

## PLANÉTOLOGIE

# NEW HORIZONS LIVRE LES PREMIERS SECRETS D'ARROKOTH

La sonde spatiale *New Horizons* vient de survoler Arrokoth, dans la ceinture de Kuiper. Les données recueillies éclairent son histoire et le scénario de sa formation.

**E**n 1930, l'astronome américain Clyde Tombaugh a découvert un corps en orbite autour du Soleil et aux confins du Système solaire: Pluton. Classé dans la famille des planètes naines depuis 2006, ce corps fait partie de la ceinture de Kuiper, un anneau de débris situé au-delà de l'orbite de Neptune, à entre 30 et 55 fois la distance Soleil-Terre. Cet anneau est composé d'objets qui datent, pour beaucoup, de la période de formation des planètes. L'un d'eux, Arrokoth, découvert en 2014 grâce au télescope spatial *Hubble*, a retenu l'attention des scientifiques notamment en raison de sa forme étonnante. La Nasa a profité du passage de sa sonde *New Horizons* près de Pluton et de ses satellites, en juillet 2015, pour en reconfigurer la trajectoire afin de survoler Arrokoth, situé à environ 6,5 milliards de kilomètres de la Terre – trop loin pour des observations détaillées depuis le sol. Des astrophysiciens viennent, dans trois études, de préciser l'histoire, la géologie et la composition d'Arrokoth grâce aux données fournies par la sonde.

La forme d'Arrokoth, tout d'abord, est surprenante: deux lobes approximativement sphériques reliés par un cou plus étroit. John Spencer, de l'institut de recherche du Sud-Ouest, aux États-Unis, et ses collègues en ont précisé la taille (20 et 15 kilomètres respectivement) et les caractéristiques géologiques. La sonde s'est en outre approchée assez près d'Arrokoth – 3500 kilomètres – pour distinguer clairement des cratères à sa surface, mesurant jusqu'à 7 kilomètres de diamètre. Or, comme Arrokoth est très peu sujet à l'érosion, ses cratères remontent probablement à sa formation. Les chercheurs ont confirmé que leur nombre est compatible avec un âge de 4 milliards d'années pour Arrokoth. Ces observations appuient l'hypothèse d'une formation de chacun des deux lobes par aggrégation de poussières au sein de la nébuleuse solaire – le nuage de gaz à partir duquel le Système solaire s'est formé –, et non par fragmentation de corps plus gros à la suite d'une collision (un processus qui aurait été plus tardif).



Cette image composite, formée à partir de plusieurs clichés pris le 1<sup>er</sup> janvier 2019 à une distance de 6 700 kilomètres d'Arrokoth, montre ce dernier en vraies couleurs. On y aperçoit notamment plusieurs cratères.

**6 HEURES  
C'EST LE TEMPS  
QUE METTENT  
ACTUELLEMENT  
LES DONNÉES  
RECUEILLIES  
PAR NEW HORIZONS,  
SITUÉE À PRÈS DE  
45 FOIS LA DISTANCE  
TERRE-SOLEIL,  
POUR PARVENIR  
JUSQU'À NOUS.**

Dans une deuxième étude, William McKinnon, de l'université Washington de Saint-Louis, et ses collègues corroborent cette hypothèse grâce à des simulations numériques. Leurs résultats confirment qu'Arrokoth s'est formé à partir de deux corps distincts, tournant l'un autour de l'autre, qui se seraient très lentement rapprochés (l'énergie du système se serait dissipée à cause de frictions internes aux deux corps), avant d'entrer en contact «doucement», à une vitesse de quelques mètres par seconde.

Enfin, Will Grundy, de l'université d'Arizona du Nord, et ses collègues se sont intéressés à la couleur d'Arrokoth: rouge vif, d'après les clichés de *New Horizons*. Cette couleur serait due à la présence de méthanol et d'autres molécules organiques plus complexes, encore non identifiées, qui se seraient formés à la suite de l'irradiation continue d'eau et de méthane, mélangés sous forme de glace, par les rayons du Soleil.

En affinant ainsi leur connaissance d'Arrokoth, les astrophysiciens améliorent leur compréhension de la formation des petits corps du Système solaire. ■

L. G.

J. R. Spencer *et al.*, *Science*, vol. 367, article aay3999, 2020 ;  
W. B. McKinnon *et al.*, *ibid.*, article eaay6620, 2020 ;  
W. M. Grundy *et al.*, *ibid.*, article eaay3705, 2020

## EN BREF

### LE GRAPHÈNE DOPÉ AU... GUANO !

Quand le graphène est dopé, il présente de remarquables capacités électrocatalytiques. Ces dernières années, une myriade d'articles ont fait état de dopages à un, deux (ou plus !) éléments chimiques différents. Mais est-ce utile de passer en revue tous les dopants possibles ? Pour dénoncer cet emballement stérile, Lu Wang et ses collègues, de l'université de Prague, ont dopé du graphène avec du guano. Résultat : la fiente améliore bien les propriétés électrocatalytiques du graphène. Lu Wang et ses collègues espèrent ainsi attirer l'attention des autres chercheurs : il serait plus intéressant de comprendre pourquoi autant de matériaux dopent efficacement le graphène.

MARTIN TIANO

ACS Nano, 28 janvier 2020

## INFORMATIQUE

### FLAUBERT PARLE FRANÇAIS

**A**vocat, souris... : le sens d'un mot est évident dans son contexte. Mais cette désambiguïsation lexicale est une difficulté majeure pour un programme informatique qui doit traduire un texte, traiter une requête de logiciel de commande vocale ou répondre à une question. Cette approche, dite « de traitement du langage naturel », bénéficie dorénavant de FlauBERT, un réseau de neurones qui apprend le français. Cet algorithme d'intelligence artificielle est fondé sur l'architecture de BERT, conçue par une équipe de Google en 2018. Mais BERT est en anglais, et sa version multilingue est moins performante que les versions entraînées pour une seule langue. C'est ce qui a motivé la création de FlauBERT.

Fruit de la collaboration d'équipes de recherche en informatique de l'université Grenoble-Alpes, de l'université Paris-Diderot et de l'université PSL (Paris sciences et lettres), FlauBERT fait nettement progresser l'état de



Le projet FlauBERT a pu profiter du supercalculateur Jean Zay, inauguré en janvier 2020.

l'art sur des tâches de classification de textes, de désambiguïsation et de détection de paraphrases. Comme tout réseau de neurones, FlauBERT a été entraîné. Les chercheurs ont utilisé un gigantesque corpus de 70 gigaoctets avec des articles de presse écrite, de Wikipédia, des textes pris au hasard sur internet et des ouvrages de littérature, dont ceux de... Flaubert. ■

GRÉGOIRE NIETO

H. Le et al., prépublication arXiv, 9 janvier 2020, <https://arxiv.org/abs/1912.05372>

### la nature : entre artificialisation et source d'inspiration

cycle de conférences et table ronde  
accès gratuit

— les mardis à 19h

**cité**  
sciences  
et industrie

© Gettyimages

AVEC LE SOUTIEN DE

POUR LA SCIENCE philosophie

#### 21 avril Manipuler le climat, dernier rempart contre le réchauffement planétaire ?

Roland Sférian, climatologue à Météo-France.

#### 28 avril L'ingénierie écologique pour réparer ou améliorer les écosystèmes

Luc Abbadie, écologue, Institut de la transition  
environnementale, Sorbonne Université.

#### 5 mai Des matériaux à l'architecture : s'inspirer du vivant

Kalina Raskin, physico-chimiste et biologiste,  
CEEBIOS.

#### 12 mai Le droit peut-il sauver la nature ?

Julien Bétaille, juriste, université Toulouse ;  
Marine Calmet, juriste, présidente de l'association  
Wild Legal ; Pierre Charbonnier, philosophe,  
chercheur au CNRS ; Marine Denis, doctorante  
en droit international à l'université Sorbonne  
Paris Cité.

> Modération : Catherine Portevin,  
journaliste à Philosophie Magazine.

Cité des sciences et de l'industrie  
30, avenue Corentin-Cariou - 75019 Paris

📍 Porte de la Villette 📍 3b Cité des sciences et de l'industrie

Informations sur [cite-sciences.fr](http://cite-sciences.fr)



ASTRONOMIE

**GALAXIES**

Govert Schilling

Glénat, 2019  
224 pages, 35 euros

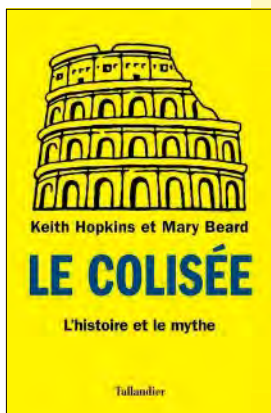
Notre galaxie n'est qu'une spirale parmi une myriade d'autres. Cette réalité, les astronomes ne l'ont vraiment comprise que dans les années 1920. Pour autant, que de progrès en un siècle !

L'auteur de cet ouvrage nous propose un tour d'horizon de ce riche thème dans un très beau livre, magnifiquement illustré. Les photos présentées sont belles sans doute, mais elles sont surtout pleines de sens quant au décryptage de l'Univers. Son texte est très abordable, même quand il traite des recherches les plus récentes, et aborde des sujets complexes.

Les galaxies sont des objets en soi ; ce sont les lieux où naissent les étoiles ; et elles sont aussi nos instruments quand nous essayons de décrypter ce que sont la matière noire et l'énergie sombre. Ainsi, à parcourir le livre, nous passons en revue des sujets aussi divers que la classification des galaxies, leurs statuts évolutifs, la description des zones de formation stellaire, la distribution des amas de galaxies, la répartition de la matière noire dans l'Univers, etc. L'ouvrage se termine en discutant l'un des plus grands mystères actuels : la matière et l'énergie que nous connaissons ne représentent que 4 % de toute la matière et de l'énergie de l'Univers !

Les échelles en jeu sont difficilement perceptibles : il y a cent fois plus d'étoiles dans l'Univers que de grains de sable sur Terre... Mais l'auteur est en perpétuelle recherche d'images pour faire percevoir les échelles de temps ou d'espace. La poésie et l'approche didactique, notamment des premiers chapitres, sont également des points qui rendent ce livre attrayant – même si quelques coquilles de traduction troublent ici et là.

XAVIER DELFOSSE  
IPAG, GRENOBLE



ARCHÉOLOGIE

**LE COLISÉE**

Keith Hopkins et Mary Beard

Tallandier, 2019  
272 pages, 19,90 euros

Voilà un livre, agrémenté d'anecdotes piquantes, qui séduira de nombreux lecteurs, car il additionne deux qualités rarement réunies, le sérieux et l'humour. Le sérieux, parce que les auteurs sont des savants, et l'humour parce qu'ils sont Anglais.

Le Colisée était un amphithéâtre, c'est-à-dire un lieu de spectacle, dans ce cas grandiose : ses 2,4 hectares étaient prévus pour accueillir plus de 50 000 spectateurs. Il s'y déroulait des spectacles sanglants, répartis tout au long de la journée : chasses le matin, exécution de criminels à midi et combats de gladiateurs ensuite. Les affrontements homme contre homme étaient particulièrement prisés ; pour les pimenter, il était d'usage de doter ces malheureux d'armes différentes : rétiaire avec filet et trident, contre Gaulois doté de cuirasse, bouclier et épée longue. C'est ce qu'on appelle improprement « les jeux du cirque », le cirque étant réservé aux courses de chars.

Le Colisée a été inauguré en 80 de notre ère. Il a rempli sa mission pendant toute l'Antiquité romaine, puis il a connu des fortunes diverses. Il a servi successivement de fort, d'église, de jardin botanique et de fabrique de colle. Avec la naissance de l'archéologie au XIX<sup>e</sup> siècle, il est devenu un musée pour érudits et simples curieux. Parmi les visiteurs, les auteurs nomment Hitler et des écrivains anglophones. La réputation de ce lieu atteint un niveau tel que les organisateurs des jeux Olympiques ont repris quelques-unes de ses colonnes pour illustrer les médailles données aux vainqueurs ; ce décor a été en honneur de 1928 à 2000, jusqu'à ce que quelqu'un fasse remarquer que les concours sportifs du XX<sup>e</sup> siècle n'avaient rien de commun avec la violence des combats de l'amphithéâtre.

En bref, c'est là une lecture urgente, pour s'instruire en s'amusant.

YANN LE BOHEC  
PROFESSEUR ÉMÉRITE À L'UNIVERSITÉ PARIS-SORBONNE





## DE LA SCIENCE ET DE LA DÉMOCRATIE

Philippe Kourilsky

Odile Jacob, 2019

228 pages, 22,90 euros

**L**a démarche scientifique, notamment en biologie, fondée sur l'apport de la preuve (*evidence based medicine*), est indissociable des concepts de robustesse et de complexité. Pour l'auteur, directeur de recherche au CNRS et ancien directeur de l'institut Pasteur, elle constitue, appliquée au champ social, une démarche intellectuelle particulièrement pertinente.

Ainsi, à la fois en tant que scientifique et en tant que citoyen, il nous invite à réfléchir plus spécifiquement aux conditions de pérennité de la démocratie. Car la démocratie est en péril, confrontée aux extrémismes de tous bords, au populisme et à l'ultralibéralisme qui font florès de par le monde.

En appliquant les mêmes concepts de robustesse et de complexité, Philippe Kourilsky démontre la pertinence et la supériorité de la démocratie, un modèle incontournable à réinventer. Réagissant aux attaques dont elle est l'objet, il identifie ses faiblesses et les poisons insidieux qui la minent : l'individualisme s'opposant au débat public et à l'engagement au service de la collectivité, l'absence de solidarité, le défaut d'altruisme, le populisme et le repli sur soi, la perte de confiance dans les politiques et les experts...

Fragilisée par des assauts récurrents et violents, la démocratie peut disparaître. Confrontée à sa propre complexité, elle doit donc faire preuve de robustesse dans les moyens de lutter pour sa survie : avec efficacité sur la base de valeurs intangibles, nourrie d'une finalité sociale sans cesse réaffirmée, soutenue par des règles permettant la confrontation sereine des idées, sans négliger le contexte de mondialisation dans lequel elle doit s'affirmer. L'auteur nous ouvre ainsi des perspectives pour réinventer le futur démocratique où l'éducation et la science constituent le socle indispensable à son épanouissement.

**BERNARD SCHMITT**  
CERNH, LORIENT

## RÉACTIVER LE SENS COMMUN

Isabelle Stengers

La Découverte, 2020

200 pages, 18 euros

**C**et ouvrage reprend et prolonge le livre *Penser avec Whitehead* (Seuil, 2002) d'Isabelle Stengers.

Cette philosophe des sciences, licenciée en chimie et enseignante à l'université libre de Bruxelles, est en effet une spécialiste du logicien et mathématicien britannique Alfred North Whitehead (1861-1947), qui estimait que la philosophie avait pour tâche de « souder le sens commun et l'imagination ». Elle s'est fait connaître dès son premier livre écrit avec Ilya Prigogine, Prix Nobel de chimie en 1977 : *La Nouvelle Alliance - Métamorphose de la science* (Gallimard, 1979).

Elle oppose ici le « sens commun » (la tradition et le penser ensemble) au « progrès » (la modernité et les « savants »). Plus encore que Whitehead, elle porte un regard critique sur le progrès et les sciences dites « dures », en particulier les mathématiques et la physique moderne qui ne sont, en effet, plus soumises à l'évidence populaire. « L'institution qu'on appelle "la science" fait aujourd'hui systématiquement bifurquer tout ce qu'elle touche, au sens où elle oppose partout l'objectivité des faits à la subjectivité des opinions », écrit-elle à cet égard.

Notre civilisation lui paraît non seulement en déclin, comme l'affirmait Whitehead dans les années 1930, mais en pleine débâcle, avec par exemple une remise en question très actuelle de l'agriculture industrielle et l'oubli de la cause animale. Elle estime qu'il y a une « guerre des sciences », thèse qu'elle a développée dans un précédent livre (*Une autre science est possible !*, 2013) et se range parmi les « penseurs critiques » face aux « praticiens scientifiques » trop sûrs d'eux et détachés de l'homme de la rue. Bref, des idées stimulantes, mais un exposé ardu pour les non-initiés en raison de digressions. Une contradiction avec le titre ?

**PIERRE JOUVENTIN**  
DIRECTEUR DE RECHERCHE ÉMÉRITE AU CNRS



### LA VIE SECRÈTE DES TORTUES

Bernard Devaux

Delachaux & Niestlé, 2019,

240 pages, 25,90 euros

**L'**auteur est un passionné de chéloniens. Ses remarquables efforts pour préserver la tortue de Hermann dans le Var démontrent son engagement dans la protection de cet ordre très particulier de reptiles. Quarante ans durant, il a aussi accumulé des rencontres avec des tortues en Australie, en Asie, en Afrique, aux Seychelles, en Guyane, etc. Il en a tiré de nombreuses observations sur ces animaux, leur sexualité, leur biologie, etc. Ses grandes connaissances et de très belles photographies rendent ce tour d'horizon de la planète tortue plus que bienvenu.

### LA BELLE AU BOIS DORT-ELLE VRAIMENT ?

Laurent Vercueil

Humensciences, 2020

224 pages, 19 euros

**I**nterpréter les comportements des personnages de contes de fées par des troubles neurologiques : c'est le parti pris de l'auteur, neurologue au CHU de Grenoble-Alpes. Ainsi, il discute longuement la figure du zombie, ce corps sans conscience, qui pourrait être la victime d'une intoxication par des psychotropes. Les loups-garous pourraient être des victimes de la lycanthropie ou de porphyrie congénitale. Bref, les possibilités neurologiques ou médicales existent pour interpréter ces cas repérés depuis longtemps dans la culture populaire.

### POURQUOI ?

Philippe Hunemann

Autrement, 2020

352 pages, 19,90 euros

**U**n philosophe des sciences envisage la question « Pourquoi ? » sous de multiples angles à partir de situations concrètes. Pourquoi les corps tombent-ils ? Pourquoi Napoléon a-t-il perdu à Waterloo ? Pourquoi Mickey a-t-il ouvert le frigo ? Les réflexions qui surgissent de ses réponses souvent savantes sont toujours stimulantes. Une lecture pour se décontracter, qui plaira à ceux qui aiment apprendre à penser.