François Le Lionnais et Raymond Queneau, qui impose à l'écriture des contraintes inspirées de structures mathématiques et ludiques. Informations sur [www.centrepompidou.fr](http://www.centrepompidou.fr), sur [www.mam.paris.fr](http://www.mam.paris.fr) et sur [www.bnf.fr](http://www.bnf.fr)

Géométrie combinatoire à Gand  
Le S.M.A.K., Musée municipal d'art actuel de Gand (Belgique), expose jusqu'au 11 janvier les œuvres de François Morellet issues de la donation du collectionneur bruxellois Henri Chotteau. Les compositions de lignes, carrés et triangles en répartition aléatoire, les trames simples ou multiples, parfois en 3D, de l'artiste français, ses diagonales et interférences, sont à la base de son art, tout en géométrie. Informations sur [www.visitgent.be](http://www.visitgent.be)

PASCALE SANTI

« Pour une fois, on n'a pas regardé ma maladie, déjà omniprésente, on a vu bien au-delà. » C'est ainsi que, d'une voix chuchotée, Isabelle Lauberthe, terrassée par le locked-in syndrome (paralysie totale) il y a six ans, parle de cette expérience, celle d'avoir raconté son adolescence. Cette femme de 40 ans a participé au projet de Mathieu Simonet. L'idée de cet écrivain et avocat : proposer à 1000 patients des 37 hôpitaux de l'Assistance publique-Hôpitaux de Paris (AP-HP) d'écrire, sur des carnets, un texte à propos de leur adolescence. « Une expérience bouleversante qui a fait resurgir de nombreux souvenirs agréables, la période où j'étais valide, et d'autres moins », nous raconte avec émotion Isabelle Lauberthe, tétraplégique, qui a écrit grâce à un clavier virtuel.

S'il voulait initialement monter ce projet dans un hôpital psychiatrique – où son père a séjourné l'année de sa naissance –, Mathieu Simonet, dont les livres sont publiés au Seuil, s'est finalement tourné vers l'AP-HP. À l'issue de nombreuses réunions, le feu vert a été donné. Un référent a été désigné pour chacun des 37 établissements. Piloté par Aude Marlier-Sutter, responsable du pôle « culture et bien-être », le projet fera l'objet d'une journée de présentation jeudi 11 décembre. Au total, 200 salariés de l'AP-HP y ont participé.

Déçu d'avoir été recalé pour une résidence à la Villa Médicis, Mathieu Simonet a obtenu cette résidence d'écrivain à l'AP-HP financée par le conseil régional d'Île-de-France. Clairfontaine a fourni les carnets. Au final, sur 832 commandés, 488 ont finalement été dis-

**« Mon plaisir est d'être un chef d'orchestre de l'écriture et de l'intime »**

tribués à des patients. Près de 200 ont été remplis. Certains l'ont perdu, d'autres l'ont gardé. L'un d'eux avait été confié à Gabriel, 20 ans, qui l'avait placé au-dessus de son lit, mais il y est resté, vide. Le garçon est décédé.

Puis ces textes ont été utilisés lors de rencontres, concerts littéraires, performances, etc., dans des hôpitaux et autres lieux. Des collégiens, visiteurs de la Nuit blanche, ont aussi participé. L'idée est de faire vivre les carnets, d'en faire une « autobiographie collective », fil rouge de Mathieu Simonet. « Mon plaisir est d'être un chef d'orchestre de l'écriture et de l'intime », dit-il. « Sa grande force est de tirer le meilleur des gens, il sait les mettre en confiance, sans aucun jugement, il a une grande énergie », dit Anne-Sarah Kertudo, son amie d'enfance, auteure d'*Est-ce qu'on entend la mer à Paris ?* (L'Harmattan, 2010). « J'aime faire des ponts entre l'art et la vie de tous les jours à l'hôpital », dit-il. « C'est important, surtout pour des patients qui restent longtemps : des enfants, des personnes polyhandicapées, des personnes âgées... Ces projets sont une manière de casser la barrière qui peut exister entre soignés et soignants », renchérit Martin Hirsch, directeur général de l'AP-HP.

Pourtant, convaincre les hôpitaux de l'AP-HP n'a pas été facile. Mathieu Simonet a dû franchir des obstacles, ce qui a demandé du temps. Pour faire comprendre son projet, il a d'abord raconté son univers. Lors de sa rencontre, en 2004, avec celui qui est devenu son mari il y a un an, ce dernier lui demande de trier ses boîtes remplies de carnets. Mathieu, qui se dit très « bordélique », « n'arrive pas à jeter ». Il décide alors de relire tous ses journaux intimes (environ une centaine) puis de s'en séparer. L'idée première : « suicider » symboliquement les carnets, comme il le raconte dans *Les Carnets blancs* (Seuil, 2010). Le premier est jeté avec une pierre dans le canal Saint-Martin. Puis un autre devient une sculpture, un autre encore une robe de mariée... « Ce dispositif permettait de m'interroger sur ce qui est important, ce qui ne l'est pas », confie-t-il.

Puis il évoque la mort de sa mère, décédée d'un cancer en 2009 dans une ancienne maternité devenue centre de soins palliatifs. Il l'a racontée dans le livre *La Maternité* (Seuil, 2012). « L'écriture est pour moi comme un médicament », confie cet homme de 42 ans qui se dit « dans un phénomène d'addiction, quand ça va pas – ce qui est rare –, l'écriture me sauve ». Il a d'ailleurs toujours écrit. Et pense avoir « un muscle du bonheur » lié à l'écriture, sourit-il.

Mathieu Simonet manie les mots aussi dans son métier d'avocat, il préside la com-



STEPHANE LAVOUE/PASCO POUR « LE MONDE »

## Mathieu Simonet, avocat de l'écriture à l'hôpital

**PORTRAIT** | En distribuant des carnets à des patients de l'AP-HP afin qu'ils y relatent leur adolescence, l'écrivain a imaginé une expérience d'« autobiographie collective » pour dépasser la maladie

mission juridique de la Société des gens de lettres et il est membre de la commission du court-métrage du Centre national du cinéma et de l'image animée (CNC). Pour lui, tout est lié. « Je suis à la fois dans la maîtrise en tant qu'avocat, et dans l'abandon en tant qu'écrivain, les deux me structurent. »

Sceptique au départ à propos de ce projet, Hamida Bechkour, ergothérapeute en psychiatrie adulte (hôpital de jour) à la Pitié-Salpêtrière, l'a finalement accepté. Elle l'a même porté. Cinq patients de son service ont accepté d'écrire. « Nous les avons accompagnés tout au long du processus. Il a fallu dépasser les réticences, les peurs de se dévoiler, car écrire c'est s'exposer », raconte-t-elle.

Cela fait-il du bien aux patients ? Pour le mesurer, un questionnaire a été conçu avec la psychiatre et psychanalyste Isabelle Blondiaux, auteure d'un mémoire sur les pratiques thérapeutiques de la lecture et de l'écriture en 2009. Sur la centaine de réponses collectées, 84 % des patients estiment qu'écrire sur leur adolescence leur a donné du plaisir. « Ce ne sont pas ces données quantitatives qui sont les plus importantes, mais les appréciations subjectives des participants », affirme la docteure Blondiaux.

« Lorsque j'ai entendu, lors d'une rencontre,

Mathieu Simonet lire mes propres récits à haute voix, je me suis senti acteur, spectateur et témoin », confie ainsi Guy Lebrédonchel, atteint d'une sclérose latérale amyotrophique. C'était une première pour cet homme, auteur depuis d'une autobiographie. « Le fait de mettre des mots sur des émotions, de vivre un moment partagé avec le soignant, renforce le lien à l'autre. En cela, c'est thérapeutique », souligne le docteur Blondiaux.

Au bout du compte, « cette expérience leur a redonné confiance, envie de reprendre de nouveaux projets, de renouer des liens », explique Hamida Bechkour. « Pour nos patients, pour la plupart très dépendants, il ne s'agit plus de guérir mais de soigner, d'apporter du temps, de la relation », indique pour sa part la docteure Amina Lahlou, chef de service en gériatrie à l'hôpital Charles-Foix, à Ivry-sur-Seine.

Les ateliers d'écriture se développent depuis plusieurs années, notamment en addictologie, comme dans le service d'Eric Hispard (Fernand-Vidal, à Paris), qui a participé au projet. L'apport de l'écriture dans le soin est de plus en plus étudié, notamment au Canada et aux États-Unis. Mais Mathieu Simonet souhaite aller plus loin dans son évaluation scientifique. ■

## Des orques sauvées par la pêche ?

ZOOLOGIE



PIERRE JULLIEN

La pêche serait-elle à l'origine de la survie des orques au large des Terres australes françaises (TAF), dans le sud de l'océan Indien ? Christophe Guinet, directeur de recherche au Centre d'étude biologique de Chizé (Deux-Sèvres), spécialiste de l'écologie des mammifères marins, n'est pas loin de le penser. Auteur d'une thèse sur ces cétacés à la fin des années 1980, il s'appuie sur un doctorat soutenu sous sa houlette il y a deux ans par Paul Tixier.

Autour de l'archipel Crozet, on rencontre deux types d'orques, le type dit de Crozet, régulièrement observé depuis les côtes ou depuis les bateaux de pêche, et le type D, qui se caractérise par une tache oculaire minuscule et observé exclusivement au large depuis les navires de pêche. La photo-identification permet de dresser une carte d'identité de chaque individu, en relevant les cicatrices et les marques sur la nageoire dorsale et sur la tache dorsale. Ainsi, l'équipe de recherche de Christophe Guinet dispose d'une base de plus de 51 000 photos, qui ont permis d'identifier 219 orques, dont 84 en 2014 pour le type Crozet, et une quarantaine d'individus de type D.

Les jeunes éléphants de mer sont les proies privilégiées des orques de Crozet. Mais ils ne sont pas indifférents à la légine australe. Ce poisson des profondeurs (*Dissostichus eleginoides*), apprécié des marchés asiatiques, constitue également en valeur, rappelle Cédric Marteau, le directeur de la Réserve naturelle des Terres australes, la deuxième pêche française et la première ramenée au nombre de bateaux. En effet, sept navires assurent cette pêche à la palangre de 6 000 tonnes, qui représentent environ 80 millions d'euros.

Les orques ont été victimes de la pêche illégale de la légine, dans les années 1995-2002, durant lesquelles jusqu'à 27 navires braconniers exerçaient dans les parages de Crozet. Du fait de la baisse des stocks disponibles de légines, ces grands dauphins ont alors commencé à intercepter les poissons à la remonte des lignes ! Pour tuer cette concurrence,



Orques de Crozet.

TAAF

les braconniers ont supprimé près de la moitié de la population d'orques.

Les pêcheurs dotés de licences et les contrôleurs des pêches travaillent, en étroite relation avec des équipes de recherche, pour essayer de trouver des solutions à ce problème de déprédation. Ils ont tenté, sans succès, les répulsifs sonores ou la pêche aux casiers. Rien n'y a fait, les orques continuant à voler près de 18 % des légines remontées sur la période 2003-2010. Le plus efficace est à ce jour d'utiliser des lignes plus courtes, de les remonter plus rapidement et de quitter les zones de pêche lorsqu'il y a un risque de pillage par les orques.

Le paradoxe, c'est que les orques qui se tiennent à l'écart de la pêche ont un taux de reproduction quasi nul, qui les condamne à disparaître à moyen terme. Les groupes qui pillent des légines ont, eux, un taux de reproduction « normal », soit un petit tous les cinq ans. Ils sont devenus « pêcherie-dépendants ». Cependant, même ces orques ne survivent pas aussi bien qu'ils le devraient, ce qui laisse supposer que certains sont toujours victimes de pêcheurs non licenciés ciblant la légine en bordure des zones économiques exclusives des TAF.

Il est probable qu'au moindre relâchement des efforts de surveillance de la zone économique exclusive (ZEE) des TAF, qui ont permis d'enrayer le braconnage au début des années 2000, orques et légines paieraient un lourd tribut à ces pêcheurs peu scrupuleux. Cependant, l'augmentation des effectifs de grands cétacés, d'éléphants de mer et des stocks de légines dans la ZEE de Crozet laisse quelques espoirs pour l'avenir. ■

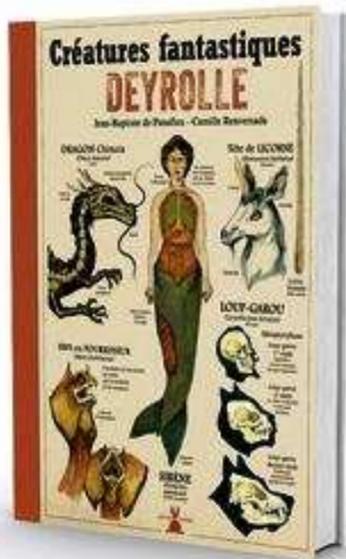
# Pour les fêtes, la science en cadeaux

## Beaux livres

### Cryptozoologie Créatures fantastiques

Quel animal né d'un œuf pondue par un vieux coq est couvé par un crapaud ? Dans quel pays peut-on rencontrer le wolpertinger, une sorte de lièvre au crâne orné de bois de cervidé, qui possède également des crocs et des ailes ? A quoi ressemble le système respiratoire des sirènes et de leurs mâles, les tritons ? Si ce genre de questions saugrenues vous passionne, vous trouverez les réponses, en mots et en images, dans l'étonnant *Créatures fantastiques*, édité par la maison Deyrolle, spécialiste historique des planches pédagogiques scolaires et de la taxidermie. Mystérieux, vraisemblables et parfois réels, chacun des animaux mythiques se voit consacrer deux pages : l'une de texte bien documenté sur le plan historique et scientifique, et l'autre de magnifiques planches d'illustration à l'ancienne. Un vrai beau livre, à feuilleter et déguster en famille. Les aficionados du style Deyrolle pourront faire coup double avec *Comprendre la terre*, nouvel opus de la collection « Deyrolle pour l'avenir ».

> de Jean-Baptiste de Panafieu et Camille Renversade, (Plume de carotte édition, 116 p., 29,90 €)  
> Et aussi : « *Comprendre la terre* », de Louis Albert de Broglie (Hoebeke, collection « Deyrolle pour l'avenir », 102 p., 24,50 €)



### Histoire

#### La Maison des mathématiciens

Les mathématiciens et les physiciens sont ici chez eux, à l'Institut Henri-Poincaré, institution scientifique parisienne née en 1928. Mi-laboratoire, mi-centre de conférence, le lieu a marqué bien des générations de chercheurs, dont quelques-uns témoignent dans ce livre. Le plaisir du lecteur vient aussi des clichés de Vincent Moncorgé qui montrent des scènes cocasses, émouvantes ou étonnantes.

> de Cédric Villani, Jean-Philippe Uzan et Vincent Moncorgé (Cherche Midi, 145 p., 25 €)



### Technologie

#### Alpinisme. La saga des inventions

L'historien de l'alpinisme Gilles Modica n'a pas lésiné sur son packaging. Chaussures à ferrures, cordes en chanvre d'Italie, pitons-crochets, piolets, bandes molletières, vestes en duvet... Tout le matériel et les techniques qui ont jalonné la conquête de l'altitude sont passés en revue par l'auteur dans cet ouvrage richement illustré de gravures anciennes, de croquis et de photos d'archives. L'occasion aussi de (re)découvrir quelques Géo Trouvetout de l'ascension en montagne, comme Pierre Allain, père du mousqueton moderne et du descendeur de rappel.

> de Gilles Modica (Les Editions du Mont-Blanc, 260 p., 39 €)

### Botanique

#### Les plantes qui guérissent, qui nourrissent, qui décorent

Elles guérissent, elles nourrissent, elles embellissent. Il s'agit des plantes. Elles étaient là bien avant nous, rappelle Jean-Marie Pelt, biologiste reconnu, fondateur de l'Institut européen d'écologie, qui signe cet ouvrage sur les vertus des plantes, agrémenté de planches botaniques. Cela va de leurs effets thérapeutiques, sans oublier leurs propriétés parfois toxiques, aux plantes que l'on mange (céréales, fruits, épices...) pour finir par celles qui décorent, qui ornent, de l'orchidée à l'hibiscus en passant par les plantes vertes, qui interrogent notre rapport à la nature.

> de Jean-Marie Pelt (Editions du Chêne, 485 p., 35 €)

### Zoologie

#### Les Chimpanzés des Monts de la Lune

Espèce considérée comme la plus proche de l'homme sur le plan évolutif, le chimpanzé est particulièrement difficile à observer à l'état sauvage. Dans ce magnifique ouvrage illustré d'étonnantes clichés, Sabrina et Jean-Michel Krief, respectivement primatologue au Muséum national d'histoire naturelle de Paris et photographe, retracent quinze ans d'aventures scientifiques consacrées à la recherche sur le comportement en milieu naturel de ces grands singes.

> de Sabrina et Jean-Michel Krief (Belin-Muséum national d'histoire naturelle, 266 p., 30 €)



### Zoologie

#### Lunes de miel

Vingt ans d'affûts, de nuits glacées passées dans une forêt des Balkans, grimpé sur un arbre ou terré dans une cabane, le doigt sur le déclencheur. Le photographe « naturaliste généraliste » Jacques Ioset n'a pas ménagé sa peine pour traquer l'ours. Le résultat est somptueux : dans les ombres des bois, la lune dessine en contre-jour une silhouette, des oreilles, une échine, et c'est toute la sauvagerie et la liberté des « âges farouches » qui renaît.

> de Jacques Ioset (Salamandre, 164 p., 45 €)



### Géographie

#### Atlas des cités perdues

C'est au rêve autant qu'au voyage que nous invite Aude de Tocqueville dans ce séduisant *Atlas des cités perdues*. L'auteur parcourt Angkor, Baby-lone, Pompéi ou Teotihuacan, étendards des grandes civilisations du passé, mais aussi d'autres vestiges, moins illustres, témoins de splendeurs oubliées ou de drames modernes enfouis. « Des villes comme des personnages de fiction, qui naissent, grandissent, connaissent plusieurs cycles avant de mourir et, finalement, ressuscitent sous nos pas. » Ou plutôt sous nos yeux.

> de Aude de Tocqueville (Arthaud, 144 p., 25 €)

### Climatologie

#### Les Colères du temps

Canicules, déluges, sécheresses, froids mortels : les catastrophes météorologiques ont ponctué l'histoire humaine. A chaque époque, son explication. Perçues comme des punitions divines, puis de simples caprices de la nature, ces « colères du temps » sont désormais analysées en lien avec le changement climatique d'origine humaine. Elles ont nourri un riche imaginaire créatif, savamment retracé par l'historien d'art Farid Abdelouahab et le journaliste Frédéric Denhez.

> de Farid Abdelouahab et Frédéric Denhez (Buchen Chastel, 194 p., 29 €)



### ET AUSSI...

#### Voyages, trois siècles d'explorations naturalistes

Un très beau florilège de collections naturalistes composé par le conservateur du département crustacés au Natural History Museum de Londres.

> de Tony Rice (Delachaux et Niestlé, 340 p., 45 €)

#### L'Incroyable Bestiaire de Monsieur Henderson

Un cabinet de curiosités animal, érudit et profond, qui célèbre l'inventivité de la nature.

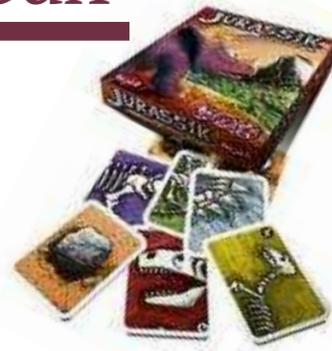
> de Caspar Henderson (Les Belles Lettres, 442 p., 29 €)

#### Sciences, année après année

Cette encyclopédie visuelle des découvertes qui ont marqué le monde, qui s'achève en 2013, est d'une très grande richesse. Une ressource documentaire accessible, pour les ados comme pour leurs parents.

> œuvre collective (Flammarion, 404 p., 32 €)

## Jeux



### Jurassik

Ilopeli est une toute jeune maison d'édition qui se donne pour objectif de réunir toute la famille autour de la table avec des mécanismes qui ne rebutent pas les parents et des thèmes qui plaisent aux enfants. Jurassik est un petit jeu de cartes qui propose aux enfants de réaliser des fouilles archéologiques pour reconstituer des squelettes de dinosaures. Un jeu très malin qui plaît beaucoup aux plus jeunes.

> Ilopeli. A partir de 5 ans, de 2 à 4 joueurs, 15 € environ.

### Timeline. Inventions

La petite boîte en métal comporte 109 cartes présentant chacune une invention célèbre avec une illustration côté face, et sa date de découverte côté pile. Au début du jeu, les joueurs reçoivent des cartes dont ils découvrent les illustrations sans en lire les dates. Chacun à son tour devra poser l'une d'elles sur la table en veillant à respecter la chronologie par rapport aux cartes déjà posées. Une idée simple pour un jeu de connaissances très agréable.

> Asmodée. A partir de 8 ans, de 2 à 8 joueurs, 15 € environ.

### Pandémie

Pandémie est un jeu coopératif dans lequel les joueurs vont incarner les membres d'une équipe de scientifiques qualifiés dans la lutte contre quatre maladies mortelles. Ils devront réfléchir ensemble pour éviter la propagation des virus et trouver leurs antidotes. C'est un casse-tête collectif passionnant pour l'un des gros succès ludiques de ces dernières années.

> Filosofia. A partir de 10 ans, de 2 à 4 joueurs, 35 € environ.

### Il était une forêt

Voici un petit jeu de cartes réalisé en partenariat avec l'équipe du film du même nom de Luc Jacquet et notamment sous la supervision du botaniste François Hallé. Les joueurs seront chargés de reconstituer une forêt primaire du Gabon en respectant la faune et la flore. Avec un thème pareil, on apprécie que le jeu soit fabriqué en France de manière « éco-responsable ».

> Opla. A partir de 7 ans, de 1 à 4 joueurs, 15 € environ.



### Chimie délire et Chimie sans danger

Changement de couleurs, « explosions » inoffensives, bulles géantes, parfums étonnants... Quand les produits de la cuisine ne suffisent pas, la boîte de jeu de chimie, grand classique, fournit matériel et substances plus difficiles à trouver. L'un des leaders du domaine, Buki, propose un nouveau concept plus ludique, Chimie délire. Il mêle le classique jeu de plateau avec des cartes de questions à des épreuves expérimentales. Citons aussi Chimie sans danger. A signaler aussi dans le genre chimico-esthétique : la croissance de cristaux. Parmi d'autres fabricants, Clementoni propose, avec Crée tes cristaux, pour les plus de dix ans, la réalisation de stalactites, cristaux de glace, faux diamants...

> Chimie délire et Chimie sans danger. Buki. A partir de 10 ans. Environ 30 € chacun.

> Et aussi : Crée tes cristaux. Clementoni. A partir de 10 ans. 20 € environ.

### Explorium

Les jeux de construction ont aussi leurs vertus pédagogiques. La gamme Explorium d'Oxybul éveil et jeux propose, à partir de 8 ans, de fabriquer une araignée, une moto ou un engin à quatre roues, tous les trois actionnés par un moteur à eau salée. Aux Etats-Unis, l'ingénieur Debbie Sterling a aussi lancé (en anglais seulement) la gamme Goldie-Blox, pour attirer les filles vers l'ingénierie, avec un projecteur de cinéma, une tyrolienne, un manège...

> Oxybul éveil et jeux. A partir de 8 ans, 14 € ou 19 € selon le modèle.



### ET AUSSI...

#### Des jeux d'enquête

Apprendre à rechercher des indices sur une scène de crime, à relever des empreintes digitales, s'initier aux analyses d'ADN... Les techniques de police scientifiques se mettent à la portée des juniors, grâce à des coffrets ludiques contenant fiches pédagogiques et matériel d'expériences (plus ou moins sophistiqué, et, il faut bien le dire, plus ou moins résistant aux petites mains des enquêteurs en herbe). Quelques exemples : Enquête criminelle Détective moléculaire (Scienceyou, 19,99 €) ; Enquêtes scientifiques (Ravensburger, 20 € environ) ; Le Petit Détective (Creative Toys, 20 €)...

Sur le même thème, mais pour une pratique en famille et sans autre matériel que des cartes et de la matière grise, signalons La Boîte à enquêtes criminelles (Marabout, 17 €).