

**POUR LA
SCIENCE**

www.pourlascience.fr

170 bis boulevard du Montparnasse – 75014 Paris
Tél. 01 55 42 84 00

Groupe POUR LA SCIENCE

Directrice des rédactions: Cécile Lestienne

POUR LA SCIENCE

Rédacteur en chef: Maurice Mashaal

Rédactrice en chef adjointe: Marie-Neige Cordonnier

Rédacteurs: François Savatier, Sean Bailly

HORS-SÉRIE POUR LA SCIENCE

Rédacteur en chef adjoint: Loïc Mangin

Développement numérique: Philippe Ribeau-Gésippe

Community manager: Jonathan Morin

Conception graphique: William Londiche

Directrice artistique: Céline Lapert

Maquette: Pauline Bilbault, Raphaël Queruel,

Ingrid Leroy

Revisseuse: Anne-Rozenn Jouble

Marketing & diffusion: Arthur Peys

Chef de produit: Charline Buché

Direction du personnel: Olivia Le Prévost

Direction financière: Cécile André

Fabrication: Marianne Sigogne et Olivier Lacam

Directeur de la publication et gérant: Frédéric Mériot

Anciens directeurs de la rédaction: Françoise Pétry

et Philippe Boulanger

Conseiller scientifique: Hervé This

Ont également participé à ce numéro:

Jean-Alix Barrat, Maud Bruguère, Francis Codron,

Daphné Dambournet, Frédéric Grosshans,

Lucas Guillemot, Évelyne Host-Platret, Céline Le Bohec,

Juliette Mignot, Xavier Muller, Christophe Pichon,

Olivier Sandre, Zhou Xu

PRESSE ET COMMUNICATION

Susan Mackie

susan.mackie@pourlascience.fr • Tél. 01 55 42 85 05

PUBLICITÉ France

stephanie.jullien@pourlascience.fr

ABONNEMENTS

Abonnement en ligne: <http://boutique.pourlascience.fr>

Courriel: pourlascience@abopress.fr

Tél.: 03 67 07 98 17

Adresse postale: Service des abonnements –

Pour la Science, 19 rue de l'Industrie, BP 90053,

67402 Illkirch Cedex

Tarifs d'abonnement 1 an (12 numéros)

France métropolitaine: 59 euros – Europe: 71 euros

Reste du monde: 85,25 euros

DIFFUSION

Contact kiosques: À Juste Titres ; Benjamin Boutonnet

Tél. 04 88 15 12 41

Information/modification de service/réassort:

www.direct-editeurs.fr

SCIENTIFIC AMERICAN

Editor in chief: Mariette DiChristina

President: Dean Sanderson

Executive Vice President: Michael Florek

Toutes demandes d'autorisation de reproduire, pour le public français ou francophone, les textes, les photos, les dessins ou les documents contenus dans la revue « Pour la Science », dans la revue « Scientific American », dans les livres édités par « Pour la Science », doivent être adressées par écrit à :

« Pour la Science S.A.R.L. », 162 rue du Faubourg Saint-Denis, 75010 Paris.

© Pour la Science S.A.R.L. Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et de représentation réservés pour tous les pays. La marque et le nom commercial « Scientific American » sont la propriété de Scientific American, Inc. Licence accordée à « Pour la Science S.A.R.L. ».

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement la présente revue sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français de l'exploitation du droit de copie (20 rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).

Origine du papier: Autriche

Taux de fibres recyclées: 30 %

«Eutrophisation» ou «Impact sur l'eau»: P_{tot} 0,007 kg/tonne



Certifié PEFC

Ce produit est issu
de forêts gérées
durablement et de
sources
contrôlées.

10-31-1282

pefc-france.org

É DITO



**MAURICE
MASHAAL**
Rédacteur
en chef

UNE FAMILLE SUPPLÉMENTAIRE DANS L'ASTROZOO

Le cosmos est peuplé d'objets et de phénomènes d'une extraordinaire variété. Planètes, astéroïdes, géantes rouges, naines brunes, naines blanches, étoiles à neutrons, trous noirs, supernovæ, sursauts gamma, galaxies, quasars, nébuleuses, lentilles gravitationnelles... la liste est longue! Et à cela s'ajoute la diversité que l'on trouve au sein de chacune de ces familles... Aussi les astrophysiciens sont-ils loin de manquer de travail – pour peu qu'ils aient des postes, bien sûr.

Et comme si ce n'était pas suffisant, de nouvelles trouvailles viennent de temps en temps élargir encore leurs horizons. C'est ce qui s'est passé il y a environ une décennie avec une découverte fortuite: celle d'une brève bouffée d'ondes radio, dénichée dans des données enregistrées quelques années auparavant par un radiotélescope australien. Duncan Lorimer et Maura McLaughlin font partie des pionniers de cette aventure scientifique. Ils nous racontent ici les circonstances de leur découverte et les difficultés qu'a suscitées son interprétation (*voir pages 30 à 37*).

Les deux chercheurs nous expliquent aussi comment d'autres événements similaires ont été détectés au cours des années suivantes. Ces «sursauts radio rapides», dont une trentaine ont été enregistrés à ce jour, ont ainsi attiré l'attention d'un nombre croissant d'astrophysiciens. Lesquels s'efforcent notamment de comprendre leur origine: quelles sont les sources, apparemment très distantes et très puissantes, de ces émissions radio qui ne durent que quelques millisecondes?

Plusieurs hypothèses, parfois fort hardies, sont en lice. Quoi qu'il en soit, un nouveau champ de recherche est né. Et, avec la découverte des sursauts radio rapides, l'astrodiversité a encore augmenté, pour le plus grand plaisir des naturalistes du cosmos. Contrairement à la biodiversité qui, elle, est à la peine, au grand dam des naturalistes tout court. ■

SOMMAIRE

N° 488 /
Juin 2018

ACTUALITÉS

P. 6

ÉCHOS DES LABOS

- Plus de 200 virus à ARN découverts chez des vertébrés
- Espèces charismatiques: des images à monnayer?
- Un maser continu à température ambiante
- Imagerie: des étoiles aux cellules *in vivo*
- 1,7 milliard d'étoiles sous l'œil de Gaia
- Le nombre chromatique du plan vaut au moins 5
- Le courant Atlantique Nord a faibli de 15%
- Comment le cerveau libère de l'espace mémoire
- La télomérase cartographiée

P. 22

LES LIVRES DU MOIS

P. 24

AGENDA

P. 26

HOMO SAPIENS INFORMATICS

Casser un robot sera-t-il un crime?

Gilles Dowek

P. 28

CABINET DE CURIOSITÉS SOCIOLOGIQUES

Des alertes empoisonnées

Gérald Bronner



En couverture :
© Solarseven/Shutterstock.com

Les portraits des contributeurs
sont de Seb Jarnot

GRANDS FORMATS



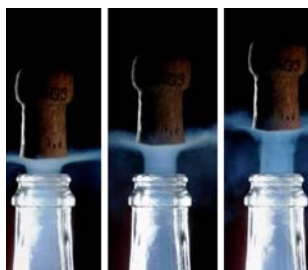
P. 38

ARCHÉOLOGIE

DU MOUTON À POILS AU MOUTON À LAINE

Wolfram Schier

Quand et où les populations humaines ont-elles commencé à élever des moutons pour leur laine? De nombreux indices montrent que la sélection et la domestication de moutons laineux ont débuté au V^e millénaire, voire avant, dans les villages néolithiques d'Asie occidentale.



P. 46

PHYSIQUE

LE FUGACE NUAGE BLEU DU CHAMPAGNE

Gérard Liger-Belair,
Daniel Cordier
et Jacques Honvault

Débouchez une bouteille de champagne stockée à 20°C et filmez la scène au ralenti: on constate l'apparition, pendant quelques millisecondes, d'un panache bleuté dans le sillage du bouchon. Ce phénomène a désormais son explication.



P. 52

PALÉONTOLOGIE

«TRIX, LE PREMIER T. REX JAMAIS EXPOSÉ EN FRANCE»

Entretien avec Ronan Allain

Pendant tout l'été, le Muséum national d'histoire naturelle, à Paris, expose Trix, une femelle tyrannosaure découverte dans le Montana.

Le commissaire scientifique de l'exposition nous raconte la vie de cet hypercarnassier du Crétacé.



P. 58

MÉDECINE

COMMENT LES CELLULES S'ENFLAMMENT

Wajahat Z. Mehal

Quel est le point commun entre la goutte, la maladie d'Alzheimer et la stéatose hépatique? Il n'y en a pas, aurait-on répondu il y a quinze ans. Mais depuis, on a découvert que, dans toutes ces maladies, une même structure moléculaire entretient une inflammation chronique.



POUR LA
SCIENCE.FR

LETTRE D'INFORMATION

NE MANQUEZ PAS
LA PARUTION DE
VOTRE MAGAZINE
GRÂCE À LA NEWSLETTER

- Notre sélection d'articles
- Des offres préférentielles
- Nos autres magazines en kiosque



Inscrivez-vous
www.pourlascience.fr



P. 66

CLIMATOLOGIE

LA GRANDE DÉBÂCLE DE L'ARCTIQUE

Jennifer A. Francis

La banquise de l'océan Arctique fond à des vitesses record, et elle pourrait disparaître en été dès 2040. Or les glaces boréales contribuent à la stabilité du climat de tout l'hémisphère Nord. Sans elles, les épisodes climatiques extrêmes risquent donc de s'intensifier.



P. 74

HISTOIRE DES SCIENCES

LES ANNÉES FOLLES DU MUSÉE DE L'HOMME

Christine Laurière

Le musée de l'Homme fête ses 80 ans. Né des cendres du musée d'ethnographie du Trocadéro, à Paris, il a mis, à une époque empreinte de colonialisme, les cultures du monde au cœur de la culture occidentale.



P. 30

ASTROPHYSIQUE

D'OÙ VIENNENT LES SURSAUTS RADIO RAPIDES?

Duncan Lorimer et Maura McLaughlin

Découverts il y a tout juste dix ans, les sursauts radio rapides sont émis par des phénomènes cosmiques très puissants et lointains. Quelle est leur origine? On l'ignore encore, mais des observations récentes nous informent sur l'environnement où ils se sont produits.

RENDEZ-VOUS

P. 80

LOGIQUE & CALCUL

INTELLIGENCES ARTIFICIELLES: UN APPRENTISSAGE PAS SI PROFOND!

Jean-Paul Delahaye

Les systèmes de reconnaissance automatique ont d'étonnantes faiblesses. Exploiter ces failles permet de s'amuser, mais aussi d'améliorer les procédures d'apprentissage... ou de concevoir de nouvelles attaques malveillantes.



P. 86

ART & SCIENCE

Un paysage plus vrai que nature

Loïc Mangin

P. 88

IDÉES DE PHYSIQUE

Le nec plus ultra de la chute libre

Jean-Michel Courty et Édouard Kierlik

P. 92

CHRONIQUES DE L'ÉVOLUTION

Escherichia coli: l'évolution en marche

Hervé Le Guyader

P. 96

SCIENCE & GASTRONOMIE

Gels homogènes... en apparence!

Hervé This

P. 98

À PICORER

A

CTUALITÉS

P.6 Échos des labos
 P.22 Livres du mois
 P.24 Agenda
 P.26 *Homo sapiens informaticus*
 P.28 Cabinet de curiosités
 sociologiques

VIROLOGIE

PLUS DE 200 NOUVEAUX VIRUS À ARN DÉCOUVERTS CHEZ DES VERTÉBRÉS



Les virus à ARN des amphibiens (ici une salamandre), des poissons et des reptiles étaient jusqu'ici inconnus ou presque. L'analyse de ceux repérés donne un aperçu sur 500 millions d'années d'évolution de ces microorganismes.

Une étude à grande échelle a permis d'identifier 214 nouveaux virus à ARN ; et de montrer que les virus de ce type ont coévolué avec leurs hôtes depuis un demi-milliard d'années.

Les virus à ARN, dont l'information génétique est codée sous forme d'ARN et non d'ADN, intéressent vivement les chercheurs : cette classe est en effet surreprésentée parmi les virus émergents et réémergents hautement pathogènes tels qu'Ebola et Zika. Comme les maladies associées seraient essentiellement transmises à l'homme par des oiseaux et des mammifères (on parle de zoonoses), l'effort de recherche sur les virus à ARN a porté essentiellement sur ces animaux. Mais on occultait ainsi tout un pan du monde animal, notamment les

invertébrés et des vertébrés comme les poissons, les amphibiens et les reptiles.

Les équipes d'Edward Holmes, à l'université de Sydney, en Australie, et de Yong-Zhen Zhang, du Centre chinois pour le contrôle et la prévention des maladies, à Pékin, ont comblé une part des lacunes en identifiant plus de 200 virus à ARN chez ces vertébrés. «Un travail impressionnant», juge Étienne Simon-Lorière, spécialiste de l'évolution des virus à ARN à l'institut Pasteur, qui n'a pas participé à l'étude. «Les mêmes équipes avaient publié l'année dernière une étude similaire chez des invertébrés,

insectes et autres arthropodes. Là, ils enrichissent encore notre connaissance de la virosphère.»

Pour 186 espèces de vertébrés (poissons, amphibiens et reptiles) collectées en Chine, Yong-Zhen Zhang et ses collègues ont analysé le transcriptome, c'est-à-dire tous les ARN contenus dans les cellules de plusieurs organes. En comparant les séquences obtenues avec celles de virus connus, les chercheurs ont identifié 214 nouveaux virus. Ils ont également montré que ces virus sont très diversifiés, puisqu'ils appartiennent à presque toutes les familles de virus à ARN qui infectent les mammifères. Par exemple, certains sont de la même famille que le virus Ebola.

On connaît par ailleurs très mal l'histoire évolutive des virus. Profitant d'un

nombre relativement important de nouveaux virus à ARN repérés, les chercheurs ont comparé certains marqueurs et utilisé des outils statistiques pour situer dans le temps l'apparition de ces virus.

Ils ont ainsi construit des arbres phylogénétiques. Ces arbres montrent une évolution en miroir de celle de leurs hôtes : les virus à ARN ont coévolué avec les espèces qu'ils infectent. « C'est la force de cette étude : elle ouvre une fenêtre sur le passé, dans un univers où nous n'avons accès à aucun fossile ni trace ! », commente Étienne Simon-Lorière. Elle donne du poids à l'hypothèse d'une existence très ancienne des virus à ARN, ancienneté suggérée par le fait que certains ont été retrouvés chez des organismes unicellulaires ou des invertébrés.

L'évolution des vertébrés a débuté il y a environ 525 millions d'années avec l'apparition de plusieurs classes de poissons, suivie par celle des amphibiens, des reptiles et des mammifères. Pour Yong-Zhen Zhang et ses collègues, les virus à ARN des mammifères proviennent probablement des virus des poissons et ont suivi les animaux qui sont sortis de l'eau.

Plus en détail, l'analyse évolutive montre, en plus de cette coévolution, des exemples de passages d'un virus d'une espèce hôte à une autre. « Ce processus résonne avec ce qui se passe lors des zoonoses. Mais attention, cela ne permet pas de prédire de futurs sauts d'espèces, surtout pas entre les animaux considérés dans cette étude et l'homme. De tels sauts sont fort peu probables car les virus en question sont quand même très différents de ceux qui nous infectent », précise Étienne Simon-Lorière. Les sauts sont plus probables entre espèces de la même classe, entre deux mammifères par exemple.

L'étude ouvre néanmoins plusieurs pistes de recherche. Qu'est-ce qui explique que tel virus soit pathogène pour une espèce et non pour une autre ? Quelles sont les conséquences de l'importante évolution de l'organisation du génome de ces virus ? La diversité révélée promet aussi d'être largement sous-estimée. « Les virus identifiés n'ont pu l'être que par comparaison avec des séquences d'ARN viral déjà connues, dont ils sont suffisamment proches », rappelle Étienne Simon-Lorière. ■

NOËLLE GUILLON

M. Shi et al., *Nature*, vol. 556, pp. 197-202, 2018

Espèces charismatiques : des images à monnayer ?

Lions, girafes, pandas, etc., sont en partie victimes de leur succès. Leur omniprésence dans les films d'animation, sur des affiches et les logos des marques donne l'impression que ces animaux sont moins menacés qu'ils ne le sont réellement. Franck Courchamp nous explique l'origine de ce biais de perception et propose une solution.



Propos recueillis par SEAN BAILLY

FRANCK COURCHAMP
écologue du CNRS
au laboratoire Écologie,
systématique
et évolution, à Orsay

Comment l'idée est-elle venue d'étudier le lien entre animaux charismatiques et leur conservation ?

Une opinion répandue est que les animaux charismatiques bénéficient de plus d'efforts de conservation. Avec mes collègues, nous avons voulu approfondir cette question du rapport entre l'image de ces animaux et ce que le public pense de la menace d'extinction qui pèse sur eux. J'ai commencé à m'intéresser à ce problème en 2011 et la première étape a été de définir lesquels sont ces animaux charismatiques.

Comment avez-vous procédé ?

J'ai commencé par créer un site internet, en quatre langues, où je demandais aux visiteurs de lister ces animaux. Nous avons obtenu près de 5 000 réponses exploitables. Puis j'ai posé la même question à des écoliers en Angleterre, en Espagne et en France. Ensuite, nous avons recensé les animaux qui figurent sur les affiches des zoos, dans les films d'animation... Les dix animaux les plus charismatiques sont le tigre, le lion, l'éléphant, la girafe, le léopard, le panda, le guépard, l'ours polaire, le loup et le gorille. Cette liste n'est pas surprenante en soi. Ce qui l'est beaucoup plus, c'est la perception qu'ont les gens du danger d'extinction encouru par ces animaux.

Le décalage est-il important ?

À l'exception du loup, toutes ces espèces sont menacées à un degré assez élevé. Mais à la question : « Cette espèce est-elle en danger ? », les réponses sont souvent erronées. Dans le cas de la girafe, 60 % des personnes interrogées pensent que l'espèce n'est pas menacée, alors que la girafe de Nubie a perdu 97 % de sa population en 35 ans. Même pour l'éléphant, dont la préservation fait pourtant l'objet de beaucoup de

communication, une personne sur trois pense que cet animal n'est pas en danger.

Comment interprétez-vous ce biais de perception ?

Ces résultats m'ont interpellé. Si l'on voit autant ces animaux autour de nous, nous devrions bien les connaître et donc savoir que, par exemple, l'éléphant pourrait disparaître d'ici à 50 ans, le lion et le tigre d'ici à seulement 20 ans. Or ce n'est pas le cas. Selon nous, le fait de voir autant de pandas et autres animaux charismatiques dans les médias donne l'impression que ces espèces ne sont pas si en danger que cela. Des volontaires, en France, ont comptabilisé combien d'images de ces animaux ils repéraient en une semaine. Ils ont vu en moyenne 4,4 lions par jour. Ils croisent donc en moyenne, sur une année, deux à trois fois plus de lions qu'il n'y en a dans toute l'Afrique de l'Ouest.

Quelle solution proposez-vous ?

Aujourd'hui, les moyens dédiés à la conservation ne sont pas à la hauteur de l'urgence. Si nous ne sommes pas capables de sauver le roi des animaux, alors il y a peu d'espoir pour une fleur d'Amazonie ou un invertébré des récifs coralliens. Une piste serait de mettre en place une sorte de « droit à l'image » pour les espèces charismatiques. En effet, de nombreuses entreprises utilisent celles-ci dans leur logo et profitent de leur charisme. Ce qui contribue à désensibiliser la population aux risques d'extinction qu'elles encourrent. En s'acquittant d'un « droit à l'image », ces entreprises soutiendraient des actions de conservation. Cela serait même bénéfique pour leur réputation. D'ailleurs, certaines, sur la base du volontariat, ont déjà lancé de telles initiatives avec le programme *Save your logo* ; c'est le cas de Lacoste ou Maaf Assurances. L'étape d'après serait de discuter avec des juristes et d'autres acteurs de la société civile pour étendre et généraliser cette idée. ■

F. Courchamp et al., *PLoS Biology*, vol. 16(4), e2003997, 2018