

## EN IMAGE

# DES PHASMES GÉANTS QUI SE VOIENT BIEN

**L**es phasmes, ces insectes dont la forme fait penser à une brindille, à une ronce ou à une écorce sont à l'évidence des as du camouflage. Aussi, la description par l'équipe de Frank Glaw, de la Collection zoologique de la Bavière, à Munich, de deux nouvelles espèces malgaches, *Achrioptera manga* et *Achrioptera maroloko*, ne passe pas inaperçue: non seulement ces deux phasmes mesurent plus de 20 centimètres de long, ce qui les range parmi les insectes les plus grands, mais leurs mâles, loin d'être camouflés, arborent des couleurs vives.

Les mâles de ces deux espèces particulières d'*Achrioptera* – le genre contient une douzaine d'espèces, toutes africaines – que sont *A. manga* et *A. maroloko* ne font clairement pas appel au camouflage: les premiers sont d'un bleu intense et ont du jaune sur leurs pattes (*en haut*), tandis que les seconds attirent l'œil par leur corps jaune assorti d'ailes noires (*ci-contre*). Dès lors, comment échappent-ils aux oiseaux et autres insectivores?

Frank Glaw propose une explication évolutive. Comme cela se rencontre par exemple chez certaines grenouilles sud-américaines, les très vives couleurs des mâles de ces deux espèces de phasme pourraient signifier: «Attention, je suis hautement toxique!» On parle dans ce cas d'aposématisme. L'une des possibilités est que les lignées d'*A. manga* et d'*A. maroloko* ont évolué de telle façon que les mâles auraient peu à peu acquis une immunité aux poisons contenus dans des plantes qu'ils consomment, poisons qui déclencheraient leur coloration. Les femelles de ces deux espèces, qui, en revanche, sont restées naturellement camouflées, pourraient avoir sélectionné cette défense antiprédateur particulière en préférant systématiquement s'accoupler à des mâles colorés. Un cas possible, donc, de femelles préférant les mâles toxiques... enfin, pour d'autres! ■

FRANÇOIS SAVATIER

F. Glaw et al., *Frontiers in Ecology and Evolution*, en ligne le 2 avril 2019



© F. Glaw





## VIROLOGIE

# LA STRATÉGIE DU VIRUS EN PIÈCES DÉTACHÉES

Le virus FBNSV, dont le génome est scindé en huit segments, colonise son hôte, une légumineuse, en confiant la lecture de chaque segment à une cellule différente.

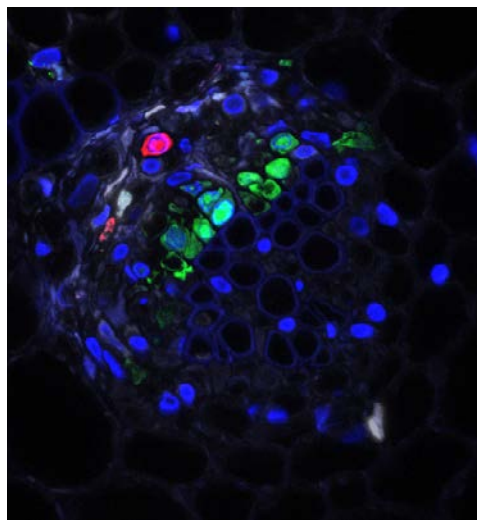
**L**e puceron s'installa sur la tige de la fève et se mit à aspirer sa sève. Emporté par les mouvements du fluide, le virus FBNSV quitta la trompe de l'animal et s'infiltra dans la plante, qu'il commença immédiatement à coloniser. Oui, mais comment ? Dans une attaque virale classique, chaque particule virale contient tout le matériel génétique du virus et se duplique en trompant une cellule hôte, laquelle se met alors à lire son génome et à produire de nouvelles particules virales.

Mais le virus FBNSV, responsable d'une maladie des légumineuses, a la particularité d'être multipartite : son génome est scindé en plusieurs segments – huit exactement – chacun porté par une particule virale différente, et il a besoin du matériel codé sur ces huit segments pour se propager. Or s'il doit attendre qu'un exemplaire de chaque segment infecte une même cellule de la fève, ses chances sont très faibles. De nombreux virus multipartites sont connus depuis les années 1960, mais personne n'avait résolu cette énigme, jusqu'aux derniers travaux d'Anne Sicard et ses collègues, dans l'équipe de Stéphane Blanc, à l'Inra de Montpellier.

Les biologistes ont d'abord confirmé, à l'aide de marqueurs fluorescents, que les différents segments du génome viral sont rarement présents en même temps dans une même cellule de la plante infectée. Au contraire, les segments semblent s'accumuler dans les cellules de façon totalement indépendante, y compris trois d'entre eux qui codent chacun une fonction essentielle du virus : la réplication de son ADN, son encapsulation dans une coque (capside) et le déplacement de la particule virale.

En d'autres termes, il est peu probable qu'une cellule infectée dispose du matériel viral nécessaire pour produire de nouvelles particules virales. Sauf si, d'une façon ou d'une autre, le matériel codé par un segment et exprimé dans sa cellule hôte circule d'une cellule à l'autre. Pour rechercher un tel phénomène, Stéphane Blanc et ses collègues ont examiné si les cellules capables de répliquer le segment d'encapsulation contenaient à la fois le segment de réplication et la protéine qu'il code (nommée M-Rep), ou seulement la

Marqués chacun à l'aide d'une molécule fluorescente, deux segments différents du génome du virus FBNSV (en vert et en rouge) apparaissent localisés dans des cellules différentes de la plante hôte (en bleu).



## 17 %

DE TOUTES LES SORTES DE VIRUS CONNUS SONT MULTIPARTITES. CETTE PROPRIÉTÉ LEUR CONFÉRERAIT DONC UN AVANTAGE ÉVOLUTIF, MAIS LEQUEL ? LA QUESTION RESTE OUVERTE...

protéine. Résultat : si le segment de réplication n'était présent que dans environ 40% des cellules, la protéine M-Rep en occupait, elle, près de 85%. La protéine (ou son ARN messager, un intermédiaire de fabrication) était donc capable de quitter la cellule qui l'avait produite (cellule avec segment de réplication) et d'entrer dans une autre.

La force du virus FBNSV réside donc dans la capacité des produits de ses gènes à se déplacer d'une cellule à une autre. Comment ? La question reste entière, mais les chercheurs soupçonnent chaque segment d'avoir sa propre méthode, qu'il s'agit à présent de mettre au jour. Et ce n'est pas leur seule interrogation. Par exemple, comment le virus passe-t-il du puceron à la plante ? En 2018, la même équipe a en effet montré que le nombre de particules virales transmises par un puceron est, pour certains segments du génome, si faible qu'il faudrait qu'une centaine de pucerons infectés inoculent le virus à la même plante pour que tous les segments soient injectés. Or tous les pucerons étant loin d'être infectés, la probabilité qu'une telle avalanche d'attaques se produise est infime... Les virus multipartites sont décidément loin d'avoir révélé tous leurs mystères. ■

MARIE-NEIGE GORDONNIER

A. Sicard *et al.*, *eLife*, article e43599, 2019 ; R. Gallet *et al.*, *J. of Virology*, vol. 92(14), article e00139-18, 2018

## 33 EST LA SOMME DE TROIS CUBES

**À** l'exception de ceux dont le reste de la division par 9 est 4 ou 5, tous les nombres entiers positifs peuvent-ils s'écrire comme la somme de trois entiers (positifs ou négatifs) au cube? Faute de démonstration, les mathématiciens cherchent des solutions au cas par cas, surtout pour les entiers inférieurs à 100. Et la tâche n'est pas toujours évidente.

Certaines solutions sont simples, à l'image de  $29 = 3^3 + 1^3 + 1^3$ , mais dans d'autres cas les solutions impliquent des nombres gigantesques. Grâce à un algorithme optimisé et un supercalculateur, Andrew Booker, de l'université de Bristol, a obtenu une solution pour le nombre 33: il est égal à  $8866128975287528^3 + (-8778405442862239)^3 + (-2736111468807040)^3$ . Parmi les entiers positifs inférieurs à 100, il ne reste plus qu'un cas à résoudre: 42! ■

S. B.

A. R. Booker, en ligne le 11 mars 2019  
<https://arxiv.org/abs/1903.04284>

## PIÈGE À ROSÉE AMÉLIORÉ

**U**ne façon de collecter la rosée est d'utiliser des surfaces inclinées. Mais il faut amener les gouttes à se former et glisser le plus vite possible avant que le soleil levant ne les fasse s'évaporer. Daniel Beysens, de l'ESPCI, et ses collègues ont microstructuré des surfaces avec des stries: les gouttes grossissent et glissent alors plus vite que sur une surface lisse.

Lorsque l'humidité se condense sur une surface lisse, elle forme d'abord de petites gouttes, qui fusionnent avec leurs voisines pour former de plus grandes gouttes, lesquelles finissent par glisser. Sur leur surface striée, les chercheurs ont observé que les rainures canalisent l'eau, qui forme des filaments reliant des gouttes même éloignées. Quand cela se produit, les petites gouttes se vident dans les plus grosses. Grâce à cette interaction à distance, les grosses gouttes grandissent plus vite, débordent sur plusieurs rainures et se connectent sur de nouveaux filaments, ce qui accélère d'autant leur croissance. Une solution simple, robuste et peu coûteuse. ■

S. B.

P.-B. Bintein *et al.*, *Phys. Rev. Lett.*,  
 vol. 122, 098005, 2019

## COMMENT LES TERMITIÈRES SE VENTILENT



Dans les termitières (ici en Australie), la concentration de dioxyde de carbone et la température sont finement régulées.

**L**es termites sont des bâtisseurs hors pair. Dépassant parfois plusieurs mètres de hauteur, les termitières sont des structures où la température, l'humidité et la concentration de gaz, dont le dioxyde de carbone, sont finement régulées. Guy Theraulaz, du Centre de recherches sur la cognition animale, à Toulouse, et ses collègues ont analysé des parois de nids pour mieux comprendre comment s'opère cette régulation.

Les chercheurs ont étudié deux termitières construites par l'espèce *Trinervitermes germinatus*, l'une au Sénégal et l'autre en Guinée. Ils ont d'abord numérisé la structure interne des habitats, à l'aide d'un scanner aux rayons X, puis ils ont examiné les parois plus en détail en analysant des échantillons par microtomographie aux rayons X. Ces parois présentent des pores de tailles comprises entre quelques micromètres et la centaine de micromètres. Les pores de grande taille sont interconnectés, ce qui augmente la perméabilité des parois et donc les échanges gazeux entre l'intérieur du nid et l'extérieur.

Grâce à une simulation en 3D des écoulements d'air dans la termitière, Guy Theraulaz et ses collègues ont confirmé que la porosité des parois joue bien un rôle crucial dans l'évacuation du dioxyde de carbone. Par ailleurs, comme les pores sont remplis d'air et que celui-ci est un bon isolant thermique, les parois assurent aussi la thermorégulation de la termitière. La diffusion de la chaleur du soleil vers l'intérieur de la structure est réduite, ce qui évite la surchauffe et assure le maintien d'une température constante. Autre avantage des pores de grande taille, ils réduisent de 11 à 14% la quantité de matériau nécessaire pour construire la termitière: de quoi bâtir plus vite une structure qui sera aussi plus légère. Autant d'idées pour inspirer les architectes humains? ■

S. B.

K. Singh *et al.*, *Science Advances*,  
 vol. 5, article eaat8520, 2019