

SOLEIL EN ROTATION(S)

Une semaine. C'est le temps mis par le cœur du Soleil pour faire un tour sur lui-même. Depuis plusieurs années, les astrophysiciens supposaient que la vitesse angulaire de rotation du cœur de l'astre était supérieure à celle de sa surface, mais ils n'avaient pas pu quantifier cet écart. C'est désormais chose faite par Éric Fossat, de l'observatoire de la Côte d'Azur, et son équipe.

Pour ce faire, les chercheurs ont d'abord mis en évidence la présence d'ondes de gravité dans l'étoile en détectant leur signature dans les ondes acoustiques solaires mesurables à la surface de l'astre. Des caractéristiques de ces ondes de gravité, ils ont déduit que le cœur du Soleil tourne quatre fois plus vite que sa surface. Les modèles de notre étoile devront en tenir compte. ■

D. T.

E. Fossat et al., *Astronomy & Astrophysics*, vol. 604, A40, 2017

SANTÉ

PRÉMATURÉS: DU PROGRÈS

La prématurité concerne 7% des naissances, soit, en France, entre 55 000 et 60 000 enfants par an. Le pronostic vital et le devenir neuromoteur, sensoriel et général de ces enfants à l'âge de 2 ans s'est largement amélioré entre 1997 et 2011, selon des résultats récents obtenus dans le cadre de l'étude française EPIPAGE-2.

L'enquête a inclus au départ plus de 5500 enfants nés prématurément entre 22 et 34 semaines d'aménorrhée (SA) d'avril à décembre 2011. Des informations ont été collectées à 2 ans auprès du médecin traitant et des parents grâce à un questionnaire standardisé. Le taux de survie des enfants s'est amélioré grâce à une meilleure prise en charge, sauf pour les prématurés extrêmes, en dessous de 24 SA. En outre, il subsiste des inquiétudes quant au développement des prématurés, dont 40 à 50 % ont un score de développement assez faible à 2 ans. Reste à savoir quels sont les facteurs impliqués et comment les prévenir. ■

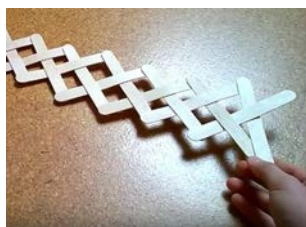
N. G.

V. Pierrat et al., *BMJ*, vol. 358, j3448, 2017

DOMPTER LES ONDES COBRA



Quand on construit un entrecroisement de bâtonnets (ci-dessous) et que l'on retire le premier, la structure se soulève et libère son énergie élastique en éjectant un à un les bâtonnets, formant une onde dite cobra (ci-dessus photographiée à différents instants repérés par une couleur, du jaune au bleu).



Entrecroisez de petits bâtonnets de bois semblables à ceux utilisés pour les glaces afin de former un long maillage où chaque bâtonnet, légèrement fléchi, est maintenu par deux voisins (voir la photo ci-contre). De l'énergie élastique est ainsi emmagasinée. Retirez le premier (ou le dernier) de

ces bâtonnets. La structure se déstabilise en se soulevant comme un serpent dressé, puis libère l'énergie élastique de façon spectaculaire en éjectant ses bâtonnets un par un, formant une onde qui se propage le long de la structure et que l'on nomme une onde cobra. Jean-Philippe Boucher, doctorant au laboratoire LadHyX, à l'École polytechnique, et ses collègues ont étudié les caractéristiques de ce type d'ondes.

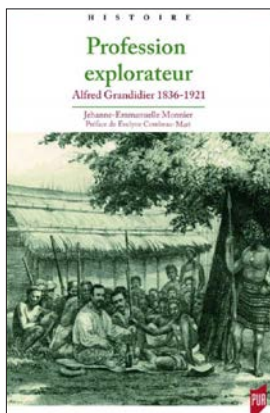
Jean-Philippe Boucher a observé que la vitesse des ondes cobra augmente avec la rigidité du matériau (ici, le bois) et avec son épaisseur. Elle diminue aussi avec sa longueur et ne dépend pas de sa largeur. Enfin, le physicien a montré que l'angle du maillage a une influence sur cette vitesse. Fort de ces observations, les chercheurs français ont mis en équation la propagation de l'onde, en s'appuyant sur l'équation établie par Leonhard Euler en 1744 pour décrire la déformation de tiges élastiques. En résolvant l'équation, ils ont pu calculer la forme de l'onde cobra, avec un résultat en bon accord avec l'expérience.

Dernier résultat de cette étude: l'équipe de physiciens a montré qu'en deçà d'une certaine longueur, les bâtonnets sont trop fragiles et atteignent leur point de rupture avant que l'onde ne puisse se propager. En revanche, si les bâtonnets sont trop longs, leur énergie potentielle de pesanteur est trop importante par rapport à leur énergie potentielle élastique et l'onde cobra ne peut exister.

L'intérêt des ondes cobra s'étend à d'autres domaines que la mécanique, par exemple la microbiologie. En effet, les microtubules, des fibres présentes dans les cellules et qui jouent un rôle majeur dans leur formation, ont une structure similaire aux maillages de bâtonnets des chercheurs. Parfois, ce maillage se défait à l'une de ses extrémités (phénomène appelé catastrophe des microtubules) et l'on observe une onde de désenchevêtrement semblable à celle étudiée par Jean-Philippe Boucher et ses collègues. ■

D. T.

J.-P. Boucher et al., *Physical Review Letters*, vol. 119, 084301, 2017



HISTOIRE DES SCIENCES

PROFESSION EXPLORATEUR : ALFRED GRANDIDIER 1836-1921

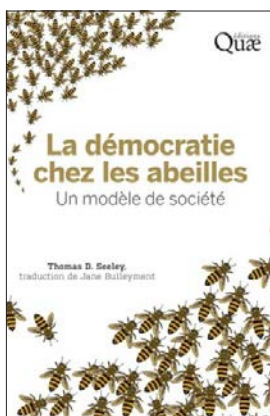
Jehanne-Emmanuelle Monnier
Presses Universitaires de Rennes, 2017
264 pages, 20 euros

Trop obnubilés peut-être par des repentances obsessionnelles, les Français ont quelque peu oublié leurs grands explorateurs des siècles passés – qui, il est vrai, furent souvent d'ardents colonialistes. Alfred Grandidier ne fait pas exception, et comme le montre bien ce livre, il est un peu l'archétype de l'explorateur du XIX^e siècle. Issu d'une très riche famille de la bonne société, il commence à voyager à travers le monde âgé d'à peine vingt ans, d'abord aux Amériques, puis en Inde.

C'est un peu par hasard, dans les années 1860, qu'il se retrouve à Madagascar, île qui sera dès lors sa terre de prédilection. Il y mène trois expéditions, la dernière s'achevant en 1870, qui apportent une foule d'informations nouvelles, de la géographie à l'ethnographie en passant par la zoologie et la paléontologie, et font de lui l'expert incontesté de cette grande île qui suscite alors les convoitises coloniales. Il cesse ensuite ses explorations à l'âge de seulement 34 ans, et ne parcourra plus Madagascar que par personnes interposées, dirigeant de loin les expéditions de nombreux jeunes voyageurs, dont son fils Guillaume. Fort d'un considérable réseau, qui comprend le Muséum, l'Académie des sciences, les missions catholiques et divers ministères, il exerce une influence énorme sur tout ce qui touche à Madagascar, que la conquête de l'île par les troupes françaises en 1894 ne fera que confirmer. Son but ultime demeure la connaissance, aussi exhaustive que possible, de l'île, avec une monumentale *Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar*, publiée entre 1875 et 1940 et rassemblant de nombreuses contributions.

Par cette excellente biographie, l'auteure nous fait comprendre quelles étaient les motivations et les pratiques de ces grands explorateurs d'antan, et dans quel cadre social, scientifique et politique ils évoluaient. Son livre est un ouvrage académique, mais il est écrit dans un style si fluide et si agréable qu'il se lit avec beaucoup de plaisir.

ERIC BUFFETAUT / CNRS-ENS, PARIS



ENTOMOLOGIE

LA DÉMOCRATIE CHEZ LES ABEILLES

Thomas D. Seeley
Quæ, 2017
216 pages, 29,50 euros

Cet essai passionnant, qui retrace la démonstration du déroulement d'une recherche scientifique longue et complexe par une communauté internationale de biologistes, part d'une question simple: «Comment fait un essaim d'abeilles pour choisir son logement et ne pas mourir?». Et le résultat final surprend.

Le titre évoque *a priori* certaines «recherches» pseudoscientifiques, par lesquelles certains essaient de justifier un régime totalitaire par l'exemple «parfait» que nous donneraient les «sociétés» d'insectes eusociaux, c'est-à-dire à «castes» d'origine biologique.

Rien de tout cela dans ce livre passionnant, bien au contraire! On voit comment les chercheurs et étudiants trouvent des solutions originales pour décrypter les comportements inattendus des abeilles. La reine n'intervient en rien; ce sont quelques centaines d'ouvrières exploratrices qui choisissent pour toutes. Comment? La lecture du livre vous le fera découvrir.

Thomas Seeley montre les convergences remarquables entre le fonctionnement de l'essaim et celui du cerveau d'un primate pour prendre une décision. Il explique enfin comment des (petits) groupes humains utilisent avec succès la procédure de prise de décision des abeilles, avec comme condition première «un respect mutuel et des intérêts en commun».

Ce livre intéressera les chercheurs, les étudiants et ceux qui veulent observer d'un peu plus près des phénomènes naturels et les procédures exemplaires mises en œuvre.

La couverture française comporte une erreur amusante, qui prouve à quel point il est urgent de le lire et de découvrir le monde des abeilles: les insectes dessinés, censés représenter des abeilles ont des ailes de mouches syrphides...

ANDRÉ NEL / MNHN, PARIS



MÉDECINE

SE GUÉRIR

Jo Marchant
Flammarion, 2017
384 pages, 21 euros

La pertinence de la démarche scientifique et médicale est fondée sur la rationalité et l'apport de la preuve. L'acte thérapeutique – intervention extérieure à l'individu – s'appuie sur la compréhension physiopathologique des troubles afin de mieux lutter contre le mal-être et la maladie. Or des voix de plus en plus nombreuses s'élèvent pour défendre une autre approche: la mobilisation du psychisme serait déterminante et sa force suffisante pour contribuer à la santé. Doute, scepticisme, voire ironie critique ne manquent pas lorsque de tels arguments sont avancés. Car cette manière d'aborder la souffrance et la maladie, qualifiée d'irrationnelle, de subjective et de croyante, heurte notre cartésianisme.

L'auteure, généticienne et microbiologiste, nous démontre le bien-fondé de cette approche. Grâce aux progrès des neurosciences et au fil des études scientifiques et de nombreux témoignages qu'elle analyse, elle aborde successivement l'effet placebo, les techniques de maîtrise du stress par l'hypnose, le conditionnement pavlovien, la relaxation ou la méditation. En s'appuyant sur la réalité aujourd'hui démontrée des changements biochimiques entraînés par ces techniques (sécrétion de dopamine, d'endorphines, de prostaglandines, expression ou répression de certains gènes codants), elle met en évidence la réelle efficacité de ces pratiques dans l'amélioration de notre résilience.

En mobilisant cette interrelation corps-esprit, nous ne subissons plus passivement les aléas de notre histoire ni le poids de la maladie, mais devenons acteurs de notre devenir. Notre activité cérébrale, par les représentations mentales dynamiques qu'elle produit, est en effet capable d'influer dans une large mesure sur notre état, de l'ajuster et de le restaurer.

BERNARD SCHMITT / CERNH, LORIENT

FICTION SCIENTIFIQUE

L'HOMME QUI HAÏSSAIT LE BIEN

Sébastien Bohler
Robert Laffont, 2017
416 pages, 21,50 euros

Heureusement que, dans ce thriller, un prisonnier échappe aux policiers qui le gardent, plonge dans la Seine depuis le quatrième étage du palais de Justice et s'enfuit. Heureusement que ce personnage, auquel réfère le titre du livre, s'opère lui-même du cerveau en enfonçant une tige de métal dans une plaie ouverte qu'il a au crâne. Un thriller a besoin de quelques bonnes invraisemblances bien impressionnantes!

Pour le reste, tout, dans celui-ci, est vraisemblable. Hélas! Je dis hélas, parce que la plupart des personnages sont des affreux. Un président prêt, pour se faire réélire, aux détournements de fonds et aux meurtres, et un ministre de l'intérieur prêt, pour prendre sa place, aux mêmes moyens. Des chercheurs scientifiques, surexcités à la perspective d'obtenir le prix Nobel, se procurant à bon marché des neurones embryonnaires auprès de fournisseurs véreux. Des soignants que l'appât du gain mène à agir contre toute humanité. Des aventuriers qui, prétendant les secourir, exploitent des populations sud-américaines rendues malades par la pollution de leur fleuve.

On demandera: quel rapport entre des hommes politiques et des chercheurs français, des aventuriers, des populations lointaines? C'est tout l'art du romancier que d'avoir su les faire interagir en mettant la neurobiologie au service d'une intrigue bien charpentée, prenante, agrémentée de poursuites haletantes, de combats et de brusques retournements de situation – sans oublier quelques espions russes et des menaces d'attentat. Et aussi des scènes érotiques (mais là, l'auteur n'en fait pas plus que le minimum syndical). Quant au critique, son devoir est de ne rien dévoiler de plus... Bonne lecture!

DIDIER NORDON / ESSAYISTE

ET AUSSI



MÉDUSES

Lisa-Ann Gershwin
Ulmer, 2017
224 pages, 30 euros

Connaissez-vous les redoutables cuboméduses? Les inoffensives groseilles de mer? Les salpes? Les siphonophores? Les ascidies? Les pyrosomes? Après la lecture de ce magnifique ouvrage, vous en saurez beaucoup sur les méduses et les autres groupes d'organismes gélatineux qui peuplent les mers et parfois les eaux douces. Les nombreuses et très belles photographies illustrent un texte à la fois savant, accessible, agréable et bien organisé. On y découvre l'extraordinaire diversité et beauté des animaux gélatineux, leur biologie, leur écologie, leurs interactions avec les humains...

DARWIN À LA PLAGE

Jean-Baptiste de Panafieu
Dunod, 2017
168 pages, 14,90 euros

Pilier de la biologie moderne, la théorie de l'évolution, qui a elle-même quelque peu évolué depuis sa formulation il y a plus de 150 ans par Charles Darwin, reste souvent mal comprise du grand public. Et elle continue de déranger ceux qui ont une position dogmatique sur la place de l'homme dans le monde, le rôle de Dieu et celui de la nature. Ce petit livre permet de s'initier aux grandes idées de cette théorie subtile, à son histoire, à ses fausses interprétations, à quelques-unes des voies explorées aujourd'hui par les chercheurs en sciences de la vie.

QUANTUM PHYSICS

Michael G. Raymer
Oxford University Press, 2017
306 pages, 15,13 euros

Sous-titré *What everyone needs to know* (« Ce que chacun doit savoir »), ce livre explique à un public large la physique quantique sous la forme de questions-réponses. Son grand mérite est de faire comprendre de façon relativement approfondie, dans un langage simple (mais en anglais...) et sans mathématiques, les principaux concepts de cette théorie contre-intuitive, quelques-unes de ses applications modernes et les difficultés d'interprétation qu'elle soulève. Vivement une traduction française!

PARIS

JUSQU'AU 10 JUIN 2018

Muséum national d'histoire naturelle
www.expometeorites.fr

Météorites, entre ciel et terre



On estime que chaque année, quelque 5000 météorites de masse supérieure au kilogramme tombent sur la planète. Ces pierres provenant de l'espace fascinent depuis des millénaires. Autrefois considérées comme des objets divins ou magiques, sacralisées ou redoutées, elles révèlent aujourd'hui aux scientifiques de multiples et précieuses informations sur les débuts du Système solaire, il y a environ 4,56 milliards d'années. Car la plupart des météorites se sont formées à cette époque et n'ont que très peu évolué depuis.

L'exposition qui leur est consacrée offre un vaste tour d'horizon sur la nature et l'origine des météorites, les mythes associés, la diversité de ces objets, leur chute et les cratères formés, ce qu'ils nous apprennent sur le Système solaire... Les visiteurs pourront notamment contempler plus de 350 pièces de la collection du Muséum (l'une des plus importantes du monde, avec plus de 4000 spécimens) et des pièces rares venues d'ailleurs. Sans oublier des projections spectaculaires et un parcours autour d'une douzaine d'œuvres d'artistes. ■

VITRY-SUR-SEINE

JUSQU'AU 3 NOVEMBRE

Maison des Projets de Vitry-sur-Seine
www.vitry94.fr

Trésors archéologiques



Avec les travaux du Grand Paris Express, des fouilles importantes ont été réalisées en 2016 sur le site de la future gare Vitry Centre. Les premières découvertes d'intérêt – objets, structures, sépultures – sont présentées ici au public. Une fenêtre sur l'histoire du territoire depuis l'Antiquité et le mode de vie de ses habitants. ■

GENÈVE

JUSQU'AU 31 DÉCEMBRE 2018

Conservatoire et Jardin botaniques de Genève
www.cjb-geneve.ch

Les multiples vies des herbiers



Collecter des plantes, les sécher et les mettre en herbarium est une pratique qui remonte au XVI^e siècle. Elle s'est beaucoup développée à l'âge d'or des grandes explorations et de la science naturaliste. Et avec les évolutions techniques, montre cette exposition, les herbiers révèlent aux botanistes de nouvelles informations. ■

ET AUSSI

Dimanche 8 octobre, 18 h 30

La Reine Blanche, Paris
www.reineblanche.com

INSECTES ET LUMIÈRES

Une conférence du physicien Serge Berthier, spécialiste des nanosciences, sur les structures microscopiques qui permettent aux insectes d'agir sur la lumière et, notamment, d'arborer de magnifiques couleurs métalliques. Des microstructures qui devancent de plusieurs centaines de millions d'années les « cristaux photoniques » fabriqués récemment en laboratoire...

Mardi 10 octobre à 20 h 55 sur Arte (www.arte.tv)

BÉBÉS SUR MESURE

Avec les avancées des sciences et des techniques, choisir le sexe de son bébé, la couleur de ses yeux et d'autres caractères entre dans le domaine du possible. Ce pouvoir nouveau sur la procréation suscite à juste titre des inquiétudes.

Mardi 17 octobre à 17 h Acad. des sciences, Paris
www.academie-sciences.fr
5 À 7 AVEC FRANÇOISE BARRÉ-SINOSSI

Ce rendez-vous mensuel (sur inscription préalable) d'un membre de l'Académie des sciences avec le grand public impliquera cette fois la codécouverte du virus du sida (Prix Nobel en 2008). Il y sera notamment question d'infections émergentes dans le contexte de la mondialisation.

Samedi 21 octobre à 22 h 30 sur Arte (www.arte.tv)

LA FABRIQUE DU CERVEAU

Certains scientifiques cherchent à créer un cerveau artificiel dans lequel on pourra télécharger les informations d'un cerveau humain et qui pourrait ainsi remplacer ce dernier. Une enquête sur des recherches aux frontières de la science et de la fiction.

FRANCE

DU 7 AU 15 OCTOBRE
En quelque 2 500 lieux différents
<https://www.fetedelascience.fr>

Fête de la science



Comme chaque année depuis 1992, grâce à l'initiative du ministre de la Recherche de l'époque, Hubert Curien, la science se fête en France durant plusieurs jours (en octobre depuis 1995): visites de laboratoires, ateliers, conférences, animations, expériences, etc. L'occasion pour le grand public, partout dans le pays, de découvrir maints sujets de science, de rencontrer les chercheurs, de faire connaissance avec leur métier... ■

NANTES

JUSQU'AU 12 MARS 2018
Muséum de Nantes Métropole
www.museum.nantes.fr

Éternité



Sous-titrée «Rêve humain et réalités de la science», cette exposition décline trois grands thèmes assez distincts. Le premier est le «temps de l'homme», où l'on s'intéresse à l'espérance de vie de l'homme, au vieillissement et aux perspectives de l'abolir. Le deuxième porte sur le «temps de l'espèce», où l'on évoque la durée d'existence d'une espèce, l'évolution, les extinctions... Enfin, le troisième volet porte sur les débuts de la Terre et l'âge de l'Univers. ■

SORTIES DE TERRAIN

Dimanche 1^{er} octobre, 14 h
Pennedepie (Calvados)
Tél. 02 14 63 17 12
ou 06 69 61 55 06

MARAIS DE PENNEDEPIE

Une promenade de 2 h 30 dans des marais littoraux. Grâce à la grande diversité de leurs milieux (vasières, dunes, roselières, prairies, bocage), ces marais accueillent de nombreux oiseaux migrateurs.

Dimanche 1^{er} octobre
Sentheim (Haut-Rhin)
www.geologie-alsace.fr
Tél. 06 47 29 16 20

VALLÉE DE LA DOLLER

Balade de 3 h à 3 h 30 sur un sentier de 5-6 km qui retrace 340 millions d'années d'histoire géologique de la région, avec visite de la Maison de la géologie et de la grotte du Wolfch.

Samedi 14 octobre
Domaine de Montauger (91)
Tél. 01 60 91 97 34

LES ANIMAUX NOCTURNES

Dans l'Essonne, à l'occasion de l'événement «Le jour de la nuit», une soirée de sensibilisation à la protection de la biodiversité nocturne. Après une séance d'information en salle, on découvre sur le terrain des espèces nocturnes, en prenant conscience de l'impact sur elles de la pollution lumineuse.

Dimanche 15 octobre
Montauroux (Var)
Tél. 04 42 20 03 83

PIERRE MEULIÈRE

Une excursion à la journée sur les sites de la Fustière et de la forêt de Saint-Cassien, pour y découvrir la nature ainsi que les nombreuses carrières d'extraction de meules récemment cartographiées sur ces sites.

Mardi 25 octobre
Sains-du-Nord (Nord)
Tél. 03 27 59 13 10

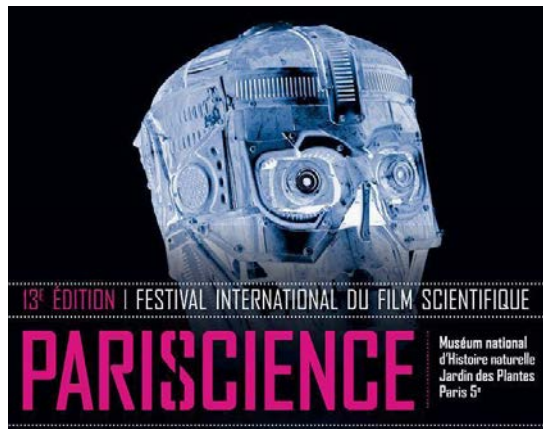
MIGRATION DES OISEAUX

L'après-midi, une promenade dans le bocage pour observer ce beau spectacle de la nature qu'est la migration des oiseaux.

PARIS

DU 2 AU 9 OCTOBRE
Muséum national d'histoire naturelle, IPGP et Le Grand Action
<https://pariscience.fr>

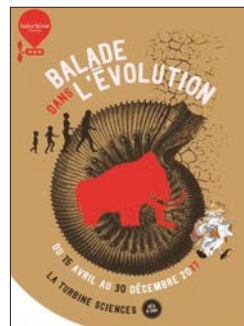
Festival Pariscience



Comme les précédentes, la 13^e édition de ce festival international du film scientifique propose une copieuse sélection de documentaires scientifiques de tous formats et sur des thématiques très diverses, qu'ils soient réalisés pour le cinéma ou pour la télévision. Ainsi, cette année, le public (quelque 10 000 spectateurs attendus) pourra découvrir en projection gratuite 87 films sélectionnés parmi plus de 400 venant du monde entier. Une manifestation où le grand public peut assouvir sa curiosité, où les professionnels du secteur se rencontrent, et où plusieurs prix sont décernés lors de la soirée de clôture. ■

ANNECY

JUSQU'AU 30 DÉCEMBRE
La Turbine sciences
www.laturbinesciences.fr



Balade dans l'évolution

Les principales étapes de l'histoire de la vie (essentiellement animale, toutefois) sur Terre sont ici racontées au travers de seize panneaux explicatifs généreux en jeux de mots et accompagnés de fossiles, de gravures, de squelettes. Une exposition qui montre l'évolution du vivant dans sa diversité, sans toutefois se pencher sur les mécanismes de cette évolution. ■



LA CHRONIQUE DE
GILLES DOWEK

IL Y A ERREUR ET ERREUR

Une erreur dans un programme informatique n'a pas le même statut qu'une erreur dans une grande base de données.



Dans notre monde informatisé, une petite erreur dans un programme peut avoir des conséquences qui se répercutent sur de vastes échelles.

Parmi les premiers *Homo sapiens informaticus*, certaines figures, tels Norbert Wiener, Claude Shannon et Alan Turing ont bâti les cadres conceptuels dans lesquels nous pensons l'informatique aujourd'hui. Cependant, bien que contemporains, ces théoriciens ont fondé leurs réflexions autour d'idées très différentes: celle de pilotage – qui a donné le mot «cybernétique» – pour Wiener, de communication pour Shannon, de machine à calculer pour Turing. Cette diversité rend l'histoire intellectuelle de cette période foisonnante et difficile à appréhender.

Si, quelques décennies plus tard, le cadre de pensée de Turing s'est imposé, les idées de Wiener et de Shannon restent présentes dans certaines branches de l'informatique, tels les réseaux, la robotique ou l'automatique.

La différence entre les démarches de, par exemple, Shannon et de Turing peut s'illustrer par la place que la notion d'erreur y occupe. Une contribution essen-

tielle de Shannon concerne la transmission d'un message sur un canal, tel un réseau téléphonique. Ces messages sont discrets: ce sont des suites finies de symboles choisis dans un alphabet fini.

Mais le caractère discret de ces messages ne les prémunit pas contre des déformations lors de leur transmission. Pour Shannon, ces erreurs sont inévi-

Dans l'analyse de données massives, quelques erreurs ont un impact statistiquement limité

tables, mais elles peuvent être statistiquement corrigées et elles ne sont pas catastrophiques, tant qu'elles restent limitées. Nous tolérons, de même, des petites erreurs dans de nombreuses situations quotidiennes. Si, par exemple, en faisant un tiramisù, nous mettons, non

100 grammes, mais 120 grammes de sucre, le tiramisù sera peut-être un peu trop sucré, mais il restera un tiramisù. Il y a très peu de risques que cette erreur le transforme en une panna cotta. Il n'est donc pas surprenant que Shannon ait utilisé la théorie des probabilités pour définir les notions de compression et de correction d'un message. Par la suite, ses successeurs ont conçu des algorithmes de compression qui acceptent la perte d'un peu d'information dans les messages – par exemple, quelques pixels dans une image, indétectables à l'œil nu –, afin de pouvoir les compresser davantage. Fidèles à l'esprit de Shannon, les spécialistes de l'analyse de données massives nous apprennent aujourd'hui que, pourvu qu'elles ne soient pas trop nombreuses, quelques erreurs dans les données ont un impact statistiquement limité.

La vision de Turing est très différente, car le fait que les machines de Turing soient discrètes y rend les erreurs évitables. Mais, si elle n'est pas évitée, une petite erreur peut avoir des conséquences énormes. Les statistiques et les probabilités nous sont, dans un tel cas, d'un faible secours. À nouveau, nous savons que, dans de nombreuses situations quotidiennes, une petite erreur peut être à l'origine d'une catastrophe. Par exemple, si quelqu'un nous indique le chemin pour aller d'une ville à une autre: «Prendre l'autoroute vers le nord, rouler 100 kilomètres, sortir de l'autoroute, etc.», une petite erreur dans ces instructions, par exemple la substitution du mot «nord» par le mot «sud», peut nous mener assez loin de notre but. De même, le 15 janvier 1990, la moitié des abonnés d'un opérateur téléphonique américain se sont vu priver d'appels à longue distance, à cause d'un unique bug, dans une unique ligne de programme.

Dans notre monde discret, la discontinuité – petites causes, grands effets – est la règle. ■

GILLES DOWEK est chercheur à l'Inria et membre du conseil scientifique de la Société informatique de France. Son dernier livre, coécrit avec Serge Abiteboul: *Le Temps des algorithmes* (Le Pommier, 2017).