

> de chacune des deux souches qui les ont infectés. Ils ont alors inclus ces deux génomes dans une imposante base de données rassemblant 131 génomes de souches actuelles et des 2^e et 3^e pandémies, issues du monde entier (surtout l'Europe, le Moyen et l'Extrême Orient). La phylogénie résultante est d'une grande précision. Les deux génomes sont proches et leur branche commune s'enracine entre deux branches asiatiques, loin des souches responsables des 2^e et 3^e pandémies. En d'autres termes, la peste de Justinien et la mort noire sont deux épidémies indépendantes, signe que la maladie a émergé plusieurs fois chez les humains.

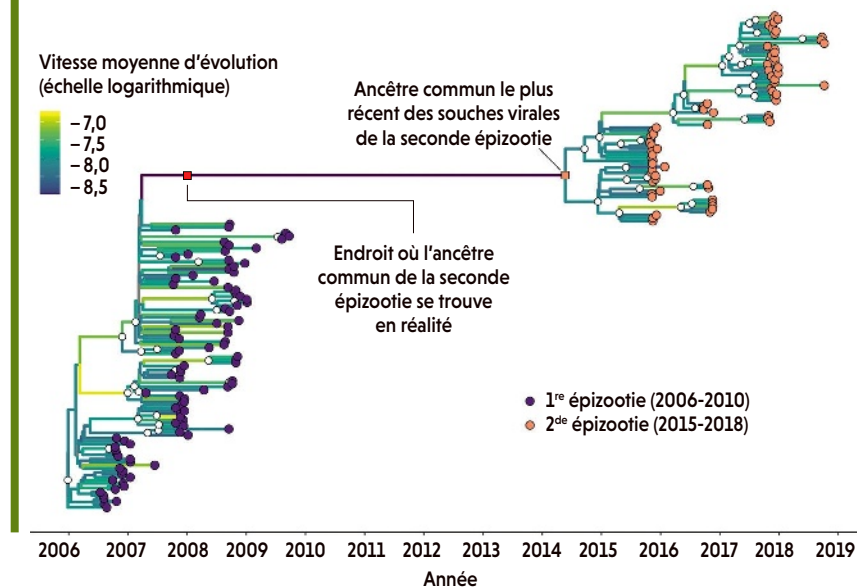
Récemment, une autre équipe allemande autour de Marcel Keller, de l'institut Max-Planck à Iéna, a encore étoffé les données. Cette fois, ce sont 21 sites nécrologiques distribués en Europe (Allemagne, Autriche, Grande-Bretagne, France, Espagne) qui ont permis la reconstruction de huit génomes du bacille. Ces derniers présentent de légères différences, mais se rassemblent en un seul groupe qui prend place entre les groupes chinois, la souche la plus proche étant originaire du Kirghizistan et du Xingjiang. Les chercheurs avancent le scénario suivant: *Y. pestis* est originaire de cette région de l'Asie et serait arrivée en Europe soit par l'Iran soit par l'Inde, *via* la mer Rouge. L'enquête se poursuit, mais, selon eux, l'arrivée par l'Inde serait la plus probable en raison de la proximité des souches indiennes et du groupe de huit génomes. D'autant que les relations entre l'Inde et l'Europe se faisaient par la navigation *via* l'océan Indien et la mer Rouge...

HIBERNATUS

L'énigme posée par la maladie de la langue bleue était tout autre. D'origine africaine, cette maladie due à un arbovirus transmis par des moucheron piqueurs (genre *Culicoides*) a atteint épisodiquement l'Europe après la Seconde Guerre mondiale. C'est ainsi qu'en 2006, une épidémie a pris naissance aux Pays-Bas avec un nouveau variant du virus (nommé BTV-8), puis a atteint la Belgique, l'Allemagne, le Luxembourg et la France. Un important travail de médecine vétérinaire a entraîné une éradication de la maladie, après la disparition, en 2010, du dernier foyer en Italie du Nord. Mais en 2015, un nouveau foyer est soudain apparu dans l'Allier et l'épidémie s'est étendue en France jusqu'à atteindre en 2018 l'Italie, l'Allemagne et la Suisse. Comment expliquer cette reprise?

UNE ÉVOLUTION GELÉE

Le virus responsable de la maladie de la langue bleue se diversifie rapidement, car il mute vite, suivant une vitesse constante en première approximation. Pourtant, la phylogénie des épidémies de 2006 et 2015 montre que le virus s'est abstenu d'évoluer entre les deux. Intrigués, des chercheurs ont modélisé une nouvelle phylogénie avec les mêmes données, mais en laissant le virus évoluer pendant ces années. C'est l'arbre ci-dessous, dont l'échelle des temps montre la cohérence.



On a pensé que le virus avait circulé à bas bruit. Cette maladie étant à déclaration obligatoire, certains éleveurs avaient peut-être omis de la signaler. Mais une analyse moléculaire du virus vient de donner une tout autre explication. En effet, une équipe internationale autour de Massimo Palmarini et Roman Biek, de l'université de Glasgow, au Royaume-Uni, a réalisé une phylogénie de 164 génomes de la souche BTV-8 provenant des deux épidémies. Résultat: la phylogénie présente évidemment deux blocs, suivant les deux épidémies. Mais tout se passe comme si le virus n'avait pas évolué entre les années 2010 et 2015 (voir l'encadré ci-dessus)! Une seule explication: le virus a été congelé, puis décongelé... Cet accident est sans doute intervenu durant des décongelations de la semence infectée de taureaux, lors d'inséminations artificielles.

Il est à parier que la phylogénie moléculaire révélera encore bien d'autres histoires du vivant, qu'il s'agisse de l'épidémie de mai-juin 2018 due au virus Ebola en République démocratique du Congo, qui semble aussi due à une souche ayant moins muté que les autres, ou de celle du SARS-CoV-2 humain... ■

BIBLIOGRAPHIE

D. J. Pascall et al., « **Frozen evolution** » of an RNA virus suggests accidental release as a potential cause of arbovirus re-emergence, *Plos Biology*, vol. 18(4), article e300 0673, 2020.

M. Keller et al., Ancient *Yersinia pestis* genomes from across western Europe reveal early diversification during the first pandemic (541-750), *PNAS*, vol. 118(25), pp. 12 363-12 372, 2019.

D. M. Wagner et al., *Yersinia pestis* and the plague of Justinian 541-543 AD: a genomic analysis, *The Lancet Infectious Diseases*, vol. 14, pp. 319-326, 2014.

L'UNIVERS AVANT LE BIG BANG

- 7 dossiers rédigés par des chercheurs et des experts sur le sujet
- Une lecture adaptée sur écrans

3,99 €



Les *Thema* sont une collection de hors-séries numériques. Chaque numéro contient une sélection des meilleurs articles publiés dans *Pour la Science* sur une thématique.

Dans la collection *Thema* découvrez aussi



**Commandez et téléchargez
les numéros en pdf**



Pour lire votre numéro, rendez-vous dans votre compte client



boutique.pourlascience.fr/tous-les-numeros/thema.html

L'AUTEUR



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

DU BLEU MÉTALLIQUE EN CUISINE

Des couches bien organisées confèrent aux fruits du laurier-tin leur coloration particulière, que l'on peut tenter d'imiter dans certaines préparations.

Les cercles culinaires prétendent parfois que le bleu est absent des ingrédients alimentaires « naturels », mais c'est oublier la myrtille, la betterave ou des choux dans des conditions d'acidité appropriées, des végétaux tels que certains maïs, haricots, pommes de terre, champignons... Pour les couleurs artificielles, depuis la disparition du bleu de méthylène des étagères des pâtisseries, il y a le bleu brillant, qui est le sel disodique d'un acide ou l'indigotine, une version synthétique du colorant de nos jeans.

Comment rassurer nos concitoyens qui se privent d'un excellent curaçao pour éviter les colorants synthétiques ? Silvia Vignolini, de l'université de Cambridge, et ses collègues ont trouvé une solution en analysant la couleur bleue métallique des fruits du laurier-tin, *Viburnum tinus* (*Current Biology*, vol. 30, pp. 1-7, 2020). La question initiale était de comprendre l'intérêt biologique des fruits bleus. Les végétaux ont coévolué avec les animaux et profité de ces derniers pour disperser leurs graines, en « échange » de nutriments. D'où les vives couleurs des fleurs et des fruits. Les fruits bleus du laurier-tin, notamment, nourrissent les oiseaux pendant l'hiver, et l'on s'interrogeait sur le rôle écologique de cette coloration.

Par le passé, on avait extrait des divers fruits et fleurs des composés phénoliques qui les colorent, à côté des caroténoïdes (pour du jaune au rouge), des chlorophylles et leurs dérivés (vert à bleu). Les fruits du laurier-tin devaient-ils leur couleur à de tels composés, comme pour certaines pommes de terre, maïs, haricots, etc. ? Pourquoi pas, mais alors d'où vient l'apparence métallique ? Le fait que la lumière polarisée garde sa polarisation après s'être réfléchi sur les fruits montrait que la coloration était davantage due à la structuration et ses effets optiques qu'à des pigments. Certes, on avait trouvé

Le bleu métallique des fruits du laurier-tin n'est pas dû à un pigment, mais à des structures microscopiques multicouches.



un polyphénol rouge sombre dans les fruits, mais il se trouvait sous la couche responsable de la couleur bleue.

Les chercheurs ont alors effectué des études histologiques pour caractériser les nanostructures qui, comme pour les ailes de certains papillons bleus, pouvaient être responsables de la couleur. Ils ont identifié un ensemble multicouche de 10 à 30 micromètres d'épaisseur sous la surface du fruit. Les couches elles-mêmes ont une épaisseur comprise entre 30 et 200 nanomètres, et sont composées de petites vésicules dont l'indice de réfraction diffère de celui de la matrice où elles sont plongées. Tout cela avec des composés bien ordinaires pour des végétaux : la matrice est faite de cellulose, hémicelluloses et pectines, comme on en trouve dans toutes les parois cellulaires, et les vésicules sont des lipides. Et comme les biologistes s'intéressaient aux relations entre oiseaux et plantes, ils ont voulu savoir si ces lipides étaient des cires indigestes ou des lipides nutritifs : la seconde hypothèse était la bonne.

Silvia Vignolini et ses collègues ont aussi produit un modèle informatique de la structure histologique des fruits du laurier-tin et exploré les propriétés optiques qui en découlent. Ils ont ainsi confirmé que ces structures sont bien à l'origine du bleu métallique. Et les chercheurs de conclure que les oiseaux ne sont pas

leurrés par les fruits ainsi colorés, puisqu'en les consommant, ils absorbent leurs lipides nutritifs. ■



LA RECETTE COCKTAIL À PLUSIEURS COUCHES BLEUES

En cuisine, il est difficile de réaliser des couches minces de nanostructures, mais une mousse émulsionnée donnera ces reflets métalliques que présentent les fruits du laurier-tin. La saveur basique du bicarbonate de sodium utilisé ici pour faire du bleu est combattue par des acides qui viendront contrer le bicarbonate au moment de la dégustation.

- 1 En fond de verre, déposer une couche rouge sombre, comme l'assise des structures superficielles des fruits du laurier-tin, à l'aide de jus de cerise et de gélatine.
- 2 Quand cette couche de gel est prise, déposer une couche du liquide d'un beau bleu turquoise obtenu en broyant du chou rouge avec du bicarbonate de sodium et en filtrant.
- 3 À la surface de ce liquide, couler une mince couche de chocolat blanc, afin de l'isoler de la couche supérieure.
- 4 Sur le chocolat blanc, déposer du jus de citron additionné de curaçao.
- 5 Par-dessus, déposer une mousse émulsionnée obtenue à partir de curaçao dilué, additionné d'un blanc d'œuf battu en neige, puis émulsionné avec de l'huile d'olive.
- 6 Parsemer la couche supérieure de myrtilles.

POUR LA SCIENCE

Édition française de Scientific American

**COMPLÉTEZ VOTRE COLLECTION
DÈS MAINTENANT !**



N° 516 (Oct. 20)
réf. PL516



N° 515 (sept. 20)
réf. PL515



N° 514 (août 20)
réf. PL514



N° 513 (juill. 20)
réf. PL513



N° 512 (juin 20)
réf. PL512



N° 511 (mai 20)
réf. PL511



N° 510 (avril 20)
réf. PL510



N° 509 (mars 20)
réf. PL509



N° 508 (fév. 20)
réf. PL508



N° 507 (jan 20)
réf. PL507



N° 506 (déc. 19)
réf. PL506



N° 505 (nov. 19)
réf. PL505

À retourner accompagné de votre règlement à :

Next2C – Service abonnements Pour La Science – 26 BD Président Wilson CS 40032 – 67085 Strasbourg CEDEX – email : pourlascience@abopress.fr



OUI, je commande des numéros de Pour la Science,
au tarif unitaire de 9,90 €.

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

1^{re} réf. _____ 01 x 9,90 € = 9,90 €
2^e réf. _____ x 9,90 € = _____ €
3^e réf. _____ x 9,90 € = _____ €
4^e réf. _____ x 9,90 € = _____ €
5^e réf. _____ x 9,90 € = _____ €
6^e réf. _____ x 9,90 € = _____ €

TOTAL À RÉGLER _____ €

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

Offre valable jusqu'au 31/12/2020 en France Métropolitaine uniquement. Pour l'export, rendez-vous sur notre site internet boutique.pourlascience.fr. Les prix affichés incluent les frais de port et les frais logistiques.
Les informations que nous collectons dans ce bulletin d'abonnement 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@pourlascience.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 :



RETROUVEZ TOUS LES ANCIENS NUMÉROS SUR
BOUTIQUE.POURLASCIENCE.FR