

Rêveurs, petits et grands Tout le monde n'est pas égal face au rêve. Les outils d'exploration cérébrale expliquent ce qui distingue les personnes qui s'en souviennent mieux. PAGE 2

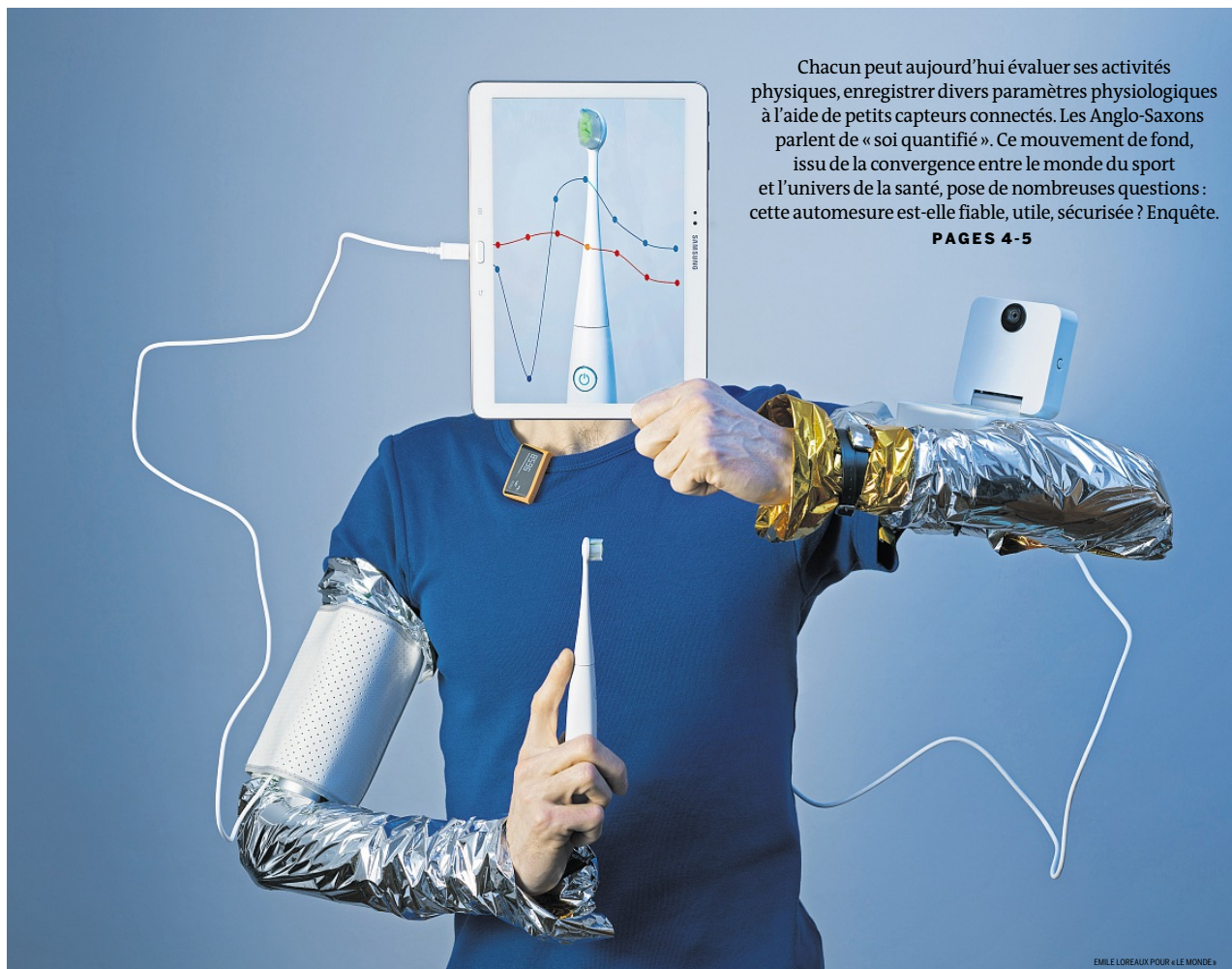


Un diurétique contre l'autisme Une équipe française a mis en évidence chez les rongeurs un mécanisme permettant d'atténuer le syndrome autistique à la naissance. PAGE 3



Père de cent « Hulotte » Depuis plus de quarante ans et cent numéros, Pierre Déom décrit la nature dans une revue qui a suscité bien des vocations scientifiques. Portrait. PAGE 7

Gadgets connectés : tous mesurés ?



Chacun peut aujourd'hui évaluer ses activités physiques, enregistrer divers paramètres physiologiques à l'aide de petits capteurs connectés. Les Anglo-Saxons parlent de « soi quantifié ». Ce mouvement de fond, issu de la convergence entre le monde du sport et l'univers de la santé, pose de nombreuses questions : cette automesure est-elle fiable, utile, sécurisée ? Enquête.

PAGES 4-5

EMILE LOREAUX POUR « LE MONDE »



CARTE BLANCHE

Laurent Alexandre

Chirurgien urologue,
président de DNAVision
L.alexandre@dnavision.be

(PHOTO: MARC CHAUMEIL)

La mort des chirurgiens

Il y a vingt-cinq ans, le grand chirurgien français Guy Vallancien prophétisait l'émergence d'une médecine hypertechnologique ou la robotique chirurgicale bouleverserait le rôle des médecins. Cette prévision avait fait sourire. A cette époque, le Web, Google, le smartphone, les robots ou le séquençage complet de l'ADN étaient inimaginables.

Mais, en vingt ans, la puissance des serveurs informatiques a été multipliée par un million. Le plus gros ordinateur, le Tianhe 2 chinois, réalise aujourd'hui 33 millions de milliards d'opérations par seconde et il est trois millions de fois plus puissant que le calculateur Deep Blue qui a battu en 1997 le champion du monde d'échecs. La loi de Moore, qui prédit l'explosion de la puissance informatique à prix constant, a permis à la science-fiction de devenir réalité.

Pour ce qui concerne la médecine, la complexité de l'acte chirurgical semblait exclure que le chirurgien puisse un jour être défié par des machines. Pourtant, les premiers robots chirurgicaux – principalement le Da Vinci – sont apparus à partir des années 2000. Ils ne

passent pas encore autonomes et restent sous le contrôle du chirurgien, qui est en permanence présent derrière la console informatique. Ils entraînent encore des surcoûts d'environ 20% pour une opération et augmentent certaines complications. Il n'empêche : environ 2 000 robots assistent aujourd'hui les chirurgiens dans le monde. Les choses vont s'accélérer : l'intelligence artificielle et la robotique progressent désormais si vite que les prochaines générations de robots chirurgicaux vont dépasser puis remplacer les chirurgiens.

Le premier ordinateur exaflop, c'est-à-dire réalisant 1 milliard de milliards d'opérations par seconde, sera allumé en 2019, et Intel prévoit que le cap du zetaflop (mille milliards de milliards d'opérations par seconde) sera atteint vers 2029. Le rachat par Google des huit plus belles sociétés de robotique en quelques mois est un signal assez sûr de l'envol de cette technologie. Pour s'en convaincre, il suffit de regarder sur YouTube les époustouflantes performances de Big Dog, l'un des plus beaux robots acquis par Google.

Les machines mécaniques traditionnelles ont progres-

sé relativement lentement depuis deux siècles : leur efficacité doublait tous les cinquante ans. A l'inverse, la capacité des machines intelligentes explose au rythme de la loi de Moore. La robotique, après avoir longtemps été un thème de mauvaise science-fiction, va changer notre monde en quelques décennies, et pas seulement la chirurgie. Il est probable que le patient de 2035 refusera de se faire opérer par un humain, tout comme aucun d'entre nous n'entrerait aujourd'hui dans un avion dont l'ordinateur de bord aurait été débranché.

La mort des chirurgiens pourrait n'être que leur métamorphose s'ils investissent les métiers de demain : NBIC, intelligence artificielle, « big data », robotique et biomécanique. Les chirurgiens deviendraient ainsi les experts qui conçoivent les robots. Sans tomber dans le luddisme, qui est un refus de la technologie, il est urgent de réfléchir au devenir des travailleurs peu et moyennement qualifiés : si l'acte chirurgical – objectivement fort complexe – peut être complètement robotisé en une vingtaine d'années, quelle profession ne pourra pas l'être ? ■

Donner ses rêves à la science

NEUROSCIENCES | En comparant l'activité cérébrale de grands et de petits rêveurs, pendant leur sommeil mais aussi au moment du réveil, une équipe française confirme le rôle clé de deux zones du cerveau dans l'activité onirique

SANDRINE CABUT

Certains vous racontent leurs rêves quasiment tous les jours au saut du lit. D'autres en sont incapables, et sont persuadés de ne presque jamais rêver. Pour les chercheurs en onirologie, ces deux catégories d'individus sont de bons sujets d'étude, car comparer l'activité cérébrale des premiers (dits « grands » rêveurs) à celle des seconds (« petits » rêveurs) est l'un des moyens d'explorer cette *terra* encore assez inconnue.

Grâce à cette stratégie, l'équipe de Jean-Baptiste Eichenlaub et Perrine Ruby (Centre de recherche en neurosciences de Lyon, Inserm) vient de confirmer le rôle clé de deux zones cérébrales particulières dans l'activité onirique. Leur étude, qui a fait appel à des examens par tomographie par émission de positons (TEP), a été publiée sur le site de la revue *Neuropsychopharmacology*, le 16 janvier.

Alors que de multiples activités cérébrales peuvent être observées avec précision par des techniques modernes, l'étude des rêves, activité cérébrale spontanée et incontrôlable, reste un défi. Quelques résultats spectaculaires ont récemment été obtenus. Grâce à des examens en IRM fonctionnelle couplés à des électroencéphalogrammes (EEG), une équipe japonaise a par exemple mis au point un algorithme permettant de « deviner » sommairement le type d'images perçues par des personnes en train de rêver (*Science*, avril 2013).

Mais le vieux fantasme d'une machine à décoder les rêves n'est pas pour demain. « Nous ne disposons d'aucun signe objectif permettant d'affirmer qu'un cerveau rêve », souligne Perrine Ruby. Selon elle, les chercheurs dans ce domaine ont même fait, ces dernières années, un léger pas en arrière sur le plan méthodologique, avec la remise en question du modèle de Michel Jouvet sur le sommeil paradoxal. A la fin des années 1950, les travaux de ce pionnier avaient conduit à assimiler les phases des rêves à celles de sommeil paradoxal (aussi appelées phases des mouvements oculaires - PMO - ou sommeil REM, pour « rapid eye movement »). Depuis quinze ans, d'autres spécialistes, dont le neuropsychologue sud-africain Mark Solms, ont montré les limites de cette théorie, notamment en observant que des rêves peuvent advenir en dehors des phases de sommeil paradoxal.

« Aujourd'hui, le sommeil paradoxal reste un indicateur potentiel de rêves, mais on est obligé de prendre un peu de distance, poursuit Perrine



L'étude des rêves, activité cérébrale spontanée et incontrôlable, reste un défi.

PAULA GODDARD/VOZ IMAGE

Ruby. Enregistrer et comparer l'activité cérébrale de petits et grands rêveurs nous permet de nous affranchir de l'impossibilité de localiser les rêves dans le temps. » Encore faut-il réussir à recruter des volontaires... « Les grands rêveurs, capables de se souvenir de cinq rêves par semaine en moyenne, sont beaucoup plus faciles à trouver dans la population que des petits rêveurs, qui ne se rappellent que de deux rêves par mois. Pour inclure nos 40 sujets, nous avons dû éprouver 2 000 questionnaires », raconte la chercheuse.

Lors d'une première salve d'expériences – publiées en janvier 2013 dans la revue *Cerebral Cortex* –, les chercheurs lyonnais avaient établi que le temps total d'éveil pendant la nuit est deux fois plus long chez les grands rêveurs que chez les petits rêveurs (trente minutes contre quinze minutes). L'importance des éveils transitoires au cours du sommeil pourrait d'ailleurs, selon eux, être la clé du meilleur souvenir des songes chez les grands rêveurs, le cerveau étant incapable de mémorisation pendant le som-

meil. En pratiquant des examens EEG en phase d'éveil dans les deux groupes, Perrine Ruby et ses collègues avaient aussi démontré que le cerveau des grands rêveurs était plus réactif aux bruits de l'environnement, plus réceptif, que celui des petits rêveurs.

Pour poursuivre leur raisonnement, les chercheurs ont, dans une deuxième vague d'expériences, eu recours à une technique de tomographie par émission de positons (TEP). Cet examen mesure les variations locales de débit sanguin dans le cerveau, ce qui permet d'évaluer quelles zones sont actives. « Nous avons constaté que la jonction temporo-pariétale et le cortex préfrontal médian sont spontanément plus actifs chez les grands rêveurs, pendant le sommeil pendant l'éveil », résume Perrine Ruby. Ces résultats concordent avec ceux de Mark Solms, qui avait remarqué chez ses patients que des lésions de ces deux zones conduisaient à une cessation des souvenirs de rêves.

La jonction temporo-pariétale, zone carrefour, est impliquée dans de nombreuses tâches dont l'attention et la mémoire, précise la chercheuse. Quant au cortex préfrontal médian, il aurait un rôle dans l'attribution des pensées à autrui. Pour Perrine Ruby et ses collègues, l'hypermotivité de la zone temporo-pariétale pourrait, en augmentant la réceptivité des sujets et donc leurs éveils nocturnes, faciliter l'encodage des rêves en mémoire à long terme. Leur prochaine étape est d'étudier les moments de réveil en neuroimagerie.

Avec une tout autre approche, l'analyse de « journaux des rêves », l'équipe canadienne de Geneviève Robert et Antonio Zadra (université de Montréal) s'est, elle, intéressée au contenu des cauchemars et des mauvais rêves. Pour leur étude – parue dans le journal *Sleep*, le 1^{er} février –,

ces chercheurs en psychologie ont demandé à 572 volontaires de consigner leurs rêves pendant deux à cinq semaines. Ils ont ainsi étudié le récit de près de 10 000 rêves et pu analyser 253 cauchemars et 431 mauvais rêves.

« Les agressions physiques sont les thèmes le plus souvent rapportés dans les cauchemars. Les

L'importance des éveils transitoires au cours du sommeil pourrait être la clé du meilleur souvenir des songes chez les grands rêveurs

mauvais rêves, quant à eux, sont surtout hantés par des conflits interpersonnels », écrivent les chercheurs, dans un communiqué de l'université de Montréal. Les agressions physiques (incluant les agressions sexuelles, les séquestrations et les enlèvements) représentent près du tiers (31,5 %) des récits. Viennent ensuite les conflits interpersonnels (29,5 %) : hostilité, opposition, insultes, infidélité, mensonge...

Le sentiment de peur est loin d'être systématique : il est absent dans les tiers des cauchemars et presque toujours dans les scénarios de mauvais rêves. Enfin, les thèmes des mauvais rêves diffèrent selon le sexe : les hommes sont plus souvent hantés par des scènes de désastre, de calamité et d'invasion de vermine ; les femmes, plus sujettes à mettre en scène des conflits interpersonnels. ■

Des songes en partage sur Internet

Enregistrements vidéo, bandes sonores, dessins ou simples textes, le site *Reveclub.org* donne accès à une belle brochette de rêves, rangés par mots-clés. A l'origine de cette communauté, également active sur Facebook, Manuel Salvat, un artiste plasticien. Ce passionné de rêves consigne les siens depuis l'âge de 6 ans (il en a 54), et ceux des autres depuis une dizaine d'années. « Au départ, mon projet n'a rien de scientifique. Je collectionne de la matière que je souhaite partager, diffuser », explique l'artiste, qui a noué un partenariat avec les archives départementales des Bouches-du-Rhône, à Marseille, pour y garder cette collection de rêves. C'est également ce service qui a financé le site *Reveclub*, actif depuis 2010. Le principe de ces banques de rêves ou onirothèques est né sous le Second Empire, note *Le Cercle psy*, un magazine trimestriel qui consacre un dossier aux rêves dans son numéro daté janvier-février. Selon la revue, la référence actuelle en la matière est le site américain *Dreambank*, qui consigne 20 000 rêves, avec un moteur de recherche utile pour des chercheurs.

Discussions sur un nouvel accélérateur de particules géant

Pour explorer une physique inédite, les chercheurs rêvent d'un anneau de 100 km de long. Europe et Chine sont sur les rangs

OLIVIER DESSIBOURG
(« LE TEMPS »)

L'accélérateur LHC du CERN, sous la frontière franco-suisse, a permis une première trouvaille de taille : celle, à l'été 2012, du boson de Higgs, traqué par des physiciens des particules du monde entier. Voilà que ceux-ci, alors que le LHC doit être exploité deux décennies encore, pensent déjà à l'étape suivante, un anneau de 100 km de circonférence, quatre fois plus long, pour fracasser plus violemment la matière et en extraire des informations inédites.

Ils doivent se rencontrer du 12 au 15 février à Genève pour lancer les discussions sur les études de cet accélérateur géant. Et par là, aussi, une course entre l'Europe et la

Chine, les Etats-Unis jouant le rôle d'arbitre influent.

Pourquoi toujours plus grand ? Parce que, pour l'heure, le LHC a bien mis au jour le boson de Higgs, et pas encore une piste espérée vers une autre physique. Le CERN prévoit sa montée en puissance jusqu'en 2023. En parallèle, ses instances suivent de près les développements d'un engin complémentaire : un accélérateur linéaire.

Il existe un tel projet au Japon, baptisé International Linear Collider (ILC), et un autre au CERN, le Collisionneur linéaire compact (CLIC), d'une technologie un peu différente. Ne pouvant jouer sur tous les tableaux, l'Europe se verrait bien soutenir l'initiative du Japon si celui-ci, qui voit là une possibilité de relance après l'accident de Fukushima, se décide. Mais pour

étudier cette physique inédite dont rêvent les savants, il faudra bien davantage.

« Au LHC, en doublant le champ magnétique des aimants impliqués – ce qu'on estime réaliste d'ici vingt ans –, on pourrait doubler l'énergie de collision, dit Frédéric Bordry, le directeur des accélérateurs du CERN. Mais ce sont de gros investissements. Justifiés pour un pas si ténu ? Pas sûr... C'est pourquoi le conseil du CERN a estimé qu'il fallait viser un horizon plus lointain. »

C'est ainsi que l'idée d'un accélérateur de 100 km, lui aussi à cheval sur la frontière franco-suisse, s'est affirmée. Et là, l'énergie atteinte serait de 100 téraélectronvolts (TeV), soit sept fois plus qu'aujourd'hui. « L'idée est d'avoir un document de présentation en 2018, lorsque la stratégie du CERN

sera réévaluée », indique Frédéric Bordry. Cela permettrait un début du chantier en 2020, et un lancement en 2025, lorsque le LHC fermera ses robinets de particules. « Mais pour disposer d'une machine dans plus de vingt ans, il faut planter les graines maintenant... »

« Usine à Higgs »

D'autant que la Chine est aussi sur les rangs. A Genève, Yifang Wang, directeur général de l'Institut de physique des hautes énergies (IHEP) de Pékin, présentera le plan chinois : « Nous souhaitons construire dès 2020 près de Pékin un tunnel circulaire de 50 à 70 km pour un collisionneur électrons-positrons [le pendant de l'électron, de charge positive], qui servirait d'usine à Higgs ». Après cinq ans, on remplacera cette machine par

un accélérateur à protons, tel le LHC, pour monter, vers l'an 2036, à des énergies de 50 à 70 TeV. » Un peu moins qu'au CERN ? « Nous devons rester réalistes, aussi financièrement. » Selon lui, le coût total serait de 5 milliards d'euros.

Rolf Heuer, directeur général du CERN, prend note, mais insiste sur les atouts de son institution : « Bien sûr, la Chine peut décider de se lancer seule, mais cela lui sera très difficile sans l'appui de toute notre communauté. » Yifang Wang l'admet mais pense avoir une carte maîtresse. « Le gouvernement risque fort d'être intéressé par le soutien à ce projet à travers les énormes investissements dans la science générés par la forte croissance en Chine. »

Au milieu de ce match, les Etats-Unis. « Nombre de nos scientifiques souhaitent que nous menions

à nouveau la danse en physique des particules, confie Stuart Henderson, directeur des accélérateurs sur Fermilab, près de Chicago. Nous sommes en pointe depuis quinze ans sur la technologie des aimants révolutionnaires (en niobium-étain) qui équiperaient cet accélérateur. » La stratégie américaine devrait être connue en mai.

Il est un point sur lequel la majorité des participants à la réunion de Genève sont déjà d'accord : « Pour que la construction de la future machine soit soutenue par les décideurs, dit Rolf Heuer, elle doit être motivée par un défi scientifique clair », tout comme la raison du boson de Higgs était la raison d'être du LHC. Et tous espèrent que ce dernier permettra sous peu d'entrouvrir des portes vers cette physique inédite. ■

Autisme : un « interrupteur » prénatal

NEUROBIOLOGIE | Dans des modèles animaux, ce trouble neurodéveloppemental

a été prévenu par une injection de diurétique avant la mise bas. Des essais cliniques se poursuivent

SANDRINE CABUT

L'autisme pourrait-il être traité avant la naissance ? La question semble aberrante, d'autant que ce trouble de la communication et de la socialisation n'est pas repérable in utero. Il n'est même que rarement diagnostiqué avant l'âge de 3 ans. Mais des travaux menés sur des souris suggèrent qu'un niveau anormalement élevé de chlore dans les neurones fœtaux au moment de l'accouchement serait déterminant dans l'apparition de l'autisme.

L'équipe du professeur Yehezkel Ben-Ari, directeur de recherche émérite à l'Institut de neurobiologie de la Méditerranée (Inserm), dont l'article est publié dans *Science* du 7 février, montre aussi qu'une injection précoce d'un diurétique, le bumétanide, peut prévenir ces troubles. Pour les chercheurs français, ces résultats fondamentaux valident le bénéfice qu'ils avaient observé avec ce médicament chez une soixantaine de jeunes autistes.

En commençant cet essai clinique, ils n'avaient pas de preuve que les neurones des autistes sont trop chargés en chlore. C'était un pari, fondé notamment sur leurs propres découvertes concernant la maturation cérébrale et le fonctionnement du neurotransmetteur GABA.

« Dans le cerveau en développement ou lésé (par un traumatisme, une épilepsie...), les concentrations intraneuronales de chlore sont très élevées. Et quand c'est le cas, les effets du GABA, en principe une inhibition des neurones, sont inversés », expliquait le professeur Ben-Ari lors de la publication de l'essai, en décembre 2012.

Normalement, la chute du taux de chlore dans les neurones et la transition – appelée « switch » – d'un effet excitateur à un effet inhibiteur du GABA se font au moment de l'accouchement, sous contrôle de l'hormone ocytocine.

Pour vérifier ce qu'il en est dans l'autisme, l'équipe française a travaillé sur deux modèles murins, l'un génétique (syndrome du X fragile), et l'autre induit par un médicament, le valproate de sodium.

Chez ces rongeurs, le taux de chlore dans les neurones reste élevé après la naissance et même à l'âge adulte, expliquent les auteurs dans *Science*. Un état réversible : une injection de bumétanide aux souris gestantes avant la mise bas prévient l'apparition de troubles du comportement autistiques dans la descendance. Inversement, en bloquant l'action de l'ocytocine chez des souris normales gestantes, des comportements autistiques ont été induits dans leur progéniture. Les chercheurs, qui ont fondé une start-up, Neurochlore, mènent un essai complémentaire chez 80 enfants autistes, en France et en Espagne.

« Ce sont des travaux intéressants, concordants avec nos propres recherches sur l'ocytocine », commente la professeure Angela Sirigu (Centre de neurosciences cognitives, Lyon), contributrice au supplément « Science & médecine ». En 2010, son équipe avait montré qu'une administration en spray de cette hormone améliore les contacts sociaux des autistes.

Mais tout le monde n'est pas convaincu. Dans un article d'actualité de la revue *Nature*, des spécialistes émettent des réserves sur ces travaux. « L'étude clinique rapportait des effets extrêmement faibles sur les sujets les moins autistes ; elle a laissé sceptique la communauté internationale, insiste

de son côté le professeur Laurent Mottron (université de Montréal), clinicien et chercheur sur l'autisme. Quant aux résultats actuels, ils ne concernent pas l'autisme, mais des conditions, le syndrome de l'X fragile et la prise de valproate pendant la grossesse, qui peuvent prédisposer à l'autisme. Ce biais de présentation est très gênant. »

Face aux critiques, M. Ben-Ari souligne que le modèle animal du X fragile est « le plus utilisé au monde pour l'autisme », et s'estime prudent. « Nos résultats cliniques ont été confirmés en double aveugle, mais ils ne suffisent pas pour déterminer dans quelles populations le médicament serait le plus efficace, d'où les études complémentaires », ajoute-t-il.

Les spécialistes s'accordent sur l'origine précoce des troubles autistiques

Tous les spécialistes s'accordent sur l'origine précoce de l'autisme, pendant la vie intra-utérine et/ou la période postnatale. De multiples facteurs, génétiques et environnementaux, sont impliqués, dont le poids relatif n'est pas facile à apprécier.

Une revue publiée en 2004 suggérait ainsi que les injections d'ocytocine utilisées pour déclencher le travail pourraient être un facteur de risque d'autisme. Plus récemment, une étude portant sur une vaste base

de données américaine (*Jama Pediatrics*, octobre 2013) soulève aussi l'hypothèse d'un lien entre l'induction de l'accouchement et l'autisme. Mais ses conclusions ne font pas l'unanimité. Une autre équipe américaine pointe un risque d'autisme multiplié par 2 à 4 chez les prématurés (*The Journal of Pediatrics*, janvier 2014).

« Plusieurs équipes, dont celle de Ben-Ari, ont montré que l'accouchement est un événement crucial dans l'autisme, mais il y en a d'autres, pendant la grossesse et même après la naissance », résume Angela Sirigu, qui insiste sur les effets multiples de l'ocytocine et l'équilibre subtil du système. « Cette hormone, poursuit-elle, est produite massivement durant l'accouchement et la lactation. C'est aussi une sorte de tampon pour pallier les effets du stress, et une molécule de l'attachement maternel, qui augmente lors de contacts peau à peau. Il a été établi que les animaux séparés tôt de leur mère, et qui n'ont pas eu de contact avec elle, ont des problèmes d'attachement et un système ocytocinergique défaillant. »

En Norvège, les chercheurs misent sur l'étude d'une cohorte constituée à partir de tous les enfants nés dans le pays entre 1999 et 2009 et diagnostiqués autistes. « Nous étudions des facteurs génétiques et de l'environnement, et le calendrier des événements. Il faut garder l'esprit ouvert, estime le professeur Camilla Stoltenberg, qui dirige l'Institut norvégien de santé publique. Nous nous intéressons plus particulièrement aux infections prénatales, aux réactions immunologiques, aux facteurs nutritionnels et aux toxines environnementales. » Cette approche a déjà permis de montrer qu'une supplémentation en acide folique au début de la grossesse réduit significativement le risque d'autisme. ■

TÉLESCOPE

Génétique Une nouvelle technique d'édition du génome utilisée sur des macaques

Des chercheurs chinois sont parvenus à faire naître des macaques dont le génome avait été modifié grâce à une nouvelle technique d'édition du génome qui n'avait pas encore été utilisée chez les primates. Cet outil, baptisé Crispr/Cas9, permet de cibler précisément le lieu d'insertion du gène modifié, contrairement aux techniques antérieures où des virus collaient la séquence d'ADN de façon aléatoire dans le génome. L'équipe chinoise est intervenue au moment où les embryons n'étaient constitués que d'une cellule. Les embryons modifiés ont ensuite été implantés dans des mères porteuses. Les macaques ainsi conçus, porteurs de trois gènes mutés, sont encore trop jeunes pour qu'il soit possible de mesurer l'impact physiologique ou comportemental de ces modifications. L'usage de cet outil chez les primates permettra l'étude de modèles animaux plus proches de l'homme, voire son emploi pour des thérapies géniques chez l'homme, espèrent les chercheurs.

► Niu et al., « Cell » du 30 janvier.

Robotique Contrôle des nanomoteurs dans les cellules

Une équipe de l'université de Pennsylvanie a mis au point des nanoparticules métalliques dont le mouvement peut être contrôlé. Les chercheurs ont pu faire avancer ces « nanomoteurs » en utilisant des ultrasons et en les dirigeant par magnétisme, à l'intérieur de cellules humaines. Lorsque la puissance de leur propulsion augmente, ces petits engins s'agitent vivement dans la cellule, heurtant les structures internes et allant jusqu'à percer la membrane. Cette découverte ouvre la voie à de nouvelles méthodes d'exploration en biologie cellulaire, voire à des techniques de destruction des cellules cancéreuses.

► Malouk et al., « Angewandte Chemie International Edition » du 10 février

Des universités se désabonnent des revues scientifiques

Un effet des baisses budgétaires et du prix des abonnements

DAVID LAROUSSE

Turnant ou phénomène passager ? Plusieurs bibliothèques universitaires françaises ont décidé de se désabonner de revues scientifiques majeures, prises en tenailles entre leurs budgets en baisse et les hausses des tarifs des éditeurs.

A Paris-VI, à Lille, ou à l'Institut d'astrophysique spatiale d'Orsay, les chercheurs se passeront du journal *Science*. A Paris-V et Paris-VII, du *New England Journal of Medicine*. A Paris-V encore, *Nature*, le *Journal of the American Medical Association* sont concernés. A Nantes et Angers, l'abonnement aux journaux de l'American Physical Society, telle *Physical Review Letters*, s'arrête.

Ces ressources sont pourtant essentielles aux chercheurs car c'est là qu'ils publient leurs résultats et qu'ils prennent connaissance des progrès de leur discipline. « Depuis des années nous criions au loup. Maintenant nous sommes proches d'un point de rupture », estime Christophe Pérales, président de l'Association des directeurs de bibliothèques universitaires et de la documentation.

« Selon nos premières indications, sur la moitié des établissements, il n'y a pas de vague massive de désabonnements. Mais les marges se réduisent. Nous constatons aussi une baisse de 20 % des achats de livres, ce qui pénalise les étudiants ou les chercheurs en mathématiques ou sciences humaines », précise Christophe Pérales.

Depuis longtemps, le prix d'accès à ces journaux augmen-

te bien plus que l'inflation, « de 5 % à 15 % par an, voire plus », indique Valérie Néouze, directrice du service commun de documentation de l'université Paris-V. Dans le même temps, « selon nos enquêtes fondées sur les budgets prévisionnels, les baisses de moyens des bibliothèques étaient de 9 % en 2012 puis encore de 5 % en 2013 », résume Sandrine Malotau, membre du consortium Couperin, qui négocie au nom des bibliothèques.

« Nous constatons aussi une baisse de 20 % des achats de livres »

CHRISTOPHE PÉRALES
président de l'Association
des directeurs des
bibliothèques universitaires

tes françaises avec les éditeurs scientifiques.

Des décisions drastiques s'imposent. En grande difficulté financière, Paris-V a ainsi baissé de 24 % le budget des bibliothèques, d'où un arrêt de la souscription à la moitié des ressources. Pour Paris-VI, c'est l'augmentation de 47 % en un an du prix de la célèbre revue *Science* qui a conduit au désabonnement. L'éditeur de *Science* explique cette situation par le fait qu'il n'était pas tombé d'accord avec l'université sur le nombre de personnes ayant accès à cette revue sur le campus. Il rappelle aussi que *Scien-*

ce est accessible gratuitement un an après la parution.

« Chaque année, nous nous désabonnons de certains titres, mais là nous touchons au cœur des collections », relève Valérie Néouze. Les conséquences pour les chercheurs sont cependant tempérées par le fait que les laboratoires sont souvent en cotutelle entre les universités et les organismes de recherche. Des accès à ces revues restent possibles en utilisant les mots de passe de collègues.

D'un mal pourrait sortir un bien. « Cette situation aidera les chercheurs à prendre conscience du rôle des bibliothèques », pointe Valérie Néouze. « Cela va nous permettre de mieux promouvoir les alternatives, qui restent timides », ajoute-t-elle.

Parmi celles-ci se trouvent l'accès libre et ses différentes versions, qui consistent à rendre accessibles gratuitement les articles de recherche. Cela passe notamment par le développement des dépôts d'archives ouvertes, c'est-à-dire des sites Web dans lesquels les chercheurs mettent eux-mêmes en ligne le fruit de leurs travaux, avant ou après que l'article a été accepté par une revue scientifique. Les documentalistes devront d'abord informer les chercheurs pour les inciter à rentrer dans ce jeu. Aux États-Unis, le dépôt d'archives ouvertes est souvent une obligation pour la recherche publique.

« Nous ne devons pas rater non plus l'étape suivante, qui est celle de l'accès non aux seuls articles, mais aussi aux données de la recherche, estime Valérie Néouze. Nous devons développer nos propres entrepôts de données. » ■

Automesure Le corps quantifié

SANTÉ

L'irruption de capteurs connectés renouvelle l'injonction socratique du « connais-toi toi-même » et pose de nouvelles questions sur la fiabilité, l'usage et la confidentialité des données personnelles

CHLOÉ HECKETSWEILER,
DAVID LAROUSSE ET PASCALE SANTI

Durant quelques jours, notre *open space* s'est métamorphosé. Il n'était plus question que de calories brûlées, de pas effectués ou de fréquence cardiaque mesurée. L'équipe du supplément « Science & médecine » s'échangeait des bracelets en plastique ou des petits bijoux miniatures éclairés de quelques diodes. Nous avons testé l'automesure, cette tendance consistant à enregistrer le plus grand nombre de données sur sa vie quotidienne, diurne et même nocturne. Grâce à des connexions avec l'indispensable smartphone, ces données prennent vie avec des graphiques colorés, des indicateurs de progression ou des invitations à dépasser ses objectifs.

Et nous aurions pu aller plus loin tant ces gadgets se multiplient : balances intelligentes qui collectent l'indice de masse corporelle (IMC), tee-shirts enregistrant les battements du cœur, chaussettes dotées de capteurs de température et de pression, brosse à dents qui analyse votre brossage, ou encore « Mother », successeur du lapin communicant Nabaztag, qui, branchée sur un routeur ou une box Internet, peut connecter jusqu'à 24 objets agrémentés de capteurs.

Venus des États-Unis, « ces outils connectés à des téléphones portables sont apparus en 2006 pour le grand public, même si des sportifs en utilisaient déjà pour améliorer leurs performances. Plus largement, l'automesure remonte au XIX^e siècle, avec l'apparition des thermomètres et des balances au domicile », rappelle le docteur Nicolas Postel-Vinay, qui a créé avec les équipes de l'Hôpital européen Georges-Pompidou le site *Automesure.com* dès 1999. « Des outils existent depuis 1985 pour les hypertendus. Ainsi, un tiers des malades, soit quatre millions de personnes, mesurent eux-mêmes chaque jour leur tension à domicile », ajoute-t-il. D'autres capteurs sont largement utilisés pour des maladies chroniques comme l'asthme ou le diabète. Ce sont parfois des dispositifs médicaux qui répondent à des contraintes réglementaires très strictes.

Mais l'avènement de capteurs bon marché démocratisa ces outils. Ils sont à l'avant-garde de l'Internet des objets, présenté comme de la première révolution technologique du XXI^e siècle : on compte 15 milliards d'objets connectés (4 milliards en 2010), et il y en aurait 80 mil-

liards en 2020, selon l'observatoire Idate, toutes applications confondues (transport, domotique, santé). « Certes, ce marché est dynamique, mais personne ne peut prédire quels seront les facteurs des futurs produits qui assureront sa croissance », prévient David Roine, de l'équipe marketing stratégique du fabricant de puces STMicroelectronics. Selon une étude réalisée décembre 2013 par L'Atelier BNP et l'institut de sondage IFOP, 11% des Français possèdent un objet de mesure connecté, soit 5 millions de personnes. Il y aurait en outre 40 000 applications santé et bien-être aujourd'hui disponibles sur mobile en 2013, pour un marché qui

L'idée d'ajouter ces données au dossier médical du patient fait aussi son chemin

devrait atteindre 10,2 milliards de dollars (7,5 milliards d'euros) en 2018, selon le cabinet Transparency Market Research. Ces technologies séduisantes et ludiques posent cependant d'importantes questions quant à leur efficacité et quant à l'utilisation des données. Décryptage.

Les capteurs sont-ils fiables ?

Les limites de ces mesures sont évidentes : balancer le bras peut compter pour un pas, quand avancer à vélo peut compter pour rien... Nous avons ainsi constaté sur une journée et environ 8 000 pas un écart de près de 25% entre la mesure la plus basse et la plus haute sur trois appareils testés. En novembre 2013, l'université du Colorado montrait dans *Medicine and Science in Sports and Exercise* qu'un appareil de la société Fitbit sous-estimait de quelque 28% les calories dépensées lors d'un exercice. Quant à la fréquence cardiaque, chacun sait qu'un stress ou un bruit faisant sursauter induit un changement de rythme non associé à une dépense calorique supplémentaire.

Interrogés sur la précision de leurs appareils, les fabricants répondent de façon évasive. « Nous sommes les plus précis du marché » (Fitbit). « Nos campagnes de test sur le terrain donnent de bons résultats » (Withings). « Nous sommes très précis mais nous ne donnons pas de chiffres »

(Jawbone). Leur argument : le chiffre absolu n'est pas si important, car ce qui compte ce sont les écarts, en plus ou en moins, chaque jour. Du côté des applications, le fluo est encore plus important. Les objets connectés communiquent bien sûr avec le logiciel conçu par leur fabricant, mais les données peuvent aussi être agrégées par d'autres applications. Withings, l'un des leaders du secteur, fonctionne ainsi avec une centaine d'entre elles.

Ces coachs virtuels promettent tout à tour de perdre du poids, d'améliorer la qualité du sommeil, de doper les performances sportives ou encore de prévenir des maladies liées au mode de vie. L'application santé la plus téléchargée du monde (3,6 millions d'utilisateurs), Tactio, calcule ainsi la probabilité d'être victime d'un accident cardiovasculaire ou de développer du diabète à partir de mesures comme le poids, les calories brûlées, le taux de cholestérol, ou encore la glycémie.

Cette application, lancée en France en décembre 2013, a reçu la bénédiction de nombreux professionnels de santé, ce qui

n'est pas le cas de la majorité d'entre elles. Pour aider les mobinautes à se repérer dans ce maquis, un jeune interne en psychiatrie, Guillaume Marchand, et deux de ses amis ont créé en 2011 DMD, une start-up qui évalue les applications santé en France. Avec l'aide de centaines de professionnels de santé et de patients, DMD en a passé en revue près de 500 : chacune a reçu une note sur 20 assortie d'un commentaire sur son utilité et son ergonomie.

A partir du printemps, DMD fera de même pour les applications liées aux objets connectés. La société étudiera aussi la question plus délicate de la fiabilité des données qu'il recueille et du fondement scientifique de leur interprétation.

Quelle finalité ? Quel intérêt ?

A des milliers de kilomètres de là, au cœur de la Silicon Valley, en Californie, les geeks ne se posent pas tant de questions. Pour Bertrand Diard, cofondateur de Talend (une société spécialisée dans le « big data »), les objets connectés font désormais partie du quotidien. Equipé



Des serveurs personnels pour gérer soi-même ses données biologiques

La mode de l'automesure est lancée, et ce n'est qu'un début. Or ces informations biologiques, aussi intimes soient-elles, ne restent pas en votre possession. Des millions de consommateurs vont sans doute accepter de les voir stockées dans des serveurs inconnus et inaccessibles. Mais d'autres, passionnés d'informatique ou militants libertaires, rêvent d'en garder le contrôle.

En théorie, c'est possible, à condition de posséder son propre serveur et de l'équiper de logiciels capables d'aspirer ses données, sous une forme exploitable chez son marchand d'appareils, sa banque, ses réseaux sociaux préférés... Une

fois centralisées chez soi, on pourra les analyser et les croiser à sa guise, pour obtenir des résultats inédits qui aideront à mieux se connaître.

« Rien à installer, rien à comprendre »

Aujourd'hui, un bon informaticien peut réaliser ce type d'opérations, mais des chercheurs et des entrepreneurs permettent désormais au grand public d'en faire autant. On assiste ainsi à l'essor d'un mouvement à la fois libertaire et commercial, dont l'objectif est de proposer à chaque internaute son « personal cloud », son serveur Internet privé. Ce sera l'avènement de l'Internet 3.0, hori-

zontal et décentralisé, où chacun contrôlerait enfin ses données, mais devra passer plus de temps devant un écran.

Reste à mettre sur le marché des mini-serveurs dotés d'interfaces simples, à un prix abordable. Il pourra s'agir d'un boîtier prêt à l'emploi, d'un serveur en kit, d'une suite logicielle, ou d'un service dans le « cloud » (stockage à distance). Il faudra mettre en place des sites pour charger les applications de gestion des données. Dans tous ces scénarios, le « serveur personnel » sera payant – contrairement au système actuel faussement gratuit, où l'on paie en livrant ses données en vrac, à l'aveuglette.

Diverses sociétés ont saisi ce créneau, dont une start-up française, Cozy (sept collaborateurs et pas encore de bureaux). Son fondateur, Benjamin André, 36 ans, est persuadé que la demande existe déjà : « Durant l'été 2013, le prestataire français OVH a lancé une offre promotionnelle : un mini-serveur dans le cloud, à louer pour 5 euros par mois. En dix jours, 15 000 personnes se sont abonnées, ce qui a saturé les serveurs. On a eu confirmation qu'en dessous d'un certain prix, les usages explosent. » Un succès dû, selon lui, à une prise de conscience citoyenne : « Nous sommes tous accros au cloud : rien à installer, rien à comprendre, alors tout

le monde s'est précipité. Mais certains en mesurent les conséquences négatives. »

Cozy a approché OVH pour une nouvelle offre bon marché, destinée cette fois aux non-informaticiens : un petit serveur en ligne facile à gérer. La start-up a aussi un projet avec La Poste. Par ailleurs, elle a déjà mis au point une application à même de récupérer les données sur le serveur de Jawbone, le fabricant de bracelets capteurs de données biologiques. Benjamin André est très optimiste : « En 2020, tout le monde aura son serveur personnel, comme aujourd'hui chacun ou presque a un accès Internet. » ■

YVES EUDES



EMILIE LOREAUX POUR « LE MONDE »

d'un bracelet Jawbone, d'une balance Withings et d'un capteur Nike+, il a transformé son smartphone en coach.

« J'établis des corrélations entre mes performances sportives, mes cycles de sommeil, mon poids et même la quantité de CO₂ dans l'air de ma chambre! », témoigne-t-il. L'idée : repérer et corriger les mauvaises habitudes de vie pour garder la forme. Désormais, il apporte ses « courbes » chez son médecin, qui les regarde avec le plus grand sérieux. Celui-ci n'hésite plus à recommander ces objets, qui l'aident à poser un meilleur diagnostic, par exemple chez ceux qui se plaignent de troubles du sommeil.

Dans un pays où les assureurs n'hésitent pas à moduler leurs tarifs en fonction du profil de leur client, l'idée d'ajouter ces informations au dossier médical du patient fait aussi son chemin. « Aux États-Unis, certains réfléchissent à intégrer des objets Withings dans leur offre et de plus en plus d'entreprises en offrent à leurs salariés », indique Alexis Normand, responsable du développement des activités santé de la société, qui réalise plus de la moitié de ses ventes outre-Atlantique. En France, il vient de signer ses deux premiers contrats... avec des laboratoires pharmaceutiques.

En incitant les personnes équipées à modifier leur comportement, ces outils contribueraient à lutter contre la sédentarité, à l'origine de nombreux maux. « Il n'y a cependant pas encore de preuves scientifiques que ce soit plus efficace qu'un suivi classique. Il est nécessaire de produire des études sérieuses sur des cohortes de tailles significatives », indique le docteur Jean-Pierre Blum, conseiller technologies du député (PS) Gérard Bapt, qui préside le groupe parlementaire numérique et santé.

« À côté d'outils pouvant être efficaces, comme le pilulier communicant Medipac de Medissimo, utilisé pour éviter le mésusage de médicaments, le surdosage et la non-observance, il existe aussi beaucoup de

gadgets, comme les couverts qui évaluent si vous mangez trop vite », prévient le docteur Antoine Vial, expert en santé publique. « Dans tous les cas, les utilisateurs doivent être très vigilants sur la destination des données », prévient-il.

Où vont les données ?

C'est la question sensible. Pour ce qui est des objets connectés, les vendeurs sont unanimes : les données personnelles sont sous le contrôle de l'utilisateur et ne sont récupérées par des tiers qu'après son consentement. En réalité, c'est bien

Les applications santé et bien-être : un marché qui devrait atteindre 7,5 milliards d'euros en 2018

moins simple. Ces données, hébergées par les fabricants d'objets, servent anonymement à l'amélioration des performances de leurs algorithmes. Elles « fuient » aussi naturellement à l'extérieur, car, pour encourager l'utilisateur dans son activité d'autoévaluation, il est incité à partager ses performances avec ses amis inscrits sur les réseaux sociaux.

Concernant les applications sur mobile, le devenir de ces informations est encore moins clair. L'équipe Privatics, de l'Institut national de recherche en informatique et en automatique (Inria), à Grenoble, a commencé des tests sur 59 d'entre elles. Résultat : seules 13 n'envoient pas de données à l'insu de l'utilisateur. Les autres communiquent des identifiants personnels liés au téléphone ou à l'opérateur, des éléments de localisation, voire

l'adresse mail. « Notre soupçon, c'est que ces informations sont envoyées à des régies publicitaires à des fins de marketing et de ciblage des utilisateurs », estime Vincent Roca, coauteur de cette étude encore en cours.

« Ces données doivent être protégées comme un coffre à la banque », estime le docteur Jacques Lucas, vice-président du conseil national de l'ordre des médecins. Ces outils, s'ils étaient recommandés ou prescrits par des médecins, auraient une diffusion plus sécurisée, la question centrale étant de savoir si cette innovation améliore la qualité de vie de la personne et, in fine, son espérance de vie. »

Quel modèle économique ?

L'essentiel du chiffre d'affaires des fabricants de bracelets, balances et autres accessoires repose sur la vente de leurs produits (souvent supérieur à 100 euros).

Le business model est plus complexe pour les applications, dont le développement coûte entre 10 000 et 50 000 euros. Seules 28 % sont payantes, entre 0,79 euro et 8,99 euros, avec une moyenne de 2,56 euros. Les possesseurs d'iPhone sont les plus dépensiers, au point que des applications gratuites sur Android (le système d'exploitation de Google) sont payantes sur iOS (celui d'Apple)!

Classiquement, les applications gratuites ont comme contrepartie l'insertion de nombreuses publicités sous forme de bannières ou de pages qui s'intercalent entre deux écrans. Ces réclames sont cependant nettement moins rentables que celles qui s'affichent sur les ordinateurs : « Un millier de publicités vues sur un smartphone nous rapportent 1 euro, contre environ 6 euros sur un écran classique, indique Valérie Brouchoud, directrice de Doctissimo, le premier site santé en France. Mais

ce tarif est plus élevé avec des applications très ciblées, comme Ma grossesse. »

Cette équation incite-t-elle certains à monétiser les précieuses données de leurs clients ? Fabricants et éditeurs assurement que non, ce qui ne les empêche pas de valoriser autrement ces informations : sur l'obésité, Withings réalise avec des chercheurs des études fondées sur les données anonymes de ses clients.

Face à la multiplication des acteurs et aux détournements possibles de ces informations, la Commission nationale de l'informatique et des libertés s'est emparée de ces questions. L'inconstance de certains utilisateurs pourrait leur assurer une protection naturelle : selon Himms, une organisation internationale faisant la promotion de ces technologies, 80 % des applications santé sont utilisées moins de 500 fois, pendant moins de cinq semaines. ■

« Trouver un cadre souple de régulation »

Faut-il réglementer les objets connectés ? Frédérique Lesaulnier, coordinatrice du pôle santé au service juridique de la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL), répond.

La CNIL a mis en place un chantier sur l'automesure. Où en êtes-vous ?

Ces nouveaux usages sont susceptibles de faire évoluer de façon profonde la manière d'appréhender la santé. La CNIL a d'ores et déjà procédé à une série d'entretiens avec des experts et étudié les modèles économiques à l'œuvre. Elle teste également des capteurs et des applications dans son laboratoire.

L'une des particularités de ce genre de mesures est liée au fait que la majorité des données est produite par l'utilisateur lui-même, qui peut les comparer à d'autres. Mais avant d'être accessibles à l'individu et à son réseau social, ces informations transitent par les serveurs des acteurs économiques qui commercialisent ces services.

L'exploitation des données produites par les utilisateurs est au cœur de leur modèle économique. D'où la constitution de vastes gisements d'informations qui échappent au contrôle, voire à la connaissance de l'individu, et sont utilisées à des fins de publicité ciblée, de vente de services, de mises à la disposition de tiers, de façon plus ou moins agréée. Or cette monétisation porte sur des données sensibles car elles touchent à l'intimité.

Le fait de les partager comporte-t-il des risques ?

Quand la collecte est initiée par les acteurs « traditionnels » du monde de la santé, elle a vocation à s'insérer dans des règles de protection et des procédures d'agrément existantes (dispositifs médicaux, hébergeurs de données de santé).

Lorsque les éléments sont recueillis par l'individu lui-même, l'une des difficultés pour

le régulateur est de savoir si ce sont des données de santé – renseignements sensibles qui doivent être confidentiels. Certains ont trait à la santé (la tension, par exemple), d'autres, apparemment plus anodins (la qualité du sommeil ou le poids), peuvent, reliés entre eux, révéler des données sur l'intimité, voire l'état de santé d'une personne. La valorisation des services va provenir de la corrélation de ces paramètres. Oui, certainement, ces éléments sont assimilables à des données de santé.

On peut s'interroger pourtant sur le caractère approprié du régime contraignant qui peut être applicable à des données à la frontière de la santé et du bien-être. Il faudra un cadre plus souple et des modes de régulation pragmatiques.

Faut-il (et comment) envisager de nouvelles régulations ?

Sans doute faudrait-il prévoir des procédures de certification ou de labellisation et faire valoir une logique de guichet unique alliant toutes les compétences (médicales, protection des données, éthique...). Il faut aussi sensibiliser les utilisateurs et leur conférer les moyens techniques de contrôler leurs données.

Le défi est d'accompagner l'innovation, tout en veillant à ce qu'elle ne se fasse pas au détriment de la vie privée. La CNIL publiera bientôt les résultats détaillés de ses travaux. Le G29, qui réunit l'ensemble des CNIL européennes, travaille à un avis commun sur l'Internet des objets.

Ces outils ne posent-ils pas des questions éthiques ?

Oui, bien sûr, et qui sont liées au caractère normatif de ces pratiques. Demain, va-t-il devenir suspect de ne pas se quantifier, comme si on avait quelque chose à cacher ? Ces outils pourront-ils s'imposer à chacun et faire ainsi peser sur l'individu l'obligation d'assumer une responsabilité collective ? ■

P. SA.

Comment fonctionnent ces appareils ?

Beaucoup des gadgets connectés fonctionnent à l'aide d'un composant déjà omniprésent dans les smartphones : l'accéléromètre. Celui-ci est constitué de pièces mobiles microscopiques qui bougent en fonction des accélérations subies dans les trois directions de l'espace. Vitesse et nombre de pas en sont déduits.

Ces objets recourent ensuite à des modèles pour convertir ces pas en calories dépensées, en vertu d'une relation de mécanique assez directe reliant accélération et énergie. Le calcul, propre à chaque fabricant, tient aussi compte de la taille, du poids, du sexe et de l'âge de l'individu. Selon le

type d'activité réalisée (marche, vélo, course...), les coefficients de conversion accélération-énergie ne sont pas les mêmes. Certains appareils demandent donc à l'utilisateur d'indiquer lui-même ce qu'il est en train de faire pour ajuster les paramètres. Souvent un capteur de pression est ajouté pour estimer le dénivèlement, affinant ainsi la mesure de l'effort.

La mesure de la fréquence cardiaque est a priori meilleure pour connaître les calories brûlées car reliée plus directement au métabolisme, mais elle nécessite le port d'une ceinture pectorale pour des mesures en continu. Avec un smartphone ou le Pulse de Withings, les pulsations

peuvent être prises plus ponctuellement à l'aide de diodes lumineuses éclairant le bout d'un doigt : la lumière réfléchie dépend de l'oxygénation et du rythme du flux sanguin.

« L'idéal est d'avoir les deux types de mesure », explique Chantal Simon (Inserm - université de Lyon), qui a comparé, en 2012, dans *Journal of Applied Physiology*, les différentes techniques. Résultat : la mesure des seuls mouvements est moins précise que celle de la fréquence cardiaque seule et moins bonne que celle couplant les deux indications. Et l'idéal est d'ajouter une calibration propre à l'individu. ■

D.L.

Un étranger familier dans la forêt

LE LIVRE

Le biologiste David Haskell s'est fondu pendant un an dans un sous-bois. Un récit passionnant

HERVÉ MORIN

C'est à un éblouissant voyage immobile que nous convie le biologiste américain David G. Haskell : pendant un an, il est revenu très régulièrement observer une même parcelle d'environ un mètre carré et ses habitants, dans une forêt ancienne des Appalaches, à Sewanee, Tennessee. Des centaines d'heures d'observation de cet écosystème qu'il compare à un mandala bouddhiste, un univers en réduction relié au reste du cosmos, il a tiré une chronique aussi érudite qu'accessible.

Le naturaliste, le moraliste et l'écrivain ne font qu'un dans cette entreprise. On ne compte pas les bonheurs d'écriture – la description de ces oiseaux ricochant sur les cimes « comme des galets », bien au-dessus de la litière de feuilles du sous-bois, « *Serengeti à mollusques* ». Ou sa façon de relier la physique à la biologie, l'inanimé au vivant, dans le récit de ces photons s'extirpant du Soleil pour venir nourrir le chant des oiseaux.

Le talent d'Haskell fait écho à celui d'un Jean-Henri Fabre (1823-1915) et ses *Souvenirs entomologiques*. Mais un Fabre qui aurait pleinement intégré les sciences de l'évolution et de l'écologie, sans pour autant être asséché par ces connaissances. « *Un mode de pensée exclusivement scientifique présente un danger*, souligne Haskell. *La forêt est transformée en schéma, les animaux deviennent des mécanismes.* » Or, et sa prose le rappelle magnifiquement, « *la nature n'est pas une machine.* »

Etrangeté radicale

La lecture de ce journal procure au lecteur une double ration d'exotisme. D'abord parce que la faune et la flore qui habitent ces pages sont américaines et que leurs noms sont souvent peu familiers. Mais aussi parce que les mondes qu'Haskell dévoile, les relations entre espèces qui les façonnent, sont d'une étrangeté radicale.

Le récit d'Haskell pourrait conduire à la mélancolie : nombre des personnages sont menacés par les activités humaines, à commencer par les forêts anciennes qu'il a choisis de nous présenter, qui ne couvrent plus aujourd'hui qu'un demi-pour-cent de la surface de l'est des États-Unis. L'apparition incongrue de deux balles de golf dans son « mandala » montre combien la civilisation exerce son empire sur ces lieux pourtant protégés. Mais Haskell ne se laisse pas gagner par le découragement. Les naturalistes d'aujourd'hui n'ont jamais eu autant d'occasions de se faire entendre du plus grand nombre, note-t-il.

Au terme de cette année de fusion dans le paysage, l'auteur est traversé par des sentiments ambivalents : celui d'une appartenance évolutive, originelle, à ce fragment de forêt ; celui d'une altérité, d'une méconnaissance insondable de la multitude des relations entre les organismes qui en font la trame. Solitude née du sentiment d'être dispensable en ces lieux ; soulagement de réaliser que la nature « tourne » sans l'homme. Mais cette longue « méditation » l'a convaincu que notre humanité se réalise mieux dans la fréquentation et la connaissance « *du reste de la communauté du vivant.* » ■

Un an dans la vie d'une forêt, de David G. Haskell, Flammarion, 370 p., 21,90 €.

Agenda

Rencontre « Intelligence collective, vers une matière grise 2.0 ? »

Comment concevoir des systèmes coopératifs pertinents fondés sur le « réfléchir ensemble », et utilisant au mieux tous les savoirs ?

Comment le travail collaboratif peut-il faciliter les processus d'innovation ? Ces questions seront au centre d'une rencontre organisée dans le cadre des Rencontres du Café des techniques, au musée des Arts et Métiers, à Paris.

► Jeudi 20 février, à 18 h 30.
60, rue Réaumur, Paris 3^e. Inscription conseillée : musee-conf@cnam.fr

« Le pouvoir ne fatigue que ceux qui ne l'ont pas »



IMPROBABLOGIE

Pierre Barthélémy

Journaliste et blogueur
(Passeurdesciences.blog, lemonde.fr)
(PHOTO : MARC CHAMMEL)

Le pouvoir ne fatigue que ceux qui ne l'ont pas. » C'est ainsi que l'inextinguible homme politique italien Giulio Andreotti (1919-2013), de multiples fois ministre et président du Conseil, répondait à qui lui demandait com-

ment il avait fait pour survivre à toutes ces décennies de pouvoir. Mais, derrière la boutade, y a-t-il une part de vérité ? Ne pas avoir de pouvoir sur les gens ou les choses, être perpétuellement soumis aux contraintes imposées par d'autres, même-t-il à l'épuisement ?

Faute d'avoir la réponse de Nicolas S. et de Silvio B., il faut se tourner vers la science. C'est à cette question que s'attaquent deux chercheurs de l'université de Cambridge, dans une étude publiée le 4 février par le *Journal of Experimental Psychology*. Eun Hee Lee et Simone Schnall sont partis de l'idée que la psychologie pouvait influencer l'évaluation des caractéristiques physiques du monde.

Des expériences ont ainsi montré qu'avec une bonne estime de vous, vous aurez, par rapport aux gens qui se précipitent, tendance à juger plus grande la distance qui sépare votre visage d'une mygale – vivante, sinon ce n'est pas du jeu. De la même manière, entendre une musique triste vous conduira à trouver une colline plus pentue que les individus qui ont dans la tête un air joyeux. Ecoutez Serge Lama bramer

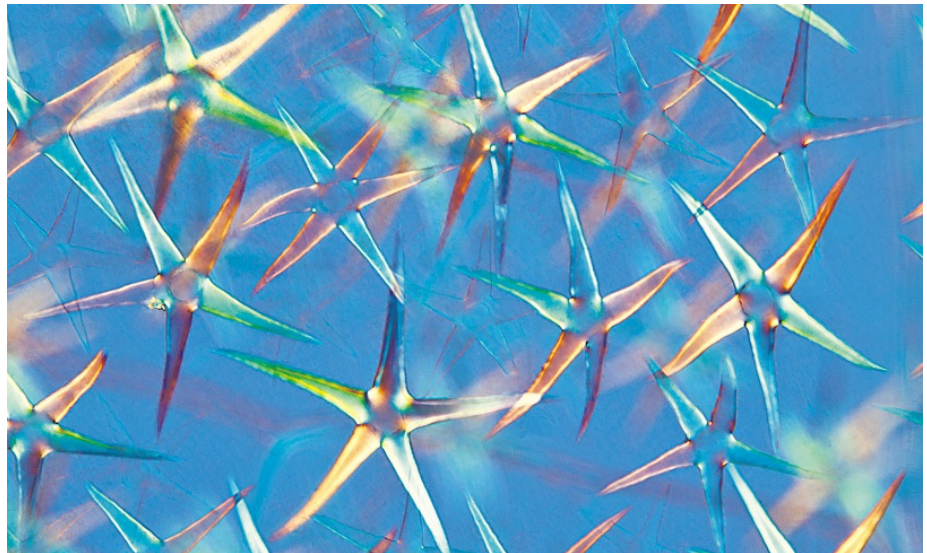
en boucle « *Je suis malaaaaade* », et il se peut que vous vous sentiez mal en gravissant l'Annapurna qu'est la butte Montmartre.

Si ne pas avoir de pouvoir fatiguait, cela pourrait modifier la manière dont on estime le poids des objets, ont donc imaginé Eun Hee Lee et Simone Schnall. Pour tester l'hypothèse, ces chercheurs ont mené trois expériences. Dans la première, ils ont soumis 145 cobayes à un questionnaire grâce auquel chacun évaluait le pouvoir qu'il détenait en notant de 1 à 7 la justesse d'affirmations telles que « *Dans mes relations avec les autres, j'arrive à faire en sorte que les gens écoutent ce que j'ai à dire* ». Puis on leur demandait de peser deux cartons contenant des livres. Moins ils se sentaient puissants, plus la charge semblait lourde.

Les deux autres expériences ont servi à affiner ce résultat en mettant artificiellement les participants dans des situations de puissance ou de domination. Croyant que l'on testait l'influence d'un effort physique sur la mémoire, les participants commençaient par porter les cartons de livres puis devaient raconter par

écrit un souvenir : soit un événement au cours duquel ils avaient eu du pouvoir sur quelqu'un, soit une anecdote où ils étaient les subordonnés, soit, pour le groupe témoin, un épisode neutre comme le trajet parcouru tous les jours entre leur domicile et leur lieu de travail. Puis, ils devaient de nouveau soulever des cartons et estimer leur poids. Le groupe des « puissants » et le groupe témoin sont restés dans la même fourchette d'évaluation, proche de la valeur réelle. En revanche, celui des « dominés » a surestimé le poids des livres de manière significative. Avoir du pouvoir ne donne pas de biceps mais ne pas en avoir affaiblit.

Pour les auteurs, ce résultat s'explique peut-être par le fait que, dans l'espèce humaine, les individus en bas de la hiérarchie sociale auraient un avantage à exagérer le poids des choses : ils s'abstiendraient de se lancer dans des tâches difficiles risquant d'épuiser leurs ressources limitées. Et si les « lourdes » responsabilités pesant sur les puissants n'étaient finalement que fétus par rapport aux charges qui écrasent les gens de peu ? ■



Des étoiles plein les feuilles

Ce cliché, pris au microscope en lumière polarisante, a valu à Steven Francis Lowry, de Portstewart (Irlande du Nord), une « mention honorable » dans la catégorie photographie d'un concours organisé par la National Science Foundation américaine et la revue *Science*. Ces

étoiles translucides n'appartiennent ni au cosmos ni au monde océanique, mais hérissent les poils qui couvrent les feuilles d'un arbuste originaire d'Asie, *Deutzia scabra*. Au Japon, explique le photographe, les ébénistes utilisent ses propriétés abrasives pour le ponçage fin du bois. ■ (STEVE LOWRY PHOTOGRAPHY)

Vie et mort d'une théorie



LES COULLISSES DE LA PAILLASSE

Marco Zito

Physicien des particules,
Commissariat à l'énergie atomique
et aux énergies alternatives
(PHOTO : MARC CHAMMEL)

Quelles sont les théories scientifiques qui devraient être mises au placard ? C'est la question qu'a posée dans son « défi » annuel le site Edge (Edge.org), un forum de discussion sur la science : le but est d'accélérer le progrès de nos connaissances.

Le débat scientifique peut en effet donner lieu à des situations de blocage, comme celle décrite par Max Planck, un des pères de la mécanique quantique. Il expliquait qu'il avait été incapable de persuader le chimiste germano-balte Wilhelm Ostwald que la deuxième loi de la thermodynamique (augmentation de l'entropie) ne pouvait pas être déduite de la première (la conservation de l'énergie). « *Cette expérience me donnait aussi l'occasion d'apprendre un fait remarquable : une nouvelle vérité scientifique ne triomphe pas en convainquant ses opposants et en leur faisant voir la lumière, mais plutôt parce que ses opposants finissent par mourir, et arrive une nouvelle génération qui est familière avec la nouvelle idée.* »

Ces difficultés font souvent partie des débats entre chercheurs. Le philosophe des sciences américain Thomas Kuhn, dans *La Structure des révolutions scientifiques* (Flammarion, 1983), en donne une interprétation assez proche de la réalité. Il introduit la notion d'un développement non linéaire, déterminé par le succès d'un paradigme, ensuite par sa chute. Celui-ci, une fois établi, permet à la science d'expliquer les résultats des

mesures déjà effectuées et d'en prévoir d'autres.

Néanmoins, toute théorie bute contre ses propres limites. Les anomalies, à la suite d'expériences de plus en plus sophistiquées, s'accumulent : la théorie entre en crise avant d'être remplacée par une nouvelle, au prix d'une lutte sans merci. C'est le « changement de paradigme », expression qui fait désormais partie du langage courant. Planck décrit la traduction de ce bouleversement en conflit générationnel, entre les grands pères de l'établissement scientifique, attachés au vieux paradigme, et les jeunes tenants d'une révolution scientifique. Ce corps-à-corps entre chercheurs permet d'éliminer les théories non viables mais aussi de ne pas abandonner une théorie établie au premier « accrochage » avec les données expérimentales.

C'est donc avec beaucoup d'intérêt que je lis la centaine de réponses publiées sur le site d'Edge. C'est une plongée dans l'esprit des meilleurs chercheurs, avec un bouillonnement d'idées et de propositions tous azimuts. Néanmoins, à la deuxième lecture pointée une certaine déception. La plupart des participants avancent

des thèses ambitieuses, mais leurs plaidoyers sont en général peu convaincants. L'un d'eux avoue candidement : « *Ce travail est encore au stade de la spéculation et n'a pas encore été validé par la communauté scientifique.* » Or c'est justement le moment où une idée passe du monde de la spéculation à celui de la confrontation avec l'expérience qui marque la maturité d'une nouvelle théorie. Ainsi, la relativité générale n'aurait jamais été acceptée si elle n'avait pas prédit de nouveaux phénomènes, en accord avec les observations.

Dans le domaine de la physique, le débat le plus acharné se concentre sur la théorie des cordes. Certains souhaitent abandonner l'idée d'espace-temps et même celle de géométrie. Pour l'instant on peine à identifier clairement la théorie physique, qui est proche de son déclin. On pourrait même souligner que les paradigmes actuels jouissent d'une excellente santé et on ne voit pas comment les remplacer par de simples spéculations théoriques. La réponse viendra sans doute de nouvelles expériences qui contredisent ou mettent en difficulté les prédictions des paradigmes en place. ■

CATHERINE MARY

Par une pluvieuse journée d'hiver, Pierre Déom marche d'un pas alerte dans une forêt de Boult-aux-Bois, le village des Ardennes où se niche *La Hulotte*, le journal naturaliste dont le 100^e numéro vient de paraître et qui, depuis plus de quarante ans, réussit à séduire aussi bien les enfants que les chercheurs en biologie ou en mathématiques.

Un voile de pluie recouvre le paysage, la terre argileuse est gorgée d'eau. Parfois Pierre Déom s'arrête pour raconter d'une voix posée l'histoire d'un arbre, soucieux du moindre détail. Ce hêtre s'élevant seul, la cime en éventail, au milieu d'une clairière que les forestiers de l'Office national des forêts ont, pour une raison qu'il ignore, omis d'abattre. Celui-ci, dont le tronc atrophié s'est courbé alors qu'il était encore jeune, et sur lequel ont poussé deux branches épaisses dressées à la verticale vers le ciel, en quête de lumière. Les mystères de cette forêt, il les a racontés dans le numéro 88 de *La Hulotte* intitulé « Petits mystères des grands bois », invitant le lecteur à résoudre les énigmes par lesquelles ces arbres ont acquis des formes si étranges.

« C'est une revue que j'aime beaucoup. Je trouve qu'elle s'adresse aux jeunes enfants au moment où on éveille leur curiosité. C'est rare d'avoir des textes si intelligents pour un si jeune âge », commente Patrick Popescu-Pampu, de l'université de Lille, qui s'est servi de *La Hulotte*, à laquelle est abonné son fils, pour imaginer un problème de mathématiques publié dans *Imagés de maths*, une revue en ligne du CNRS.

« Pierre Déom aime que les informations soient le plus complètes possibles. Il veut entraîner le lecteur pour lui montrer que la biologie qu'il a sous les yeux est extraordinaire », renchérit Vincent Prié, du Muséum national d'histoire naturelle, à Paris, abonné à *La Hulotte* depuis l'âge de 8 ans. « Il y a une grande qualité graphique dans son travail. J'aime cette manière qu'il a d'ouvrir son univers aussi bien aux biologistes de haut vol qu'aux enfants. Il réussit un coup de maître », estime encore l'architecte bruxellois Luc Schuiten, qui a connu le journal grâce à sa fille biologiste, Maya Schuiten, avec laquelle il vient de cosigner un album d'éveil à la nature, *La Maison des papillons* (à paraître le 20 mars aux éditions La Renaissance du livre).

Si *La Hulotte* a évolué dans sa forme depuis ses débuts en 1972, son esprit, fait d'un mélange d'humour, de rigueur et de simplicité, n'a pas changé. « Ce que j'essaie de faire passer, c'est cet émerveillement. J'ai eu une sorte d'éblouissement, de révélation », confie Pierre Déom en évoquant sa découverte de la nature, à l'âge de 17 ans. Tout commence à Charleville-Mézières, lorsqu'il intègre l'école normale d'instituteurs.

« Il y a une grande qualité graphique dans son travail. J'aime cette manière qu'il a d'ouvrir son univers aussi bien aux biologistes de haut vol qu'aux enfants »

LUC SCHUITEN
architecte

La ville l'étoffe. La lecture de *Rabotiot*, de Maurice Genevoix, lui fait l'effet d'une révélation. « Ce qui m'a fasciné, c'est la connaissance très pointue que le braconnier a de la nature, et la manière dont, à l'aide de petites indices à la Sherlock Holmes, il peut reconnaître les animaux, se souvenir-il. C'est à partir de là que je me suis tou-



LAURENT VILLERET/DOLCE VITA/PICTUREFAM

Pierre Déom, père de « La Hulotte »

PORTRAIT | L'ancien instituteur anime depuis quarante ans la revue naturaliste, dont le numéro 100 vient de paraître

né vers le bagueage des oiseaux, qui s'apparente au braconnage sans la culpabilité de la mise à mort de l'animal.

Lors d'une réunion de bagueurs, il rencontre un instituteur qui l'initie à l'ornithologie, lui fait prendre conscience de la diversité des oiseaux et de leur capacité d'adaptation. Dès lors, il ne quitte plus la nature. Jeune instituteur, il participe à la création des premiers clubs « Connaitre et protéger la nature » (CPN) et devient rédacteur et dessinateur de *La Hulotte des Ardennes*, le bulletin de liaison des CPN, baptisé ainsi en hommage à la chouette hulotte qui nichait dans le village de Rubécourt-et-Lamécourt, où commença l'aventure. À l'époque, il s'agissait d'une simple feuille de chou, dont les histoires mettaient en scène une petite chouette livrant des astuces pour observer la nature.

Très vite le nombre d'abonnements décolle et la réputation de la revue dépasse les frontières du département. Elle devient *La Hulotte* en 1974, et Pierre Déom délaisse son métier d'instituteur pour s'y consacrer à temps plein. Au fil des années, il perfectionne son trait pour acquiescer la maîtrise d'un dessinateur naturaliste, étoffe ses histoires. À côté de la chouette hulotte, des animaux stylisés et des personnages de fiction apparaissent pour poser un regard fantasmatique ingénou et humoristique sur les descriptions rigoureuses. Il s'invente un double, le reporter Adrien Desfossez, et n'hésite pas non

plus à faire intervenir Sherlock Holmes. Il observe beaucoup, mais se documente aussi et s'appuie pour cela sur le travail de Claire Ménézière, son assistante, qui se réfère autant aux textes des naturalistes du XIX^e siècle qu'aux documents transmis par les spécialistes du Muséum national d'histoire naturelle.

Chaque numéro de *La Hulotte*, publié au rythme de deux numéros par an en moyenne envoyés aux quelque 150 000 abonnés, en France et à l'étranger, lui demande plusieurs centaines d'heures. Ce travail lui a valu le prix de la vulgarisation scientifique par la Fondation de France, en 1989, et le prix Jacques Lacroix de l'Académie française en 2001.

Pourtant Pierre Déom se soucie peu du succès. Il aime travailler dans le silence et les livres qui peuplent son atelier de Boult-aux-Bois. Sur un panneau de liège, à proximité de la porte d'entrée, est punaisée la reproduction d'une photo ancienne. C'est un portrait d'Arthur Rimbaud, un autre enfant du pays. « Je l'ai mise là pour me désintoxiquer. Cette tête d'enfant frondeur lui correspond plus que celle du rêveur éthéré que l'on voit partout », confie-t-il. Il aime sa poésie, relève dans ses poèmes de nombreuses notations naturalistes qui viennent, pense-t-il, des longues marches durant lesquelles le poète s'est imprégné de sensations et de paysages. « Rimbaud, c'est le seul qui qualifie les forêts de violettes. Et c'est vrai que les forêts sont violettes en hiver. » ■

Les choucas se regardent dans le blanc des yeux

ZOOLOGIE

ROXANE TCHERNIA

Ce qui est sûr, c'est qu'ils sont très mal à l'aise quand un humain les fixe », observe Frédéric Malher, vice-président du Centre ornithologique Ile-de-France (Corif), soulignant ainsi l'importance du rôle que pourrait jouer le regard dans le système de communication des choucas des tours (*Corvus monedula*). Une étude, publiée le 5 février dans les *Biology Letters* de la Royal Society britannique, va dans ce sens et montre que « les yeux blancs, tirant sur le bleu clair, caractéristiques » de ces oiseaux pourraient agir comme un signal pour alerter leurs semblables qu'ils occupent déjà le nid convoité.

« Éviter la bagarre »

« C'est en observant les choucas se disputer les nichoirs dans les volières du Laboratoire de cognition comparée que j'ai remarqué à quel point leurs yeux étaient visibles depuis l'extérieur de leurs abris », raconte Gabrielle Davidson, en cours de doctorat dans le département de psychologie de l'université de Cambridge, qui a dirigé ce travail. Comme je savais qu'ils menaient une rude compétition entre eux pour trouver un nid, j'ai voulu savoir si l'étonnante brillance de leurs yeux pouvait intervenir. » Pour vérifier cette hypothèse, elle a conduit ses expériences dans le village boisé de Madingley, sur le site du Cambridge Jackdaw



La brillance de ses yeux permet au choucas de prévenir ses congénères de sa présence dans un nid.

RICHARD WOODS

Project (jackdaw signifie « choucas » en anglais). Ce lieu, consacré à la recherche sur la cognition des corvidés (corneilles, corbeaux, pies...), a été créé en 2010 par l'un des coauteurs de l'étude, le docteur Alex Thornton, de l'université d'Exeter (Devon).

Gabrielle Davidson a eu l'idée de comparer les réactions de choucas se retrouvant face à un nichoir à l'intérieur duquel était suspendue une image modifiée sur Photoshop qui représentait, selon l'abri, les seuls yeux clairs de l'oiseau, sa tête originale ou encore cette même tête avec des yeux foncés. Quatre-vingts nichoirs ont ainsi été utilisés, répartis sur quatorze zones de Madingley et, à chaque fois, une caméra, dissimulée, filmait l'environnement autour du nid artificiel.

Les résultats montrent que les volatiles se sont significativement moins approchés des nichoirs lorsque seuls les iris pâles étaient visibles alors qu'ils n'ont pas hésité à y pénétrer quand il y avait la tête aux yeux sombres. Pour les auteurs, ces informations indiquent que la couleur de l'œil pourrait permettre de prévenir un autre choucas cherchant à entrer dans un nid que celui-ci est déjà occupé. Un moyen de se dispenser d'un violent combat entre deux individus de la même espèce.

« Beau coup de choses dans la nature visent à éviter la bagarre », confirme Frédéric Malher, du Corif. La parade nuptiale, simulacra de lutte, est un bon exemple. « Cependant, un animal particulièrement belliqueux pourra, bien que prévenu, décider d'attaquer l'occupant d'un nid pour le déloger, car « les places sont chères », précise M. Malher. Ces passereaux choisissent des cavités, trous ou crevasses pour s'établir et se reproduire. « Une fois installé, l'oiseau couveur n'a pas intérêt à se rendre visible des prédateurs », prévient Frédéric Malher.

L'éclat de leurs yeux, en contraste avec leur corps sombre et leur cou gris, les expose-t-il davantage ? Cet aspect n'a pas été analysé mais, pour Gabrielle Davidson, ce travail n'est qu'un début. « Nous n'avons pas étudié si leur regard pouvait être un outil de communication sociale comme c'est le cas chez les humains », déplore la jeune doctorante qui a, semble-t-il, encore bien des choses à lire dans les yeux des oiseaux. ■

AFFAIRE DE LOGIQUE

Pal-N-dromes

On appelle pal-N-drome un nombre qui, multiplié par l'entier N, donne le nombre dont l'écriture décimale est la renversée de celle du nombre initial. Ainsi, 3553 est un pal-1-drome.

Quels sont, pour N > 1, tous les pal-N-dromes à 4 chiffres ? (ne commençant pas par 0)

SOLUTION DU N° 853

Le nombre maximal de jetons de présence attribués chaque mois est 44, mais seulement 42 si le président appartient à 5 commissions.

- Si les lettres de A à K désignent les commissions et les chiffres à 1-13 les membres (1 le président), il faudrait une configuration possible, pour un total de 44 jetons, est :
1. ABC 2. DEF 3. GHI 4. JK
5. ADGJ 6. AEIK 7. AFH
8. BI 9. BEHI 10. BHGK
11. CEG 12. CDHK 13. CFJ
Chaque des 55 paires de commissions (parmi 11) ne peut être prise que par une personne. Si un même membre appartient à p commissions, il occupe p(p-1)/2

de ces paires. Ainsi, dans la configuration précédente, les 55 paires sont occupées une fois chacune (6 × 6 par les membres de 4 commissions, 6 × 3 par les membres de 3 commissions, 1 par le membre de 2 commissions). Pour accroître les jetons de présence d'une unité, il faudrait ajouter la valeur de p d'une unité pour un des membres, ce qui augmenterait le nombre de paires couvertes de plus d'une unité : une des paires de commissions serait prise par plus d'une unité.

- Si le président appartient à 5 commissions, une configuration possible, pour un total de 42 jetons, est :

1. ABCDE 2. FGHE 3. IJKE 4. DFG
5. AFI 6. AGI 7. AHK
8. BFI 9. BGK 10. BHI
11. CFK 12. CGI 13. CHI
On ne peut faire mieux, car la répartition des membres n° 2 à 13, soit 25 jetons pour l'ensemble de ces 6 commissions (au-delà, une des 15 paires de commissions serait prise deux fois). On y ajoute les 5 jetons du n° 1 et la possibilité des 12 autres membres d'adhérer en plus à une des commissions du n° 1 (mais jamais à 2), ce qui mène à un maximum de 42 jetons.

N° 854

Festivals de jeux... avec des maths

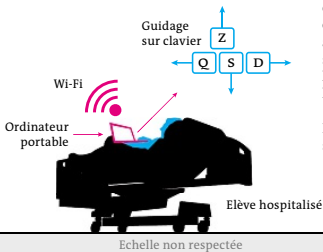
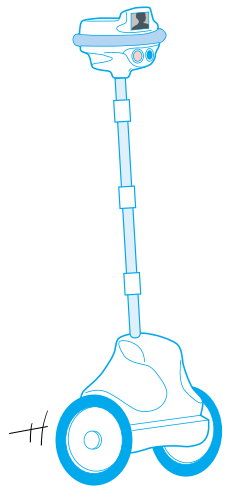
La saison des festivals de jeux est lancée.

• Et pour commencer, du 28 février au 2 mars, l'incontournable Festival international des jeux, au Palais des festivals de Cannes, vitrine mondiale du jeu s'étalant sur 30 000 m². Les mathématiques seront bien sûr présentes, via leurs algorithmes et stratégies, mais aussi sous forme d'ateliers pour petits et grands, pour joueurs passionnés ou simples curieux, en particulier sur le stand du Comité international des jeux mathématiques (CIJM). Le festival sera aussi l'occasion de rencontrer des créateurs et des éditeurs, de jouer sur écran, de découvrir à travers des animations, des livres ou des logiciels toutes sortes de puzzles, divertissements, énigmes logiques ou mathématiques récréatives, de participer à des compétitions de grilles logiques et de sudoku... À ne pas manquer, mérite le détour.

Informations sur www.festivaldesjeux-cannes.com

• Le Festival des jeux de l'esprit, qui se tiendra à l'hôtel de ville du Mans les 15 et 16 mars, est plus récent. Tous les joueurs, y compris les tout-petits, auxquels un espace spécial sera consacré, y seront les bienvenus. Des jeux du monde entier seront au rendez-vous, au sein desquels les énigmes mathématiques occuperont une place de choix. Fous de maths ou simples amateurs, tous prendront plaisir à découvrir Le Mans à travers un rallye mathématique dans les rues de la ville ou à participer à la sélection de l'équipe qui représentera les Pays de Loire lors de la coupe Euromaths.

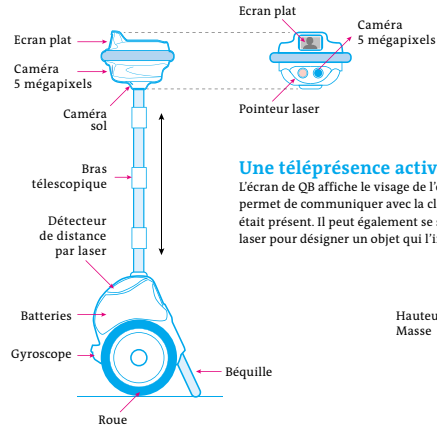
Un robot à l'école



Echelle non respectée

Les élèves malades peuvent-ils garder un lien avec leur classe, par l'intermédiaire d'un robot? Tel est l'enjeu de l'expérience pilote qui sera lancée par la région Rhône-Alpes, dans trois lycées de Lyon, Saint-Etienne et Bourg-en-Bresse, dès la rentrée prochaine. Trois robots QB de la société américaine Anybots, commercialisés en France par la société Awabot, seront mis à disposition. « Ce robot aura avant tout un rôle social. Il rendra les élèves et les enseignants plus conscients du fait qu'un élève est absent, et leur comportement en sera modifié », commente Yves-Armel Martin, directeur d'Erasmus, living-lab du département du Rhône. Le robot QB est constitué d'un socle monté sur roulettes, relié à une tête par un bras télescopique. Il est équipé d'un haut-parleur, de deux caméras, d'un écran vidéo et est connecté au réseau Wi-Fi. L'enfant peut le téléguider depuis le clavier de son ordinateur et interagir en temps réel par la voix et les données vidéo. Financé à hauteur de 490 000 €, le projet permettra, outre l'achat des robots (coût unitaire de 12 600 €), le développement d'une interface open source pour la création de logiciels adaptés à l'usage scolaire. L'École normale supérieure de Lyon, l'université Lyon-1, le learning lab de l'École centrale Lyon et l'EM Lyon sont impliqués dans ce projet.

Des robots QB sont pilotables à distance sur le site www.anybots.com



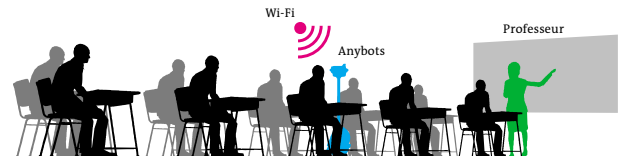
Une téléprésence active

L'écran de QB affiche le visage de l'élève et lui permet de communiquer avec la classe, comme s'il était présent. Il peut également servir du pointeur laser pour désigner un objet qui l'intéresse

Hauteur 70 à 157 cm
Masse 14,5 kg

Un avatar agile

Du fait de sa base compacte et de son système de stabilisation gyroscopique, QB est un robot agile. Sa mobilité lui permet d'accompagner les élèves en dehors de la classe, notamment en récréation.



TEXTE - CATHERINE MARY

INFOGRAPHIE LE MONDE

SOURCES - ANYBOTS, AWABOT

Un collectif de chercheurs s'inquiète de la diminution drastique du financement de ses structures au profit d'un financement par projets, souvent « thématiques »

Plaidoyer pour la recherche clinique hospitalière

| TRIBUNE |

La recherche réalisée dans les hôpitaux français est mondialement reconnue. Grâce à la qualité des médecins-chercheurs et aux interactions étroites entre hôpitaux, universités et grands organismes de recherche tels que l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm) et le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), elle a permis des avancées médicales majeures dans les domaines les plus variés. Malgré ce socle porteur, plusieurs indicateurs virent au rouge et inquiètent vivement les médecins impliqués dans la recherche clinique.

Les programmes hospitaliers de recherche clinique (PHRC), financés par le ministère de la santé et dont on vient de fêter les 20 ans, ont vu leur budget baisser en 2013, tandis que les financements interrégionaux ont chuté d'environ 50 % en un an. A ces coupes importantes, la Direction générale de l'offre de soins (DGOS) ajoute des règles d'engagement des dépenses de plus en plus contraignantes, incompatibles avec l'amorçage de certains projets. Ces règles introduisent une couche supplémentaire inutile à un environnement déjà trop complexe sur le plan administratif et réglementaire.

Cette évolution est préoccupante, alors que le délai moyen de mise en place d'un projet de recherche hospitalier – qui nécessite déjà l'accord de plusieurs agences nationales telles que les Comités de protection des personnes (CPP), l'Agence nationale de sécurité du médicament (ANSM), la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL) – ne cesse de s'allonger. Cet empiètement administratif mobilise une part croissante des ressources humaines, qui devraient être consacrées à la conception et à la mise en œuvre des études cliniques, ainsi qu'à l'interprétation de ces recherches.

Alors qu'on annonce un « choc de simplification administrative », il est paradoxal que les pouvoirs publics accumulent les entraves dans un contexte de compétition internationale accrue où la priorité devrait être de fluidifier les processus pour dynamiser la recherche académique.

Dans le même temps, on apprend la fin prochaine (début 2015) du Centre national de gestion des essais de produits de santé (CeNGEPS). Cette structure, issue des réflexions menées par le Conseil stratégique des industries de santé (CSIS) et mise en place en 2007, a pour objectif d'améliorer la performance et la compétitivité des études cliniques menées sur notre territoire. Cette disparition programmée est pour le moins paradoxale, alors que la concurrence des pays d'Europe de l'Est ou d'Asie s'est renforcée, que l'industrie pharmaceutique française s'affaiblit, que le nom-

bre d'essais cliniques réalisés sur notre territoire diminue, et surtout que les indicateurs précis montrent un impact très positif de ce dispositif.

Cette décision a trois conséquences préjudiciables : pour le patient d'abord, puisque l'accès aux nouveaux médicaments est plus aisé et plus rapide lorsqu'ils ont fait l'objet d'études sur le territoire national ; en termes économiques car elle entraîne la perte d'emplois qualifiés, pour la recherche fondamentale et translationnelle (du laboratoire au lit du malade) enfin, qui en subit inévitablement les contrecoups.

Un autre motif de préoccupation est la diminution drastique du financement des structures au profit d'un financement par projets, souvent « thématiques », pilotés par le ministère de la santé ou des instituts spécialisés. Cette politique s'avère déléter lorsqu'elle s'applique massivement, comme c'est le cas aujourd'hui, en conditionnant la quasi-totalité des financements de la recherche clinique à des appels à projets et en fragilisant ainsi les délégations à la recherche clinique et à l'innovation implantées dans les hôpitaux publics.

Alors que l'organisation de la recherche clinique devient de plus en plus complexe et que les responsabilités des établissements promoteurs s'alourdissent,

« Les progrès médicaux, basés sur de nouvelles connaissances scientifiques, ne se décrètent pas et se prêtent mal à la programmation centralisée »

sent, on constate une diminution des financements pérennes – les missions d'enseignement, de recherche, de référence et d'innovation (Merri) fixes et autres financements récurrents – et leur conditionnement au succès aux appels d'offres, qui menace l'organisation et le maintien de compétences très spécialisées.

La précarité de nombreux « métiers de la recherche » et l'absence d'évolution de carrière entraînent une « évaporation de compétences » hautement qualifiées, qui quittent l'hôpital pour des postes plus stables et des salaires plus attractifs, souvent dans le secteur privé. Une autre conséquence néfaste est un effet « accordeon » de l'activité des équipes, au gré des succès des appels à projets. De plus, vouloir pilo-

ter la recherche médicale comme le développement technologique est une profonde erreur. Il faut retenir les enseignements du passé, et le programme du président Nixon, qui pensait, à tort, qu'on pourrait vaincre le cancer comme on avait pu envoyer le premier homme sur la Lune, est là pour le prouver [le 23 décembre 1971, le président Nixon signa le National Cancer Act 1971, dont l'objectif était de vaincre le cancer pour le bicentenaire de l'indépendance américaine, en 1976]. Sans nier l'importance d'appels d'offres thématiques répondant aux grands défis sanitaires, il est essentiel de comprendre que les progrès médicaux, basés sur de nouvelles connaissances scientifiques, ne se décrètent pas et se prêtent mal à la programmation centralisée.

Un dernier aspect, tout aussi important, est la reconnaissance de la mission confiée aux centres hospitaliers français en matière de recherche. En ces périodes de vaches maigres, on assiste, dans de nombreux établissements, à une amputation ou à une réorientation des budgets théoriquement affectés à la recherche vers le financement (habituellement déficitaire) des activités de soins. Ce siphonnage des moyens consacrés à la recherche stérilise le terrain favorable créé ces dernières décennies. En particulier, l'absence de soutien significatif aux projets émergents et aux jeunes médecins est le reflet d'un double discours : la recherche médicale est certes importante... mais l'hôpital n'a pas les moyens de la financer.

Quelles solutions peut-on proposer pour préserver notre expertise et réaffirmer la place de la recherche médicale hospitalière française? La priorité est de ne pas se contenter de déclarations générales, souvent faites à l'occasion des contrats quinquennaux, et qui ne sont pas suivies d'effet. La valorisation de la recherche dans nos hôpitaux doit se traduire par des dispositions concrètes, transparentes, et surtout par des « règles du jeu » stables concernant la distribution des moyens. La sanctuarisation des financements destinés à la recherche et issus de celle-ci ; le renforcement et la pérennisation des services de soutien méthodologique ; la simplification et le raccourcissement des procédures administratives ; un soutien affirmé aux projets les plus innovants et aux partenariats public-privés sont autant de conditions nécessaires au développement d'une stratégie intelligente et productive dans nos hôpitaux.

La recherche médicale hospitalière française peut à juste titre être considérée comme une des meilleures du monde. Pour autant, il s'agit aujourd'hui d'une excellence en péril, et seul un soutien affirmé et durable lui permettra de tenir son rang et de répondre aux attentes légitimes de la société en matière de progrès médicaux. ■

Professeurs
Charles Dumontet
(Hospices civils de Lyon) ;
Claude Dubray (CHU
de Clermont-Ferrand) ;
Jean-Christophe Antoine
(CHU de Saint-Etienne) ;
Jean-Pierre Zarski
(CHU de Grenoble),
au nom du Groupement
interrégional
de recherche clinique
de l'Interrégion
Rhône-Alpes-Auvergne.

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