

les tiques causent des maladies chez l'homme, telles *Anaplasma phagocytophilum*, responsable de l'anaplasmose granulocytaire, ou celles du genre *Bartonella*, responsables de la bartonellose. Récemment, nous avons recherché la présence de tels agents pathogènes chez environ 60 patients séronégatifs pour la maladie de Lyme, mais qui se souvenaient d'avoir été piqués par une tique et présentaient des symptômes tels que de grosses fatigues, des douleurs musculaires ou des problèmes neurologiques. Dans le sang de 10 % d'entre eux, nous avons détecté des bactéries *Bartonella*. La bartonellose est une maladie que l'on sait traiter, mais les médecins ne pensent pas à rechercher d'autres agents pathogènes que *Borrelia*.

PLS

Certaines maladies seraient-elles donc transmises sans érythème migrant ?

M. V.-T. : En effet. Les *Bartonella* ne donnent pas d'érythème migrant, donc on peut passer complètement à côté. Il y a aussi d'autres bactéries – les *Rickettsia* –, des virus, des parasites... Nous travaillons beaucoup sur les tiques et sur l'identification de ce qu'elles peuvent transmettre. À l'aide des méthodes nouvelles de séquençage à haut débit, on séquence sans *a priori* le génome des microorganismes portés par les tiques – leur pathobiome. On sait maintenant de manière assez globale ce que les tiques véhiculent. On s'est ainsi aperçu que 80 % de ces microorganismes étaient inconnus. Mais ce n'est pas parce que ces microorganismes sont dans les tiques qu'ils sont transmis et pathogènes. À l'heure actuelle, nous caractérisons ces microorganismes et essayons de voir si on les trouve chez des patients et s'ils peuvent être transmis par des tiques.

PLS

Comment améliorer le diagnostic ?

M. V.-T. : Avec le répertoire des pathogènes transmissibles par les tiques, on peut imaginer un test qui permet de détecter tous ces microorganismes en une seule fois. Des techniques sont disponibles pour cela, comme la détection sur puces à ADN. Cela commence à se faire en médecine vétérinaire. Avec une jeune entreprise, nous mettons au point des tests de diagnostic à haut débit qui permettent de détecter tous les agents pathogènes potentiels transmis par les tiques, avec l'idée de les développer

pour les animaux : bovins, chevaux, chiens. Des tests similaires pourraient être conçus dans un avenir proche pour l'homme. Une réflexion est aussi menée à l'échelle européenne pour harmoniser les procédures de diagnostic, car actuellement chaque pays a ses propres règles d'identification.

PLS

N'y a-t-il pas aussi un manque d'information ?

M. V.-T. : Il y a en effet une méconnaissance de la maladie dans le monde médical. Par exemple, il existe des cas de borréliose de Lyme à peu près partout, même en Corse et dans le sud de la France, mais les médecins n'y connaissent pas cette maladie, car historiquement, elle est du nord-est de la France. On pense aussi que les tiques sont inactives en hiver, alors que dès qu'il y a un redoux, on peut être mordu. De plus, les tests sérologiques sont parfois faits trop tôt, lors de l'érythème, ce qui ne sert à rien car l'organisme n'a pas eu le temps de fabriquer des anticorps, et les tests sont négatifs. Les associations de patients demandent d'ailleurs que les maladies transmises par les tiques soient plus enseignées dans le cursus médical.

C'est aussi à nous, chercheurs, d'écrire des articles de vulgarisation destinés à la presse médicale. Le public doit aussi être plus informé, car la prévention est une façon très efficace de diminuer le nombre de maladies à tiques : à chaque fois que l'on se promène dans un endroit susceptible d'avoir des tiques, il faut s'examiner et enlever les tiques le plus tôt possible, car les risques de transmission augmentent avec la durée d'attachement de la tique. En général, la tique ne transmet pas tout de suite l'agent pathogène...

PLS

Quand peut-on espérer avoir une meilleure détection des maladies à tiques ?

M. V.-T. : Les laboratoires de recherche ont déjà beaucoup d'outils en main qui pourraient être utilisés pour développer des tests diagnostiques, ce qui est fait d'ailleurs en santé animale. Après, il faut que des entreprises privées souhaitent développer ces tests chez l'homme. Y a-t-il un marché ? Ce n'est pas mon domaine. Notre mission n'est pas de commercialiser des kits de diagnostic. Mais les outils sont là, prêts à être utilisés. ■

Propos recueillis par Marie-Neige CORDONNIER

■ BIBLIOGRAPHIE

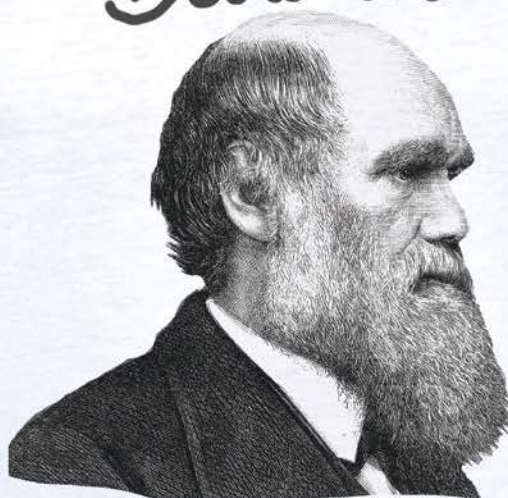
M. Vayssier-Taussat *et al.*, **Emerging horizons for tick-borne pathogens : from the 'one pathogen-one disease' vision to the pathobiome paradigm**, *Future Microbiology*, prépublication en ligne, 10.2217/fmb.15.114, 2015.

M. Vayssier-Taussat *et al.*, **How a multidisciplinary 'One Health' approach can combat the tick-borne pathogen threat in Europe**, *Future Microbiology*, vol. 10, pp. 809-818, 2015.

M. Vayssier-Taussat, **Microorganismes transmis par les tiques : une association de malfaiteurs ?**, *Feuilles de Biologie*, n° 326, septembre 2015.

Haut conseil de la santé publique, **Borréliose de Lyme**, Rapport du groupe de travail, 28 mars 2014 : <http://bit.ly/1QiXalH>

je descends de Darwin



**DARWIN
L'ORIGINAL**

L'EXPO

du 1^{er} au 31 juillet 2016

consultation conseillée : cite-sciences.fr - #Darwin

L'ORIGINAL
JUSQU'AU 31 JUILLET 2016
M Porte de la Villette - réservation conseillée : cite-sciences.fr - #Darwin

11

citron pressé - RCS B422973388 - Crédits photo : istock

EN COLLABORATION AVEC



MUSÉUM
NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

AVEC LE SOUTIEN DE

Slate.fr

SCIENCE & VIE**arte****Le Point**

DOSSIER POUR LA SCIENCE

ARMAGEDDON

D'ici à 2022, nous pourrons éviter la destruction de la planète Terre par un astéroïde

TCHOURI

Les toutes dernières actualités des missions Rosetta et New Horizons

Actuellement
en kiosque

DOSSIER POUR LA SCIENCE - ASTRONOMIE - PLANÈTE X - HISTOIRE DE LA TERRE - PLANÉTOLOGIE

Planètes naines Météorites Astéroïdes Comètes



**CES OBJETS CÉLESTES
QUI NOUS RACONTENT**

LES DÉBUTS DU SYSTÈME SOLAIRE

N° 90 Janvier-Mars 2016

pouirlascience.fr

BEL : 8,9 € - CAN : 12,5 \$ CAD - JMW : 8,9 € - LIT : 8,5 € - MAR : 100 MAD - TUN : 8,5 € - UK : 7,25 £ - PORT-CONT. : 0,5 € - CH : 16,2 CHF

N° 90 - 120 pages - prix de vente : 7,50 €

www.pouirlascience.fr

Le site de référence de l'actualité scientifique internationale

HOMO SAPIENS INFORMATICUS chronique de Gilles Dowek

Manifester sans lever le petit doigt

Avec la pétition électronique, les citoyens disposent d'un outil puissant pour exprimer leur opinion. Les gouvernements devront apprendre à en tenir compte.



Pour montrer qu'ils étaient nombreux à soutenir une cause, les citoyens, au XX^e siècle, avaient deux protocoles à leur disposition : les manifestations et les pétitions. Ces moyens d'expression étaient l'un et l'autre très coûteux en énergie. Communiquer un seul bit d'information, au cours d'une manifestation, demandait souvent de marcher plusieurs kilomètres en s'époumonant à crier des slogans qui, du fait de leur répétitivité, ne véhiculaient en eux-mêmes presque aucune information. Une pétition nécessitait certes moins d'énergie de la part de ses signataires, mais non de la part de ses organisateurs, qui devaient souvent solliciter individuellement des milliers de personnes pour obtenir quelques centaines de signatures.

Outre leur coût élevé, ces protocoles introduisaient une discrimination géographique. Les habitants des zones rurales, par exemple, étaient moins sollicités pour signer des pétitions que ceux des zones urbaines et ils étaient contraints de voyager, parfois loin de chez eux, quand ils voulaient manifester.

La baisse des coûts de communication, amorcée avec le développement du réseau Internet à la fin des années 1960 et du Web au début des années 1990, a bouleversé nos façons d'échanger des idées. Elle a aussi transformé les actions militantes. Les modifications les plus visibles ont été la diffusion d'informations par le courrier électronique, les sites web, les blogs, les microblogs, les réseaux sociaux... Ces moyens de faire circuler les idées ont

été utilisés d'abord par les organisations politiques qui avaient le plus faible accès à la presse traditionnelle, puis ils se sont généralisés à toutes les organisations politiques. Cependant, ces différents protocoles véhiculent presque exclusivement de l'information en provenance de ces organisations vers les citoyens. La communication est à sens unique.

Une transformation, peut-être plus importante parce qu'elle permet de véhiculer de l'information non pas en direction mais en provenance des citoyens, a été la

Les rares consultations publiques organisées avant le vote d'une loi ont encore des impacts minimes

possibilité de signer des pétitions en ligne, c'est-à-dire de signifier son soutien à une cause d'un simple clic, en déplaçant son pouce de quelques millimètres sur l'écran de son téléphone.

Parce qu'elles accroissent la possibilité pour les citoyens de s'exprimer, ces pétitions en ligne rassemblent souvent des foules gigantesques. Ainsi, il y a quelques mois, une pétition de soutien à une femme homosexuelle nigériane, réfugiée au Royaume-Uni et menacée d'expulsion, a rassemblé 244 357 signatures, ce qui pour une telle cause est astronomique. À la suite de cette pétition, les autorités britanniques ont fini par accorder l'asile à cette femme.

Même si l'attitude des autorités britanniques a été remarquable dans ce cas, il n'est pas certain que les gouvernements et les assemblées législatives aient complètement pris la mesure de cette transformation des protocoles qui leur permettent d'échanger de l'information avec les citoyens qu'ils représentent.

Ainsi, les rares consultations publiques organisées avant le vote d'une loi ont encore des impacts minimes sur le texte de ces lois. De plus, une manifestation de quelques dizaines de milliers de personnes, surtout si elles démontent ou endommagent des installations publiques, déstabilise davantage un gouvernement qu'une pétition en ligne qui rassemble des centaines de milliers de signatures.

Toutefois, les choses vont peut-être changer : les différentes mesures de restriction des libertés publiques, qui se sont succédé depuis la fin du XX^e siècle, aboutissent aujourd'hui à une restriction du droit de manifestation, comme nous l'avons vu à Paris pendant la COP21 et la mise en place de l'état d'urgence. De même que les grèves des postes ont pu favoriser le développement du courrier électronique ou de la télécopie, il est probable que ces mesures propulsent l'action militante vers le Web, notamment vers les pétitions en ligne, que les gouvernements auront bien plus de mal à interdire et qu'ils devront mieux prendre en compte.

Gilles DOWEK est chercheur chez Inria et membre du conseil scientifique de la Société informatique de France.

CABINET DE CURIOSITÉS SOCIOLOGIQUES par Gérald Bronner



Tu ne spoileras point !

Les conditions drastiques imposées aux critiques de cinéma pour assister à l'avant-première de Star Wars ? illustrent l'importance grandissante de la fiction dans nos sociétés.

La sortie du dernier épisode de *Star Wars* a suscité une telle masse de commentaires qu'il est vain d'espérer dire quoi que ce soit d'original sur le sujet. Pourtant, un détail a attiré mon attention et me paraît être passé relativement inaperçu. Sa trivialité nous a sans doute empêchés de le voir pour ce qu'il est : un symptôme fondamental de l'époque et peut-être de notre destin collectif.

Un jour avant la sortie du *blockbuster*, le quotidien *Le Monde* a fait savoir qu'il n'en publierait pas de critique. Pourquoi ? Parce que la firme Disney, qui détient à présent les droits d'exploitation du *space opera* imaginé par George Lucas, a posé des conditions d'accès à l'avant-première qui ont paru inacceptables au journal. De toutes ces conditions, la plus gênante et la plus révélatrice était celle-ci : « Je reconnais que toute révélation de ma part concernant ce film à des personnes n'ayant pas assisté à la projection constituerait un préjudice donnant lieu à réparation. »

Cette clause est en effet intimidante pour toute personne souhaitant écrire une critique du film. Au-delà, elle constitue le fait de « spoiler » (issu de l'ancien français *espoillier*, ce terme signifie révéler les éléments d'une histoire et aboutir ainsi à gâcher le plaisir de celui qui ne la connaissait pas) en une activité passible d'une action devant les tribunaux !

C'est là une curiosité sociologique qui montre combien la narration fictionnelle a pris de l'importance dans nos vies. Que l'on y songe un instant : combien de temps passons-nous à savourer des histoires que

nous savons fausses – films, romans, pièces de théâtre, séries télévisées, jeux vidéo, etc. ?

En quelques siècles, le temps moyen que les humains consacrent à la fiction a progressé de façon vertigineuse, pour deux raisons. La première est l'énorme augmentation de la productivité du travail et de l'espérance de vie. Il en résulte globalement un temps de cerveau disponible de plus en plus important lui aussi.



LA FICTION OCCUPANT une place croissante, la protection des œuvres et des profits associés va jusqu'à l'excès.

La deuxième raison est que nous avons une appétence naturelle pour la fiction, qui constitue une nourriture presque vitale pour notre cerveau. C'est du moins ainsi qu'on peut lire les contributions des neurosciences sur la question.

Par exemple, l'Américain Jonathan Gottschall, à la croisée de la littérature et de la théorie de l'évolution, nous dépeint comme des « animaux narratifs » et considère la fiction comme un élément aussi important pour l'homme que l'eau pour

le poisson. Le neuroscientifique Michael Gazzaniga, de l'université de Californie à Santa Barbara, ne dit pas autre chose dans son dernier ouvrage *Tales from Both Sides of the Brain*, en décrivant comment notre cerveau s'abandonne compulsivement à une narration perpétuelle de son environnement.

Cette passion naturelle pour la fiction ne nous permet pas seulement de lire le monde, mais aussi de comprendre autrui. Pour l'animal éminemment social que nous sommes, c'est fondamental. Comme l'explique Lisa Zunshine, de l'université du Kentucky, qui elle aussi s'intéresse à la littérature en cognicienne, notre appétence pour le récit est un fruit de l'évolution car il nous « entraîne » à comprendre les intentions d'autrui.

Il ne faudra donc pas s'étonner si la condamnation de la privation de ce plaisir narratif inspire un onzième commandement. Avec *Star Wars*, c'est la première fois qu'au-delà des insultes, le spoiler se voit menacé juridiquement. La libération du temps de cerveau disponible n'en étant peut-être qu'à ses débuts, qui sait si nous n'allons pas entrer dans un paradis cauchemardesque où les hommes, affranchis en partie de la contrainte du travail, préféreront, à l'exploration du monde réel par la science, celui de mondes virtuels par le divertissement ? Qui peut dire alors si le crime de spoilage ne finira pas par valoir de la prison ferme ? ■

Gérald BRONNER est professeur de sociologie à l'université Paris-Diderot.

ABONNEZ-VOUS À POUR LA SCIENCE



Offre Intégrale 8,20€/mois

VOS AVANTAGES ABONNÉ

- ✓ 42 % d'économie et plus par rapport au prix en kiosque
- ✓ L'envoi des magazines en avant-première
- ✓ La garantie de ne manquer aucun numéro

BULLETIN D'ABONNEMENT

À retourner accompagné de votre règlement à :
Service Abonnement - 19 rue de l'Industrie 67402 Illkirch Cedex

POUR LA
SCIENCE

PAS460B

1. MA FORMULE

- ☐ **OUI, je m'abonne à l'offre « intégrale » pour 8,20€ par mois ou 99€ pour 1 an incluant le magazine Pour la Science (12 n°s/an) + son hors-série Dossier Pour la Science (4 n°s/an) et l'accès numérique illimité aux archives sur www.pourlascience.fr.**



2. MES COORDONNÉES

Nom : _____ Prénom : _____
Adresse : _____
Code postal : _____ Ville : _____ Pays : _____ Tél. : _____
Pour le suivi client (facultatif)

Mon e-mail obligatoire pour l'accès aux contenus numériques (à remplir en majuscules)

À réception de votre bulletin, comptez 5 semaines pour recevoir votre n° d'abonné. Passé ce délai, merci d'en faire la demande à abonnements@pourlascience.fr

3. MON MODE DE RÈGLEMENT

- ☐ Je règle par prélèvement **8,20€ par mois*** Je remplis l'autorisation ci-dessous en joignant impérativement un IBAN/BIC. (IPV8E20)

AUTORISATION DE PRÉLÈVEMENT PAR MANDAT SEPA

En signant ce mandat SEPA, j'autorise Pour la Science à transmettre des instructions à ma banque pour le prélèvement de mon abonnement dès réception de mon bulletin. Je bénéficie d'un droit de rétractation dans la limite de 8 semaines suivant le premier prélèvement. Plus d'informations auprès de mon établissement bancaire.

1 - COORDONNÉES DU TITULAIRE DU COMPTE

Nom, prénom _____
Adresse _____
Numéro et nom de la rue
Code postal _____ Ville _____ Pays _____

2 - COORDONNÉES BANCAIRES

IBAN _____
Numéro d'identification international du compte bancaire - IBAN (International Bank Account Number)
BIC _____
Code international d'identification de votre banque - BIC (Bank Identifier Code)
Type de paiement ☐ Paiement récurrent/répétitif

3 - DATE ET SIGNATURE OBLIGATOIRES

À _____
Date _____
Signature : _____

NOM DU CRÉANCIER **ICS N° FR92ZZZ426900**

Pour la Science - 8 rue Férou - 75006 Paris

N° de référence unique de mandat (RUM)

Partie réservée au service abonnement. Ne rien inscrire

- ☐ Je préfère régler mon abonnement d'un an en **une seule fois 99€****. (I1A99)

☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science ☐ Par carte bancaire N° _____
Date d'expiration _____ Clé _____

Signature obligatoire

* Offre numérique, valable sans limitation de zone géographique. L'abonnement en prélèvement est renouvelé tacitement à échéance et dénonçable à tout moment avec un préavis de 1 mois. Conditions complètes sur www.pourlascience.fr. ** Tarifs valables uniquement en France métropolitaine. Pour un abonnement à l'étranger merci de consulter notre site. En application de l'article 27 de la loi du 6 janvier 1978, les informations ci-dessus sont indispensables au traitement de votre commande. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès du groupe Pour la Science. **Par notre intermédiaire, vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'organismes partenaires. En cas de refus de votre part, merci de cocher cette case.**

Offre réservée aux nouveaux abonnés valable jusqu'au 29.02.2016

« C'est mon dernier mot, Jean-Pierre : le Soleil »

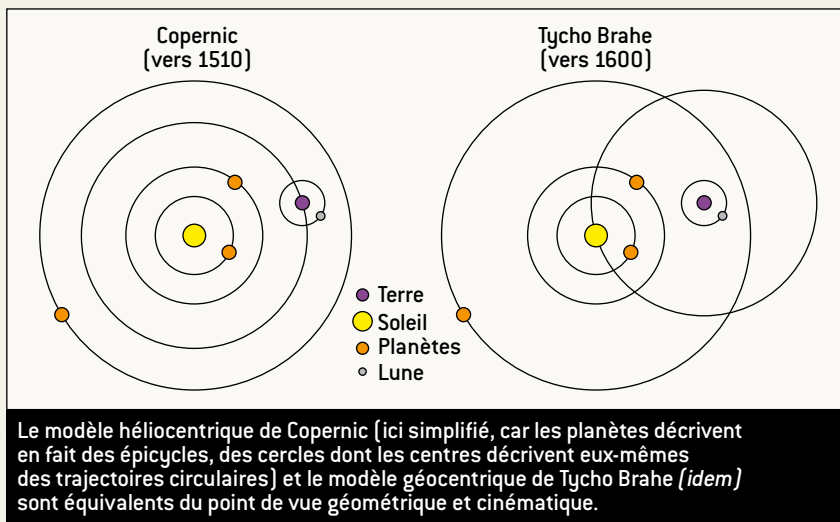
par Richard Taillet, sur le blog Signal sur bruit

Un candidat du jeu télévisé « Qui veut gagner des millions ? » fut confronté il y a quelques années à la question « Qu'est-ce qui gravite autour de la Terre ? La Lune, le Soleil, Mars ou Vénus ? ». Après une longue hésitation, il répondit « le Soleil » et fut éliminé. La vidéo suscite depuis des commentaires moqueurs sur les réseaux sociaux (« Comment peut-on ne pas savoir répondre à cette question ? »). Ces commentaires me font plus réagir que l'erreur elle-même. Ils m'évoquent des questionnements pédagogiques auxquels est confronté tout enseignant en mécanique.

Si l'on part du principe que le candidat sait ce que signifie « graviter » [ce n'est pas évident !], la question peut être entendue comme « Qu'est-ce qui décrit une trajectoire autour de la Terre ? ». Mais même ainsi reformulée, la question est incomplète. Une trajectoire n'est définie que si l'on indique un référentiel, c'est-à-dire notamment un point par rapport auquel on mesure la position. La trajectoire d'un trognon de pomme que vous jetez par la fenêtre de votre voiture est très différente pour vous, pour la vache sur le bord de la route ou pour le ver dans la pomme.

Il ne s'agit pas de pinailler sur la formulation de la question posée par Jean-Pierre Foucault, mais de comprendre en quoi « la Lune » est une réponse plus pertinente que « le Soleil » [car c'est le cas]. Et « Tout le monde devrait le savoir » n'est pas une explication valable ! Durant plusieurs siècles après Ptolémée, on « savait » que la Terre était au centre de l'Univers, même si on comprend aujourd'hui que cela n'a pas de sens. La science est trop souvent associée à des savoirs, alors que chaque énoncé scientifique devrait être contextualisé : comment l'a-t-on obtenu ? Comment a-t-il été vérifié ? Comment pourrait-il être mis en défaut ? Quel est son domaine de validité ?

Mais revenons à la question qui fait gagner des millions [ou pas]. La réponse attendue, « la Lune », découle naturellement de la vision copernicienne du Système solaire. Cependant,



« le Soleil » est une réponse moins simple à éliminer qu'on pourrait le penser. Depuis un observateur sur Terre, la Lune et le Soleil décrivent tous deux une trajectoire à peu près circulaire autour de la Terre. Pourquoi serait-il pertinent de considérer la Terre comme référence quand on étudie le mouvement de la Lune, mais pas quand on étudie celui du Soleil ? La réponse « parce que les autres planètes tournent autour du Soleil » botte en touche, car cette question serait tout aussi valide dans un système constitué uniquement de la Terre, du Soleil et de la Lune. La réponse « parce que la Terre attire la Lune alors qu'elle est attirée par le Soleil » n'est pas satisfaisante non plus, car la Terre attire autant le Soleil que l'inverse, et même plusieurs centaines de fois plus qu'elle n'attire la Lune !

Historiquement, le modèle héliocentrique, proposé par Copernic au début du XVI^e siècle pour remplacer le modèle géocentrique de Ptolémée datant du II^e siècle, est équivalent, du point de vue de la position relative et de la vitesse des corps, au modèle géocentrique de Tycho Brahe, selon lequel la Lune et le Soleil, accompagné de son cortège de planètes, décrivent des orbites autour de la Terre considérée comme fixe. L'un des messages de Copernic,

c'est qu'on peut aussi considérer que la Terre tourne autour du Soleil, pas qu'on doit le faire.

C'est Newton qui, avec ses lois de la mécanique, permet de franchir ce dernier pas. Sans entrer dans les détails, ces lois permettent de montrer que deux corps soumis à une force de gravitation mutuelle sont en orbite autour de leur centre de gravité commun.

Or le centre de gravité du Système solaire est situé juste à la surface du Soleil, tandis que celui du système Terre-Lune est situé dans la Terre. C'est finalement en ce sens qu'il est plus naturel de considérer que c'est la Lune qui gravite autour de la Terre, et non le Soleil. Et c'est mon dernier mot ! ■



Richard TAILLET
est professeur à l'université Savoie Mont Blanc et chercheur au Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de physique théorique (LAPTh). Il est l'auteur du blog Signal sur bruit (www.scilogs.fr/signal-sur-bruit).

Retrouvez tous nos blogueurs sur www.sciLogs.fr et suivez-les sur les réseaux sociaux.