

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

PHYSIQUE

UN MASER CONTINU À TEMPÉRATURE AMBIANTE

Les masers, des sources très pures de microondes, seront-ils bientôt exploités à grande échelle ? Un prototype fonctionne enfin à température ambiante.

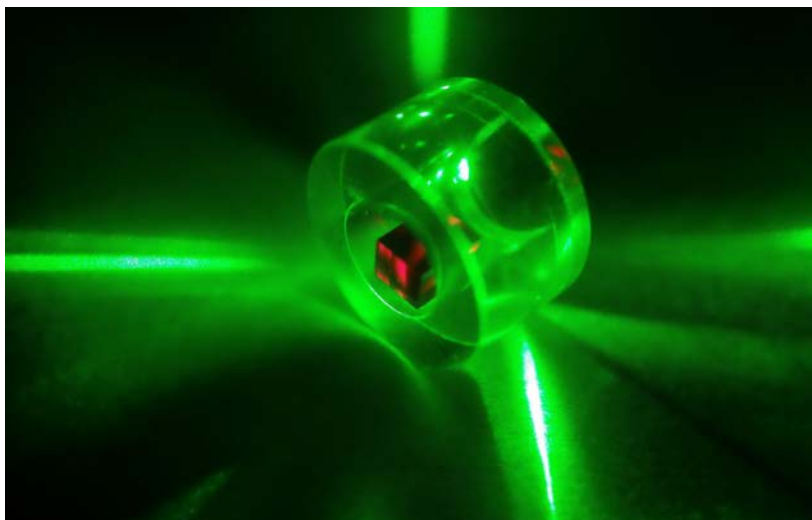
Le maser, similaire au laser sauf qu'il émet des microondes, date de 1954. Ce dispositif n'a cependant été que peu utilisé, car ceux que l'on a inventés fonctionnent à des températures cryogéniques, c'est-à-dire proches du zéro absolu. D'où l'intérêt du travail de l'équipe de Jonathan Breeze, de l'Imperial College de Londres, qui vient de créer un maser fonctionnant en continu et à température ambiante !

En 2012, les mêmes chercheurs avaient déjà démontré qu'un maser à pentacène (un hydrocarbure aromatique de formule brute $C_{22}H_{14}$) fonctionnait à température ambiante, mais le dispositif ne produisait que des flashes d'un millième de seconde environ ; du reste, si ce maser avait fonctionné en continu, le cristal de pentacène aurait probablement fondu.

Pour obtenir son nouvel émetteur maser, l'équipe de Jonathan Breeze a utilisé un diamant synthétique que l'on a fait croître dans une atmosphère riche en azote. Les chercheurs ont alors éliminé certains atomes de carbone du diamant à l'aide d'un faisceau d'électrons à haute énergie, afin d'y créer des lacunes ; le chauffage du diamant a ensuite provoqué l'appariement de ces lacunes avec des atomes d'azote, ce qui a créé le type de défaut que voulaient les chercheurs : des défauts azote-lacune, contenant deux électrons non appariés (libres dans la lacune). Les niveaux d'énergie de ces défauts sont exploitables pour produire une émission dans le spectre des microondes : moyennant un ajustement de ces niveaux, il est possible de produire une émission maser par pompage optique, une technique couramment utilisée pour produire une émission laser ou maser.

Le pompage optique consiste à fournir aux électrons une énergie lumineuse suffisante pour les exciter de leur état fondamental (l'état de moindre énergie) vers un niveau d'énergie supérieur adéquat. Reçue en continu, l'énergie lumineuse pousse alors les électrons à se désexciter vers un niveau d'énergie intermédiaire (ici tel qu'ils émettront un photon microonde) – un mécanisme nommé émission stimulée.

Pour obtenir le système adéquat de niveaux d'énergie, les chercheurs ont manipulé l'état fondamental des défauts azote-lacune à l'aide d'un champ magnétique appliqué le long de l'un



Un diamant contenant certains défauts émet des micro-ondes quand on l'éclaire à l'aide d'un laser vert. La lumière rouge aussi émise est une fluorescence parasite.

de leurs quatre axes. Cela leur a permis d'utiliser comme énergie lumineuse un laser de longueur d'onde proche de 532 nanomètres (donc de couleur verte) et d'obtenir le rayonnement maser recherché. Afin de concentrer l'énergie des microondes ainsi émises, les chercheurs ont placé le diamant émetteur au centre d'un anneau de saphir. Transmise à l'extérieur du dispositif par une antenne, l'émission, obtenue à température ambiante, est continue et d'une fréquence de 9,2 gigahertz. Modifier cette fréquence est possible en faisant varier le champ magnétique.

Actuellement, des masers cryogéniques sont utilisés dans les communications spatiales et en radioastronomie, où leur qualité de signal est indispensable. Toutefois, comme ils sont compliqués à mettre en œuvre, les chercheurs s'attendent à ce que leur maser les remplace bientôt. Selon eux, le nouveau maser pourrait aussi trouver toute une gamme d'applications allant de l'imagerie médicale aux scanners corporels dans les aéroports ; et jouer un rôle central en améliorant les capteurs servant à détecter les explosifs à distance, voire les ordinateurs quantiques... ■

FRANÇOIS SAVATIER

J. D. Breeze *et al.*, *Nature*, vol. 455, pp. 493-496, 2018