

BIODIVERSITÉ
**LE PARTAGE DES DONNÉES
SUSCITE DES RÉSISTANCES**
→ PAGE 2



NEUROLOGIE
**RÉORGANISER SON CERVEAU
GRÂCE AU NEUROFEEDBACK**
→ PAGE 3



PORTRAIT
**CARL ELLIOTT, BIOÉTHICIEN
ET LANCEUR D'ALERTE**
→ PAGE 7



Le trésor volé de la « Jeanne-Elisabeth »

Au terme d'une enquête associant archéologues et douaniers, des pillers d'un brick suédois coulé en 1755 au large d'une plage de l'Hérault viennent d'être condamnés. La fouille scientifique du navire continue tandis qu'une partie du butin est toujours dans la nature.

PAGES 4-5



Mélange d'objets et de pièces découverts dans l'épave du navire suédois. TEDDY SEGUIN/DRASSM

Tout est nombre



CARTE BLANCHE

Etienne Ghys

Mathématicien, directeur
de recherche au CNRS à l'Ecole
normale supérieure de Lyon.
etienne.ghys@ens-lyon.fr

(PHOTO: FABRICE CATERINI)

Un nouveau record a été validé le 7 janvier : 2 à la puissance 74 207 281 moins 1 est le plus grand nombre premier connu à ce jour. Ce nombre s'écrit avec 22 338 618 chiffres. En soi, ce n'est pas une grande nouvelle. Depuis les années 1950, le nombre de chiffres du record suit de près le progrès des ordinateurs. Il est multiplié par 10 à peu près tous les dix ans et on devrait donc atteindre le milliard de chiffres d'ici une quinzaine d'années. Pourquoi cette course effrénée ? On pourrait parler de l'usage des nombres premiers en cryptologie, ou de l'intérêt de cette recherche pour tester les ordinateurs, mais il s'agit avant tout d'un de ces « problèmes plaisants et délectables qui se font par les nombres », selon le titre d'un livre de Bachet de Méziriac, publié à Lyon en 1612. La vraie motivation de nombreux mathématiciens est en effet le plaisir et la délectation.

C'est l'occasion de présenter aux lecteurs du Monde une démonstration mathématique. Il ne s'agit certes pas d'une nouveauté puisqu'on la trouve dans *Les Éléments*, d'Euclide, composé il y a plus de deux mille ans. Mais elle représente pour beaucoup le paradigme

de la beauté mathématique. Certains neurobiologistes ont même enfermé des mathématiciens dans des tunnels IRM pour « mesurer » leurs émotions esthétiques.

Un nombre entier est premier s'il n'est divisible que par deux nombres : 1 et lui-même. Par exemple, 6 n'est pas premier car il est égal à 2 fois 3, alors que 5 ne peut se décomposer que comme 5 fois 1 ou 1 fois 5, donc 5 est premier. Si un entier n'est pas premier, il peut se décomposer en un produit de deux nombres plus petits, qui peuvent à leur tour se décomposer s'ils ne sont pas premiers, etc. Au bout du compte, tout nombre entier se décompose en un produit de nombres premiers. C'est d'ailleurs ce qui fait leur intérêt : ce sont les briques élémentaires qui permettent de construire tous les nombres. Par exemple, 2016 est égal à $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times 7$.

Euclide affirme qu'il existe une infinité de nombres premiers et voici comment il le démontre. Prenez quelques nombres premiers, par exemple 5, 13 et 31. Multipliez-les : vous obtenez 2015. Ajoutez 1. Vous obtenez un nombre entier N, égal à 2016 dans notre exemple. Evidemment, N n'est divisible par aucun des nombres

premiers dont on est parti puisque le reste de la division est égal à 1. Tous les diviseurs premiers de N sont donc différents de ceux dont on est parti. Pour toute liste finie de nombres premiers, on peut ainsi trouver un nombre premier qui n'est pas dans la liste. Il y a donc une infinité de nombres premiers. CQFD. Pour battre le record du 7 janvier, il « suffirait » de multiplier tous les nombres premiers plus petits que le champion du moment, d'ajouter 1, et de choisir un diviseur premier du résultat. Hélas, de tels calculs dépassent très largement les capacités des ordinateurs les plus puissants, et il faut développer d'autres stratégies.

L'un des problèmes de la recherche scientifique est qu'elle est devenue si technique qu'elle ne laisse presque plus de place aux amateurs. Il est vrai que certains astronomes amateurs découvrent encore de nouvelles comètes. De la même manière, la quête de nouveaux nombres premiers est accessible aux amateurs. Tout le monde peut télécharger gratuitement le logiciel GIMPS (Great Internet Mersenne Prime Search) et participer à la recherche collective de nouveaux nombres premiers. « *Tout est nombre* », enseignait Pythagore. ■

Les défis de la nature en open data

ÉCOLOGIE | Le projet de loi sur la biodiversité veut obliger les maîtres d'ouvrage à verser les données collectées lors des études d'impact dans l'inventaire national du patrimoine naturel, ouvert à tous. Cette initiative crée la polémique

AUDREY GARRIC

Des centaines d'outardes canepetières – des oiseaux des plaines rares et protégés –, des grandes sauterelles vertes ou encore des papillons dianes. Voilà la moisson récoltée, parmi plus de 300 espèces de plantes, 150 d'oiseaux et 100 d'insectes, par le bureau d'études Biotope sur le chantier de la ligne à grande vitesse qui doit relier Montpellier à Nîmes en 2017. Comme pour tout projet d'aménagement, l'entreprise réalise des études d'impact chaque année afin d'évaluer les effets sur l'environnement du futur ouvrage et ses mesures de compensation. Mais, pour la première fois, elle devait verser ces informations, le 10 février, à l'Inventaire national du patrimoine naturel (INPN), la plus grande base de données française en matière de biodiversité, qui dépend du Muséum national d'histoire naturelle (MNHN).

Cette démarche préfigure une forme d'« open data pour la biodiversité », une nouveauté intégrée par la ministre de l'écologie, Ségolène Royal, au projet de loi pour la biodiversité. L'article 3^{ter} du texte, voté par les sénateurs le 26 janvier et qui doit revenir en seconde lecture devant l'Assemblée mi-mars, prévoit que « les maîtres d'ouvrage, publics ou privés, doivent contribuer à cet inventaire national par la saisie ou, à défaut, le versement des données brutes de biodiversité acquises à l'occasion des études d'impact des plans et programmes (...) et des projets d'aménagement ». Le texte précise que ces informations « sont diffusées comme des données publiques, gratuites, librement réutilisables ».

« On va vers la démocratisation des données. Chaque citoyen pourra y avoir accès, ce qui améliore la connaissance de la nature et de son état de conservation », se réjouit Jean-Philippe Siblet, le directeur du Service du patrimoine naturel au MNHN. Objectif : tripler le nombre de données disponibles, pour atteindre près de 100 millions d'ici à 2020.

« La transmission des données doit être encadrée. Mais cette mesure est inapplicable en l'état, c'est une bombe »

FRÉDÉRIC MELKI

président fondateur de Biotope

Aujourd'hui, l'INPN contient 35 millions d'entrées sur 160 000 espèces de faune ou de flore françaises. La partie émergée de l'iceberg, c'est un site Internet qui affiche 120 000 visites par mois et offre la possibilité à chacun de chercher des informations sur un programme, un habitat ou une espèce. Entrez « pic épeichette » – un oiseau que l'on entend parfois dans les jardins du muséum – et vous obtiendrez son nom latin (*Dendrocopos minor*), sa photo, sa classification dans l'arbre du vivant et sa répartition sur l'ensemble du territoire français.

La partie immergée, elle, est l'énorme machine qui agrège, standardise et rassemble toutes ces informations, à raison de 5 000 nouvelles données par jour. « Notre travail n'est pas de découvrir de nouvelles espèces, précise Jean-Philippe Siblet. Nous les récupérons auprès des experts, des taxonomistes, et nous les validons scientifiquement. » Les données sont saisies grâce à des outils en li-



Trois exemples d'espèces protégées, mais menacées par des projets de construction : la sibthorpie d'Europe (à gauche), le pique-prune (en haut), la musaraigne aquatique (en bas).

PHOTO12/ALAMY ; ROBERT HENNO/BIOSPHOTO ; MIKE LANE/BIOSPHOTO

gne (tels que CardObs) par des milliers d'établissements publics, d'entreprises privées, d'associations naturalistes, de sociétés savantes ou bien de particuliers, qui acceptent de léguer leurs informations par voie de convention.

Mais, jusqu'à présent, les bureaux d'études, mandatés par les maîtres d'ouvrage, ne contribuaient guère. Pour l'essentiel, les informations restaient consignées dans des carnets, sans protocole méthodologique harmonisé. « Ce sont des trésors cachés, souvent inexploités. De sorte qu'il faut parfois tout réinventer », reconnaît Christian Caye, délégué au développement durable de Vinci, qui réalise une centaine d'inventaires chaque année sur ses chantiers d'autoroutes, de lignes ferroviaires ou d'aéroports. Des données qui ne sont pas encore versées à l'INPN.

La construction d'une telle mémoire naturaliste, publique et transparente divise les experts. « Je suis favorable à la transmission de données, mais de manière encadrée. Cette mesure est absolument inapplicable en l'état. C'est une bombe », lâche Frédéric Melki, président-fondateur de Biotope, premier bureau d'études français dans l'environnement, avec 240 salariés et un millier d'études par an. Et d'énumérer la liste des « problèmes à régler » : à quel moment les données seront-elles fournies au Muséum ? Quel sera leur degré de précision ? « Si on n'attend pas la fin de l'instruction d'un dossier et la délivrance du permis de construire, on s'expose à la divulgation d'informations confidentielles aux concurrents, de même que si les données sont trop fines », poursuit-il. Enfin, reste à savoir qui va financer la diffusion de ces informations. « La création de bases de données coûte cher. On dépense entre 5 000 euros et 1 million d'euros par inventaire. »

L'ouverture des données au grand public est « nécessaire » et favorisera une meilleure protection de la nature, jugent au contraire les ONG.

« Dans dix ans, on pourra réutiliser des études d'impact pour voir si les mesures compensatoires proposées par un aménageur ont permis de restaurer un écosystème qui avait été détruit ou endommagé », avance Frédéric Jiguet, professeur au MNHN (CNRS) et ornithologue. « Les associations et les citoyens pourront vérifier que les études ont été correctement réalisées, si tant est qu'on puisse s'assurer que les maîtres d'ouvrage versent bien les données », complète Emeline Bentz, de la Fondation Nicolas Hulot. Dernier exemple en date, rappelle-t-elle, le collectif des Naturalistes en lutte, opposé à la construction de l'aéroport de Notre-Dame-des-Landes (Loire-Atlantique), qui a affirmé fin 2015 avoir déniché cinq espèces rares et protégées « oubliées » lors de l'inventaire des bureaux d'études.

Alors, l'open data naturaliste, un contre-pouvoir citoyen ? Le cas du petit scarabée baptisé pique-prune, qui a bloqué la construction d'une autoroute entre Alençon et Le Mans de 1996 à 2002, est resté dans les mémoires. « C'est un outil pour les associations qui veulent protéger des sites : les données sont publiques, du coup nul ne peut prétendre les ignorer », juge Grégoire Lois, le directeur de Vigie-Nature, au MNHN, qui regroupe les programmes de sciences participatives. « On est certain de voir se multiplier les recours d'opposants », renchérit Frédéric Melki. « Nous sommes convaincus qu'il faut anticiper et privilégier la transparence dans tous les cas, rétorque Christian Caye, de Vinci. Notre intérêt est de prendre en considération le plus tôt possible les attentes de tous. »

De manière étonnante, les réfractaires au partage des inventaires de faune et de flore ne se retrouvent pas forcément dans le secteur privé. Ainsi, au MNHN, seuls quatre des 17 programmes de sciences participatives protocolés de Vigie-Nature sont versés à l'INPN ! L'établisse-

ment est partagé entre deux écoles, celle de l'open data contre celle de la protection des données. Sachant que les contraintes techniques et financières freinent tout le monde.

« Centraliser les données brutes, oui ; les mettre en accès libre à tous, non », tranche Frédéric Jiguet, qui gère les observatoires oiseaux de Vigie-Nature. Le chercheur craint surtout « les risques de détournement des informations par des groupes d'intérêt, comme nous l'avons déjà subi avec la Fédération nationale des chasseurs par exemple ». Le danger réside également, ajoute-t-il, dans la course à la recherche à laquelle se livrent les grandes universités mondiales : « Nous pourrions être pillés » par des chercheurs concurrents, qui publieraient dans les revues scientifiques à partir de nos jeux de données. »

« Il faut faire un gros travail pour changer les mentalités, juge Grégoire Lois. C'est un leurre que de croire qu'une donnée brute a une valeur monétaire. C'est son interprétation qui compte, et elle demande une expertise naturaliste. » ■

L'apport des amateurs

Les sciences participatives, qui font intervenir des non-scientifiques, enregistrent une forte croissance depuis une quinzaine d'années (recensements naturalistes, mesures, jeux sérieux en ligne, etc). Elles fournissent de nouvelles connaissances, mais suscitent des préoccupations (fiabilité et reproductibilité des données, rigueur des protocoles ou manipulation de la recherche). Un rapport sur le sujet, dirigé par François Houllier, PDG de l'INRA, a été remis à la ministre de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche le 4 février. Les auteurs recommandent d'organiser une communauté de pratiques, de soutenir ce domaine par des moyens techniques, financiers et réglementaires et d'associer les publics scolaires.

L'enfance glaciale du Système solaire

Une mesure directe de la température d'un disque protoplanétaire promet de changer les modèles de formation des planètes

Il va falloir revoir la recette de fabrication des corps, petits et gros, de notre Système solaire, formés il y a plus de 4 milliards d'années. La crêpe originelle dans laquelle des grumeaux sont apparus, futurs astéroïdes ou planètes, est peut-être deux fois plus froide que ce que l'on pensait jusqu'à présent, suggère une mesure directe de sa température publiée dans *Astrophysics* mercredi 3 février. Ce qui pourrait avoir tout changé dans l'enfance des systèmes planétaires.

Après la formation d'une étoile, la matière se rassemble alentour en un disque plus ou moins épais constitué de grains de poussières de silicates, de glace... de l'ordre du millimètre de diamètre. L'agitation turbulente au cœur de cette crêpe force ensuite, par des mécanismes encore mal compris, des grains à s'agglomérer en des tailles de plus en plus grandes. Pour décrire ce phénomène, connaître la température du disque primitif est primordial.

En effet, plus les grains sont froids, plus les gaz qui les entou-

rent peuvent se fixer sur les grains et plus ils peuvent se coller entre eux. « En outre, on peut penser que cette faible température signifie que les disques sont deux fois plus massifs qu'estimé. Cela pourrait donc augmenter la capacité à former des planètes », estime Stéphane Guilloteau, directeur de recherche CNRS au Laboratoire d'astrophysique de Bordeaux (LAB). Il est l'un des auteurs de cette première mesure effectuée avec des collègues de l'Institut Max-Planck d'Heidelberg, en Allemagne.

Ces chercheurs y sont parvenus en étudiant avec les télescopes Alma, au Chili, et IRAM, en Espagne, une... soucoupe volante. C'est en réalité le surnom donné à un disque découvert en 2003 qui a la particularité de se présenter par la tranche aux télescopes terrestres.

« Soucoupe volante »

Ce disque, situé à quelque 400 années-lumière environ, a pour autre particularité de se trouver devant des nuages moléculaires, plus chauds. En mesurant d'une part la différence de rayon-

nement entre la « soucoupe volante » et ces nuages, et d'autre part directement la température des gaz, les chercheurs en ont déduit une température glaciale de -268 °C environ pour les poussières. Soit 5 degrés au-dessus du zéro absolu et cinq à dix degrés de moins que prévu dans les modèles. « Nous avons été surpris des premières images, mais la seule explication était cette température très froide », rappelle Stéphane Guilloteau. « C'est très intéressant, car la méthode est directe et ne dépend pas de modèles décrivant les

grains », indique Karine Demyk, de l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie, à Toulouse. Jusqu'à présent, seuls des modèles reliaient le rayonnement émis par les poussières et leur température.

« Cela pourrait changer prodigieusement les modèles de formation planétaire », s'enthousiasme Valentine Wakelam, du LAB (qui n'a pas participé à l'étude de ses collègues). Mais avant de changer la recette, il faudra confirmer que la « soucoupe volante » n'est pas une exception dans l'Univers. ■

DAVID LAROUSSERIE

Passer son cerveau à l’autocontrôle

NEUROPSYCHIATRIE | Les progrès de l’imagerie fonctionnelle et de l’électroencéphalographie ont relancé les recherches sur le neurofeedback, une technique datant des années 1970

SANDRINE CABUT

Trouble déficit de l’attention/hyperactivité (TDAH), mais aussi autisme, dépression, anxiété, addictions, hallucinations... Les techniques d’autocontrôle du cerveau par neurofeedback sont évaluées dans de nombreuses pathologies neuropsychiatriques. Une première journée nationale consacrée à cette approche thérapeutique s’est tenue le 19 janvier à Paris.

Le principe du neurofeedback est d’apprendre à un individu à moduler son activité cérébrale et à modifier son comportement, en fonction d’informations qu’il reçoit, le plus souvent sous forme visuelle ou auditive. Quand cette technique a émergé, dans les années 1970, ces informations étaient issues de données d’électroencéphalogrammes (EEG). Mais elle a décliné, faute d’encadrement des pratiques et d’évaluations rigoureuses. La numérisation des EEG, le développement des IRM fonctionnelles (IRMf) en temps réel, et celui des interfaces cerveau-machine lui donnent un nouvel élan.

«C’est dans le domaine de l’hyperactivité [TDAH] que les études sont les plus avancées et que le niveau de preuves est le plus élevé», souligne le docteur Jean-Arthur Micoulaud-Franchi, psychiatre au CHU de Bordeaux et coorganisateur du colloque. Aux Etats-Unis, le neurofeedback EEG a obtenu en 2013 une recommanda-

tion de l’Académie de pédiatrie de niveau 1, plaçant cette technique dans les thérapies non pharmacologiques les plus validées.»

«Le neurofeedback améliore en particulier l’inattention et l’impulsivité, et contrairement aux médicaments, ses effets augmentent au fil du temps», relève Martin Arns (directeur de l’institut de recherche Brainclinics, Pays-Bas). Il met toutefois en garde contre les appareils «spectacle» en vente sur Internet à quelques centaines d’euros. «Utiliser le neurofeedback, ce n’est pas jouer à un jeu sophistiqué. Le cerveau doit apprendre des choses simples, dans le cadre de protocoles sérieux», insiste-t-il.

En Europe, cette thérapeutique n’est pas encore validée pour le TDAH. Un essai doit débiter en septembre dans plusieurs pays, avec un dispositif (logiciel et casque EEG) développé par une start-up hexagonale, Mensia. Trois centres français y participeront : Montpellier, Lille, Bordeaux. «L’objectif est de comparer le neurofeedback au methylphenidate (Ritaline) chez 170 enfants TDAH âgés de 7 à 13 ans. L’entraînement durera trois mois, avec 4 séances hebdomadaires de neurofeedback, d’abord à l’hôpital, puis à domicile», précise le professeur Diane Purper-Ouakil, pédopsychiatre au CHU de Montpellier, et investigatrice principale de cette étude, coordonnée en France par Stéphanie Bioulac, pédopsychiatre au CHU de Bordeaux.

Au CHU de Lille, le pédopsychiatre et chercheur Renaud Jardri a, lui,

lancé un programme de recherche sur le neurofeedback guidé par IRM fonctionnelle chez des patients souffrant d’hallucinations. «Dans le domaine de la douleur, qui est un exemple typique de vécu subjectif, cette approche a fait ses preuves. Une étude menée il y a une dizaine d’années a montré qu’avec de l’entraînement des grands brûlés parvenaient à réduire l’intensité de leurs douleurs en modifiant l’activation d’une zone du cortex corrélée aux sensations douloureuses. Les effets étaient obtenus en quelques jours et duraient dans le temps», justifie le professeur Jardri.

Le sujet apprend à moduler son activité cérébrale et à modifier son comportement

Le chercheur lillois et ses collègues ont d’abord appris à repérer les hallucinations en IRMf, avec la collaboration des patients – qui signalent leur symptôme en appuyant sur un bouton. Puis ils ont utilisé un logiciel d’apprentissage machine pour détecter en temps réel l’activité hallucinatoire dans le cerveau avec une bonne fiabilité. «Actuellement, nous cher-

chons à détecter les prémices des hallucinations, afin d’aider les patients à mettre en place des stratégies particulières pour les éviter», poursuit Renaud Jardri. Un autre objectif pourrait être de mettre fin plus rapidement à ces expériences. A terme, selon lui, cette «psychothérapie guidée par imagerie» pourrait aussi être utile pour lutter contre d’autres symptômes subjectifs : les pensées intrusives des troubles obsessionnels compulsifs (TOC), les reviviscences des états de stress post-traumatique...

Pour les experts réunis à Paris, la priorité est de structurer les pratiques scientifiques et cliniques. De fait, parallèlement aux études universitaires, toute une offre se développe sans contrôle médical. Le public peut acheter directement des casques sur Internet. Et divers praticiens proposent des séances de neurofeedback dans un cadre de bien-être (pour améliorer les performances sportives ou intellectuelles), mais aussi pour soulager divers symptômes : insomnies, anxiété, TOC... En France, ils seraient ainsi environ 170 à travailler avec le Neuroptimal, un équipement automatisé d’origine canadienne, selon l’Association pour la diffusion du neurofeedback en France. Le matériel peut être loué ou acheté par des particuliers pour un coût de 6 500 à 10 500 euros, selon le modèle. «Un investissement conséquent, pour un type d’appareil qui n’a pas été validé scientifiquement», estime le docteur Micoulaud-Franchi. ■

TÉLESCOPE

Biodiversité L’IRD démine la polémique sur son brevet SkE

L’Institut de recherche pour le développement (IRD) a réagi rapidement à la polémique portant sur la molécule SkE – issue d’un arbre tropical, *Quassia amara* –, pour laquelle il a obtenu un brevet en 2015 (*Le Monde* du 2 février). Plusieurs représentants de l’établissement public ont rencontré, le 4 février, des membres de la Fondation Danielle-Mitterrand - France-Libertés, qui les accusaient de «biopiraterie». Le 5 février était rendu public le protocole d’accord que l’IRD compte soumettre aux élus de Guyane, dont certains avaient protesté publiquement. Cet engagement doit garantir à l’avenir «un partage égalitaire des résultats de la recherche et de toute retombée économique et financière découlant de l’exploitation de ce brevet», l’information des populations et des prix adaptés, si la molécule SkE permet, à terme, la mise au point d’un nouveau médicament contre le paludisme.

Paléogénétique Erreur d’analyse sur le génome d’un fossile humain africain

En octobre 2015, une équipe de l’université de Cambridge (Angleterre) annonçait avoir séquencé le génome d’un fossile humain éthiopien vieux de 4 500 ans, baptisé Mota. Son analyse publiée dans *Science* révélait que de l’ADN d’origine eurasiennne avait cheminé dans l’ensemble des populations africaines actuelles (*Le Monde* du 10 octobre 2015). Une nouvelle analyse des données effectuée par une équipe de Harvard montre cependant qu’une erreur bio-informatique affecte ces résultats : l’extension géographique de l’impact génétique de cette migration depuis l’Eurasie a été moindre qu’indiquée initialement, annoncent les chercheurs, dans un erratum mis en ligne le 25 janvier et rendu public le 4 février par le *New York Times*.



DAAN NOORDERMEER

Étude de la variation intercellulaire de l’organisation génomique 3D pendant le développement embryonnaire et dans le cancer
INSTITUT DE BIOLOGIE INTÉGRATIVE DE LA CELLULE - GIF-SUR-YVETTE



CAROLINE ROBERT

Cartes de signalisation cellulaire des traitements anti-cancéreux
INSTITUT GUSTAVE ROUSSY - VILLEJUIF

théra • Photo : © CAPA

CES CHERCHEURS MISENT SUR LES FORCES DU VIVANT

LA FONDATION BETTENCOURT SCHUELLER CULTIVE LEUR TALENT.
ELLE LEUR DÉCERNE SES PRIX COUPS D’ÉLAN POUR LA RECHERCHE FRANÇAISE
POUR AMÉLIORER LEURS CONDITIONS DE TRAVAIL.

Avec ses 4 prix annuels, la Fondation Bettencourt Schueller favorise le rayonnement de la recherche française pour l’amélioration de la santé :

- Prix Liliane Bettencourt pour les sciences du vivant
- Prix Coups d’élan pour la recherche française
- Dotation du programme ATIP-Avenir
- Prix pour les jeunes chercheurs.

Depuis 1990, pour les sciences de la vie, elle a déjà attribué 352 prix, accordé 306 M€ de dons cumulés, encouragé plus de 5 000 chercheurs.



FONDATION
BETTENCOURT
SCHUELLER

FONDATION RECONNUE D’UTILITÉ PUBLIQUE
Pour en savoir plus : www.fondationbs.org



Un archéologue sous-marin procède à l'inventaire de la « Jeanne-Elisabeth ».

TEDDY SEGUIN/DRASSM

Archéologie

Chasse au trésor en eaux troubles

VIVIANE THIVENT

Cette affaire est l'une des plus incroyables que j'aie eu à traiter en vingt ans de carrière. Dans la voix de Patrick Desjardins, il n'y a pas d'emphase ou d'exagération. Le procureur adjoint du tribunal de grande instance de Montpellier énonce juste un fait. Un fait qui, en octobre 2015, a pris la forme d'une sentence: deux ans de prison ferme pour deux individus. A ce jour, il s'agit de la plus sévère condamnation prononcée en France dans un cas de pillage sous-marin. Sur­tout, ce jugement signe le dénouement d'une épopée historico-policière débutée plus de deux cent cinquante ans plus tôt.

Nous sommes le 30 octobre 1755, cinq mois avant le début de la guerre de Sept Ans. Les relations entre les Anglais et les Français sont tendues alors qu'un discret navire de commerce, la *Jeanne-Elisabeth*, quitte le plus grand port de commerce de l'époque, celui de Cadix, dans le sud de l'Espagne, pour prendre la direction de Marseille. Il bat pavillon suédois, un drapeau neutre qui l'immunise contre les attaques anglaises... mais pas contre les offensives météorologiques.

Le vendredi 14 novembre, tandis qu'il est pris dans une violente tempête, il chavire à 150 mètres du bord, en face de la cathédrale romane de Villeneuve-lès-Maguelone, dans l'Hérault. Deux passagers meurent. Dès le 18 novembre, des équipes sont mobilisées pour récupérer ce qui peut l'être, et notamment la cargaison: du blé, de la cochenille, mais surtout 650 kg d'argent. Un trésor de 24 000 piastres – les dollars de l'époque – qui devait être acheminé dans le plus grand secret à des banquiers suisses. Il n'atteindra jamais sa destination. Les opérations de sauvetage tournent au vinaigre, les tempêtes se succèdent, et le bateau, couché sur le flanc, finit enseveli dans le sable.

« Il s'agit d'une zone maudite, s'amuse Marine Jaouen, l'archéologue du Département des recherches archéologiques

subaquatiques et sous-marines (Drassm) chargée des fouilles actuellement menées au sujet de la *Jeanne-Elisabeth*. Depuis le début de nos recherches, en 2008, nous n'avons cessé de connaître des difficultés techniques. Au fond, nous avons perdu une suceuse ainsi que du matériel de deux à sept mètres de long ! » La faute des courants, mais surtout des masses de sable qui, dans cette zone, se déplacent très rapidement. « En 2010, il nous a fallu cent soixante-treize heures pour désensabler la Jeanne et, au moment de commencer notre travail une tempête a tout réensablé. »

« C'est un phénomène similaire qui, à l'époque, a transformé la Jeanne-Elisabeth en un coffre-fort imprenable », commente Michel L'Hour, directeur du Drassm. Un coffre-fort certes imprenable mais surtout agaçant, car situé à seulement 5 mètres de profondeur et à 300 mètres de la ligne de côte actuelle. C'est ce que rappelle, en juillet 2004, un journaliste dans un numéro de *Ça m'intéresse* ayant pour thème « Les fabuleux trésors de nos côtes ».

Dans son article, il retrace le destin tragique de la *Jeanne-Elisabeth* et donne une

description assez précise de la cargaison monétaire (« Des caisses cerclées de fer qui contenaient 24 360 piastres dont 6 200 marquées HBC, 6 000 RPF et 3960 AR »). Ce qui peut apparaître comme d'obscurs détails est lourd de sens pour les numismates. Depuis le XVIII^e siècle, la majorité des piastres ont en effet été refondues pour récupérer le métal qui, à l'époque, était de

Les monnaies de la « Jeanne-Elisabeth » sont estimées entre 1 et 6 millions d'euros

très bonne qualité. Ces monnaies, parfois très rares, peuvent de fait valoir jusqu'à 2 000 à 3 000 euros pièce, ce qui porte l'estimation du trésor de la *Jeanne-Elisabeth* à une valeur comprise entre 1 million et 6 millions d'euros. De quoi susciter la curiosité des chasseurs de trésor comme des archéologues amateurs. « A la suite de

cet article, nous avons décidé de rechercher la Jeanne-Elisabeth », raconte Michèle Rauzier, du club de plongée Octopus, situé à Palavas-les-Flots (Hérault), non loin du site d'échouage de la *Jeanne*. En 2006, elle demande au Drassm une autorisation de prospection et l'obtient.

Cet été-là, elle part donc à la recherche de la *Jeanne*, en groupe, épaulée par une équipe d'amateurs mais aussi par un certain Claude Marty, éleveur de moules. « Ce monsieur est très connu à Palavas, où il était propriétaire d'un magasin de matériel de plongée, explique Michèle Rauzier. Il venait souvent nous voir au club. Il avait décidé de se "ranger", de se lancer dans l'archéologie "officielle", et de suivre des cours pour obtenir des brevets fédéraux. » Il faut dire que, jusque-là, l'homme était plutôt connu pour ses activités de pillier d'épaves. A la fin des années 1990, 130 objets archéologiques avaient été saisis chez lui. Les choses en étaient restées là, l'affaire s'étant réglée par une transaction financière avec les services douaniers.

La saison terminée, Michèle Rauzier envoie un rapport au Drassm: selon elle, pas de traces de la *Jeanne-Elisabeth*. En revanche, elle aurait repéré une épave plus

récente, datant du XIX^e siècle, le *Raymond*, qu'elle souhaiterait fouiller.

En mars 2007, sa demande passe entre les mains du nouveau directeur du Drassm, Michel L'Hour, qui est doublement interpellé: « D'abord, le rapport était expéditif: d'un bout de bois, elle déduisait qu'elle avait affaire au Raymond. Puis, dans les remerciements, il y avait le nom de Claude Marty, ce qui n'était pas bon signe. » Alors, discrètement, le directeur sollicite son réseau d'informateurs, et plusieurs sources lui confirment que des piastres sont en circulation. Ceux de la *Jeanne*? Il alerte le parquet de Montpellier et donne une autorisation de fouilles à Michèle Rauzier. « Cela peut paraître paradoxal mais je n'étais pas certain de la culpabilité des plongeurs du club Octopus, et je ne souhaitais pas que des innocents soient inutilement mis en cause », explique-t-il.

L'année suivante, lorsque la fouille du *Raymond* débute, toute l'équipe d'Octopus est mise sous surveillance. L'opération est d'envergure. Archéologues et douaniers patrouillent incognito sur la plage naturaliste située devant le chantier de fouilles. A plusieurs reprises, ils plongent la nuit pour voir l'avancée des travaux. Ils constatent ainsi que l'épave en cours de fouille n'est pas le *Raymond*, mais une embarcation plus ancienne située à 40 mètres de là: la *Jeanne-Elisabeth*. Des mises sur écoute sont ordonnées et, en novembre, une demi-douzaine de perquisitions simultanées sont effectuées.

Près de 65 douaniers, archéologues et membres du GIPN sont mobilisés pour cette seule opération. « Rien que chez Claude Marty, on a sorti trois camions d'objets archéologiques, se souvient Marine Jaouen, qui a assisté les douaniers dans cette saisie. Il y avait 258 piastres, une meule antique dans les haies, des amphores portemanteau ou des chandeliers en bronze plantés tout autour de la piscine. C'était hallucinant ! » Dans les documents à charge, il y a aussi une étonnante vidéo où l'on voit un proche de Claude Marty amuser les enfants en faisant exploser des pétards dans un canon de la *Jeanne-Elisabeth*.



Le brick suédois recelait quelque 24 000 piastres en argent. Ici, quelques-unes sont retrouvées dans l'épave.
TEDDY SEGUIN/DRASSM



La suite de l'histoire prend la forme d'une longue enquête menée par les douanes judiciaires. «*La procédure a pris beaucoup de temps car le juge d'instruction a souhaité remonter toutes les pistes, jusqu'en Amérique latine où les piastres de la Jeanne auraient pu être revendues*, explique Patrick Desjardins. *Mais cela n'a pas abouti.*» Par leur travail, les enquêteurs ont toutefois résolu un certain nombre de mystères. Leurs progrès, ainsi que la chronologie de l'affaire, ont été rappelés lors du procès.

D'abord, l'épave de la *Jeanne-Elisabeth* aurait été en fait découverte au printemps 2006 par un certain Krystof Dabrowsky qui, à l'époque, pêchait des moules en apnée dans le coin. Il en in-

forma un ami, Alain Charrière, avec lequel il perça la coque du navire qui recelait un chargement de blé. Un argument fort pour penser qu'il pourrait s'agir de la *Jeanne-Elisabeth*. Alain Charrière contacta alors Claude Marty, qui possédait le matériel nécessaire pour mener à bien une fouille de l'épave. Ce dernier se rapprocha du club de plongée local Octopus et de Michèle Rauzier, qui, justement, venait de demander une autorisation de recherche pour la *Jeanne-Elisabeth*. Un alibi inespéré qui lui permettrait d'expliquer la présence de son embarcation sur le site... d'autant que le bateau du club était en panne.

Ne restait plus qu'à procéder au pillage. De 500 à 550 kg de pièces furent

Les pillleurs ont sorti plus de 500 kg de piastres comme celles-ci de la «Jeanne-Elisabeth». Leur valeur estimée se situe entre 2 000 et 3 000 euros pièce.
DRASSM/MCC

sortis de l'épave en 2006. Le «découvreur» de l'épave ayant été écarté, Claude Marty garda 350 kg et Alain Charrière 180 kg. Alain Charrière vendit sa part à un certain «monsieur Pierre», pour 100 000 euros. Et, dans les semaines qui suivirent, la rumeur de la découverte d'un trésor commença à se répandre. De quoi inquiéter Claude Marty, qui avait caché sa part du butin d'abord dans son vide sanitaire, puis chez ses beaux-parents. Il contacta à son tour «M. Pierre» et lui vendit une partie de ses pièces pour 205 000 euros. Voilà pour leur version des faits.

Après enquête, ce «M. Pierre» a été identifié. Il s'agirait de Jean-Luc Cougnard, un numismate de Montpellier qui aujourd'hui encore nie les faits. Interpellé fin 2009, il n'a été reconnu par aucun des pillleurs. «*Un très important faisceau de présomptions ramène toutefois vers lui*», constate Patrick Desjardins. «*Il est probable que le numismate*

Lors du procès, des condamnations à de la prison ferme ont été prononcées

auquel les pièces ont été cédées n'a versé qu'un à-valoir aux pillleurs et qu'il leur doit encore une forte somme d'argent, ajoute Michel L'Hour. *Aucun d'eux n'a donc intérêt à le faire tomber.*»

Un non-lieu a été prononcé pour Michèle Rauzier qui, même si elle a enfreint le Code du patrimoine, se serait surtout fait manipuler par les pillleurs de Palavas. En octobre 2015, lors du procès, Jean-Luc Cougnard et Claude Marty ont été condamnés à quatre ans de prison, dont deux ferme, et ce alors que le parquet n'avait requis que de la prison avec sursis. Six des inculpés ont été condamnés à payer solidairement 720 000 euros à l'Etat français.

La somme de 1,1 million d'euros de dommages et intérêts réclamée par l'Etat pour perte d'informations archéologiques n'a pas été retenue. «*Les 720 000 euros ne correspondent qu'à la valeur basse du trésor de la Jeanne-Elisabeth*, regrette Michel L'Hour. *Or, pendant les saisies, nous avons trouvé des objets issus des pillages d'au moins quatre autres épaves. L'impact de ces pillleurs sur la destruction du patrimoine archéologique dépasse donc largement le cadre de la Jeanne.*»

Malgré tout, Michel L'Hour se félicite de l'exemplarité des peines prononcées. «*Cette enquête a mobilisé beaucoup de monde, dont des douaniers plus habitués à pister de la drogue que des biens archéologiques. Or certains jugeaient ce type d'enquête peu valorisant : les condamnations seraient, disaient-ils, très faibles, et ne justifiaient pas les mois d'enquête et le nombre d'enquêteurs attachés au dossier. Il fallait donc leur montrer que le jeu en valait la chandelle.*» A ce jour, seuls deux des sept inculpés – Claude Marty, qui n'a pas répondu à notre demande d'entretien, et Jean-Luc Cougnard – ont décidé de faire appel du jugement. ■

Interpol au secours du patrimoine

L'enquête conduite sur le pillage de la *Jeanne-Elisabeth* est la première de cette ampleur en France pour des biens culturels maritimes. Mais elle pourrait ne pas être la dernière. D'autres procédures sont en cours, comme celle portant sur le pillage du trésor de Lava, en Corse. En 1985, trois pêcheurs d'oursins découvrent au nord d'Ajaccio, dans le golfe de Lava, des centaines de pièces d'or romaines qu'ils revendent au plus offrant. Un an plus tard, le scandale éclate après qu'un article de *Nice Matin* a signalé la vente aux enchères, à Monaco, de pièces issues d'un «trésor corse». Les pièces sont confisquées par les douanes, à la demande du Département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines (Drassm).

Interpol entre alors dans la danse, prévenant les polices du monde entier que ces pièces romaines appartiennent à l'Etat français et qu'elles ne sont plus vendables. Car, en la matière, la réglementation française est très claire. Si, au cours du Moyen Age et pendant des siècles, la pratique puis les textes ont permis aux «sauveteurs» des épaves de se voir accorder un tiers des biens récupérés, la législation a renoué avec le droit romain, selon lequel le naufrage ne vaut pas rupture de propriété. Les droits du légitime propriétaire sont ainsi protégés, et si celui-ci n'est pas retrouvé, le bien «sans maître» appartient à l'Etat. Les droits du «découvreur» ont en revanche été partiellement préservés. Depuis une loi de 1989 reprise dans le code du patrimoine de 2004, il peut bénéficier d'une récompense dont le montant est accordé en fonction de l'intérêt scientifique de la découverte et non de sa valeur vénale.

Dans les bagages d'un pêcheur

Dans l'affaire de Lava, après neuf ans d'enquête, les trois pêcheurs d'oursins sont condamnés en 1995 à dix-huit mois de prison avec sursis et 15 200 euros d'amende. Pour autant, l'affaire n'en reste pas là, car une partie importante du trésor manque à l'appel, en particulier un plat en or très rare découvert en 1986 et pour lequel les archéologues ne disposent que d'un vague dessin. En 2009, Michel L'Hour, directeur du Drassm, relance l'enquête sur la foi d'informations confidentielles. La douane judiciaire et l'Office central de lutte contre le trafic de biens culturels finissent par saisir le plat de Lava en 2010, à la gare TGV de Roissy, dans les bagages de l'un des pêcheurs d'oursins, Félix Biancamaria. Un nouveau procès est en préparation. L'exemplarité des peines prononcées dans l'affaire de la *Jeanne-Elisabeth* pourrait dans ce contexte faire jurisprudence.

La France n'est pas le seul pays à durcir le ton en matière de protection de son patrimoine immergé. L'Espagne s'est récemment illustrée à propos d'une frégate espagnole, la *Nuestra Senora de las Maravillas*, surnommée *La Mercedes*, coulée au large du Portugal en 1804. Son trésor avait été découvert en 2007 par une entreprise américaine, Odyssey Marine Exploration, qui l'avait immédiatement rapatrié aux Etats-Unis. S'ensuivit une bataille juridique que l'Espagne remporta en 2011. Forte de ce succès, l'Espagne se propose d'entamer le même type de procédure pour récupérer le trésor – estimé à plus de 1 milliard d'euros – du galion *San Jose*, récemment découvert au large de la Colombie.

Un autre thème, portant cette fois sur le transport des monnaies antiques, est en train de susciter l'intérêt des instances internationales. La vente de ces pièces serait en effet un très bon moyen pour blanchir de l'argent sale.

C'est après avoir recueilli nombre de témoignages que Michel L'Hour a décidé d'avertir Interpol. «*Dans les aéroports, aux frontières, les services de sécurité peuvent vous déshabiller, ouvrir votre valise, mais personne ne songera à vérifier votre porte-monnaie pour voir s'il contient ou non des pièces antiques. C'est omettre que certaines pièces romaines valent jusqu'à 700 000 euros.*» Pour blanchir de l'argent à travers les monnaies antiques, la procédure est simple. Il suffit de contacter un numismate ou un collectionneur, d'acheter une monnaie antique, légale ou non. Ensuite, il n'y a plus qu'à prendre l'avion, gagner le pays de son choix et revendre la pièce sur place à la communauté des numismates. Facile, discret, imparable... mais peut-être plus pour très longtemps. ■ **V.T.**

La «Jeanne-Elisabeth», préservée par la Méditerranée

La *Jeanne-Elisabeth* est un bateau légendaire, commence Marine Jaouen, l'archéologue du Département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines (Drassm) chargée de la fouille de l'épave, *mais il est surtout très intéressant d'un point de vue archéologique.*» D'abord, parce que l'examen de cette épave pourrait permettre d'en apprendre davantage sur les techniques de construction navale anciennes. «*Ce brick suédois a été construit au XVIII^e siècle. Or, il n'existe aucun écrit sur les procédures de construction de cette époque. Il s'agissait d'un savoir purement oral.*» D'où l'intérêt porté à cette fouille.

Un intérêt d'autant plus fort que l'embarcation n'a rien perdu de son relief : «*D'habitude, les épaves que l'on fouille sont plates et très abîmées*, explique Gaëlle Dieulefet, une archéologue sous-marine spécialiste en céramiques qui, à l'été 2015, a participé à la fouille de la partie arrière du navire. «*Comme il a été conservé dans le sable, à faible profondeur, il a gardé sa forme. Du coup, ce chantier*

est très impressionnant : on circule entre des murs de bois et des murs de sable. Bientôt, il nous faudra des lampes pour examiner le fond.» Et pour cause : «*La Jeanne est une grosse dondon*», s'amuse Marine Jaouen. Elle fait 25 mètres de long, 6 m de large et 6 m de hauteur.

«*Une grosse dondon qui paraît beaucoup plus récente qu'elle ne l'est en réalité.*» Un effet causé par l'excellent état de conservation des bois mais aussi par la charpente, très serrée, de l'embarcation. Grâce aux techniques de dendrochronologie, science qui étudie les cernes des arbres, les chercheurs ont pu retrouver l'origine géographique des bois utilisés pour la construction : il s'agit de chênes issus de forêts polonaises.

En outre, un dépôt de limon survenu par le passé au gré de l'ouverture d'une lagune méditerranéenne a permis la conservation exceptionnelle de tous les objets contenus dans le navire. «*Ces limons – de l'argile – ont empêché l'oxygénation du lieu, ainsi que l'installation de vers qui d'ordinaire font de petits trous dans le bois*»,

poursuit Marine Jaouen. Cela explique que l'on ait retrouvé intactes des nattes en paille – sorte de tapis de sol –, les voiles du navire, des dessins tracés à la craie ou des objets venus du monde entier : de la porcelaine de Chine, du mobilier ou des objets du quotidien. «*On a retrouvé du taffetas, un peigne avec des cheveux et des poux, ou encore un bol gravé au nom du marin propriétaire.*» Autant d'indices pour comprendre l'histoire de ce brick suédois détourné de sa fonction première.

«Un navire camouflé»

«*Il s'agissait d'un navire de charge, pourtant il avait des canons pour se défendre... Ce qui n'était pas l'usage*», explique Andrea Poletto, un Italien coresponsable du chantier de fouilles. *D'ordinaire, c'étaient plutôt les navires militaires qui transportaient les cargaisons monétaires. Là, il s'agissait d'un navire camouflé.*» Des canons, mais aussi les épées et les pistolets retrouvés à bord confortent cette hypothèse.

En sus des objets sortis lors des premières campagnes de fouille, les

archéologues du Drassm peuvent désormais exploiter le millier d'objets saisis chez les pillleurs de Palavas-les-Flots (Hérault). Jusqu'à une date récente, ces artefacts étaient stockés dans les réserves du Drassm, à Marseille ou à Aix-Les Milles. Les chercheurs avaient interdiction d'y toucher. «*Il s'agissait de preuves*, explique Michel L'Hour, le directeur du Drassm. *Il nous fallait les conserver en l'état.*» Aussi, après le pillage de l'épave, en 2006, pendant toutes les années d'enquête et de procédure pour retrouver et inculper les pillleurs, les objets de la *Jeanne* ont été simplement stabilisés et/ou stockés dans l'eau ou en chambre froide pour ralentir leur détérioration.

Avec le verdict prononcé en octobre 2015 au tribunal de grande instance de Montpellier – incluant de la prison ferme –, la restauration des objets pillés va pouvoir commencer. «*Mais cela n'effacera pas l'énorme perte d'informations causée par le pillage*», souligne Michel L'Hour. Une fois sortis de leur contexte, ces objets ont en effet bien moins de valeur scientifique. ■ **V.T.**

Les fous, de la camisole au pyjama

L'EXPOSITION

Deux siècles d'évolution du vêtement porté par les patients en institution psychiatrique

CATHERINE MARY

C'est pour cela que nous voudrions que la question des vêtements soit envisagée, car nous avons parfois l'air de romanichels, et la distribution des vêtements a parfois l'air d'un marché aux puces, les belles robes sont toutes froissées. » Malgré son ton docile, cette requête exprimée en 1956 dans le journal interne de l'hôpital du Vinatier, à Bron (Grand Lyon), n'en est pas moins chargée de sens. Car dans l'habit porté par la personne internée à l'hôpital psychiatrique se joue la représentation qu'une société se fait du fou et de la place qui lui est donnée. C'est la question explorée par l'exposition « Sens dessus dessous », qui se tient jusqu'au 3 juillet au Vinatier, l'un des plus grands hôpitaux français.

Organisée par un comité scientifique composé d'anthropologues, de psychiatres, d'historiens et d'artistes, elle explore les fonctions et les usages de l'habit au sein de l'institution psychiatrique. La camisole, dont un modèle est présenté dans l'exposition, est ainsi indissociable du modèle asilaire, sur la base duquel ont été construits au XIX^e siècle les asiles d'aliénés. Il s'agissait alors de tenir à l'écart l'aliéné agité, selon la terminologie de l'époque, dans un univers clos et autonome où il était contrôlé et soigné. La camisole faisait partie de ce projet. Faite de grosse toile de coton, elle permettait d'immobiliser le patient, les bras croisés sur le torse et les mains liées dans le dos à l'aide d'un système de lacets.

Durant la seconde guerre mondiale, 45 000 personnes meurent en France derrière les murs des asiles, livrées à la famine par le régime de Vichy. Le modèle asilaire vole donc en éclats à la Libération. La psychothérapie institutionnelle est pensée pour humaniser les asiles et en casser l'ordre hiérarchique. Les médecins « tombent la blouse » pour se mettre à la portée des malades, la psychiatrie se déplace en ville avec la création des hôpitaux de jour et des centres médico-psychologiques. Avec l'arrivée, en 1952, du Largactil, le premier neuroleptique, la contention chimique remplace la contention physique, limitant le recours à la camisole sans pour autant la supprimer.

Que dire du pyjama, uniforme rudimentaire marqué du sigle de l'hôpital ? Encore en usage au Vinatier, il tient une grande place dans l'exposition. Il permet de débarrasser le patient psychotique de ses vêtements souvent crasseux à son arrivée à l'hôpital et participe au projet thérapeutique en l'aidant à sortir du déni. Mais il marque aussi son appartenance à l'institution en le stigmatisant et en le dissuadant de s'évader. Si l'exposition évoque les alertes du contrôleur général des lieux de privation de liberté au sujet de ces dérives, la question de la dignité n'est pas posée aussi clairement qu'elle le mérite. Et les démonstrations de détournements du pyjama par les patients, s'en faisant des turbans ou retournant leur veste pour masquer le sigle de l'hôpital, ne suffisent pas à convaincre du bien-fondé de son usage. ■

« Sens dessus dessous », Ferme du Vinatier, Bron (Rhône). Tél. 04-81-92-56-25. <http://www.ch-le-vinatier.fr/ferme>

Agenda

Spectacle « Les Papotins ou la tache de Mariotte »

Depuis plus de trente ans, *Le Papotin* est un journal atypique, à l'image de ses rédacteurs, pour la plupart de jeunes autistes. *Les Papotins ou la tache de Mariotte* est une adaptation théâtrale, avec quatre personnages dont tous les mots ont été dits ou écrits par des reporters du journal. La pièce est accompagnée de l'exposition d'une peintre autiste, Brigitte Nêmes. > Du 10 au 21 février, à la Maison des métallos, Paris 11^e. Tél. 01-47-00-25-20.

Une grande bouche fait-elle le leader ?



IMPROBABLOGIE

Pierre Barthélémy

Journaliste et blogueur
Passeurdessciences.blog.lemonde.fr

Alors que la course présidentielle a commencé aux Etats-Unis, une étude canadienne parue en décembre 2015 dans le *Journal of Experimental Social Psychology* vient poser une drôle de question : la capacité à être un bon dirigeant est-elle écrite sur la

figure des candidats ? Au lieu de défouailler sur ces chercheurs qui, décidément, sont payés à ne rien faire, ce qui est souvent le réflexe premier face à la science dite improbable, examinons d'où vient cette interrogation. Cette étude ne sort pas de nulle part : elle s'appuie sur de précédentes recherches où l'on a demandé à des panels d'évaluer, à partir de photographies de PDG, leur efficacité à mener leurs entreprises à la réussite. De manière surprenante, plus ces personnes étaient jugées aptes à diriger, plus leurs sociétés faisaient de profits... Le lien de corrélation apparaissait même quand les photos desdites personnes avaient été prises des décennies avant qu'elles soient nommées à un poste élevé.

Jusqu'ici, ces travaux n'avaient pas tenté de déterminer sur quelles caractéristiques du visage les participants s'appuyaient pour estimer que tel patron était une garantie de succès – et tel autre une garantie de faillite. La seule piste évoquée était la « masculinité » des traits, qui tendait à appuyer l'idée évolutionniste que, dans l'inconscient des sociétés humaines, la figure du grand mâle dominateur

et carnassier ainsi que la raison du plus fort occupent toujours une place de choix. Nos chercheurs canadiens ont essayé d'aller plus loin en testant l'hypothèse selon laquelle, chez les primates, la puissance physique passe, au niveau du visage, par celle de la mâchoire et, partant, par la largeur de la bouche. Un grand orifice buccal est-il la marque d'un chef ?

Autorité naturelle

Pour le tester, ces psychologues ont mené une série de quatre expériences, uniquement à partir de visages d'hommes, non pas par sexisme mais en se fondant, de manière pragmatique, sur le constat simple que les mâles occupent encore très majoritairement les postes de pouvoir. Dans la première, un panel estimait à quel point, sur une échelle de 1 (plus fait pour obéir) à 7 (*Lider Maximo*), 50 hommes dont on lui présentait la photo d'identité semblaient des dirigeants performants. Puis on reproduisait l'expérience avec 20 hommes dont la bouche avait été retouchée pour l'agrandir ou la rétrécir de 10 %. Chaque fois, plus la bouche était large, plus les visages étaient perçus

– en moyenne – comme dégageant une autorité naturelle.

Dans le troisième test, les chercheurs allaient plus loin en prenant les images des PDG des 25 entreprises américaines les plus importantes selon le magazine *Fortune* : en moyenne, plus vaste était la cavité orale, plus grands étaient les profits générés. Enfin, dans la dernière expérience, les auteurs de l'étude s'intéressaient aux hommes politiques, en revenant sur 68 élections sénatoriales aux Etats-Unis et sur autant d'élections au poste de gouverneur d'Etat. Dans le premier cas, la largeur de la bouche était un indice significatif quant au résultat du scrutin... mais pas dans le second.

Reste à savoir si ce travail aura des conséquences sur les élections qui s'approchent. Aux Etats-Unis, le républicain Donald Trump a déjà visiblement fait sienne l'idée que celui qui a la plus grande gueule est un leader en puissance. Du côté des démocrates, la donne est plus compliquée en raison de la présence d'Hillary Clinton, l'impact de la bouche des femmes sur la politique n'ayant pas été étudié, hormis lors de l'affaire Monica Lewinsky. ■



De gauche à droite : « Michelangelo Buonarroti dans son atelier » (v. 1595, détail), de Pompeo Di Giulio Caccini ; « Michelangelo Buonarroti » (v. 1544, détail), de Daniele da Volterra ; « Michelangelo Buanarroti, autoportrait » (v. 1535, détail). CASA BUONARROTI/SCALA FLORENCE ; THE MET, DIST. RMN-GRAND PALAIS/IMAGE OF THE MMA/ART RESOURCE

L'ostéoarthrite de Michel-Ange

Si son confrère Léonard personnifie le génie protéiforme, lui incarne l'archétype de l'artiste-monstre. Mort en 1564, trois semaines avant ses 89 ans, le peintre et sculpteur n'a jamais cessé de créer, même lorsque son corps a commencé à le trahir. C'est à cet épisode de sa vie qu'une équipe de médecins italiens et australiens s'est attelée. En se fondant sur trois portraits du maître vers 60 ans, réalisés par d'autres artistes, ils ont entrepris de poser, dans le *Journal of the Royal Society of Medicine*, un diagnostic. Et ils sont formels : Michel-Ange ne souffrait pas de la goutte, comme on l'a longtemps

cru. « Il n'y a aucun signe d'inflammation, ni trace de tophi », ces dépôts sous-cutanés de cristaux caractéristiques de la maladie, expliquent-ils. Les déformations de ses mains, évidentes sur les gros plans représentés ci-dessus, témoignent plus banalement d'une ostéoarthrite, d'abord favorisée par l'intensité de son travail, puis ralentie par cette même ardeur. Lui qui ne pouvait plus tenir une plume a continué de travailler jusqu'aux derniers jours. « Un triomphe sur l'infirmité », écrivent les scientifiques. Au passage, ils nous livrent une autre information : Michel-Ange était gaucher. ■

AFFAIRE DE LOGIQUE

Le « jeu de min »

Au « jeu de min ». Alice et Bob disposent de 100 pions et d'une corbeille. Ils répartissent les pions sur une table de jeu, en plusieurs tas. Puis, chacun, à le choix entre deux actions : – Prendre un pion de l'un des tas et le mettre dans la corbeille ; – Prendre un pion d'un tas d'au moins deux pions, et le poser sur la table, formant ainsi un nouveau tas d'un pion (et diminuant la taille du tas dans lequel il a pioché). Celui qui met le dernier pion dans la corbeille a gagné. Alice commence.

La disposition de départ est : 10 tas de 1, 9 de 2, 8 de 3, 7 de 4 et 4 tas de 5. Qui gagnera ?

SOLUTION DU N° 949

Quel que soit le choix de la ligne 1, on obtient le même total : 250 000. Si sur la colonne c, on trouve a sur la première ligne et b sur la deuxième, la différence (a – b) s'écrit :

• a – b : dans ce cas, a est plus grand que les (c – 1) nombres précédents de sa ligne, et plus grand que b, donc que les (500 – c) derniers nombres de la deuxième ligne ; ainsi, a est strictement plus grand que 500, on montre par un raisonnement similaire, que b est compris entre 1 et 500. • b – a : on montre de la même façon que b est strictement plus grand que 500, et a compris entre 1 et 500. Ainsi, le total des valeurs absolues est égal à la somme des entiers de 501 à 1000 moins la somme des entiers de 1 à 500, soit la somme de 500 diffé-

rences égales à 500, d'où le résultat. Quel que soit le tirage au sort des lignes 1 et 2, on peut positionner les nombres sur les trois lignes de façon à obtenir le total optimal : 1 000 000. On remarque que si a > b > c : on a |a – b| + |b – c| + |c – a| = 2a – 2c. On peut donc optimiser si, sur chaque colonne, a appartient à l'ensemble A des nombres entiers compris entre 1001 et 1500, b à l'ensemble B des entiers compris entre 501 et 1000, c à l'ensemble C, des entiers compris entre 1 et 500. Il reste à montrer qu'on peut obtenir un tel trio sur chaque colonne. Cela revient à montrer qu'on peut, sur les deux premières lignes, placer sur chaque colonne deux nombres appartenant à des ensembles différents (le troisième se remplira sans

problème, puisqu'il reste le bon nombre de chaque ensemble).

En voici une preuve « visuelle », où chaque cercle représente une ligne, chaque couleur un ensemble. On place d'abord (étape 1) de manière contiguë deux des ensembles (bleus et rouges sur le dessin), mais dans le sens contraire sur les lignes 1 et 2. Puis (étape 2), sur la ligne 2, on les « repousse » pour intercaler le troisième ensemble (vert). C'est toujours possible qu'il ne chevauche pas celui de la ligne 1, car sa longueur est forcément inférieure à la somme des deux autres couleurs de la ligne 1.

ÉLINABETH BUSSET ET GILLES COHEN © POLE 2015

www.affairedelogique.com

N° 950

Les maths, c'est du jeu et du beau temps...

• Festival international des jeux, à Cannes, du 26 au 28 février
Tous les acteurs du monde du jeu, joueurs passionnés ou simples curieux, aimeront à parcourir les allées et s'attarder sur les stands de l'inconfournable Festival des jeux de Cannes, la plus importante manifestation ludique francophone, qui se déroulera au Palais des festivals. Jeux traditionnels, jeux de plateau, jeux vidéo, jeux de simulation se côtoieront. Les mathématicques sont souvent derrière ces jeux sur plusieurs stands où les talents géométrique ou calculatoire seront mis à contribution. Sur le stand du CIJM (Comité international des jeux mathématiques), petits et grands seront accueillis pour résoudre des casse-tête et énigmes, reconstituer des grilles logiques ou numériques, se livrer à des jeux de poursuite, d'alignement, ou de stratégie comme le fameux jeu de Hex. Ils pourront également tutoyer la géométrie plane et même entrer dans l'univers pluridimensionnel, en passant des pentaminos aux pentacubes, puis du cube à l'hypercube ; ils se détacheront de la symétrie des plisages d'origami, en construisant des pavages du plan ou de l'espace. Ils pourront même y trouver les recueils des problèmes du Monde. Informations sur <http://www.festivaldesjeux-cannes.com/>

• « Mathématique et météorologie », à Nancy, le 3 mars
Le cycle « Mathématiques et société » se poursuit à l'UIT Nancy-Charlemagne, avec une conférence de Claude Basdevant autour de la prévision météo, un défi difficile à relever car il implique la modélisation de nombreux phénomènes de nature très différente, l'intervention de plusieurs sciences et la collecte d'une grande masse de données, pas toujours maîtrisables. C'est le cheminement de l'observation de l'état de l'atmosphère jusqu'à la prévision du temps qu'il va faire et de son évolution que nous fera décrypter le conférencier, mettant en évidence le rôle joué par les mathématiques. <http://lecluniv-lorraine.fr/Cycle-Conferences-Sciences-et-Societe/>

**Carl Elliott,
à l'université
du Minnesota,
en avril 2015.**

JENN ACKERMAN/THE NEW
YORK TIMES-REDUX-REA

CATHERINE MARY

Pendant plus de sept ans, le bioéthicien Carl Elliott a lancé l'alerte. Sept années durant lesquelles il a épluché les rapports des précédentes enquêtes, cherché des réponses auprès de la direction de l'université du Minnesota au sein de laquelle il travaille, raconté l'histoire dans la presse, alerté la communauté médicale. Sept années d'un combat qui, tout en lui donnant raison, l'a aussi laminé. «Avoir été réprimandé par le doyen, ce n'est pas si grave. Le plus dur, c'est quand certains collègues que vous pensiez être des amis commencent à vous attaquer par derrière», racontait-il récemment, face à une douzaine de bioéthiciens rassemblés à la Fondation Brocher, à Genève, sur le thème des lanceurs d'alerte. Ses yeux, à la suite de ces propos, s'embuent de larmes.

Barbe grisonnante, visage fatigué, Carl Elliott ne lâche pourtant pas le morceau. Et sans son opiniâtreté, aucune enquête indépendante n'aurait été menée sur les conditions dans lesquelles sont menés les essais cliniques au sein du département de psychiatrie de l'université du Minnesota. Et rien n'aurait transparu. Ni l'ampleur des conflits d'intérêts, ni les négligences dans la supervision des essais cliniques, ni le climat de peur. «Carl a un sens très fort de l'équité et de la loyauté, et il a senti que quelque chose n'allait pas dans cette histoire», commente le bioéthicien Leigh Turner, de l'université du Minnesota. Ami et collègue de Carl Elliott, il a contribué à lancer l'alerte et se trouve, comme lui, contraint à travailler à l'extérieur du département de bioéthique de l'université de Minnesota, pour en fuir l'hostilité. «Carl et Leigh sentaient vraiment qu'il y avait un problème et qu'ils mettraient en péril leur intégrité s'ils ne réagissaient pas», commente Trudo Lemmens, un bioéthicien de l'université de Toronto qui est à l'origine d'une pétition signée en 2010 par 175 spécialistes en médecine et en sciences sociales. «Carl a vraiment une excellente réputation professionnelle, même si, maintenant, certains le trouvent trop zélé», précise-t-il.

Tout commence en 2008 par la lecture d'un article publié dans la presse locale relatant le suicide, en 2004, de Dan Markingson, un patient schizophrène de 26 ans, au cours d'un essai clinique mené au département de psychiatrie de l'université. L'article fait peser des soupçons sur les conditions dans lesquelles Dan Markingson avait accepté de participer à cet essai. Stephen Olson, le psychiatre qui l'examina lors de son admission, à l'automne 2003, diagnostiqua un premier épisode de schizophrénie et le jugea inapte à exercer son libre arbitre. Ce qui ne l'empêcha pas d'obtenir son consentement pour participer à l'essai clinique CAFE, financé par le laboratoire AstraZeneca. Il s'agissait de comparer l'efficacité de trois antipsychotiques, dont le Serquel d'AstraZeneca qui, selon l'article, versait 15000 dollars (près de

**Tout commence par
la lecture d'un article
relatant le suicide
d'un patient schizophrène
de 26 ans**

14000 euros) par patient recruté au département de psychiatrie de l'université du Minnesota. Rapidement, l'état de Dan Markingson se dégrada, sans que le docteur Olson ne s'en inquiète. Jusqu'à ce jour de mai 2004 où Dan Markingson fut retrouvé mort, après s'être tranché la gorge.

Au moment où il prend connaissance de cette histoire, Carl Elliott est rompu aux questions éthiques qu'elle soulève. Né en 1961, il grandit dans une petite ville de Caroline du Sud, aux Etats-Unis, durant la période de l'abolition des lois de ségrégation raciale. «A l'école, je jouais au basket avec mes amis noirs, et j'ai compris que ces lois étaient une injustice institutionnalisée. Dans mon entourage proche, j'ai connu beaucoup de gens respectables qui restaient pourtant aveugles aux questions de race», raconte-t-il. Fils d'un médecin, il marche sur les traces de son père. Mais une fois



Carl Elliott, lanceur d'alerte sur les essais cliniques

Portrait | Ce bioéthicien américain a mis en évidence des irrégularités dans des études conduites par son université

son diplôme obtenu, il abandonne la médecine pour une thèse de philosophie, qu'il obtient à la fin des années 1980 à l'université de Glasgow, en Ecosse. Son sujet ? La responsabilité des patients psychiatriques dans les crimes qu'ils commettent. Il enchaîne ensuite plusieurs postdoctorats dans différentes universités aux Etats-Unis, en Nouvelle-Zélande et en Afrique du Sud, avant d'obtenir un poste de bioéthicien à l'université McGill, à Montréal, puis à l'université du Minnesota, en 1997.

Dans ses travaux apparaissent des thèmes récurrents, dont l'analyse des stratégies utilisées par l'industrie pharmaceutique pour développer le marché de ses médicaments, ou la recherche médicale impliquant les patients vulnérables, tels que les prisonniers ou les patients psychiatriques. Il est aussi l'auteur de livres remarquables et d'articles parus dans de grands titres de la presse américaine, dont *The New Yorker*, *The New York Times*, *The Atlantic* et *Mother Jones*, un journal d'investigation de gauche. Intellectuel engagé, il y pointe sans détour les enjeux éthiques et philosophiques des mutations contemporaines. Dans l'article «The Drug Pushers» («Les trafiquants de médicaments») ou «Les dealers», *The Atlantic*, (2006), il mêle ainsi souvenirs personnels et enquête pour analyser l'évolution de la relation entre médecins et visiteurs médicaux, et lever le voile sur les stratégies commerciales des industries pharmaceutiques.

Un voile qu'il s'efforcera également de lever pour comprendre ce qui est arrivé à Dan Markingson. A une nuance près. Il s'agit, cette fois, d'enquêter sur sa propre université. Et rapidement, il acquiert la conviction qu'elle est en cause. Dans un article publié en 2010 dans *Mother Jones*, il livre une analyse implacable des enjeux de l'essai clinique CAFE, en le replaçant dans le contexte des stratégies que les industriels

développent afin d'augmenter les prescriptions des antipsychotiques atypiques, dont font partie les trois médicaments testés. Dès lors, la notoriété de l'affaire augmente, et les efforts de Carl Elliott finissent par payer. En décembre 2013, une nouvelle enquête indépendante est ordonnée. Publié en février 2015 et fondé sur l'analyse de 20 essais cliniques en cours à l'université du Minnesota, son rapport révèle des négligences systématiques dans la protection des sujets vulnérables et le cumul des rôles entre médecin traitant et investigateur de l'essai clinique.

Ces thématiques s'inscrivent une fois de plus dans un contexte bien plus large que celui de l'université de Minnesota. «Cette histoire ouvre toute la complexité du soin, note ainsi le psychiatre Bruno Falissard, directeur du Centre de recherche en épidémiologie et santé des populations de la Maison de Solenn, à Paris. Aujourd'hui, on a l'impression que soigner, c'est technologique. Mais soigner le sujet pensant qu'est le patient, ce n'est pas seulement soigner ses organes. C'est plus complexe que cela, et lorsque vous mettez là-dedans de l'argent plus des firmes pharmaceutiques, c'est un bazar intégral.»

A l'université du Minnesota, les qualités qui avaient valu à Carl Elliott son recrutement lui valent désormais de la défiance. «Sans savoir ce qu'il vous a dit et quels documents il a partagés, il m'est difficile d'ajouter des commentaires», répond à son sujet par mail Brian Lucas, directeur de la communication. Fidèle à lui-même, Carl Elliott, lui, tire les conclusions qui s'imposent. «Je n'étais pas surpris d'apprendre que l'industrie manipule les essais cliniques. Mais j'ai longtemps été partisan de l'université, car je pensais que c'était plus sain que l'industrie. Cela a été un choc pour moi de découvrir à quel point l'argent avait de l'influence», conclut-il. ■

Le corbeau se méfie du judas

ZOOLOGIE



HERVÉ MORIN

Vous savez sans doute vous représenter les divers états mentaux de vos contemporains. Cette faculté, qui peut être altérée chez les personnes autistes ou schizophrènes, est désignée sous l'appellation «théorie de l'esprit». Depuis plus de quarante ans, les éthologues essaient de déterminer si les animaux en disposent eux aussi, et certains pensent l'avoir vue à l'œuvre chez des primates et des oiseaux. Mais les dispositifs expérimentaux butent toujours sur des objections méthodologiques. On sait depuis quinze ans que les corvidés, par exemple, sont très doués pour constituer de fausses caches de nourriture quand ils se savent observés. Mais les sceptiques font valoir que ces animaux sagaces peuvent fonder leurs agissements sur des indices comportementaux, comme le regard de leurs rivaux, ou même le souvenir de ces coups d'œil, pour motiver leurs ruses.

Une nouvelle expérience, mettant en scène de jeunes corbeaux et décrite dans *Nature Communications* du 2 février, a tenté de répondre à ces objections. Thomas Bugnyar (université de Vienne) et ses collègues ont placé des jeunes corbeaux dans deux cages adjacentes, séparées par une vitre et un judas. Dans un premier temps, le corbeau testé restait dans la chambre de gauche, apprenant à observer par l'œilleton un camarade à qui on donnait de la nourriture. Ensuite, il était placé dans la pièce de droite, où il recevait à son tour de la nourriture, dans différentes configurations : avec la vitre occultée ou non, et le judas masqué ou non. Les chercheurs ont constaté que lorsqu'un enregistrement de corbeau était diffusé dans la pièce adjacente, vitre et œilleton fermés, le jeune *Corvus corax* ne se souciait pas de cacher sa nourriture. Mais quand le judas était découvert, il la dissimulait, comme quand la vitre n'était pas occultée.



Un «*Corvus corax*».

JANA MÜLLER, UNIVERSITÄT WIEN

Tout se passait comme s'il redoutait d'être observé, alors qu'il n'avait à sa disposition aucun indice direct, corporel ou comportemental montrant qu'un congénère l'espionnait. Les chercheurs sont-ils parvenus à isoler un des composants de la théorie de l'esprit, centré sur la vision subjective ? L'hypothèse, avancent-ils, est solide mais requiert d'autres études. ■

Dans l'interêt de la science

mathieu vidard
la tête au carré
14:00-15:00

avec, tous les mardis,
la chronique de Pierre Barthélémy

Le Monde
science&médecine

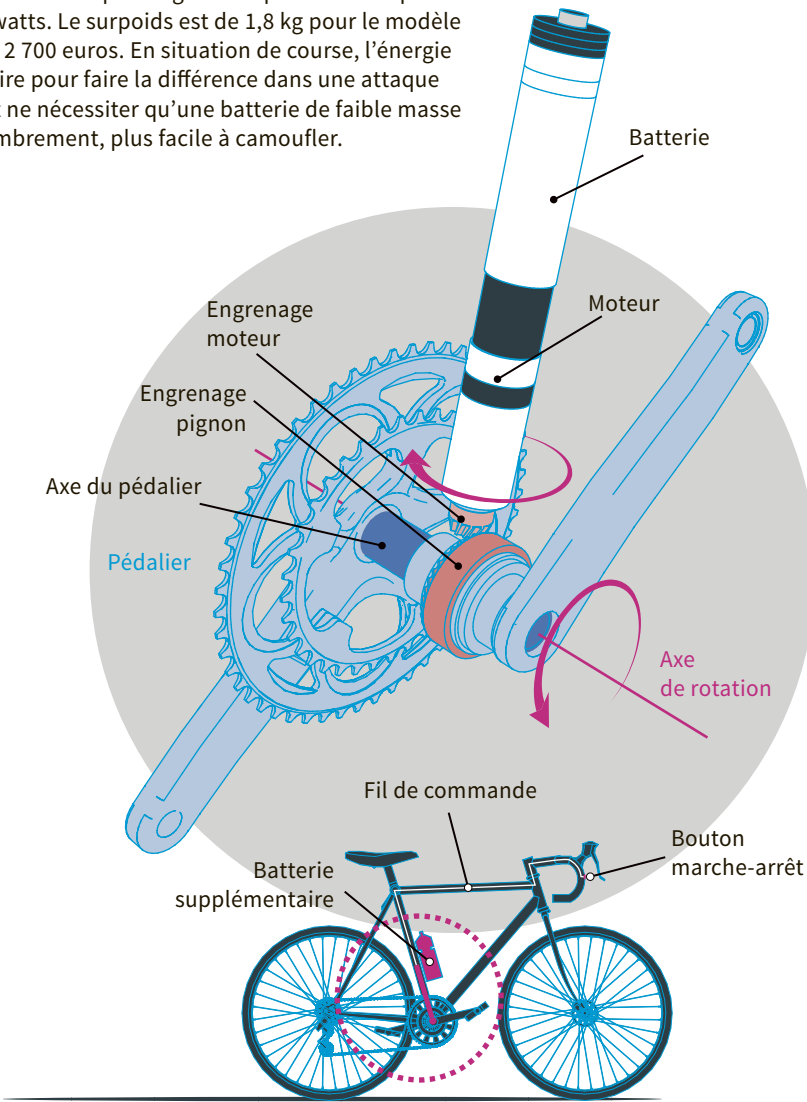
Mettez un moteur (discret) dans votre vélo

L'Union cycliste internationale (UCI) a découvert un moteur caché dans le vélo de la coureuse belge Femke Van den Driessche, premier cas avéré de tricherie mécanique dans le cyclisme de haut niveau, lors des championnats du monde de cyclo-cross, en Belgique, samedi 30 janvier. La jeune Belge, qui avait abandonné sur ennui mécanique, assure s'être retrouvée au guidon de ce vélo en raison de la « méprise d'un mécanicien ». Diverses vidéos de chutes après lesquelles la roue arrière continue à tourner renforcent les suspicions. L'UCI n'a pas donné de détails sur les caractéristiques du moteur incriminé en Belgique. Plusieurs technologies sont suspectées. La plus simple pourrait s'inspirer d'un système commercialisé par la société autrichienne Vivax Drive : le moteur se situe dans le tube de la selle et se trouve en prise avec l'axe du pédalier, par l'intermédiaire d'un engrenage. La batterie peut être dissimulée dans le tube ou dans un faux bidon. Le déclenchement pourrait être asservi au cardiofréquencemètre. *La Gazzetta dello Sport* a évoqué un système électromagnétique très coûteux (200 000 euros), présenté comme plus facile à soustraire aux contrôles. Le site spécialisé Cyclingtips juge qu'un procédé faisant appel à une machine à réluctance variable serait possible en théorie, mais difficile à régler en pratique. ■

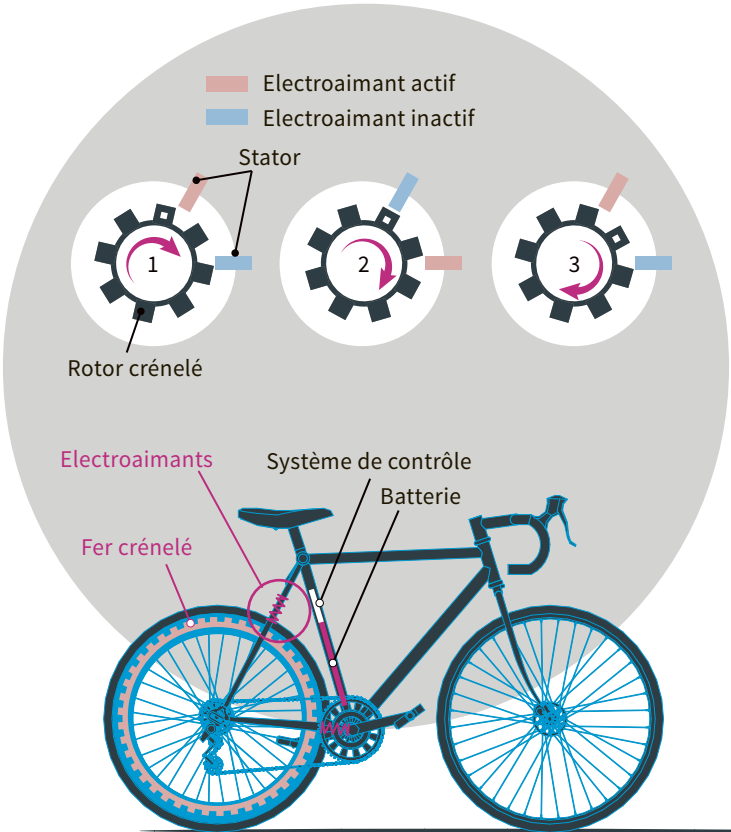
HERVÉ MORIN

1. L'engrenage du dopage mécanique

Commercialisé par la société Vivax Drive, un moteur couplé à un engrenage permet de délivrer une assistance au pédalage d'une puissance de plus de 100 watts. Le surpoids est de 1,8 kg pour le modèle vendu à 2 700 euros. En situation de course, l'énergie nécessaire pour faire la différence dans une attaque pourrait ne nécessiter qu'une batterie de faible masse et encombrement, plus facile à camoufler.



INFOGRAPHIE : HENRI-OLIVIER



2. L'hypothèse de la réluctance variable

Ce type de moteur s'appuie sur l'interaction électromagnétique entre une partie fixe (stator) et une partie mobile (rotor). Il nécessite d'injecter de façon séquentielle un courant dans des électroaimants — fixés sur le cadre — qui attirent tour à tour les dents d'une structure ferreuse crénelée placée sur la roue. Le dispositif nécessite des capteurs de position de celle-ci pour asservir très précisément la distribution du courant dans les électroaimants. La faille ? La distance entre rotor et stator, qui doit être très réduite pour éviter les pertes de puissance : les déformations de la roue pourraient être rhébitatoires.

SOURCE : VIVAX



CHRISTOPHE GRANGEASSE

Caractérisation des réseaux de régulation par phosphorylation chez la bactérie *Streptococcus pneumoniae*
INSTITUT DE BIOLOGIE ET CHIMIE DES PROTÉINES - LYON



NATHALIE VERGNOLLE

Utilisation de mini-côlons dans la compréhension des mécanismes physiopathologiques des pathologies intestinales inflammatoires
INSTITUT DE RECHERCHE EN SANTÉ DIGESTIVE - TOULOUSE

théra • Photo : © CAPA

CES CHERCHEURS MISENT SUR LES FORCES DU VIVANT

LA FONDATION BETTENCOURT SCHUELLER CULTIVE LEUR TALENT.
ELLE LEUR DÉCERNE SES PRIX COUPS D'ÉLAN POUR LA RECHERCHE FRANÇAISE
POUR AMÉLIORER LEURS CONDITIONS DE TRAVAIL.

Avec ses 4 prix annuels, la Fondation Bettencourt Schueller favorise le rayonnement de la recherche française pour l'amélioration de la santé :

- Prix Liliane Bettencourt pour les sciences du vivant
- Prix Coups d'élan pour la recherche française
- Dotation du programme ATIP-Avenir
- Prix pour les jeunes chercheurs.

Depuis 1990, pour les sciences de la vie, elle a déjà attribué 352 prix, accordé 306 M€ de dons cumulés, encouragé plus de 5 000 chercheurs.



FONDATION
BETTENCOURT
SCHUELLER

FONDATION RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE
Pour en savoir plus : www.fondationbs.org