

> cependant, le dogme voulait que la spéciation ne se produise qu'après l'isolement spatial de deux populations, spéciation dite «allopatrique». Or les deux populations vivent au même endroit, dans un processus de spéciation dit «sympatrique», ce que l'école de l'évolutionniste Ernst Mayr refusait. C'était presque de l'idéologie...

Aujourd'hui, il ne fait plus aucun doute qu'il s'agit d'un processus de spéciation sympatrique. Déjà, au cours des années 1960, Guy Bush, à l'université d'État du Michigan, aux États-Unis, avait montré, par des études morphologiques (en particulier sur la longueur de l'ovipositeur des femelles – leur organe de ponte), que les deux populations sont bel et bien différenciées. Puis récemment, en 2018, Jeffrey Feder, de l'université de Notre-Dame, dans l'Indiana, et son équipe ont prouvé, cette fois par des études génomiques sophistiquées, que les deux populations sont séparées génétiquement. Plus précisément, l'étude porte d'une part sur des populations de mouches distantes géographiquement les unes des autres et, d'autre part, sur les populations vivant en sympatrie sur des hôtes différents. La divergence est plus grande entre ces populations sympatriques qu'entre des populations allopatriques inféodées au même hôte. Or on sait, par des études en laboratoire, que les mouches parasitant l'aubépine et le pommier sont interfertiles. Ainsi, bien que l'échange génétique ne soit pas totalement interrompu, la sélection est suffisamment forte pour faire diverger les populations sympatriques.

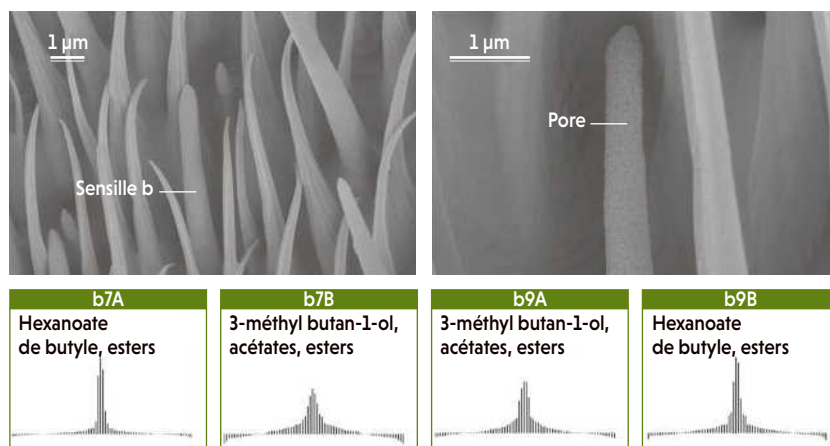
UN CHOIX À L'ODEUR

En fait, la divergence des populations repose sur un phénomène clé : dans leur très grande majorité, les descendants viennent copuler (et pondre) sur les fruits qui ont nourri leurs parents. Cette constance permet à la sélection d'agir pleinement. Très vite, les biologistes ont compris que les mouches étaient attirées par l'odeur du fruit, et à un moindre degré par leur aspect. L'équipe de Jeffrey Feder s'est focalisée sur la question de l'odeur dès 2016, avec un remarquable succès.

En affinant le travail de ses prédécesseurs, l'équipe a listé les molécules volatiles émises par les fruits et reconnues par les mouches. Sur 76 molécules testées, les deux les plus importantes dans la reconnaissance des fruits sont l'hexanoate de butyle pour la pomme et le 3-méthylbutan-1-ol pour la cenelle. Elle a ensuite repéré par électrophysiologie les

L'OLFACTION CHEZ LES INSECTES

Les insectes perçoivent les odeurs principalement par leurs antennes. Ces dernières portent des sensilles en forme de soies (en haut) dont la cuticule est percée de nombreux pores qui laissent pénétrer les molécules odorantes. Des neurones parcourent ces sensilles. Leurs prolongements nerveux (dendrites) portent, près de ces pores, des récepteurs protéiques qui, en reconnaissant les molécules odorantes, déclenchent des stimuli, lesquels sont conduits jusqu'au cerveau où l'information est traitée. Dans le cas présent, deux sensilles (b7 et b9) répondent à l'hexanoate de butyle et au 3-méthyl butan-1-ol (en bas). Le neurone A de la sensille b7 (neurone b7A) et le neurone B de la sensille b9 (neurone b9B) répondent à la première molécule, tandis que les neurones b7B et b9A (suivant la même terminologie) répondent à la deuxième molécule. Enfin, le traitement de l'information est tel que les mouches inféodées à un fruit (pomme ou cenelle) sont attirées par la molécule concernée et repoussées par l'autre.



différents neurones de l'olfaction des antennes qui réagissaient à ces molécules et a analysé leur fonctionnement.

Le système, extrêmement simple, ne met en jeu que quatre neurones. Deux reconnaissent l'hexanoate de butyle, deux le 3-méthylbutan-1-ol (voir l'encadré ci-contre). Toutes les mouches *R. pomonella* ont ces quatre neurones, mais, selon leur hôte, elles sont attirées par une odeur et repoussées par l'autre. Le changement de reconnaissance de ces molécules (un processus évolutif connu par ailleurs) constituerait la base biologique de l'inféodation au végétal hôte.

Mais il y a plus : l'équipe de Jeffrey Feder a aussi testé d'autres aubépines, en particulier celles que l'on trouve dans le sud des États-Unis. Ce n'était pas innocent : on sait que *R. pomonella* a tout d'abord vécu dans cette région avant de coloniser le nord du continent. Or les fruits de ces aubépines ont pour molécules attractives à la fois le 3-méthylbutan-1-ol et l'hexanoate de butyle ! Ainsi, de manière ancestrale, la mouche reconnaissait ces deux molécules : l'odeur du pommier n'était donc pas inconnue ! Sans doute là réside le secret de la mouche : son système olfactif est passé à une seule reconnaissance attractive. ■

BIBLIOGRAPHIE

M. M. Doellman *et al.*, **Genomic differentiation during speciation-with-gene-flow : comparing geographic and host-related variation in divergent life history adaptation in *Rhagoletis pomonella***, *Genes*, vol. 9(5), article 262, 2018.

C. Tait *et al.*, **Sensory specificity and speciation : a potential neuronal life history for host fruit odour discrimination in *Rhagoletis pomonella***, *Proc. R. Soc. B*, vol. 283, article 20162101, 2016.

G. L. Bush, **Sympatric host race formation and speciation in frugivorous flies of the genus *Rhagoletis* (Diptera, Tephritidae)**, *Evolution*, vol. 23(2), pp. 237-251, 1969.

POUR LA SCIENCE

Édition française de Scientific American

**COMPLÉTEZ VOTRE COLLECTION
DÈS MAINTENANT !**



N° 508 (fév. 20)
réf. PL508



N° 507 (jan 20)
réf. PL507



N° 506 (déc. 19)
réf. PL506



N° 505 (nov. 19)
réf. PL505



N° 504 (oct. 19)
réf. PL504



N° 503 (sept. 19)
réf. PL503



N° 502 (août 19)
réf. PL502



N° 501 (juillet 19)
réf. PL501



N° 500 (juin 19)
réf. PL500



N° 499 (mai. 19)
réf. PL499



N° 498 (avr. 19)
réf. PL498



N° 497 (mar. 19)
réf. PL497

À retourner accompagné de votre règlement à :

Pour la Science – Service VPC – 19 rue de l'Industrie – BP 90053 – 67402 Illkirch 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

L'AUTEUR



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

ASTRINGENCE CONTRE AMERTUME

Du vin tannique pour réduire l'amertume de certains légumes? C'est la leçon qu'apporte une étude récente réalisée par des chercheurs londoniens.

Analysons nos sensations pour améliorer nos menus... en connaissance de cause. Dans une première phase, pour goûter les produits, nous nous pincerons le nez, puis nous libérerons les narines après quelques instants de mastication. Avec une pincée de sucre, nous ressentons une saveur sucrée et, si nous libérons les narines, il n'y a pas de sensation supplémentaire: le sucre ne libère pas de composés odorants, qui monteraient vers le nez par les fosses rétronasales. Inversement, avec des herbes de Provence sèches, nous ne ressentirons en bouche qu'une consistance un peu dure et sèche tant que le nez sera pincé, mais un «goût» aromatique apparaîtra quand nous libérerons les narines. Ce goût est donc réductible à l'odeur rétronasale. Je vous invite à faire de même avec du vinaigre, du vin, du café, du thé, du bouillon, etc.

Bien sûr, le goût ne se limite pas à ces deux sensations de saveur et d'odeur: il y a aussi le rafraîchissant du menthol, les divers piquants (du poivre, du raifort, etc.) et bien d'autres modalités sensorielles. Reste que nous sommes démunis pour mettre des mots sur nos sensations et que nous manquons de données scientifiques pour les interpréter, d'autant qu'elles interagissent.

Par exemple, l'astringence modifie la perception de la saveur, comme l'indique une étude récente de Guy Carpenter et ses collègues (*Journal of Texture Studies*, vol. 50, pp. 71-74, 2019). Ces chercheurs londoniens ont étudié l'amertume perçue des choux de Bruxelles. L'amertume, qui expliquerait pourquoi les enfants et certains adultes renâclent à manger des légumes, correspond à une saveur, mais on la confond parfois avec

L'astringence d'un vin tannique réduit l'amertume perçue quand on mange des choux de Bruxelles.



l'astringence qui, elle, correspond à une sensation d'assèchement de la bouche.

On a longtemps cru que l'astringence était due à la complexation des protéines salivaires par des polyphénols de la classe des tanins (si l'on «mâche» une bouchée de vin rouge tannique avant de la recracher, on voit des dépôts dus à ces complexations). Toutefois, au cours des dernières années, on a identifié d'autres composés que les polyphénols (notamment des aluns) qui modifient la lubrification de la bouche, en même temps que l'on détectait de nombreuses interférences avec les acides, l'éthanol, les sucres...

Pour apporter de l'amertume, les biologistes anglais ont utilisé des choux de Bruxelles: ces derniers contiennent des glucosinolates, composés qui se lient aux récepteurs de l'un des 27 types de récepteurs de l'amertume dans les papilles. Et pour observer l'effet de l'astringence, les biologistes ont comparé les effets respectifs d'une sauce au jus de viande, de l'eau et d'un vin tannique (provenant de la Rioja).

En pratique, les choux de Bruxelles avaient été cuits au four à microondes, coupés en quatre, et chaque quart était soumis à un dégustateur soit seul, soit en compagnie d'un des trois liquides. Les 28 dégustateurs notaient le degré d'amertume sur une échelle de 0 à 10. L'analyse

a montré que le vin réduisait considérablement l'amertume perçue, alors que ni l'eau ni la sauce n'avaient d'effet.

Le mécanisme à l'œuvre reste inconnu, mais il implique sans doute la salive. Les composés sapides s'y dissolvent, avant de se lier aux récepteurs correspondants de la langue, tandis qu'elle contient ions, protéines, et de nombreux autres composés formés par le métabolisme humain ou des bactéries de la bouche. Les sauces changent la composition du liquide dans la bouche et modifient aussi la façon dont les composés des parties solides des aliments agissent sur les récepteurs du goût. Des compositions chimiques et des interactions dont une cuisine plus affinée aurait raison de tenir compte! ■



LA RECETTE

1 Blanchir des choux de Bruxelles pendant quelques minutes à l'eau bouillante, afin de lessiver le plus de composés amers possible (goûter l'eau pour se faire une idée).

2 Dans une casserole, cuire de petits lardons à sec, puis ajouter de la crème, du vin tannique et les choux blanchis, afin de réunir dans une même assiette les tissus végétaux un peu amers et les composés phénoliques qui viendront pallier leur amertume.

A

PICORER



Retrouvez tous
nos articles sur
www.pourlascience.fr

P.62

265 KM/H

C'est la vitesse maximale des vents au sein de la tornade de feu apparue durant l'incendie Carr, en Californie, à l'été 2018.

P.80

HACHAGE

Une fonction de hachage découpe un nombre x en morceaux et les combine afin d'obtenir une « empreinte de x ». Les fonctions de hachage sont très utilisées en cryptographie, car il est difficile de retrouver x à partir de son empreinte.

P.20

« En informatique, l'éthique, qui nous apparaissait naguère comme une entrave à l'innovation, devrait, au contraire, devenir un avantage compétitif pour les entreprises qui en maîtriseront les enjeux »

GILLES DOWEK
chercheur à l'Inria

P.40

90 %

C'est la part des Antillais qui présentent dans leur sang des quantités détectables de chlordécone, une substance très toxique utilisée dans l'agriculture jusqu'en 1993.

P.13

RAYURES DE TIGRE

Ces quatre stries rectilignes, parallèles et régulièrement espacées, longues d'une centaine de kilomètres, griffent le pôle sud d'Encelade, une lune glacée de Saturne. Elles portent les noms de quatre villes des *Mille et une nuits* : Bagdad, Le Caire, Damas et Alexandrie.

P.92

SYMPATRIQUE

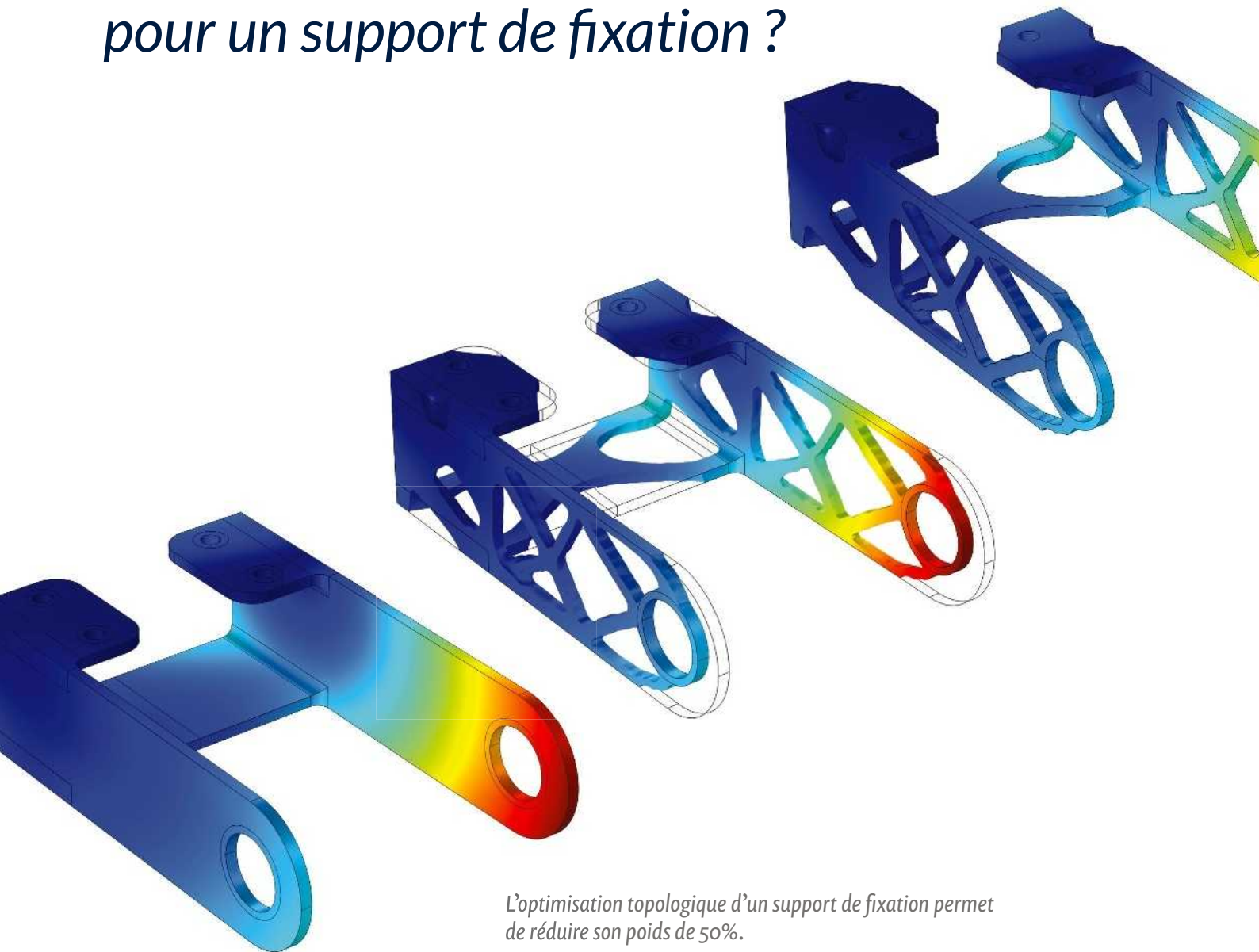
Sans lien avec le 17 mars, se dit d'une spéciation – séparation d'une population en deux espèces distinctes – qui se produit à partir d'une population située en un seul endroit. Par opposition, on nomme « allopatrique » une spéciation qui se produit entre deux populations séparées géographiquement.

P.7

12 000

C'est le nombre de satellites que comptera, au milieu de la décennie, la mégaconstellation *Starlink* lancée par l'entreprise américaine SpaceX. À comparer avec les 5 000 satellites, en fonctionnement ou hors d'usage, qui peuplent actuellement le ciel.

Quel est le meilleur design pour un support de fixation ?



L'optimisation topologique d'un support de fixation permet de réduire son poids de 50%.

Cela dépend des objectifs de conception. Les méthodes d'optimisation topologique permettent de trouver la meilleure version possible d'une structure pour un usage spécifique. Un support peut être optimisé pour un seul type de chargement, tandis qu'un autre est optimisé pour huit. La fonctionnalité Density Model simplifie le processus d'optimisation topologique pour les ingénieurs en calcul de structure.

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 l'optimisation topologique.

comsol.blog/density-topology