

> cultures cellulaires issues de ces deux espèces de chauves-souris. Ils ont constaté chez chacune de fortes réponses antivirales, mais aussi une diffusion étonnamment rapide des virus de cellule en cellule. Non seulement les cellules semblaient tolérer ces agents pathogènes, mais ces derniers s'y multipliaient particulièrement vite, et donc y mutaient plus vite que d'ordinaire. En d'autres termes, les réponses antivirales ne détruisaient pas les virus, et ces derniers prospéraient dans les cultures.

Les chauves-souris ne contrôlent donc pas leur charge virale. Mais pourquoi ne sont-elles pas malades ? Pour y voir plus clair, une équipe internationale autour de David Jebb, de l'institut Max-Planck de Dresde, en Allemagne, s'est penchée sur six génomes d'animaux distribués dans les deux sous-ordres des chiroptères : le grand rhinolophe, la roussette d'Égypte, le phyllostome coloré (*Phyllostomus discolor*), le grand murin (*Myotis myotis*), la pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) et le molosse commun (*Molossus molossus*).

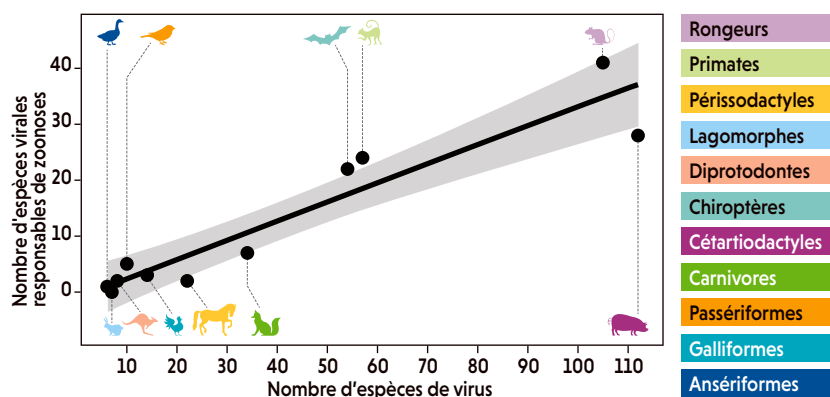
Les chercheurs ont repéré une dizaine de gènes pour lesquels des variants étaient fortement sélectionnés chez ces animaux. Ces gènes sont impliqués dans l'intégrité de la barrière intestinale, l'activation des macrophages, la régulation du système immunitaire... Autant d'éléments susceptibles de moduler la réponse antivirale. Or, comme vient de le préciser l'équipe de Lin-Fa Wang, de l'université Duke à Singapour, les mutations sélectionnées sont telles que les animaux présentent à la fois des réponses inflammatoires limitées et une tolérance exceptionnelle aux agents pathogènes, éloignant le risque d'emballement immunitaire. Et cela est d'autant plus vrai qu'une dizaine de gènes, présents chez les autres mammifères, avec des fonctions stimulatrices déclenchant l'inflammation, sont perdus chez les chauves-souris.

DES GÈNES PERDUS EN VOL ?

Il y a quatre ans, Lin-Fa Wang a avancé une déroutante explication à l'originalité évolutive d'un tel système immunitaire. L'adaptation au vol en serait la cause... Tout est parti d'une étude partielle d'une dizaine de génomes. Lin-Fa Wang et son équipe constatent que la famille des gènes à motif PYHIN, retrouvée chez tous les mammifères, est absente chez les chauves-souris. Ces pertes ont eu lieu à plusieurs reprises, indépendamment, dans les deux sous-ordres. Les produits de ces gènes sont des détecteurs d'ADN dans le cytoplasme, qu'il soit étranger ou non. Quand

DES ESPÈCES RÉSERVOIRS COMME LES AUTRES

On a longtemps pensé que les rongeurs et les chiroptères se comportaient comme des super-réservoirs. Mais récemment, Nardus Mollentze et Daniel Streicker, de l'université de Glasgow, en Écosse, ont battu cette idée en brèche en réalisant une étude statistique sur les espèces de mammifères et d'oiseaux réservoirs de 415 virus. D'une part, plus les groupes réservoirs abritent d'espèces de virus, plus on compte, parmi ces virus, d'espèces sources de zoonoses (voir la figure). D'autre part, dans chaque classe d'animaux (mammifères et oiseaux), plus un groupe réservoir compte d'espèces, plus il abrite d'espèces virales. Conclusion : si les groupes riches en espèces (chiroptères et rongeurs pour les mammifères, passériformes pour les oiseaux) abritent plus de virus à zoonose, chaque espèce réservoir de ces groupes n'en abrite pas plus que les autres.



ils en repèrent un, ils activent l'inflammation et la voie des interférons.

Or, en vol, les chauves-souris ont un métabolisme élevé qui produit des dérivés réactifs de l'oxygène, lesquels altèrent l'ADN. La perte des gènes à motif PYHIN serait alors une adaptation à un métabolisme élevé, car leur absence atténuerait fortement l'inflammation due à la présence, dans les cellules, des brins d'ADN dégradés à cause de ce métabolisme. Et ce mécanisme fonctionnerait de même pour l'ADN exogène, par exemple d'origine virale. Enfin, Lin-Fa Wang souligne qu'une telle perte de gènes amoindrit les inflammations chroniques dues à l'âge. Un tel contrôle de l'inflammation permettrait de supporter une haute charge virale sans que le système immunitaire ne s'emballe et d'allonger la durée de vie. On comprend pourquoi le milieu médical s'intéresse à ces animaux. Reste, cependant, à déterminer pourquoi nombre de virus qui colonisent les chauves-souris ne les affectent pas...

Ces originalités font-elles des chauves-souris des animaux dangereux ? Une étude exhaustive montre qu'elles ne contribuent pas plus que d'autres animaux à sang chaud (mammifères et oiseaux) aux zoonoses (voir l'encadré ci-dessus). Donc ne diabolisons pas les chauves-souris ! ■

BIBLIOGRAPHIE

G. Gob et al., **Complementary regulation of caspase-1 and IL-1 β reveals additional mechanisms of dampened inflammation in bats**, *PNAS*, en ligne le 26 octobre 2020.

A. Banerjee et al., **Novel insights into immune systems of bats**, *Front. Immunol.*, vol. 11, article 26, 2020.

C. E. Brook et al., **Accelerated viral dynamics in bat cell lines, with implications for zoonotic emergence**, *eLife*, vol. 9, article e48401, 2020.

D. Jebb et al., **Six reference-quality genomes reveal evolution of bat adaptations**, *Nature*, vol. 583, pp. 578-584, 2020.

POUR LA SCIENCE HORS-SERIE

Édition française de Scientific American

COMPLÉTEZ VOTRE COLLECTION DÈS MAINTENANT!



N° 108 (sept. 20)
réf. DO108



N° 107 (mai 20)
réf. DO107



N° 106 (févr. 20)
réf. DO106



N° 105 (nov. 19)
réf. DO105



N° 104 (juil. 19)
réf. DO104



N° 103 (avr. 19)
réf. DO103



N° 102 (févr. 19)
réf. DO102



N° 101 (nov. 18)
réf. DO101



N° 100 (août 18)
réf. DO100



N° 99 (mai 18)
réf. DO099



N° 98 (févr. 18)
réf. DO098



N° 97 (nov. 17)
réf. DO097

RETROUVEZ L'ENSEMBLE DES ANCIENS NUMÉROS SUR BOUTIQUE.POURLASCIENCE.FR/HORS-SERIE.HTML



À renvoyer accompagné de votre règlement à : Pour la Science – Service marketing
170 bis Boulevard du Montparnasse – 75014 Paris – email : boutique@pourslscience.fr



OUI, je commande des numéros de Pour la Science Hors-série, au tarif unitaire de 10,90 €.

1 / JE REPORTE CI-DESSOUS LES RÉFÉRENCES à 5 chiffres correspondant aux numéros commandés :

1^{re} réf. _____ 01 x 10,90 € = 10,90 €
2^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €
3^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €
4^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €
5^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €
6^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €

TOTAL À RÉGLER _____ €

Offre valable jusqu'au 31/12/20 en France Métropolitaine. Pour une livraison à l'étranger, merci de consulter boutique.pourslscience.fr

Les informations que nous collectons dans ce bon de commande nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et vous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société Pour la Science. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. Pour la Science ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à Pour la Science. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante : <https://rebrand.ly/charte-donnees-pls>. Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement 2016/679/UE dit « RGPD ») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourslscience.fr.

2 / J'INDIQUE MES COORDONNÉES

☐ M. ☐ Mme

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal _____ Ville : _____

Téléphone _____

J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON

3 / JE CHOISIS MON MODE DE RÈGLEMENT

☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science

☐ Carte bancaire

N° _____

Date d'expiration _____

Clé (les 3 chiffres au dos de votre CB) _____

Signature obligatoire :

Groupe Pour la Science – Siège social : 170 bis, boulevard du Montparnasse, CS20012, 75680 Paris Cedex 14 – Sarl au capital de 32000 € – RCS Paris B 311 797 393 – Siret : 311 797 393 000 23 – APE 5814 Z



PLUS SIMPLE, PLUS RAPIDE
ABONNEZ-VOUS SUR BOUTIQUE.POURLASCIENCE.FR

L'AUTEUR



HERVÉ THIS
physicochimiste,
directeur
du Centre international
de gastronomie moléculaire
AgroParisTech-Inra, à Paris

DU CAFÉ OU DU THÉ POUR DÉTOXIFIER

Les fritures ont des composés toxiques que contrecarrent des composés contenus dans le thé, le café ou le chocolat.

Pourquoi ne sommes-nous déjà pas morts depuis longtemps, avec tout ce que nous mangeons ? Nos aliments sont pleins de composés « toxiques », et les marchands de cauchemars s'activent pour nous faire croire que nous nous empoisonnons régulièrement quand nous mangeons, notamment parce que l'industrie alimentaire « ultratransformerait » les aliments. Ces discours idéologiques ne résistent pas aux faits, mais il n'en reste pas moins que, tirés du jardin ou de l'usine, les aliments sont des assemblages de composés organiques ou minéraux, dont aucun n'est anodin... Car c'est la dose qui fait le poison, ô Paracelse : tous les composés, même l'eau, sont toxiques à haute dose.

Il y a évidemment des composés plus dangereux que d'autres, et les plus réactifs le sont particulièrement. Par exemple l'acrylamide, qui se forme dans les produits torréfiés, grillés ou frits, à des températures que les cuisiniers pratiquent couramment alors que les chimistes organiciens y regarderaient à deux fois avant de les mettre en œuvre dans leurs laboratoires. Ou encore l'acroléine, ou propèn-2-al (C_3H_4O), qui se forme notamment dans les huiles dont la température dépasse le « point de fumée ». Ce composé est classé « Liquide et vapeurs très inflammables », « Mortel par inhalation », « Mortel en cas d'ingestion », « Toxique par contact cutané », « Provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux », « Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme ». À juste titre, car l'acroléine réagit avec les protéines ou l'ADN de l'organisme.

Xiaoyun Jiang et ses collègues de l'université de Nanjing apportent une bonne nouvelle : leur intérêt ayant été éveillé par

Les produits frits, notamment, contiennent de l'acroléine, qui est toxique. Mais la théophylline et des composés voisins du thé, du café ou du chocolat réduisent sa concentration.

l'observation de concentrations faibles d'acroléine dans l'urine de fumeurs qui buvaient thé, café ou chocolat, ces chercheurs ont montré que la théophylline de ces boissons réduit la présence d'acroléine (*Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 68(36), pp. 9718-9724, 2020).

La réactivité de l'acroléine rend les études de ce type particulièrement difficiles. Par ailleurs, la question n'était pas seulement de suivre la disparition de l'acroléine, mais aussi d'identifier les produits formés. Les chimistes chinois ont incubé les réactifs, notamment l'acroléine et la théophylline, dans des conditions variées qui reproduisaient pour partie l'environnement des tissus vivants, et ils ont mis en œuvre des méthodes modernes d'analyse : spectrométrie de masse à haute résolution, spectroscopie de résonance magnétique nucléaire, chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse... Les incubations, à des acidités variées, duraient plusieurs heures.

Ils ont ainsi détecté des adduits (composés issus de la réaction) d'acroléine et de théophylline, formés soit d'un résidu d'acroléine et d'un résidu de théophylline, soit de deux résidus d'acroléine pour un résidu de théophylline, après environ dix minutes d'incubation, soit enfin de trois résidus d'acroléine, toujours pour un résidu de théophylline, après plus d'une heure d'incubation.



Après de simples incubations des composés isolés, les chimistes ont recherché les effets avec des boissons faites par infusion de thé vert, de café ou de chocolat : les résultats furent analogues. Il faut d'ailleurs ajouter que la théophylline n'est pas le seul composé protecteur, puisque des acides caféiques ou chlorogéniques du café, ou des flavanols et des procyanidines (des polyphénols) du chocolat épurent également les composés carbonylés, catégorie à laquelle appartient l'acroléine. ■



LA RECETTE

- 1 Couper des pommes de terre en rondelles de 5 mm d'épaisseur. Les sécher dans un torchon propre, puis les mettre dans de l'huile à 170 °C.
- 2 Quand on voit des cloques sur les rondelles, les sortir délicatement à l'aide d'une écumoire, puis les plonger dans un second bain très chaud (huile fumante) pour les faire souffler.
- 3 Déposer les pommes de terre soufflées sur une assiette et les accompagner d'une sauce faite comme suit.
- 4 Macérer du thé vert dans deux récipients : avec un peu d'eau d'une part, avec de l'huile d'autre part.
- 5 À l'eau macérée, ajouter une feuille de gélatine préalablement trempée dans de l'eau froide, et chauffer pour la dissoudre.
- 6 Disperser l'huile macérée au fouet, comme pour monter une mayonnaise.

A

PICORER



Retrouvez tous
nos articles sur
www.pourlascience.fr

P.8

15 °C

Dans un matériau supraconducteur, le courant électrique circule avec une résistance nulle. Ce phénomène apparaît en général pour des températures proches du zéro absolu. Cependant, les physiciens ont mis au point des supraconducteurs qui fonctionnent pour des températures de plus en plus élevées. Le record vient d'être battu et atteint 15 °C... mais à une pression de 2,67 millions d'atmosphères !

P.60

STORMFURY

Ce projet américain des années 1960 consistait à disperser par avion de l'iodure d'argent dans les cyclones pour en perturber la formation. Le projet a été abandonné par manque de résultats.

P.20

« La science nous apprend la prudence, mais aussi l'audace. Il est dans la nature même de la démarche scientifique d'examiner des hypothèses audacieuses »

GILLES DOWEK
Chercheur à l'Inria

P.48

4 À 10 %

En 2019, le secteur du numérique aurait été responsable de 4 à 10 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre, estimation obtenue en prenant en compte le cycle de vie des équipements.

P. 24

FUZZBALL

D'après un modèle théorique inspiré de la théorie des cordes, les trous noirs seraient des boules denses de cordes microscopiques. Leur surface ne serait pas lisse : on parle de boules duveteuses ou *fuzzballs* en anglais. Ce scénario est l'une des pistes proposées pour résoudre le paradoxe de la conservation de l'information dans les trous noirs.

P.92

INTERFÉRONS

En présence d'ADN étranger, l'organisme active la synthèse de ces molécules, qui déclenchent une réponse inflammatoire. L'humain ne porte qu'un seul variant du gène codant l'interféron- ω . La roussette d'Égypte en présente 22. D'où une réponse immunitaire plus finement ajustée, qui maintiendrait parfois un virus latent.

P.82

LCS35

En 1999, Ronald Rivest a proposé un défi cryptographique, LCS35. Il a estimé, compte tenu de l'évolution des capacités des ordinateurs, qu'il faudrait 35 ans pour en venir à bout. Une équipe du MIT a finalement percé l'énigme en 2019, bien plus tôt que prévu. Le message caché était « !!! Happy Birthday LCS !!! ».



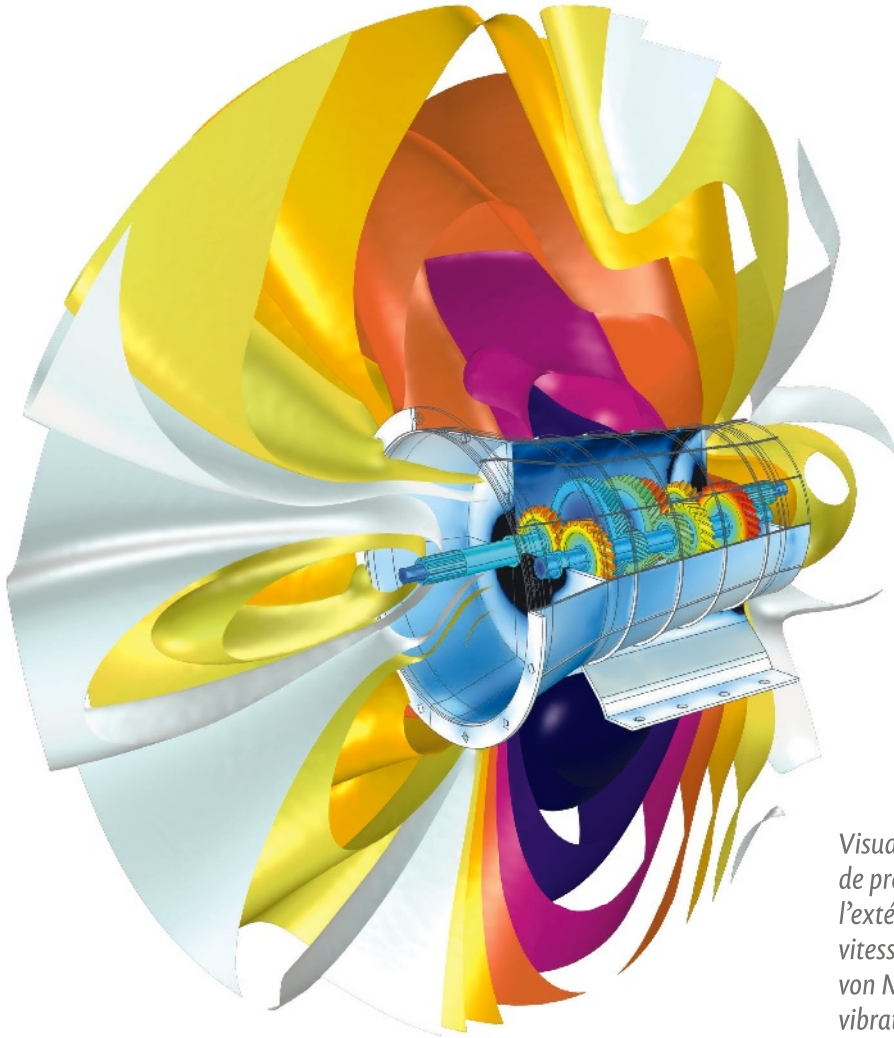
Tous les enfants font des rêves mais pour certains c'est vital de les réaliser.

*Depuis 1987, l'Association Petits Princes réalise les rêves
des enfants gravement malades.
Pour leur donner l'énergie de se battre contre la maladie,
nous avons besoin de vous.*



Devenez bénévole ou faites un don
www.petitsprinces.com - 01 43 35 49 00

Des simulations de tests de bruit et vibrations que vous pouvez voir et entendre !



Visualisation du niveau de pression acoustique à l'extérieur de la boîte de vitesse et des contraintes de von Mises induites par les vibrations dans son carter.

L'approche la plus efficace pour réduire le rayonnement sonore d'une boîte de vitesses consiste à effectuer une analyse vibro-acoustique pour savoir comment en améliorer la conception. Les essais de bruit, vibrations (NVH) sont une partie importante du processus de conception et peuvent être simulés avec un logiciel multiphysique.

Le logiciel COMSOL Multiphysics® est utilisé pour la conception et la simulation des composants et des procédés dans tous les domaines de l'ingénierie, de la fabrication et de la recherche. Découvrez comment vous pouvez l'appliquer pour la modélisation des vibrations et du bruit des boîtes de vitesses.

comsol.blog/NVH-simulation