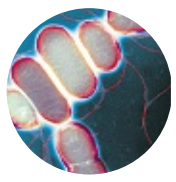
Le Monde science&médecine

HÔPITAL
EN PREMIÈRE LIGNE FACE AUX RÉSISTANCES BACTÉRIENNES
→PAGE 2



NUMÉRIQUE
DE VIEILLES ANTENNES AU SECOURS DU GPS
→PAGE 3

PORTRAIT
LES COMBATS DU MÉDECIN 2.0 DOMINIQUE DUPAGNE
→PAGE 7

La science, quelle aventure ?

Les grandes expéditions, comme le voyage de Darwin autour du monde, ont toujours constitué un puissant moteur scientifique. Cette tradition renaît. Mais, entre les exigences médiatiques, pédagogiques et de sponsoring, ces opérations servent-elles au mieux la recherche ? Enquête.

PAGES 4-5

L'observatoire Awipev, dans l'Arctique, sert de base pour de nombreux programmes de recherche. PAOLO VERZONE/VU POUR « LE MONDE »

Toucher l'autre, c'est tout bénéfice

CARTE BLANCHE

Angela Sirigu

Neuroscientifique, directrice de l'Institut de science cognitive Marc-Jeannerod, département neuroscience (CNRS-université Lyon-I)

Un homme choisit-il sa femme en se rappelant la douceur soyeuse des cheveux sa mère ? C'est en tout cas l'hypothèse formulée en 1932 par Roy Sheldon et Egmont Arens, deux pionniers du design industriel qui voulaient illustrer l'importance de la mémoire des premières sensations tactiles et son intérêt dans le domaine du marketing. Parmi nos sens, le toucher est celui dont nous sommes le moins conscients, alors que c'est un moyen direct d'action sur le monde physique et social. Le simple fait d'effleurer quelqu'un de manière amicale peut avoir plus d'impact qu'un échange verbal. C'est l'« effet Midas » (ce roi qui transforme en or tout ce qu'il touche), mis en évidence dans les années 1980 par la psychologue April Crusco, de l'université du Mississippi, avec une expérience montrant que les serveurs de restaurant ont de plus gros pourboires s'ils touchent l'épaule du client en présentant l'addition.

Le toucher social est inscrit au plus profond de notre histoire naturelle. Observés dans de nombreuses espèces animales, les contacts tactiles ont été étudiés chez les primates, qui pratiquent l'épouillage mutuel, l'équivalent de nos câlins et massages. En effet, s'il ne s'agissait que d'une pratique hygiénique, on s'attendrait à ce que la durée de l'épouillage varie avec la taille de surface à entretenir. Or, il n'en est rien, les gros ne sont pas épouillés plus longtemps que les petits, et la fréquence des séances dépasse largement le strict nécessaire pour garantir une fourrure propre. La sélection naturelle opérant selon des principes plutôt rationnels, la raison d'un tel investissement (jusqu'à deux heures par jour !) mérite d'être posée. Le temps sacrifié pour les activités plus « sérieuses » comme la recherche de la nourriture doit bien être compensé par des bénéfices d'un autre ordre. Quels sont-ils ?

Les mouvements d'épouillage sont rythmiques et alternent de vifs pincements de la peau et des caresses amples et douces. Ces dernières activent des fibres sensorielles (fibres tactiles du groupe C), non myélinisées et à vitesse de conduction lente, dont les projections terminent dans l'insula et le cortex orbitofrontal. Des études ont montré que l'activité de toilettage provoque la sécrétion d'endorphine et d'ocytocine, ces systèmes neuroendocriniens impliqués dans des fonctions telles l'analgésie, le plaisir, l'attachement social. On observe aussi un abaissement de la tension artérielle et du tonus parasympathique, et un état de bien-être et de relaxation.

Voilà pour les effets directs. Mais quel avantage sélectif un tel souci du bien-être d'autrui procure-t-il ? L'anthropologue Robin Dunbar (université d'Oxford) évoque l'hypothèse du cerveau social. Les primates se distinguent des autres mammifères par un très gros cerveau rapporté à la taille du corps, et, lorsqu'on compare différentes espèces, par une forte corrélation entre volume cérébral et complexité des structures sociales. Les primates humains et non humains établissent des relations fortes et de longue durée avec leur partenaire de reproduction, mais aussi avec de nombreux autres membres de leur groupe. Ces relations doivent être gérées finement afin de préserver les coalitions et les équilibres nécessaires à la survie individuelle et à la cohésion du groupe. Une relation non reproductive durable, autrement dit une amitié, ça se cultive. Le toucher social, selon Dunbar, est peut-être la solution qu'a trouvée l'évolution pour créer un environnement psychopharmacologique propice à l'établissement de la confiance réciproque et au renforcement des liens.

Prêts pour un câlin gratuit ? ■

Cahier du « Monde » N° 22087 daté **Mercredi 20 janvier 2016** - Ne peut être vendu séparément

L'antibiorésistance, menace mondiale

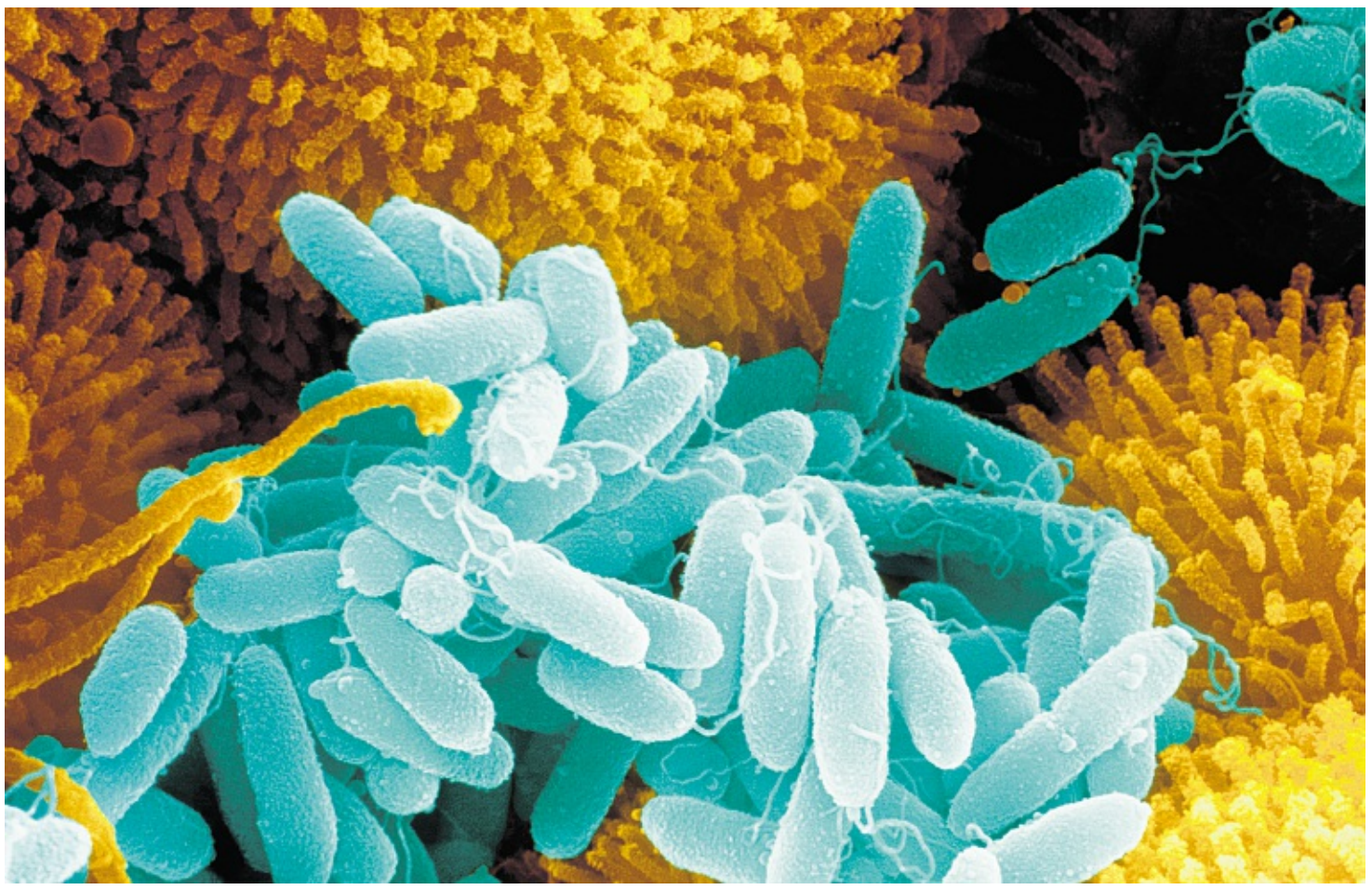
SANTÉ PUBLIQUE | Devant l'accroissement rapide de la résistance aux antibiotiques, les médecins hospitaliers tirent le signal d'alarme. L'enjeu ? Réduire la consommation de ces médicaments en France

PASCALE SANTI

Au bout du couloir du service maladies infectieuses du centre hospitalier de Villeneuve-Saint-Georges (Val-de-Marne), un panneau mentionne *« Isolement très strict »*, en français, anglais, arabe. Un sas sépare deux chambres isolées. A l'entrée, des masques. A l'intérieur, deux patients chez qui des bactéries multirésistantes ont été identifiées dans le tube digestif. Ces malades doivent donc être isolés afin d'éviter la dissémination des bactéries. L'un est arrivé pour une insuffisance respiratoire, l'autre a effectué plusieurs séjours hospitaliers à l'étranger. Dans chacune des 31 chambres de ce service, dirigé par le docteur Olivier Patey, figure un pictogramme qui varie selon le type d'infection, de bactéries et de virus (cutanés, pulmonaires, urinaires...) et les mesures à prendre.

Si des progrès sont à noter depuis dix ans dans la diffusion de bactéries résistantes – comme le pneumocoque résistant à la pénicilline ou le staphylocoque doré résistant à la méticilline –, la situation se dégrade en ce qui concerne les entérobactéries (bacilles), présentes dans le tube digestif de l'homme ou de l'animal, notamment les entérobactéries productrices de bêta-lactamases à large spectre (EBLSE), et l'émergence de souches productrices de carbapénémases (EPC).

On parle de résistance lorsqu'une bactérie n'est plus mise hors de combat par un médicament auquel elle était jusqu'ici sensible. On peut être porteur de ces bactéries et être asymptomatique. *« Plus on prescrit d'antibiotiques et/ou plus on les prescrit longtemps, plus on modifie l'écosystème digestif, et plus on exerce un impact délétère sur la flore commensale (digestive, vaginale...) »*, explique le professeur Vincent Jarlier, bactériologiste à la Pitié-Salpêtrière (AP-HP).



La bactérie « Pseudomonas aeruginosa » (en bleu), responsable d'infections nosocomiales, résiste aux carbapénèmes, une classe d'antibiotiques. JUERGEN BERGER/SPL/COSMOS

En France, 158 000 patients développent, chaque année, une infection liée à une bactérie résistant aux antibiotiques et 12 500 en meurent

L'émergence de ces résistances bactériennes de haut niveau progresse et constitue un phénomène inquiétant. *« Il y en avait peu il y a quelques années. Aujourd'hui, on en voit régulièrement »*, constate le docteur Olivier Patey. Elles sont surveillées depuis le milieu des années 1990. C'est en 2004 que le premier épisode impliquant des EPC a en effet été signalé, précise l'Institut de veille sanitaire (InVS). Au 4 septembre 2015, 2 026 épisodes concernaient 3 417 patients. S'ils se sont stabilisés en 2013, le nombre de signalements est reparti à la hausse, notamment depuis la fin de l'été 2015, ajoute l'InVS. Les EPC les plus fréquentes sont *Klebsiella pneumoniae* (59 % des cas) et *Escherichia coli* (34 %), deux bactéries intestinales courantes. Cette résistance est bien supérieure dans d'autres pays comme la Grèce, l'Italie ou les pays d'Europe de l'Est. En France, 158 000 patients développent, chaque année, une infection liée à une bactérie résistant aux antibiotiques et 12 500 en meurent, selon l'étude Burden BMR, de juin 2015, réalisée par l'InVS.

« Il devient très difficile de prendre en charge ces patients », constatent les cliniciens. Par exemple *« E. coli, responsable de nombreuses infections urinaires, est d'abord devenue résistante à l'amoxicilline, puis peu à peu aux céphalosporines de deuxième puis de troisième génération et désormais dans certains cas aux carbapénèmes (classe d'antibiotiques des bêta-lactamines). Ce qui peut aboutir à des impasses thérapeutiques »*, explique le docteur Patey. C'est le cas de l'un de ses deux patients. Pour soigner ces malades, les règles d'hygiène doivent donc être draconiennes. Des mesures élémentaires comme le lavage des mains sont essentielles, et encore trop souvent négligées.

L'enjeu est de réduire la consommation d'antibiotiques chez l'humain comme chez l'animal, à nouveau en hausse depuis 2010, ce que dénonce la députée européenne Michèle Rivasi. La France fait figure de mauvais élève et consomme 30 % de plus que la moyenne européenne. Tout le monde se souvient du slogan *« Les antibiotiques, c'est pas automatique »*, lancé en... 2001, mais il semble oublié. Les associations Le Lien et AC2BMR et la Société de pathologie infectieuse de langue française veulent faire de l'antibiorésistance une grande cause nationale. Le mésusage est encore trop souvent pointé du doigt, les antibiotiques étant souvent prescrits pour traiter des infections virales, pour lesquelles ils n'ont aucune utilité.

« Pour chaque traitement problématique, un infectiologue est joignable tous les jours dans l'établissement, et de l'extérieur par l'intermédiaire du médecin de ville », précise le docteur Patey. Un bémol : *« Notre spécialité est peu valorisée, et nos conseils aux autres services ne sont pas rémunérés. Nous menons un combat avec le syndicat des infectiologues pour valoriser cette activité. »* Un enjeu d'autant plus fort qu'il existe peu de recherches. Certaines anciennes molécules doivent être réutilisées.

« Les super-bactéries hantent les hôpitaux et les unités de soins intensifs du monde entier », a récemment lancé Margaret Chan, directrice générale de l'Organisation mondiale de la santé, qui appelle à la mobilisation. Des problèmes de plus en plus aigus sont liés à des dispersions de germes multirésistants à travers la planète. En Chine, des chercheurs ont découvert chez le porc et l'homme des bactéries porteuses d'un gène rendant inefficaces certains antibiotiques, dont la colistine, donnés en dernier recours quand les autres traitements ont échoué. Des résultats jugés *« extrêmement inquiétants »* par le professeur Liu Jianhua, de l'université agricole de Canton, principal auteur de l'étude publiée le 18 novembre dans *The Lancet Infectious Diseases*. Pour le professeur Jarlier, la lutte contre l'antibiorésistance s'inscrit dans un combat global au même titre que la lutte contre le réchauffement climatique. Il milite ainsi pour des actions visant à réduire la contamination de l'environnement par les déchets humains et animaux, et ce au niveau mondial. ■

Les phages, une alternative ?

Face aux bactéries multirésistantes, les bactériophages ou phages (*Le Monde* du 16 juin 2012) semblent prometteurs. Ces virus prédateurs naturels des bactéries furent utilisés en France jusque dans les années 1960, puis oubliés, hormis en Russie et en Géorgie. Quelques patients ont récemment été traités en France, parfois de façon clandestine. Un essai clinique, coordonné par l'hôpital Percy d'instruction des armées, et soutenu par Pherecydes Pharma, a débuté en juillet 2015. Il teste deux cocktails de bactériophages contre les infections cutanées chez les grands brûlés. Aucun texte réglementaire européen n'autorise la phagothérapie, *« mais nous espérons prochainement des autorisations temporaires d'utilisation de l'Agence nationale de sécurité du médicament pour d'autres indications »*, indique le docteur Olivier Patey du centre hospitalier de Villeneuve-Saint-Georges qui, avec les Hospices civils de Lyon et Pherecydes Pharma, a lancé début 2015 un essai de bactériophages contre les infections ostéo-articulaires dues aux staphylocoques. Un colloque, destiné à sensibiliser les pouvoirs publics sur l'intérêt de cette alternative, est organisé à l'Assemblée nationale le 18 février.

L'amitié chez le chimpanzé, un pacte de confiance

Le primate se montre généreux, au risque de tout perdre, avec des congénères qui lui sont proches

OLIVIER DESSIBOURG

« Le Temps », Lausanne

Trahir la confiance de l'amitié, violer le plus saint de tous les pactes, (...) *ce ne sont point là des fautes, ce sont des bassesses d'âme et des noirceurs. »* L'histoire ne dit pas si Jean-Jacques Rousseau fréquentait des primatologues. Mais le philosophe aurait probablement été intéressé par les recherches de ceux de l'Institut Max Planck d'anthropologie évolutionniste de Leipzig (Allemagne). Celles-ci montrent aujourd'hui, à travers des études sur des chimpanzés, à quel point l'amitié fondée sur la confiance est une inclination réciproque ancrée déjà chez l'ancêtre autant de l'homme que d'autres primates. Autrement dit, que ce sentiment n'est de loin pas propre à *Homo sapiens*.

Ces conclusions, publiées le jeudi 14 janvier dans la revue *Current Biology*, nourrissent un champ de recherches assez récent, nommé « économie comportementale », qui se focalise davantage sur les comportements humains que seulement sur les forces abstraites des marchés pour comprendre les prises de décision en économie.

Soutenir la vie en groupe

L'idée, comme le résume le célèbre primatologue Frans de Waal (université Emory d'Atlanta) dans un article du *Scientific American*, est de *« montrer que les tendances et préoccupations économiques basiques de l'homme – la réciprocité, la répartition des gains ou la coopération – ne sont pas l'apanage de notre seule espèce, mais qu'elles ont évolué chez d'autres animaux pour les mêmes raisons que chez nous : aider chaque individu à tirer au mieux profit de ses congénères sans nuire aux intérêts communs qui soutiennent la vie en groupe »*.

« Nous souhaitions vérifier si les chimpanzés – parmi nos plus proches cousins, qui "descendent" d'un ancêtre commun avec Homo sapiens *il y a entre 5 à 7 millions d'années, faisaient davantage confiance aux pairs avec lesquels ils sont plus intimement liés »*, dit Jan Engelmann, auteur de l'étude. Son équipe a observé durant cinq mois 15 chimpanzés vivant dans un sanctuaire naturel kényan, afin d'identifier lesquels avaient le plus d'affinités entre eux. Ils ont ensuite impliqué deux de ces primates, « amis » ou non, dans une expérience.

Le premier avait le choix : soit tirer vers lui une corde avec, au bout, une récompense immédiate sous forme de nourriture, mais de loin pas l'aliment qu'il préfère ; soit actionner un autre lien amenant un réceptacle, où un mets de choix a été placé, vers son congénère, cela en espérant que ce dernier partage ce festin avec lui. En d'autres mots, le second cas présente le potentiel d'une situation gagnant-gagnant intéressante, mais uniquement si le premier cobaye fait confiance au second. Chaque singe a interagi douze fois avec ses amis, puis autant avec ses « non-amis ».

Au final, *« les chimpanzés avaient largement plus tendance à mettre volontairement les vivres à disposition du partenaire de jeu – donc de choisir une option plus risquée mais potentiellement plus juteuse – lorsqu'il s'agissait d'un ami »*, résume Jan Engelmann. *« Ces résultats montrent que, chez les chimpanzés aussi, l'on tend à faire plus confiance à un ami qu'à un congénère moins proche*, commente Frans de Waal. *De surcroît, ils montrent que les singes ne sont pas sensibles à une réciprocité immédiate. Cette conclusion peut sembler surprenante, tant l'accent est souvent mis sur ce concept dans les recherches animales. Mais dans une amitié stable, humaine ou simiesque donc, on ne fait pas sans arrêt le décompte des échanges de bons procédés, ce qui nécessiterait beaucoup de mémoire et d'énergie. En réalité, l'on mise sur des bénéfices à plus long terme. »*

Pour Jan Engelmann aussi, il ne peut s'agir d'une « confiance stratégique » de la part du singe tirant les ficelles ; on peut penser qu'après douze essais les cobayes en jeu auraient simplement pu apprendre comment obtenir la meilleure nourriture. *« Mais, dans ce cas, les statistiques auraient dû être moins différenciées selon qu'on soit en présence d'amis ou pas. »* Selon le primatologue, une forme de *« confiance émotionnelle »*, fondée sur l'identité des partenaires, entre bien en jeu. *« Un lien affectif au long cours dont il faut tenir compte lorsque l'on étudie des interactions sociales ponctuelles au sein de groupes d'animaux. »* ■

Demande de sursis pour l'ancêtre du GPS

NAVIGATION | Après l'arrêt du système de positionnement Loran-C par la France, une entreprise en appelle à l'Europe pour maintenir une nouvelle version, l'eLoran. Avec quelques arguments

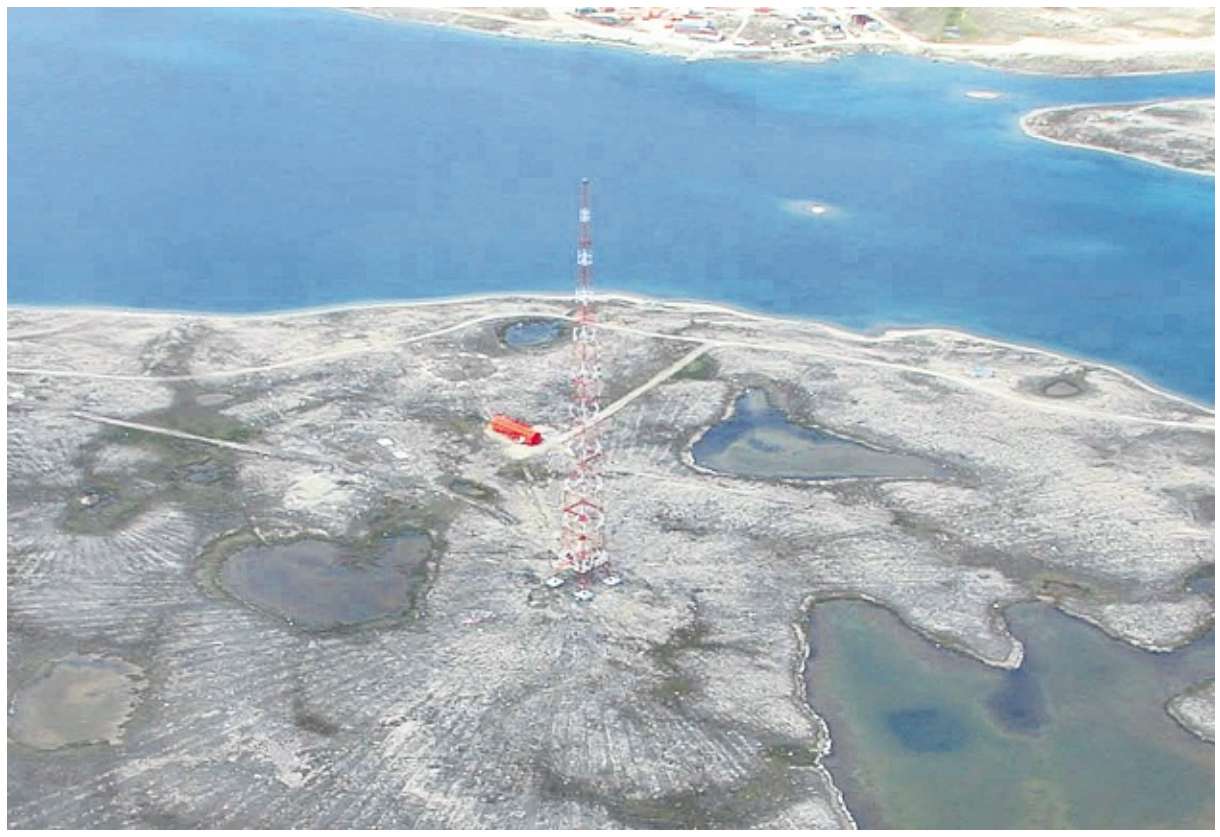
DAVID LAROUSSERIE

Dans l'indifférence générale, la France s'est coupée de l'Europe. Le 31 décembre 2015, elle a éteint ses deux émetteurs, à Soustons (Landes) et Lessay (Manche), servant à la navigation marine. Ce système, dit Loran-C (pour *long range navigation,* « navigation longue portée »), était utilisé depuis les années 1960 bien avant les systèmes de positionnement par satellite – GPS (américain), Galileo (européen), Glonass (russe)… Il s'agit d'émetteurs radio terrestres à basse fréquence (100 000 hertz, proche des « grandes ondes » de la radio) envoyant un « top » temporel d'une précision inférieure à la microseconde, permettant au récepteur de connaître sa distance à l'antenne. En captant plusieurs antennes, d'une portée de plusieurs centaines de kilomètres, la position est déterminée. Un peu moins de 80 stations couvrent ainsi le globe.

« Ça marche partout. Avant les satellites, c'était très utile. Mais c'est moins précis (environ 500 mètres) et moins pratique que le positionnement depuis l'espace », constate Francis Zachariae, secrétaire général de l'Association internationale de signalisation maritime. *« Ce système n'était plus utilisé depuis de nombreuses années par la navigation maritime civile. L'échéance du 31 décembre marquait en fait la fin de l'intérêt de la défense nationale pour lui »,* justifie le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, partenaire de la défense pour ces installations. La Norvège, le Danemark et l'Allemagne ont aussi éteint leurs stations en fin d'année.

Ces dernières années, de nombreux exemples de brouillage voire de leurrage du GPS ont été observés

Mais certains ne veulent pas voir mourir une technologie éprouvée, dont la dernière version, eLoran, améliore de plus de dix fois la précision de Loran-C. *« Il est certain que les stations Loran-C sont obsolètes, et nous comprenons la décision française d'arrêter ce système. Mais nous ne comprenons pas le manque d'intérêt actuel pour la technologie eLoran, qui a fait ses preuves. Surtout, elle peut pallier les vulnérabilités des systèmes satellites »,* s'étonne David Last, professeur émérite de l'université de Bangor (Pays de Galles), ancien président de l'Institut royal de la navigation et de l'Association internationale Loran. En décembre, une entreprise, Taviga, a été créée pour promouvoir le système eLoran et convaincre les pays de ne pas démanteler leurs précieuses antennes, hautes d'environ 300 mètres. *« Obtenir les autorisations de construire des antennes est le facteur limitant principal. C'est pourquoi nous plaidons pour la réutilisation des anciennes antennes de Loran-C »,* explique Charles Curry, le fondateur de Taviga. L'entreprise et ses consultants ont donc écrit au Parlement européen et aux gouvernements des pays ayant coupé leurs antennes. Elle s'est réjouie des décisions britanniques de poursuivre les émissions eLoran de son antenne d'Anthorn. Et salue la publication d'une lettre du Congrès américain du 8 décembre reconnaissant qu'*« eLoran pourrait être une solution nationale complémentaire du GPS »*. La Corée du Sud est en outre en train de déployer un tel réseau ; la Chine et le Russie seraient sur le point de faire de même.



Nombre d'antennes Loran sont en cours de démantèlement. Celle-ci, au Canada, a été détruite en 2014. CAMBRIDGE BAY WEATHER

« Ce lobbying est normal. Il a le mérite de pointer le problème des vulnérabilités des systèmes satellite, pour le calcul des positions mais surtout pour celui de la synchronisation », explique Francis Zachariae.

Le GPS ou le futur Galileo ne sert en effet pas seulement à guider les voitures des particuliers. Militaires, agriculteurs, transporteurs routiers ou ferroviaires sont friands de ces données spatiales. Surtout, un nombre croissant de services demandent une parfaite synchronisation entre les équipements et donc le recours à des horloges extrêmement précises, dont le tempo est fourni par les satellites. La finance les utilisent pour dater des transactions. Les réseaux d'énergie, de diffusion vidéo ou audio fonctionnent aussi avec ces « métronomes ».

Ces signaux sont donc vitaux et… fragiles. Ces dernières années, de nombreux exemples de brouillage voire de leurrage du GPS ont été observés (*Le Monde* du 24 mars 2012). Le talon d'Achille de ces systèmes est la faible puissance de leurs signaux provenant de milliers de kilomètres d'altitude, donc faciles à perturber. Que ce soit intentionnellement ou non, comme lors de tempêtes solaires par exemple. Les émissions eLoran sont, elles, plus puissantes, dès lors plus résistantes. Elles pallient aussi un autre défaut des signaux de type GPS : inopérants en intérieur et perturbés dans certains « canyons » urbains.

Plusieurs études ont montré les qualités d'eLoran. Le bureau des phares britanniques a démontré en 2013 une localisation à 10 mètres près pour les navires. Mais au prix d'une cartographie de la propagation des ondes dans la région étudiée afin de corriger les perturbations électromagnétiques. La marine américaine, à l'été 2015, a conclu à une transmission du temps de référence au-dessous de 50 nanosecondes, minimum requis pour la synchronisation. Enfin, David Last estime à 440 000 euros les coûts de mises à jour pour les deux stations françaises et à 190 000 euros les coûts annuels d'opération.

Pour répondre aux vulnérabilités des systèmes de positionnement par satellite, d'autres options existent cependant. Elles reposent souvent sur l'émission par des stations terrestres de signaux temporels précis et nécessitent des changements d'équipements plus lourds que Loran. Il est probable que les meilleures solutions soient une combinaison de plusieurs techniques. Chronos Technology vient ainsi de décrocher 100 000 livres du Royaume-Uni (133 000 euros) pour faire marcher de concert eLoran et Galileo. ■

La schizophrénie mal traitée par… les médias

Une analyse lexicographique a été menée à travers huit journaux, dont « Le Monde ». Décapant

SANDRINE CABUT

Qu'est-ce que la schizophrénie ? Pour la médecine, c'est une pathologie psychiatrique parmi les plus handicapantes, qui concerne presque une personne sur cent. Dans les médias français, c'est… une maladie quasi invisible, dont ils parlent peu et mal. L'usage du mot « schizophrénie », dans les articles, est plus souvent métaphorique que médical. Et c'est en premier lieu dans les pages traitant de la culture qu'est retrouvé ce terme dans son sens de pathologie. En outre, si les clichés et idées fausses sont légion, les informations médicales sont, elles, quasi inexistantes.

Ces résultats peu glorieux, issus d'une étude inédite dans notre pays sur la représentation de la schizophrénie dans les médias, doivent être présentés le 21 janvier au congrès de l'encéphale, à Paris, par le psychiatre Yann Hodé (hôpital de Rouffach, dans le Haut-Rhin).

A l'origine de cette recherche, une association, PromesseS, membre du collectif Schizophrénies, qui regroupe les six principales associations de familles concernées par cette maladie. Créée fin 2015, cette entité s'est fixé des objectifs ambitieux, dont celui de transformer l'image, assez épouvantable, de la schizophrénie. Elle est souvent perçue comme le symbole d'une folie où l'on entend des voix et où l'on tue ; une représentation erronée mais source de stigmatisation et de souffrance pour les patients et leur famille.

Plusieurs études internationales ont montré que la façon de parler de la schizophrénie dans la presse influence la stigmatisation, mais aussi les choix des financeurs de la santé.

Spécificité française

Pour faire cet état des lieux en France, l'association a fait analyser l'utilisation des termes « schizophrène » et « schizophrénie » dans huit quotidiens et hebdomadaires : *Le Monde, Libération, Le Figaro, La Croix, Le Parisien, L'Express, Le Point, Paris Match.* La recherche de ces mots dans leur sens médical ou métaphorique a été réalisée avec un logiciel, Alceste, sur tous les articles parus entre le 1er janvier 2011 et le 31 mars 2015. Les données ont également été étudiées par un sociologue de l'Observatoire de la société et de la consommation (ObSoCo). L'étude a été financée par les laboratoires Sanofi et Ipsen.

Sur plus de 1,3 million d'articles traités, le terme « schizophrénie » n'est retrouvé que dans 2 038 articles. Son usage au sens médical est minoritaire (44 % des articles), et souvent inadapté. Il apparaît majoritairement dans des articles culturels à propos de films, de livres…, ce qui serait une spécificité française. L'emploi dans un contexte médico-social, scientifique ou judiciaire est moins fréquent. Et dans ces articles, l'ensemble du discours est fréquemment associé à la souffrance, au malheur, et surtout à la violence. La plupart des réalités concrètes de la maladie sont occultées, le propos *« ne laisse émerger aucun discours porteur d'espoir »,* déplore l'association PromesseS.

Quand il est utilisé dans son sens métaphorique (soit dans presque six articles sur dix), le mot « schizophrénie » désigne alors une contradiction, une ambivalence ou un double discours… assimilant ainsi la maladie à un dédoublement de la personnalité, ce qui est totalement faux. Cet emploi métaphorique trouve son terrain de prédilection dans le contexte politique, avec comme figure de proue pour la période 2011-2015 le président François Hollande. *Le Monde* est assez emblématique de cette tendance.

« Le mot "schizophrénie" est largement employé mais rarement défini, comme si tout le monde savait de quoi on parle, alors que très peu de gens savent ce que c'est exactement. Il y a un décalage entre le "plaisir" à employer ce terme et l'absence d'information à la hauteur de cet emploi », résume Yann Hodé. Bref, les journalistes ont des progrès à faire. Les médecins et les pouvoirs publics aussi. *« Nous souhaiterions que les médecins s'investissent davantage dans la communication sur cette maladie, pour en donner une image plus humaine, plus concrète, et plus positive »,* plaide Fabienne Blain, vice-présidente de PromesseS. ■

TÉLESCOPE

Climatologie

L'activité humaine pourrait retarder le prochain âge glaciaire

La prochaine glaciation pourrait être repoussée à 100 000 ans, au lieu de 50 000 ans, en raison des émissions de dioxyde de carbone dues à l'activité humaine. C'est ce que prédit un modèle développé par une équipe germano-soviétique cherchant à simuler les cycles de glaciation. Ceux-ci dépendent du niveau d'ensoleillement des régions boréales, conditionné par la position de la Terre par rapport au Soleil, mais aussi du niveau de CO_2 dans l'atmosphère, que ce modèle a la particularité de prendre en compte. Si on ne considère que le gaz carbonique naturel, la prochaine ère glaciaire est prévue dans 50 000 ans, montre-t-il. Une échéance qui est doublée si les calculs intègrent des émissions cumulées d'origine humaine de 1 000 gigatonnes, un niveau que le GIEC juge vraisemblable pour la fin du XXIe siècle.
› Ganopolski et al., « Nature », 14 janvier.

Archéologie

L'homme déjà présent en Arctique il y a 45 000 ans

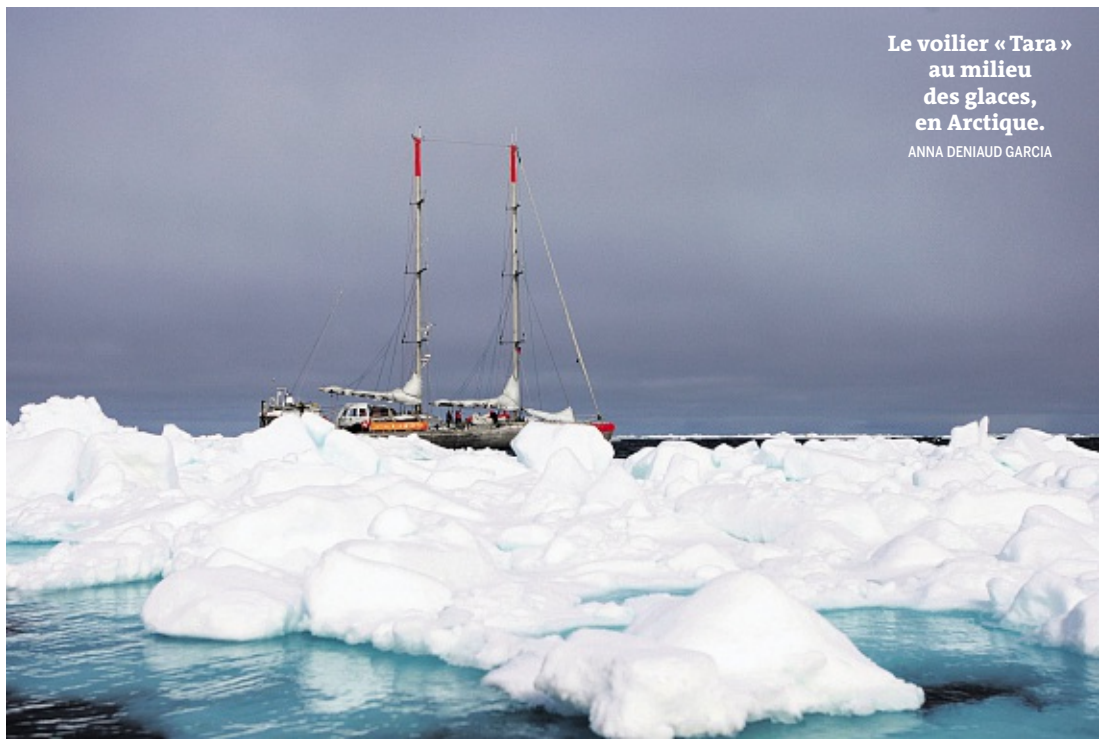
La présence humaine en Arctique était jusqu'ici datée autour de 35 000 ans. La découverte de la dépouille d'un mammouth laineux vieux de 45 000 ans suggère qu'*Homo sapiens* avait franchi le cercle polaire 10 000 ans plus tôt : mis au jour en Sibérie centrale par une équipe d'archéologues russes, le squelette du pachyderme présente des lésions dues à des pointes d'os ou d'ivoire. La forme et l'orientation des impacts ont permis de reconstruire la scène de chasse. De fines lames, destinées à servir d'outil, ont été prélevées sur l'extrémité d'une défense et l'os de la mâchoire brisé afin d'extraire la langue en guise de trophée pour les chasseurs. Cette découverte confirme la présence précoce d'humains à de telles latitudes et nourrit l'hypothèse qu'ils auraient pu traverser le détroit de Béring vers le Nouveau Monde avant le dernier maximum glaciaire (–26 000 ans). (PHOTO : ALEXEI TIKHONOV/AP)
› Pitulko et al., « Science », 15 janvier.

$3{,}9 \times 10^{13}$

C'est le nombre de bactéries et autres microbes qui constituent le microbiote d'un individu de 70 kg – soit 39 000 milliards –, selon une estimation mise en ligne sur bioRxiv par Ron Milo et Ron Sender (Institut Weizmann de Rehovot, Israël) et Shai Fuchs (hôpital des enfants malades de Toronto). Un décompte publié en 1972 par le microbiologiste Thomas Luckey faisait jusqu'alors autorité. Il estimait que les communautés microbiennes peuplant notamment le système digestif comprenaient dix fois plus de cellules que le corps humain lui-même n'en comptait. La nouvelle analyse estime que leur nombre est en fait assez comparable, avec un ratio de 1,3/1 en faveur des microbes. Mais *« les nombres sont suffisamment proches pour que chaque défécation puisse faire basculer le ratio en faveur des cellules humaines »,* concluent les chercheurs.

PRÉCISION

Contrairement à ce qu'indique le supplément le « Science & médecine » du 13 janvier, la version française de Wikipédia n'est pas la 3e en nombre d'articles (1,7 million), mais en nombre d'éditeurs actifs (plus de 4 000 en novembre 2015).



Le voilier « Tara » au milieu des glaces, en Arctique.
ANNA DENIAUD GARCIA

Un entomologiste de La Planète revisitée, dans le Mitaraka (Guyane).
XAVIER DESMIER

Exploration
Le retour des savants baroudeurs

ENQUÊTE

La recherche, aventure intellectuelle par excellence, redevient une épopée avec la renaissance des grandes expéditions scientifiques

CÉCILE MICHAUT

Dans *Seul sur Mars*, de Ridley Scott, sorti en salles le 21 octobre 2015, Matt Damon, laissé pour mort sur la Planète rouge avec très peu de vivres, doit mettre en œuvre toute son ingéniosité de scientifique pour survivre. Le même jour sortait également un film beaucoup plus discret : *La Glace et le Ciel*, de Luc Jacquet, qui retrace la vie de Claude Lorius, glaciologue mais aussi pionnier de l'Antarctique. Ce physicien a été le premier scientifique à y passer une année entière, avec deux collègues, en 1957, dans le but de mieux comprendre ce continent glacé. Quoi de commun entre le blockbuster américain de près de 70 millions de dollars et le documentaire quasi confidentiel ? Tous deux racontent la même histoire : la science est une aventure.

L'existence de scientifiques-aventuriers ne date pas d'aujourd'hui. Le plus illustre reste Charles Darwin, dont le voyage de cinq ans (de 1831 à 1836, Cap-Vert, côtes sud-américaines, Nouvelle-Zélande, Australie, île Maurice) à bord du *Beagle* est à l'origine de sa théorie de l'évolution. Les naturalistes et les géographes ont toujours eu une grande tradition d'aventure : ce n'est pas en restant chez soi que l'on découvre de nouvelles espèces animales ou végétales, ou que l'on dresse des cartes. Ces expéditions ont connu leur âge d'or au XVIIIe siècle, et surtout au XIXe. Le quartier de Paris autour du Jardin des plantes témoigne de ce passé à travers les noms de rue de scientifiques-voyageurs tels que Jussieu, Linné ou Geoffroy Saint-Hilaire. Mais le plus reconnu est probablement l'Allemand Alexander von Humboldt (1769-1859), non seulement pour le nombre de ses voyages en Amérique du Nord et du Sud, et en Sibérie, mais aussi pour la précision de ses observations scientifiques.

Les expéditions scientifiques se sont raréfiées au XXe siècle au profit de voyages plus « intimistes », notamment ceux d'ethnologues comme Claude Lévi-Strauss. Aujourd'hui, pourtant, l'aventure scientifique connaît une nouvelle jeunesse, portée à la fois par des aventuriers indépendants, comme l'explorateur des pôles et médecin Jean-Louis Etienne ou l'aéronaute Bertrand Piccard, et par des organismes scientifiques de premier plan, comme le CNRS ou le Muséum national d'histoire naturelle (MNHN).

« Les Sept Bornes ? "Koh-Lanta"... en pire ! » L'article sur le blog du magazine en ligne *CNRS Le Journal* relatant le démarrage d'une expédition scientifico-militaire à la frontière entre la Guyane et le Brésil en juin 2015 frappe fort. Signé par François-Michel Le Tourneau, le géographe à l'origine de ce projet, il joue à fond sur la fibre baroudeuse et martiale. D'abord par le titre de l'expédition, le Raid des sept bornes, à connotation très sportive voire extrême. Ensuite par les termes utilisés : *« Une seule certitude : ça ne va pas être une partie de plaisir ! » ; « C'est là que l'aventure va vraiment commencer ! »*, note le chercheur, avant de décrire tous les obstacles rencontrés, puis de conclure : *« Reste à espérer que l'ensemble de l'équipe tiendra le choc... »* Dans la communication, l'objectif scientifique –une importante mission géographique – s'efface derrière le défi sportif. Pourtant, *« une expédition nous intéresse dans la mesure où elle va produire des résultats scientifiques, pas uniquement pour l'aventure qu'elle représente*, souligne Brigitte Perucca, directrice de la communication du CNRS. *C'est pourquoi, lors de la conférence de presse sur le raid, nous avons insisté sur ses enjeux scientifiques. Nous ne médiatisons pas systématiquement les expéditions. »*

> **« Quatre semaines d'expédition donnent de la matière pour plusieurs décennies de travail d'analyse »**
> LAURE CORBARI
> chercheuse au MNHN

François-Michel Le Tourneau, lui, revendique cette communication. *« Ce type d'opération permet de parler de science autrement*, souligne-t-il. *Il faut trouver l'équilibre dans la communication entre les résultats scientifiques et des choses plus attractives pour le public. »* Avec le risque de passer du stéréotype du chercheur en blouse dans son laboratoire à l'image tout aussi stéréotypée du scientifique-baroudeur ? Car, rappelons-le, l'immense majorité des scientifiques passent l'essentiel de leur temps devant leur ordinateur ou dans leur laboratoire, et leurs voyages se bornent à des participations à des congrès internationaux. Et, même pour les scientifiques de terrain, *« le temps passé en expédition est minime par rapport à celui passé en laboratoire*, rappelle Laure Corbari, chercheuse au MNHN, spécialiste des crustacés, qui a participé à plusieurs campagnes de recensement de la biodiversité en Guyane. *Quatre semaines d'expédition donnent de la matière pour plusieurs décennies de travail d'analyse. »*

Le MNHN, lui, s'appuie largement sur l'exotisme en communiquant sur *« le renouveau des grandes expéditions naturalistes »* dans le cadre de son programme La Planète revisitée. Mais *« faire rêver n'est pas le but premier*, souligne Fanny Decobert, directrice adjointe de la communication au MNHN. *L'objectif de ces expéditions est de dresser des inventaires exhaustifs des espèces dans les* hot spots, *des zones très riches en biodiversité. »* Reste que ces expéditions offrent une visibilité incomparable aux organismes de recherche, clairement liée à la fascination du public pour l'aventure.

Autre expédition particulièrement médiatique : Tara Oceans. Elle est née dans l'esprit du biologiste Eric Karsenti grâce au livre de Darwin relatant ses cinq années d'expédition avec le *Beagle, Voyage d'un naturaliste autour du monde*. *« Je voulais utiliser le rêve et le romantisme d'un voyage à la voile pour parler de la biologie moderne »*, explique-t-il. Car il s'agissait au départ d'un projet de vulgarisation qui n'a pas abouti. C'est alors que le chercheur a rebondi avec l'idée d'une véritable expédition scientifique. De 2009 à 2013, le voilier *Tara* a accueilli des centaines de chercheurs de différentes disciplines, afin de collecter et d'analyser (notamment génétiquement) le planc-

Mars : les dessous d'une fascination

Et si l'aventure scientifique aujourd'hui ne se passait plus sur Terre, mais dans l'espace ? C'est du moins ce dont tentent de nous convaincre la NASA et d'autres organismes comme l'Agence spatiale européenne (ESA). Celles-ci ont largement profité du récent film *Seul sur Mars* (de Ridley Scott, sorti en octobre 2015) pour promouvoir une nouvelle fois une exploration humaine sur la Planète rouge.

Ainsi, la NASA a largement soutenu cette production. Non seulement elle a conseillé le réalisateur sur les aspects scientifiques et techniques, mais elle a aussi contribué à la promotion du film, notamment en le diffusant en avant-première dans la Station spatiale internationale, le 19 septembre 2015. De son côté, l'inspecteur général de l'ESA, Rudolf Schmidt, a apporté son expertise pour que le film soit le plus réaliste possible – même si certaines incohérences ont été repérées par de nombreux scientifiques, comme la puissance de la tempête qui force l'équipage à abandonner Matt Damon.

Des motivations pas très claires

L'objectif de ces agences : créer de la fascination chez les spectateurs pour les missions habitées sur Mars ou ailleurs. Ce public pourra ainsi faire pression sur les gouvernements (ou au moins ne pas s'opposer à eux) lorsqu'il s'agira de décider de tels projets, dont les coûts seront faramineux – plusieurs centaines de milliards de dollars. D'autant que les motivations scientifiques des vols habités dans l'espace, contrairement à celles des expéditions sur notre planète, ne sont toujours pas très claires.

A ses origines, la raison d'être de la conquête spatiale était nettement politique et militaire, dans un contexte de guerre froide. Aujourd'hui encore, les objectifs de la Station spatiale internationale restent assez flous, et son coût, estimé à 115 milliards de dollars (105,5 milliards d'euros), difficile à justifier. Les retombées scientifiques des vols habités sont minimes comparées à celles du télescope spatial Hubble ou des missions robotisées, comme Galileo vers Jupiter ou Opportunity sur Mars, qui ont beaucoup apporté à notre compréhension de l'Univers. Bref, n'en déplaise à ceux qui ont rêvé devant *Star Trek* ou *Gravity*, les meilleurs « savanturiers » de l'espace ne seront sans doute pas des êtres humains, mais des robots. ■

C. MI.

Soins dispensés au cours du Raid des sept bornes, en Guyane.
3E REI

Un peintre naturaliste associé à l'expédition Clipperton sur l'atoll éponyme.
XAVIER DESMIER/7E CONTINENT

ton sur tous les océans du globe. Le succès a été au rendez-vous tant journalistique – *« Une couverture médiatique dingue »*, se souvient Eric Karsenti – que scientifique, avec 35 000 échantillons récoltés et plusieurs publications dans des revues scientifiques prestigieuses.

Là où les anciens naturalistes se contentaient de recueillir, de manière aléatoire, quelques espèces parmi les plus visibles, les chercheurs actuels utilisent toute la panoplie des technologies les plus modernes. Ainsi, *Tara* embarque sept appareils scientifiques permettant entre autres de connaître la concentration de pigments du plancton ou leur fluorescence, de mesurer de manière très précise la couleur des océans ou leurs propriétés physiques (pression, température, salinité, présence de particules…). Sans oublier les analyses effectuées à terre, notamment le séquençage de l'ADN des échantillons récoltés. Si les grandes expéditions actuelles s'inspirent de celles du XIXe siècle, leurs technologies sont clairement celles du XXIe.

C'est que la réussite scientifique des expéditions est un point crucial pour les chercheurs, qui craignent plus que tout d'être amalgamés à des aventuriers. Loin d'eux l'idée d'être assimilés à un Jean-Louis Etienne ou un Bertrand Piccard ! Pourtant, dans les faits, les frontières ne sont pas si claires. *« D'un côté, les scientifiques se démarquent sans arrêt des aventuriers. De l'autre, ils font parfois appel à eux, comme dans l'expédition Clipperton, sur l'île du même nom, où les chercheurs ont demandé à Jean-Louis Etienne d'être à la tête du projet »*, rappelle David Dumoulin, sociologue au CNRS, spécialiste de l'aventure. Menée de janvier à avril 2005, cette expédition visait à inventorier l'état de la nature dans cet atoll corallien au large du Mexique. Jean-Louis Etienne, lui, ne se considère pas comme scientifique, mais comme entrepreneur d'expéditions polaires. *« Je ne m'occupe pas de science : je choisis de faire une expédition, et je propose aux scientifiques de venir avec moi, notamment en bateau. Même si j'ai parfois collecté des échantillons lorsque j'étais seul. »*

Les expéditions sont aussi un formidable outil pédagogique : l'occasion de créer

Tara Oceans possède tout un volet éducatif permettant aux élèves de suivre les recherches menées sur le bateau

des liens avec des classes d'élèves de tous âges. Tara Oceans possède tout un volet éducatif permettant aux élèves de suivre les recherches menées sur le bateau, et même de *« mettre les élèves en situation d'apprentis »* à l'aide de kits de données provenant du voilier. Le MNHN, lui, interagit avec des classes et forme des étudiants dans les pays où ont lieu ses expéditions, comme à Madagascar. De quoi relancer les vocations scientifiques, en crise ? Peut-être : *« Beaucoup de climatologues actuels ont été inspirés par le glaciologue Claude Lorius et ses expéditions aux pôles »*, souligne Matthieu Ravaud, rédacteur en chef de *CNRS Le Journal*.

Autre raison de jouer sur l'image de l'aventure : les financements. *« Il n'est pas facile de mobiliser des moyens pour ce type d'expédition*, observe François-Michel Le Tourneau. *Parfois, le baroudeur y parvient mieux que la blouse blanche. »* Dans son cas, le Raid des sept bornes était essentiellement financé par l'armée, qui était majoritaire (quatorze légionnaires pour cinq scientifiques) et qui a assuré l'essentiel de la logistique et de l'infrastructure. Pour David Dumoulin, *« le renouveau des expéditions naturalistes depuis les années 1990, fondées sur la notion de sauvegarde de la biodiversité, a permis de trouver de nouveaux financements »*. De son côté, Tara Oceans a bénéficié de financements à la fois publics et privés – notamment de la Fondation agnès b., propriétaire du bateau. *« C'est la combinaison de la science et de la médiatisation qui a fonctionné*, explique Eric Karsenti. *Les institutions scientifiques voulaient aider des projets permettant de parler de science au grand public. »* Mais cette médiatisation est parfois à double tranchant : *« Au départ, nous nous sommes heurtés à l'idée que ce projet n'était pas de la science, seulement de la communication, que ce n'était pas très sérieux »*, témoigne Romain Troublé, secrétaire général de la Fondation Tara. Pour Jean-Louis Etienne, *« avoir un but scientifique n'est pas déterminant pour financer une expédition, mais c'est un des éléments de décision, cela rassure des partenaires sur l'utilité du voyage »*. De leur côté, des mécènes comme Total (avec la Fondation Total), qui ne sont pas particulièrement connus pour leurs bienfaits environnementaux, bénéficient du prestige scientifique et de l'image écologique du MNHN.

Les médias sont bien sûr très friands de ces expéditions scientifiques lointaines, jugées plus « sexy » que la science de laboratoire. Les journalistes sont parfois conviés à partager le quotidien des chercheurs, comme pour Tara Oceans, pour laquelle de nombreux journalistes ont été embarqués sur le navire, parfois plusieurs semaines. Ceux de l'émission « Thalassa », sur France 3, ont suivi *Tara* pendant dix mois, et leurs émissions ont largement contribué à faire de l'expédition un énorme succès médiatique. Là encore, la beauté des paysages, l'aventure humaine et les enjeux écologiques sont mis en avant, loin devant la science.

Ici même, au *Monde*, nous avons consacré en mai 2015 une double page à l'expédition à l'occasion de la publication de ses travaux dans la revue scientifique américaine *Science*. Et, si notre article portait essentiellement sur les résultats scientifiques, la fascination pour l'aventure était aussi présente. Elle se ressent également dans la double page rédigée par notre envoyé spécial lors de l'expédition du MNHN sur le massif du Mitaraka, en Guyane, en avril 2015.

Certains financements ne seraient-ils pas mieux utilisés dans le recrutement de chercheurs pour étudier les collections ?

Mais cette surmédiatisation des expéditions scientifiques est-elle une mauvaise chose ? La science étant très souvent négligée par les médias, toutes les occasions d'en parler ne sont-elles pas bénéfiques ? Peut-être, à condition que la médiatisation n'influence pas la science. Or, David Dumoulin souligne, dans son article « La planète revisitée. Fabriquer un nouveau mode d'inventaires globaux ? » (*Etudes rurales*, janvier-juin 2015), que l'influence des mécènes et des médias s'exerce à trois niveaux : *« Une orientation dans le choix des pays, une incitation à promouvoir une "culture de communication" des expéditions et, indirectement, l'attrait d'une visibilité médiatique pour "enrôler" d'autres partenaires. »*

D'autres critiques émergent, liées à l'histoire des grandes expéditions naturalistes. Les scientifiques-explorateurs du XIXe siècle ont largement servi les colonisateurs. Beaucoup d'expéditions militaires embarquaient des scientifiques avec eux – la plus emblématique étant la campagne d'Egypte(1798-1801) de Napoléon, qui emmena 167 scientifiques ayant pour mission d'aider l'armée. Les géographes, notamment, dressent de nombreuses cartes en vue de la colonisation. Les botanistes ne sont pas en reste, leurs inventaires étant souvent le prélude au pillage des plantes pour les cultiver en métropole, comme l'indique l'historien des sciences Christophe Bonneuil dans son article « L'empire des plantes », publié sur le site de *Courrier de la planète*. La communication très martiale et virile autour du Raid des sept bornes, ainsi que celle du MNHN autour du « renouveau » des expéditions anciennes n'en sont que plus surprenantes. Cependant, les pratiques ne sont plus les mêmes : *« Nous incluons toujours des chercheurs locaux et les étudiants,* souligne Fanny Decobert, du MNHN. *Et nous restituons des spécimens que nous prenons. »*

Dernière critique, et non des moindres : pourquoi s'obstiner à rapporter des milliers d'échantillons, quand un nombre encore plus important dort dans les réserves des organismes de recherche, faute de scientifiques pour les étudier ? Autrement dit, certains financements destinés aux expéditions ne seraient-ils pas mieux utilisés dans le recrutement de chercheurs pour analyser les collections ?

Cependant, les expéditions scientifiques restent indispensables dans de nombreuses disciplines qui ne peuvent se contenter des laboratoires : botanistes, zoologues, géologues, géographes, océanographes, climatologues et bien d'autres ont besoin d'aller sur le terrain. Et les endroits intéressants scientifiquement, les « *hot spots* en biodiversité », sont souvent situés dans des régions lointaines et peu accessibles. Malgré une certaine surmédiatisation de l'aventure, et des rapports parfois ambigus entre scientifiques et aventuriers, personne ne remet en question leur utilité. *« La science fondamentale, c'est de l'exploration, que ce soit dans les grands fonds, l'infiniment petit ou l'espace*, souligne David Dumoulin. *L'aventure est aussi dans les laboratoires. »* ■

L'aventure, un travail d'équipe

Lorsqu'on leur parle « aventure », la plupart des scientifiques de terrain habitués des expéditions lointaines répondent « aventure humaine ». Car tous l'affirment : pour réussir un tel projet, il faut une équipe soudée. Rien n'est plus éloigné de la réalité que l'image du scientifique-baroudeur solitaire. *« Nous travaillons en groupe, c'est comme une grande colonie de vacances avec des scientifiques professionnels et parfois amateurs, tous passionnés,* souligne Laure Corbari, du Muséum national d'histoire naturelle. *Nous construisons un laboratoire sur place, les chercheurs partent en journée et rapportent leurs échantillons le soir. Sans la passion de découvrir et d'observer, on ne tient pas huit semaines dans ces conditions difficiles. »* En plus des scientifiques professionnels, de nombreux naturalistes amateurs se joignent à l'expédition, aux compétences très pointues. Même les marins professionnels apportent leurs connaissances de la mer pour améliorer l'échantillonnage ou utiliser au mieux les engins de pêche pour collecter les échantillons. Selon Eric Karsenti, le biologiste qui assure la direction scientifique de Tara Océans, le secret d'une expédition réussie, ce sont aussi les gens qui y participent, tant du côté de l'organisation que de celui des scientifiques. *« Il y a une autosélection des scientifiques : seuls ceux intéressés par l'aventure postulent. Nous choisissons ceux qui sont de bons scientifiques mais aussi robustes et enthousiastes. »*

Conversations ultimes

LE LIVRE

Un médecin américain, au plus près des patients en fin de vie, témoigne de sa pratique

ELISABETH BERTHOU

Dans *La Mort d'Ivan Ilitch,* Tolstoï écrit à propos de son personnage : *« Il aurait voulu qu'on le caressât, qu'on l'embrassât, qu'on pleurât sur lui* (...). *Il savait qu'avec lui, haut magistrat à barbe grisonnante, c'était impossible, mais il le désirait quand même. »* Cet extrait, au début de *Nous sommes tous mortels*, illustre la question qui obsède l'auteur, chirurgien américain, professeur à la Harvard Medical School : qu'est-ce qui compte le plus pour un patient en fin de vie ?

Dans ce volumineux essai, Atul Gawande évoque des observations et des réflexions sur des cas précis, notées au fil de sa carrière, qui permettent de le suivre dans l'élaboration intellectuelle de sa pratique. Et de sa prise de conscience, qui rappelle celle dont a témoigné, en France, la psychologue clinicienne Marie de Hennezel, très investie dans le domaine des soins palliatifs. Ainsi, remarque-t-il, les médecins sont formés à des actes techniques, à la recherche de traitements efficaces pour repousser un peu plus loin l'échéance de la mort. Ils veulent agir dans l'intérêt de personnes obligées d'affronter les réalités du déclin et de la mortalité, mais sont bien peu outillés pour les aider à réaliser leurs ultimes désirs propres.

Médecine « paternaliste »

Atul Gawande relate de nombreuses expériences émouvantes au chevet de ses patients et de ses proches, qui l'ont amené à prendre le contre-pied d'une médecine « paternaliste » contre-productive, voire source de souffrances supplémentaires – *« bien souvent, nous ne faisons qu'aggraver la situation »,* écrit-il. En examinant ses échecs et ceux de ses collègues, il dresse un bilan des avancées en gériatrie, et consacre de longs passages à ses rencontres avec des responsables de résidences pilotes pour personnes âgées, des infirmières expertes en soins palliatifs, des oncologues, des psychologues... A leur contact, il apprend à affûter ses *« conversations difficiles »* avec ses patients et à s'assurer de ne jamais sacrifier leurs désirs, car, *« même quand la mortalité les réorganise, il n'est pas impossible de les satisfaire ».*

Le docteur Gawande porte un regard sévère sur les maisons de retraite obnubilées par la sécurité, priorité des soignants et des familles. Pour les résidents, explique-t-il, cette obsession engendre une perte de personnalité et d'estime de soi. Par exemple, les conflits sur la nourriture ou à propos des choses qu'on leur autorise ou non de faire sont quotidiens. Imposer des diktats à des patients sans se préoccuper de leurs habitudes ou de leurs envies va à l'encontre d'une fin de vie digne, car ils *« veulent conclure leur histoire comme ils l'entendent ».*

Pour pallier les souffrances des Ivan Ilitch contemporains, Atul Gawande prône ce que des médecins suédois appellent des *« conversations sur le point d'interruption ».* Des entretiens permettant de savoir à quel moment les soignants *« doivent cesser de se battre pour gagner quelques semaines de vie et commencer à se battre pour toutes les choses importantes aux yeux de leurs patients »* – passer du temps avec leur famille, voyager ou suivre un championnat de football... ■

Nous sommes tous mortels, d'Atul Gawande (Fayard, 400 p., 22 €).

L'homme qui toussait de l'urine

IMPROBABLOLOGIE

Pierre Barthélémy

Journaliste et blogueur Passeurdesciences.blog.lemonde.fr

La scène se déroule en 1923 aux Pays-Bas et elle a été racontée, des décennies plus tard, dans les Mémoires d'un des protagonistes, un certain Arie Querido (1901-1983), professeur émérite de médecine sociale à l'université d'Amsterdam. A l'époque, il est un étudiant de cinquième année de médecine qui se prépare pour ses examens. Ses condisciples et lui ont adopté une méthode de révision intensive par groupes de travail, qui, apparemment, se révèle fort efficace : *« Cela peut sembler difficile à croire,* écrit-il*, mais six semaines avant que les examens aient lieu, nous avions terminé nos révisions. Il n'y avait plus rien à creuser. »*

Or, comme on le sait, l'oisiveté est mère de toutes les âneries. Voilà ces étudiants qui, sur leur lancée médicale, se mettent à imaginer des pathologies plus ou moins grotesques. L'un d'eux émet ainsi l'idée d'un hypothétique humain qui, à la suite d'un accident de développement embryonnaire, a vu un de ses deux reins se former non pas dans l'abdomen mais plus haut, dans le thorax. Un deuxième carabin ajoute que, du coup, du côté du rein mal placé, il manquerait un testicule. *« C'est juste,* renchérit un troisième*, et si ce demi-homme souffrait d'une infection pulmonaire, celle-ci pourrait s'étendre au bassinet du rein, ce qui aurait pour résultat que ce patient... – Tousserait de la pisse »,* conclut un quatrième étudiant.

Un cas magnifique. Trop beau pour être vrai. Au point qu'il faut, en toute logique, le publier dans une revue médicale. Un complot se met en place. Les participants comprennent vite qu'il est hors de question que l'étude de cas vienne des Pays-Bas, car les auteurs seraient vite démasqués. *« Heureusement,* écrit Querido*, nous avions toujours nos colonies. »* Qui va en effet enquêter sur un compte rendu signé par un médecin des Indes orientales néerlandaises (aujourd'hui l'Indonésie), dont est originaire un des comploteurs ?

Un rein dans le thorax !

L'article est donc écrit, qui met en scène l'arrivée à l'hôpital d'un homme de 24 ans doté d'un seul testicule et dont la moitié du corps présente des caractéristiques féminines... Le patient souffre d'une pneumonie qui s'aggrave rapidement. Au troisième jour de son hospitalisation, il tousse de grandes quantités d'un liquide qui ressemble à de l'urine et en a l'odeur. Il décède peu après qu'on lui a aspiré 1 litre de liquide pleural. L'autopsie montre, dans le thorax, la présence d'un rein inattendu de 15 cm de long, en forme de saucisse. Les auteurs du canular imaginent même un instant joindre à l'étude la photo d'une vraie saucisse, mais trouvent que, tout de même, c'est un peu gros. L'article est envoyé en Indonésie, avec la consigne de le transmettre, depuis là-bas, au *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde,* c'est-à-dire au *Journal néerlandais de médecine.*

Comme le raconte le sieur Querido, aucun des farceurs n'imagine que la revue va tomber dans le panneau : le test de laboratoire effectué sur l'urine est bidon, les caractéristiques féminines du patient sont du grand n'importe quoi, l'auteur n'existe pas, pas plus que deux des journaux qu'il cite en référence. Après s'être bien amusés, les étudiants oublient leur malheureux patient indonésien et sa toux au pipi. Ils oublient aussi, par la même occasion, le principe du « plus c'est gros plus ça passe ». En 1923, la revue sollicitée publie sans se méfier leur canular. Il faudra attendre 2003, soit quatre-vingts ans, comme le rapportait récemment le site Retraction Watch, pour que le journal corrige son erreur. La science est souvent lente mais sa police peut l'être plus encore... ■

JIGGINS GROUP, CAMBRIDGE

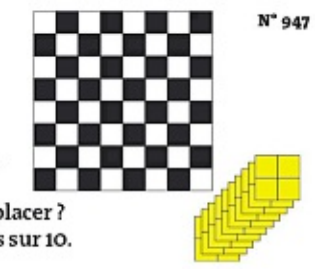
La boîte de peinture génétique des papillons

Les papillons d'Amazonie *(photo)* sont les représentants de plusieurs espèces du genre *Heliconius*. Les structures rouges décorant leurs ailes ont fait l'objet d'une étude publiée dans *PLoS Biology* du 14 janvier : leur extrême diversité est due à deux « interrupteurs » génétiques qui contrôlent de façon indépendante l'expression d'un même gène intervenant dans la coloration mais aussi dans d'autres fonctions essentielles. L'échange de ces interrupteurs lors de croisements entre ancêtres des espèces actuelles a pu engendrer une variété formelle sans altérer ces fonctions. ■

AFFAIRE DE LOGIQUE

Les pavés sur l'échiquier

N° 947

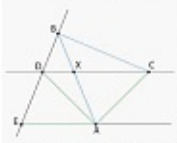


On veut recouvrir cet échiquier de 8 cases sur 8 à l'aide d'un ensemble de pavés jaunes de 2 cases sur 2.
Les pavés peuvent se superposer partiellement, mais si on en ôte un, l'échiquier ne doit plus être entièrement recouvert.

Quel est le nombre maximum de pavés que l'on peut ainsi placer ?
Même question s'il s'agit de recouvrir un damier de 10 cases sur 10.

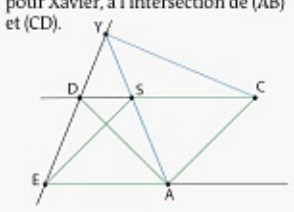
SOLUTION DU N° 946

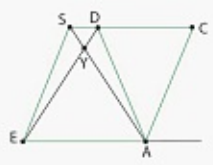
Xavier est à 500 mètres d'Elisabeth.



On place sur une figure à l'échelle Alice (A) et Elisabeth (E) à 500 m l'une de l'autre, horizontalement, puis Carole (C) à 500 mètres d'Alice. Sur la parallèle à (EA) passant par C, on construit, de façon unique, le point D (Daniel) à 500 m d'Alice. B (Bob) est alors placé, lui aussi de façon unique, par intersection de (ED) et de la médiatrice de [AC], puisque Bob est à égales distances d'Alice et de Carole.

Il n'y a donc qu'une position possible pour Xavier, à l'intersection de (AB) et (CD).





Pour montrer que X est le quatrième sommet du losange EACX, on part de ce sommet (appelé momentanément S), et on montre qu'il est sur (AB).
En effet, soit Y l'intersection de (AS) et (ED). EASD (ou EADS selon la configuration) est un trapèze isocèle car AD = ES = 500. Y appartient donc à la médiatrice de [AE].
Or (AY) est médiatrice de [EC] (propriété du losange EACS). Y est donc le centre du cercle circonscrit au triangle EAC, et ainsi, Y est aussi sur la médiatrice de [AC] : Y est donc confondu avec B, donc S avec X.
Xavier est bien à 500 m. d'Elisabeth.

ÉLISABETH BUSSER ET GILLES COHEN © POLE 2015 www.affairedelogique.com

Projection de film et conférences...

• **Revoir** *A Beautiful Mind,* **le 26 janvier (19 h 30), à Paris**
Dans le cadre du ciné-club « Univers convergents » sous l'égide de l'Institut Henri-Poincaré, il sera possible de voir (ou revoir) le film *A Beautiful Mind* (en français *Un homme d'exception*) au cinéma Le Grand Action (rue des Ecoles). Il retrace la vie étrange et tragique du génial mathématicien américain John Nash (1928-2015), prix Nobel d'économie pour sa « théorie économique des jeux », mort dans un accident de voiture au retour de Norvège où il venait de recevoir le prix Abel. Le film sera suivi d'un débat en présence des mathématiciens Ivar Ekeland et Nicolas Gauvrit, ainsi que de l'écrivain Daniel Tammet.
Informations sur http://www.ihp.fr/

• **« Euler et les jets d'eau de Sans-Souci », le 28 janvier (20 h 30), à Nancy**
Mathématicien, physicien, ingénieur, astronome et philosophe, européen bien avant l'heure, Euler fut invité par le roi de Prusse Frédéric II en 1741, restant en poste à l'académie de Berlin pendant vingt-cinq ans. Yann Brénier expliquera comment le roi lui confia (entre autres) la conception des jets d'eau de son jardin de Sans-Souci et ce fut précisément un souci... L'étude qu'il publia en 1757 fut à l'origine des célèbres équations d'Euler, base mathématique de la mécanique des fluides. Signalons également la publication de la correspondance d'Euler avec Christian Goldbach, chez Birkhäuser-Springer (à Bâle).
Infos sur http://iecl.univ-lorraine.fr/Cycle-Conferences-Sciences-et-Societe/

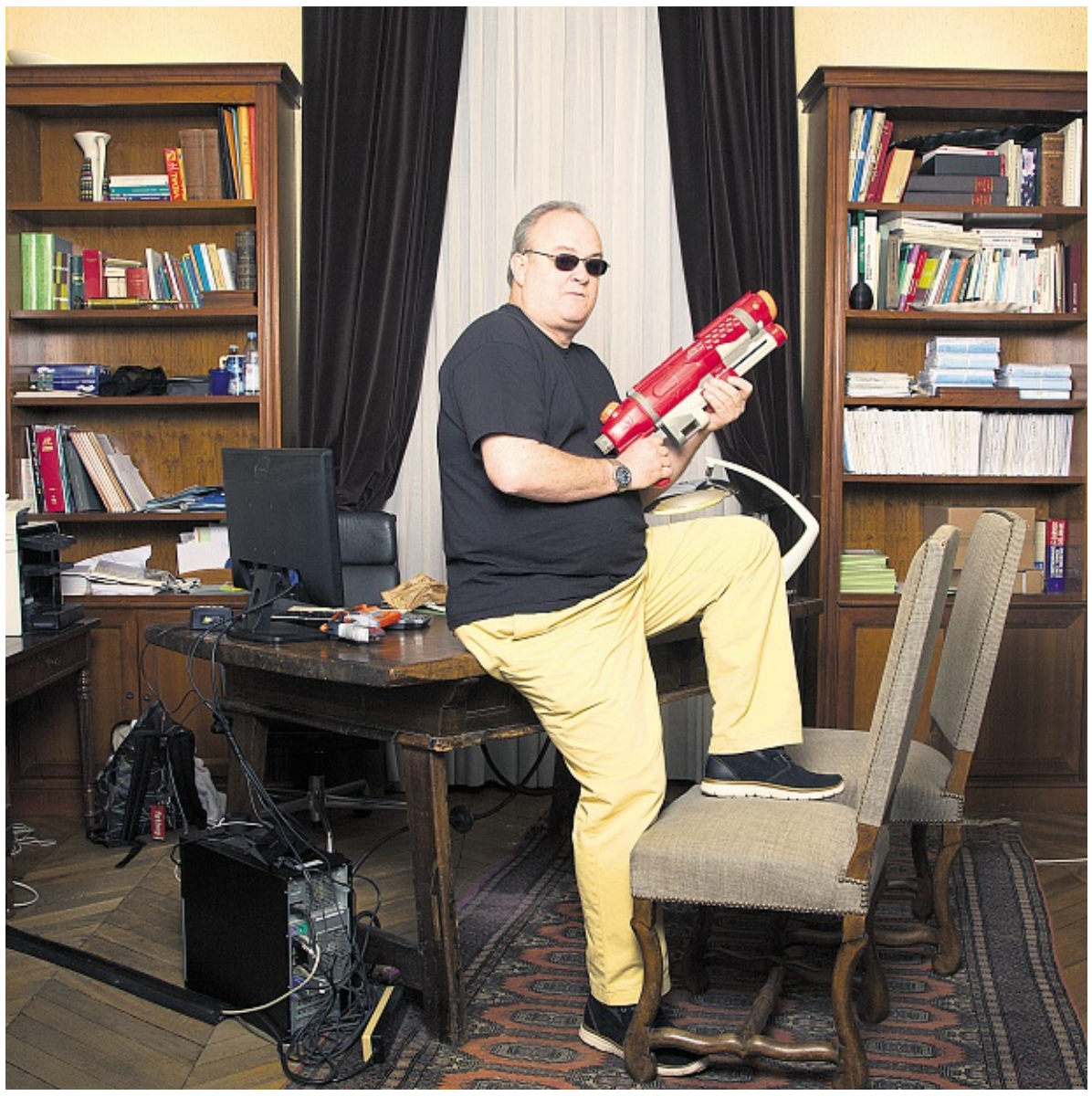
• **« Mathématiques et relations amoureuses », le 3 février (16 heures), à Lyon**
L'Université ouverte Lyon-I, accessible à tous les publics, offre cette année encore un cycle de conférences mathématiques. Dans le cadre du thème de la modélisation, Laurent Pujo-Menjouet donnera, à la bibliothèque municipale de la Part-Dieu, une conférence sur « Les enjeux de l'amour sans hasard ». Belle soirée en perspective !
Télécharger le programme des conférences sur http://uo.univ-lyon1.fr/

Agenda

Manifestation

La Science se Livre

Les Hauts-de-Seine fêtent les 20 ans de leur festival, La Science se Livre, à partir du 20 janvier et jusqu'au 13 février. Autour du thème « Demain la science », 150 animations scientifiques sont annoncées dans les bibliothèques et médiathèques ; trente conférences sont proposées, avec Françoise Barré-Sinoussi, Valérie Masson-Delmotte, Etienne Klein, Jean Jouzel... Le mercredi 20, pour l'inauguration : remise des prix littéraires, présentations de thèses en 180 secondes, spectacle autour de la COP21...
› **Renseignements : Lssl.hauts-de-seine.fr.**



Dominique Dupagne, dans son bureau, à Paris, le 13 janvier.
BAUDOUIN POUR « LE MONDE »

Dominique Dupagne, Jedi de la médecine 2.0

PORTRAIT | Agitateur du Web, ce médecin généraliste pourfend désinformation, dogmatismes et emprise des intérêts privés en santé

FLORENCE ROSIER

Il est fier d'avoir été croqué par Voutch, dans son cabinet parisien. D'un trait fidèle, le dessinateur a campé le décor : lourdes tentures, tapis persan, parquet de chêne… et jusqu'à la pénombre, propice aux confidences. On aperçoit même un coin de la cheminée, avec ses moulures haussmanniennes. Un feu y crépitait, en cet après-midi de janvier. On avait rendez-vous avec Dominique Dupagne, médecin généraliste. *« Ce bureau de bois était celui de mon père, cardiologue,* confie-t-il. *De mon arrière-grand-père à mon fils, nous sommes cinq générations de médecins ! »*

Vertige du temps qui passe, et du gouffre entre les époques. Dans ce cabinet intime et cossu, situé juste en face du parc Monceau, rien ne semble avoir changé depuis des lustres. Et cependant, tout a changé avec l'arrivée d'un écran, sur un coin de l'antique bureau. Transformant ce petit monde de Proust en un épicentre du « Web de la santé ». C'est là, en effet, qu'officie un des pionniers de la médecine 2.0. En 2000, Dominique Dupagne a fondé un site sur la santé, Atoute.org. Un succès : regroupant forums et articles sur la pratique, l'enseignement et l'éthique de la médecine, ce site reçoit un million de visiteurs par mois – dont de nombreux professionnels de santé.

A travers ce site, cet agitateur d'idées deviendra un pourfendeur de l'emprise des lobbyings privés dans le monde de la santé ; un croisé de la lutte contre la désinformation et les errances de la médecine. Le sabre laser de ce Jedi ? La fibre optique ou téléphonique de la communication Internet. *« Avec le Web, j'ai rencontré le vecteur que je cherchais. »* Un vecteur quasi idéal car il offre une puissance de diffusion très large des idées non dominantes, affranchie des hiérarchies et d'un coût dérisoire.

Le scandale du Mediator l'a bien illustré. Dès 2003, Dominique Dupagne a été le premier à démasquer sur la Toile ce coupe-faim. En 2011, il brandira son sabre laser pour défendre sa « princesse Leia » : Irène Frachon. Pour avoir osé s'en prendre au système, la pneumologue était victime de violentes attaques anonymes sur les réseaux sociaux. *« J'ai pourfendu ces attaques tordues sur le Web. »*

Ce 19 janvier, Dominique Dupagne lance un nouveau site : une « e-Conférence nationale de santé » où il invite ses confrères à débattre sur notre système de santé. Une initiative qui se veut constructive. Mais ce frondeur avoue vouloir *« faire ainsi concurrence à la "Grande Conférence nationale de santé" »* organisée par la ministre de la santé, Marisol Touraine, pour réorganiser le système de soins. Une douzaine de questions récurrentes seront soumises au vote et aux propositions des praticiens sur les mutuelles et assurances complémentaires, le tiers payant généralisé, les déserts médicaux, la formation des médecins par l'industrie…

« Quand j'étais en cinquième année de médecine, se souvient-t-il, *j'ai découvert qu'on pouvait lire dans de grands quotidiens des choses fausses sur la santé. Ce fut un choc ! J'ai vite compris qui était derrière cette manipulation. »* Il devra attendre la fin des années 1990 pour disposer du relais de choix contre cette désinformation. *« Nos chemins se sont croisés quand le Web en santé a commencé à décoller,* raconte le médecin-entrepreneur Laurent Alexandre [contributeur du supplément « Science & médecine »]. *Dominique Dupagne a créé Atoute.org et j'ai développé Doctissimo. Je lui ai proposé de racheter son site, mais il a choisi de rester indépendant, dans un modèle à but non lucratif. Il est devenu incontournable, avec des prises de position parfois iconoclastes et souvent courageuses. Il fait une analyse très scientifique des situations, indépendante des lobbys. Dans son rôle de veilleur moral, il est très respectable. »*

Le grand public l'a découvert en 2009 : dans un texte cosigné par 240 confrères, il a révélé les contre-vérités qui circulaient sur la pandémie de grippe A (H1N1). Ces iconoclastes ont été les premiers à critiquer la campagne de vaccination contre cette pandémie. *« Aujourd'hui, les Français ont perdu confiance dans les autorités sanitaires, qui leur ont menti à propos du vaccin contre la grippe A (H1N1),* analyse Dominique Dupagne. *Pour restaurer cette confiance, la ministre doit jouer la carte de l'information complète, transparente et honnête sur chaque vaccin. »*

« Je ne dors que cinq heures par nuit », confie cet infatigable, qui avoue être un « inattentif hyperactif ». A 58 ans, il multiplie les activités. Ses consultations l'occupent entre vingt-cinq et trente heures par semaine, soit *« un mi-temps de médecin ».* Il consacre beaucoup de temps à la gestion de ses sites, blogs et forums. *« Il y a dans la médecine générale une dimension humaine que je retrouve sur les réseaux sociaux. »* Ce touche-à-tout est aussi consultant auprès des éditions Vidal, spécialisées dans les médicaments. Depuis 2011, il collabore régulièrement à l'émission scientifique « La Tête au carré », sur France Inter, et il arrive que France 2 fasse appel à ses lumières. Par ailleurs, il est membre de l'association Formindep, qui milite pour une formation et une information médicales indépendantes. A ses heures « perdues », il écrit aussi des ouvrages sur les dysfonctionnements de la médecine ou de la société.

« Tant qu'on n'aura pas compris que le cerveau est une machine à dominer, on ne pourra pas lutter efficacement contre les hiérarchies aliénantes »

Du redresseur de torts, il a, de prime abord, cet air un rien rugueux, farouche, hérissé. Est-il un indigné ? *« Je ne m'indigne pas, j'attaque ! Mine de rien, j'ai acquis un poids significatif dans le monde de la santé. Et j'essaie de l'utiliser pour des causes qui me paraissent justes. »* Ses croisades l'ont parfois conduit à des désillusions. *« J'ai cessé de me battre pour la transparence absolue des liens d'intérêt en santé : c'est un combat perdu. Ce qui m'importe, c'est que les gens comprennent que les experts ne délivrent pas toujours la bonne parole. »*

Dans son livre *La Revanche du rameur* (Michel Lafon, 2012), il dénonce un ordre social fondé sur un modèle archaïque : les dominations hiérarchiques. Reprenant des thèses de Pierre Bourdieu ou d'Henri Laborit, il s'en prend au système des élites, avant tout motivées par le maintien de leur pouvoir. *« Tant qu'on n'aura pas compris que le cerveau est une machine à dominer, on ne pourra pas lutter efficacement contre ces hiérarchies aliénantes. »* Il s'élève aussi contre les puissants méfaits de la « démarche qualité » dans le monde du travail, quand les directives, les normes et les procédures sont appliquées sans discernement. Pour autant, ce subversif se veut constructif, tendu vers la recherche de solutions.

Son intransigeance ne lui vaut pas que des amis. Mais la rigueur de sa démarche est souvent reconnue. *« Dominique Dupagne s'est singularisé de longue date par la diffusion de messages scientifiquement fondés sur des preuves, indépendants de l'industrie pharmaceutique. A une époque où ce n'était pas la mode, il a été un grand et intelligent précurseur,* estime le professeur Vincent Renard, président du Collège national des généralistes enseignants (CNGE). *Il a su très tôt comprendre et exploiter la puissance d'Internet et des réseaux sociaux dans la diffusion des messages. A travers ses actions, c'est un homme et un médecin utile à la société et aux patients. »*

Le docteur Dupagne confie être *« un des derniers dinosaures à s'être installé en secteur 2* [les tarifs pratiqués en secteur 2 sont librement fixés par le médecin] ». Sa consultation, dans ce quartier huppé, coûte 50 euros. Le prix de son indépendance ? Ou celui d'une médecine « lente » et de qualité, face aux contraintes de l'exercice de la médecine libérale ? Il continue d'aimer par-dessus tout son métier. *« Il y a peu de professions où l'on a en fin de journée le sentiment d'avoir été si utile. »* ■

En Roumanie, la science pour sortir de prison

VIE DES LABOS

MIREL BRAN

(Bucarest, correspondant)

Balzac en aurait pâli d'envie. Dix livres écrits en dix-huit mois, voilà un exploit difficile à battre. L'auteur, Dan Voiculescu, est un homme d'affaires sulfureux qui a dirigé un empire médiatique en Roumanie avant de se retrouver derrière les barreaux pour corruption. Son exemple a fait école puisque 188 détenus roumains ont écrit 430 livres ces deux dernières années. L'origine de la passion des prisonniers roumains pour l'écriture ? Selon une loi votée en 2000, un détenu qui publie un ouvrage scientifique peut alléger sa peine d'un mois. Il suffit qu'un éditeur ou un professeur d'université valide la qualité ou l'aspect scientifique du livre pour gagner le précieux mois de liberté. *« Ce phénomène a échappé à tout contrôle »*, a affirmé le 11 janvier la ministre de la justice, Raluca Pruna, qui promet d'abroger cette loi.

Les procureurs du parquet national anticorruption se sont saisis eux aussi de cette affaire de livres concoctés à la chaîne dans les prisons. En 2000, deux ouvrages étaient publiés par des détenus, en 2014 il y en avait 90 et, en 2015, la production est montée à 340 livres. Cet intérêt subit pour les sciences s'explique. Mis à part les délinquants de droit commun, les prisons roumaines accueillent actuellement la crème du pays. Grâce à une campagne anticorruption sans précédent, plus de 3 000 hauts fonctionnaires et hommes politiques, députés, sénateurs, maires, généraux et ministres se sont retrouvés derrière les barreaux. Pour réduire leur peine, ils ont trouvé une astuce : contribuer au progrès de la science grâce à des ouvrages scientifiques et des livres de toutes sortes.

Professeurs complices

Selon l'enquête ouverte par les procureurs anticorruption, ces nouveaux auteurs ont réussi leur opération grâce à la complicité de plusieurs professeurs d'université. *« Le cadre législatif très imprécis permet à des non-spécialistes d'apprécier le caractère scientifique d'un ouvrage*, lit-on dans un communiqué de la commission d'éthique de l'université de Bucarest. *Leur décision est arbitraire, mais elle permet de réduire les peines. »* Le plus souvent, les enseignants qui ont recommandé ces ouvrages pour publication ne les ont même pas lus. C'est le cas du livre intitulé « Le Contrôle de la qualité du lait, des produits laitiers et du miel », signé par Sorin Apostu, maire de la ville de Cluj, située dans le nord-ouest du pays, condamné à quatre ans de prison ferme en 2014. Son livre a été recommandé pour publication par Dorin Tibulca, professeur à l'université de Cluj. *« C'est un ouvrage scientifique qui sera très utile aux étudiants*, a-t-il déclaré à la suite de l'enquête des procureurs. *Je ne l'ai pas encore lu, mais cela valait la peine de l'écrire. »*

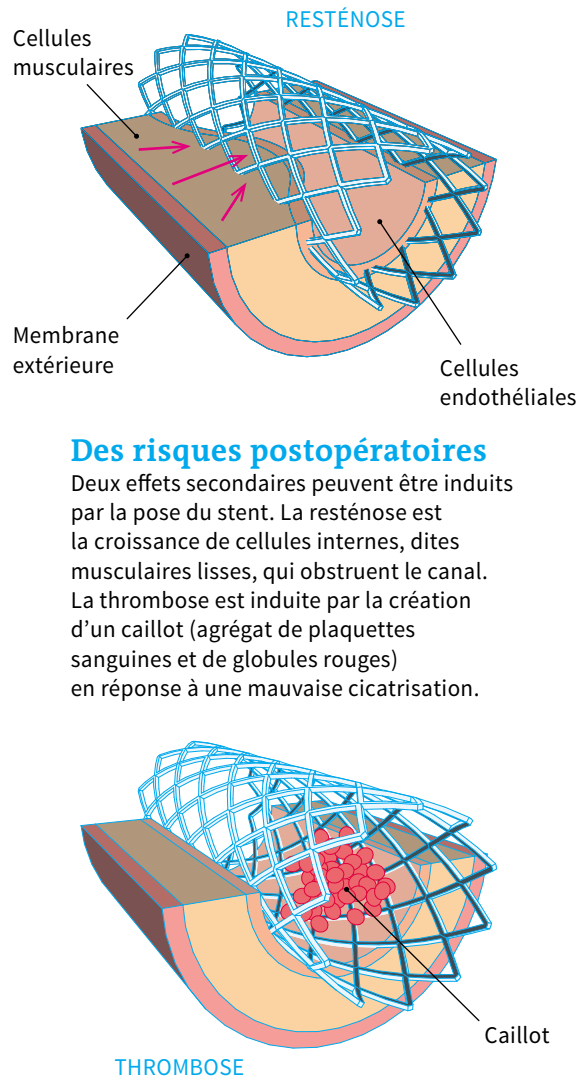
Le plagiat est aussi courant chez cette nouvelle vague d'écrivains. George Copos, un riche homme d'affaires condamné en août 2014 à quatre ans de prison ferme, auteur de cinq livres, en a été accusé. *« Je n'ai repris que 2 % d'autres auteurs*, a-t-il déclaré. *C'est une limite acceptable, je n'appellerais pas ça du plagiat. »* Les étudiants roumains ont protesté eux aussi contre cet engouement pour l'écriture né dans les prisons. Le 10 janvier, l'Alliance nationale des associations d'étudiants de Roumanie a rendu publique l'étude « Les universités copier-coller : le phénomène du plagiat et l'imposture académique dans l'enseignement supérieur roumain », et a tiré la sonnette d'alarme contre ce fléau. *« L'imposture académique est allée trop loin, affirme cette étude. Nous aimerions être fiers d'avoir étudié en Roumanie. Nous ne voulons pas que le système d'éducation que nous avons intégré avec bonne foi produise cette série de vols intellectuels. »*

Le rapport des procureurs a de quoi inquiéter : 38 universités publiques et 24 écoles privées sont mêlées à cette affaire riche en cas exotiques. Un violeur a signé quatre livres sur les finances ; un meurtrier a publié « Evolution versus création » ; un voleur d'essence a écrit un guide gastronomique ; et un chanteur a signé deux ouvrages sur la médecine dentaire. Cette production risque de ternir l'image des universités roumaines, qui réagissent avec retard à ce dérapage. L'enquête des procureurs anticorruption n'en est qu'à ses débuts, mais elle a commencé à calmer la frénésie d'écriture scientifique des détenus roumains. ■

Un stent intelligent et communicant

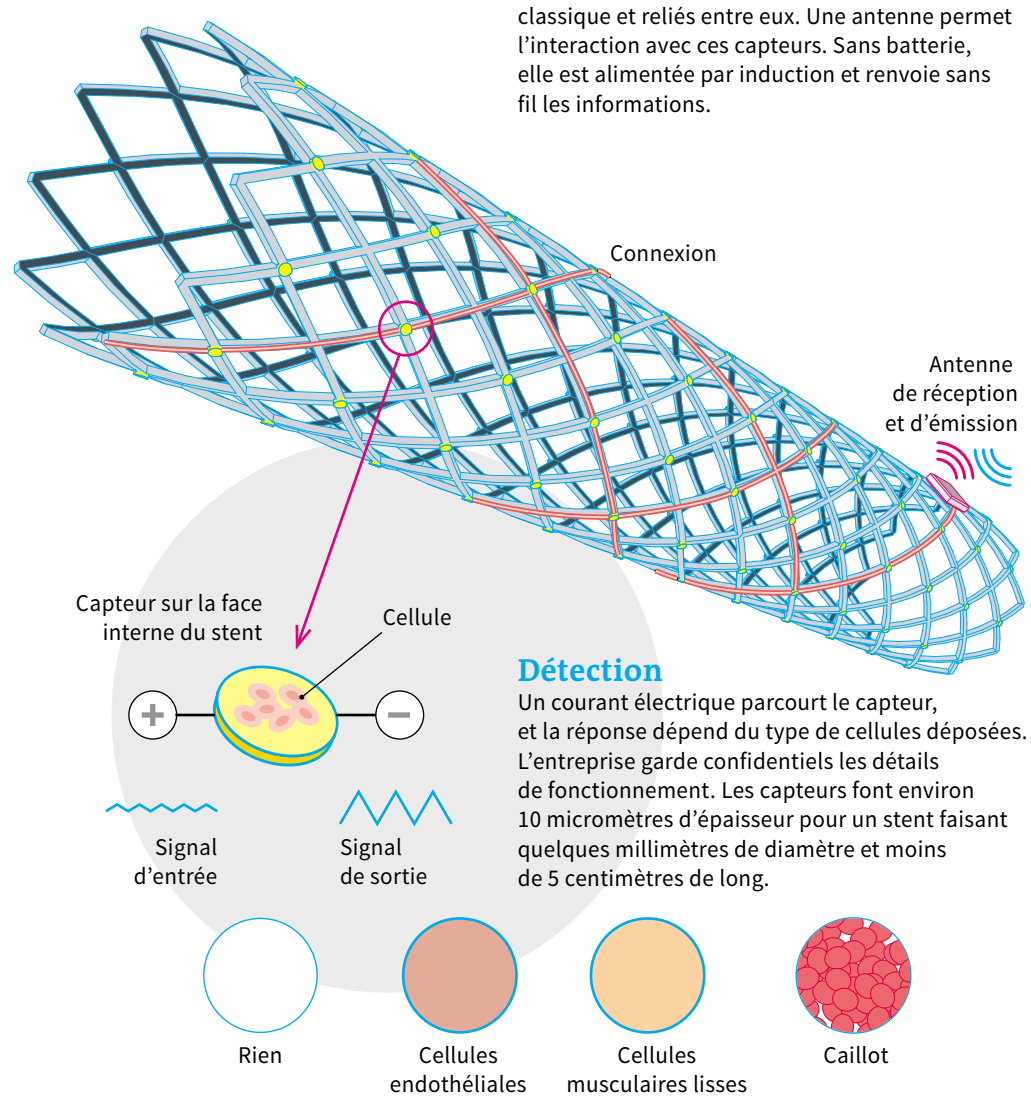
En 1986, un petit tube a révolutionné la cardiologie, le stent, capable de maintenir la circulation sanguine dans les artères ou les veines obstruées. Quelque 7 millions de ces dispositifs seraient posés par an dans le monde. Instent, une start-up issue de l'Ecole polytechnique, vise l'amélioration de cette technologie éprouvée. Elle propose un meilleur diagnostic de deux de ses effets secondaires : la resténose et la thrombose. La première est une croissance de cellules qui finissent par obstruer à nouveau le canal. La seconde est liée à la formation d'un caillot sanguin. Les médecins ne sont pas démunis face à ces risques. Des stents dits actifs libèrent des molécules empêchant la prolifération cellulaire et donc la resténose. Mais elles bloquent aussi le processus de cicatrisation., ce qui peut favoriser la thrombose. Contre celle-ci, des anticoagulants sont prescrits. Mais on ne sait pas quand débuter ces traitements ni quand les arrêter. La solution d'Instent est d'équiper les stents actuels de capteurs qui identifient le type de cellules en surface du stent afin de déterminer un traitement. La communication des résultats peut se faire sans fil. *« De premiers essais ont débuté cet été sur un cochon. Un second a été appareillé en décembre. Nous prévoyons une mise sur le marché en 2019 »*, explique Abdul Barakat, de l'Ecole polytechnique, qui a cofondé avec Franz Bozsak Instent en 2014.

DAVID LAROUSSERIE



Des risques postopératoires

Deux effets secondaires peuvent être induits par la pose du stent. La resténose est la croissance de cellules internes, dites musculaires lisses, qui obstruent le canal. La thrombose est induite par la création d'un caillot (agrégat de plaquettes sanguines et de globules rouges) en réponse à une mauvaise cicatrisation.



Le système

Une centaine de capteurs sont déposés sur un stent classique et reliés entre eux. Une antenne permet l'interaction avec ces capteurs. Sans batterie, elle est alimentée par induction et renvoie sans fil les informations.

Détection

Un courant électrique parcourt le capteur, et la réponse dépend du type de cellules déposées. L'entreprise garde confidentiels les détails de fonctionnement. Les capteurs font environ 10 micromètres d'épaisseur pour un stent faisant quelques millimètres de diamètre et moins de 5 centimètres de long.

INFOGRAPHIE : HENRI-OLIVIER SOURCE : ABDUL BARAKAT

Pour **Philippe Petit,** membre du comité de patients de l'Institut Paoli-Calmettes, le prix des médicaments augmente de façon démesurée. Ce qui crée le risque de creuser davantage l'inégalité face à la maladie

Les médicaments du cancer, objets de spéculation

| TRIBUNE |

Il y a un peu plus d'un an, regardant dans le rétroviseur l'épreuve du cancer que je venais de traverser depuis la découverte de mon myélome en 2007, je constatais que je devais ma vie à la solidarité fondamentale de notre système de santé. Evaluant le coût de la prise en charge de mon myélome à plus de 100 000 euros, je mesurais la chance d'être malade dans un pays où l'on sort sa carte Vitale et non Visa pour se soigner, et où l'on conserve son salaire pendant les longs arrêts pour maladie que suppose le traitement du cancer.

Je ne croyais pas si bien dire en saluant la qualité de notre système de protection, qui est trop souvent décrié, mais aujourd'hui je suis profondément inquiet pour sa survie. En effet, le débat actuel à propos du coût des médicaments contre le cancer, particulièrement les thérapies innovantes, soulève un risque majeur. Celui de ne plus pouvoir maintenir longtemps cette solidarité dont j'ai bénéficié, à cause de médicaments excessivement onéreux.

Un des médicaments qui m'a été prescrit dans le traitement de mon myélome, le Velcade (bortézomib), coûte en moyenne entre 28 000 euros et 37 000 euros. Je n'ai pris conscience de ce coût que récemment, en acceptant l'invitation de l'Institut Paoli-Calmettes (IPC, à Marseille) à participer à un prochain débat public – le 28 janvier – sur le coût des médicaments innovants en cancérologie. Je suis en effet membre du comité de patients de cet établissement, dans lequel j'ai été traité par chimiothérapie, puis autogreffe.

En me penchant sur le sujet, j'ai découvert avec consternation ce qui ressemble à une inflation excessivement dangereuse, une surenchère des coûts, avec des molécules qui atteignent des sommes astronomiques : ainsi, un autre médicament, qui fait maintenant partie du traitement « standard » du myélome, le Revlimid (lénalidomide), médicament fourni aux patients en rétrocession hospitalière *[distribution, par les établissements de santé, de médicaments à des patients ambulatoires]*, a représenté en 2014 un chiffre d'affaires de 140,7 millions d'euros, soit pour la Caisse nationale d'assurance maladie (CNAM) le troisième poste de dépenses en produits rétrocédés en France ! A l'IPC, ce médicament représente le premier budget de rétrocession, évalué en novembre 2015 à 2,3 millions d'euros.

Autre maladie, autre produit, autre exemple, le Glivec (imatinib), premier traitement miraculeux des leucémies myéloïdes chroniques (LMC), dont le coût annuel, par patient et par an, est de 30 000 euros en France et atteint 100 000 dollars (environ 92 200 euros) aux Etats-Unis. Des médecins américains de renom, officiant dans les plus grands centres américains de lutte contre le cancer, mais aussi la presse américaine la plus sérieuse, se sont émus déjà de ce que le *Wall Street Journal* a qualifié de *« toxicité financière »* des médicaments contre le cancer.

Près de 1 000 produits d'oncologie sont en cours de développement clinique dans le « pipeline » des industriels. Soixante pour cent d'entre eux sont dits « biologiques » et souvent « ciblés », et donc seront très onéreux si la logique actuelle continue de s'appliquer. On estime les dépenses en médicaments anticancéreux, au niveau mondial, à 100 milliards de dollars en 2014, soit une hausse de 10 % par rapport à l'année précédente, et les projections prévoient qu'elles atteindront 117 milliards en 2018, soit une croissance annuelle estimée entre 6 % et 8 %.

Alors, fatalité ? Prix à payer pour lutter contre la maladie ? C'est ce que l'on croit souvent. On se dit – parce qu'on nous l'a rabâché – que la recherche coûte cher et qu'il est donc normal que l'industrie pharmaceutique reporte sur le prix du médicament les investissements lourds que l'innovation exige. Pourtant, le Glivec, précédemment cité, n'a pas vu son prix diminuer dix ans après sa mise sur le marché, au contraire : le coût du médicament a augmenté de façon spectaculaire !

« De nombreux patients américains arrêtent leur traitement faute de pouvoir payer le reste à charge. Cette situation glaçante nous épargne aujourd'hui en France, mais pour combien de temps ? »

Comment l'expliquer ? Autre argument, particulièrement cynique, des industriels : le médicament épargne des soins beaucoup plus lourds et beaucoup plus chers… Comme le dit la Ligue contre le cancer, c'est comme si les fabricants d'airbags fixaient leur prix en fonction des économies réalisées en cas d'accident de la route !

Il n'est pas question, bien sûr, de jeter l'opprobre sur les industriels qui développent des médicaments miraculeux, capables de sauver nos vies, mais il est indispensable, partant de la conscience de plus en plus partagée de ce qui ressemble à une dangereuse bulle spéculative, de trouver comment modérer les prix et réguler ces charges financières. Car, si nous ne le faisons pas, demain, notre système de santé risque de ne plus pouvoir garantir aux nouveaux malades la solidarité dont j'ai bénéficié. Au lieu de diminuer, l'inégalité face à la maladie se creusera encore davantage – inutile de dire que les malades qui ont la malchance de vivre en Afrique ou aux Etats-Unis subissent déjà de plein fouet cette inégalité. De très nombreux patients américains arrêtent leur traitement faute de pouvoir payer le reste à charge. Cette situation glaçante nous épargne aujourd'hui en France, mais pour combien de temps ?

Les médicaments ne peuvent pas être un objet de spéculation. Sinon, il arrivera un moment où la bulle éclatera, mettant en péril l'ensemble du système, y compris ceux qui voient en ces médicaments une source inextinguible de profits.

Les patients atteints de cancer doivent pouvoir non seulement être informés de façon transparente, mais aussi participer aux nécessaires évolutions des systèmes de régulation. Notre pays est bien placé pour susciter une telle initiative et porter ces valeurs à l'échelle internationale. ■

¶ Philippe Petit, membre du comité de patients de l'Institut Paoli-Calmettes (IPC).

Le supplément « Science & médecine » publie chaque semaine une tribune libre ouverte au monde de la recherche. Si vous souhaitez soumettre un texte, prière de l'adresser à sciences@lemonde.fr