

> L'équipe de Paul Garrity a alors mis au point un système d'enregistrement permettant de détecter quand et pourquoi ces neurones sont activés. Ils répondent à un abaissement de la température – d'où leur nom de « cellules de refroidissement ». Une diminution de 0,5 °C à partir de 30 °C augmente l'activité neuronale de 40%; la même diminution à partir de 37 °C l'augmente de 80%. De plus, une élévation de la température inhibe l'activité nerveuse. Enfin, l'équipe a constaté que l'activité de base est la même quelle que soit la température. Ainsi, comme chez la drosophile et d'autres diptères, ou des insectes non diptères comme les termites, les cellules de refroidissement ne sont pas des thermomètres qui détectent la valeur absolue de la température, mais des détecteurs de variation de température. Comme prévu, les neurones des deux mutants ne présentent aucune de ces activités. Paul Garrity et ses collègues ont donc démontré que la fonction moléculaire du récepteur *IR21a* est bien conservée chez l'anophèle, comparativement aux autres insectes, et en particulier la drosophile.

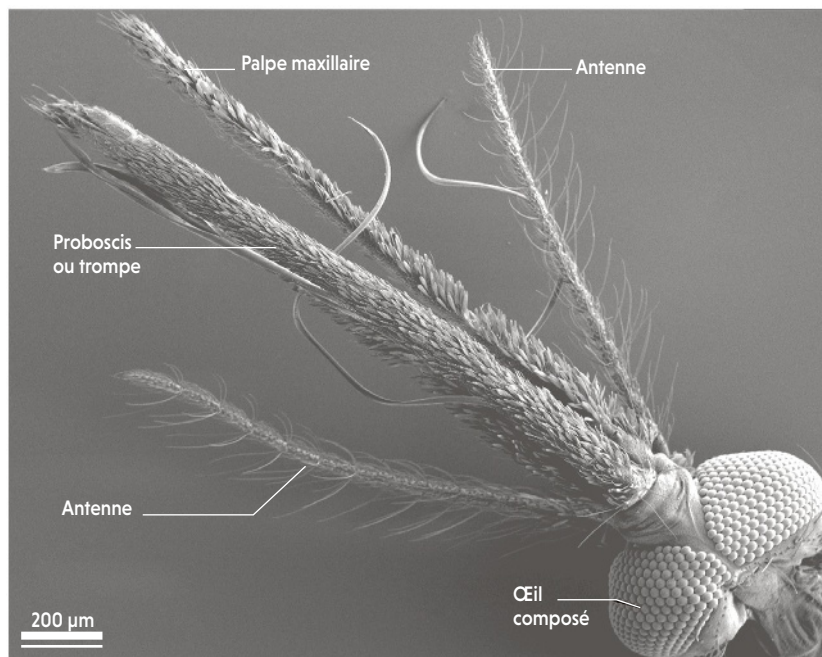
SUIVRE LA CHALEUR... EN ÉVITANT LE FROID

Par des expériences comportementales utilisant les deux mutants, l'équipe est ensuite parvenue à fournir l'ultime démonstration: ce récepteur sensible au refroidissement mène effectivement l'animal vers le chaud. Elle savait que l'approche de l'hôte dépend de plusieurs autres facteurs (odeurs, CO₂), mais qu'à partir de 15 centimètres, la température est le paramètre essentiel. Aussi a-t-elle décidé d'envoyer aux anophèles femelles une bouffée de 4% de CO₂ pendant 20 secondes avant de les exposer à deux cibles, l'une à la température ambiante (26°C), l'autre à une température supérieure (37°C). Parmi les moustiques sauvages, 43% ont choisi la cible chaude, contre seulement 14% des mutants; la cible à température ambiante était ignorée dans tous les cas. Ainsi la détection de la cible chaude n'est pas complètement éliminée chez les mutants, ce qui suggère que d'autres récepteurs agissent sans doute. Néanmoins, la diminution drastique observée prouve que le produit du gène *Ir21a* est essentiel pour cette fonction.

Le récepteur *IR21a* est donc le médiateur clé du comportement de recherche de la chaleur chez l'anophèle. Trouver qu'un récepteur activé par le refroidissement permet la recherche du chaud semble

AU BOUT DES ANTENNES

Les moustiques *Anopheles gambiae* femelles arborent sur leurs antennes et leurs palpes maxillaires (sur cette vue en microscopie électronique à balayage de la tête d'une telle femelle, un des deux palpes est caché sous la trompe) de multiples structures sensorielles nommées « sensilles », sensibles à différents stimuli extérieurs (odeur, goût, humidité, température, contrainte mécanique...) selon leurs caractéristiques. À l'extrémité des antennes, trois sensilles contiennent chacune un neurone sensitif qui s'active lors d'un refroidissement.



contre-intuitif. Pourtant une répulsion au froid mène au même résultat qu'une attirance au chaud. Et n'oublions pas que les neurones sensitifs du refroidissement sont non seulement activés par une baisse de température, mais aussi inhibés par une augmentation de celle-ci, ce qui facilite probablement l'orientation du moustique vers la chaleur.

L'ancêtre commun à l'anophèle et à la drosophile est très ancien, ce qui suggère que la fonction du gène *Ir21a* est ancestrale, en tout cas bien antérieure à l'époque où des insectes sont devenus hématophages. Ainsi, si les récepteurs ont été conservés, c'est le traitement du signal au niveau central qui a changé. Alors que la majorité des insectes se contentent d'éviter le froid, le moustique femelle *Anopheles gambiae*, lui, se sert de sa capacité à éviter le froid pour rechercher le chaud en remontant un gradient de température. Quant au mâle? Il porte aussi des récepteurs *IR21a* dans ses antennes, ce qui suggère que ces récepteurs continuent par ailleurs à jouer, chez les moustiques, leur fonction ancestrale... ■

BIBLIOGRAPHIE

C. Greppi et al., **Mosquito heat seeking is driven by an ancestral cooling receptor**, *Science*, vol. 367, pp. 681-684, 2020.

C. J. McMeniman et al., **Multimodal integration of carbon dioxide and other sensory cues drives mosquito attraction to humans**, *Cell*, vol. 156(5), pp. 1060-1071, 2014.

A. F. Carey et al., **Odorant reception in the malaria mosquito *Anopheles gambiae***, *Nature*, vol. 464, pp. 66-71, 2010.

La revue des sciences de la vie et de la Terre

Botanique, zoologie, évolution...
Espèces c'est toute l'actualité de la recherche proposée par les scientifiques eux-mêmes.

n° 37 en kiosque de septembre à novembre et par correspondance

ES
N° 37
2020

ES

PÈCES

Revue d'histoire naturelle

Histoires naturelles

SEPTEMBRE à NOVEMBRE 2020

LA PEAU DES REQUINS ET DES RAIES :

UNE ARMURE DE DENTS

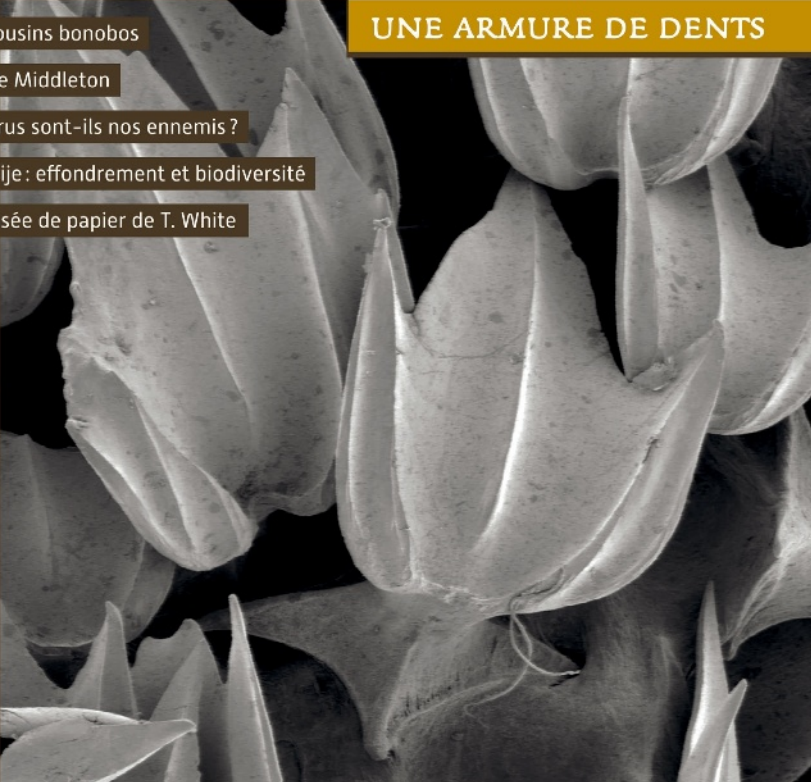
Nos cousins bonobos

L'île de Middleton

Les virus sont-ils nos ennemis ?

La Meije: effondrement et biodiversité

Le musée de papier de T. White



BOTANIQUE
Les houx

ENTOMOLOGIE
Le réduve au mauvais caractère

SOCIÉTÉS
Toilettage chez les mangoustes

HISTOIRE
Eugénisme et ours des cavernes

GÉOLOGIE
Le cimetière des ammonites

ENTR'ESPÈCES
Les hippopotames de Pablo Escobar

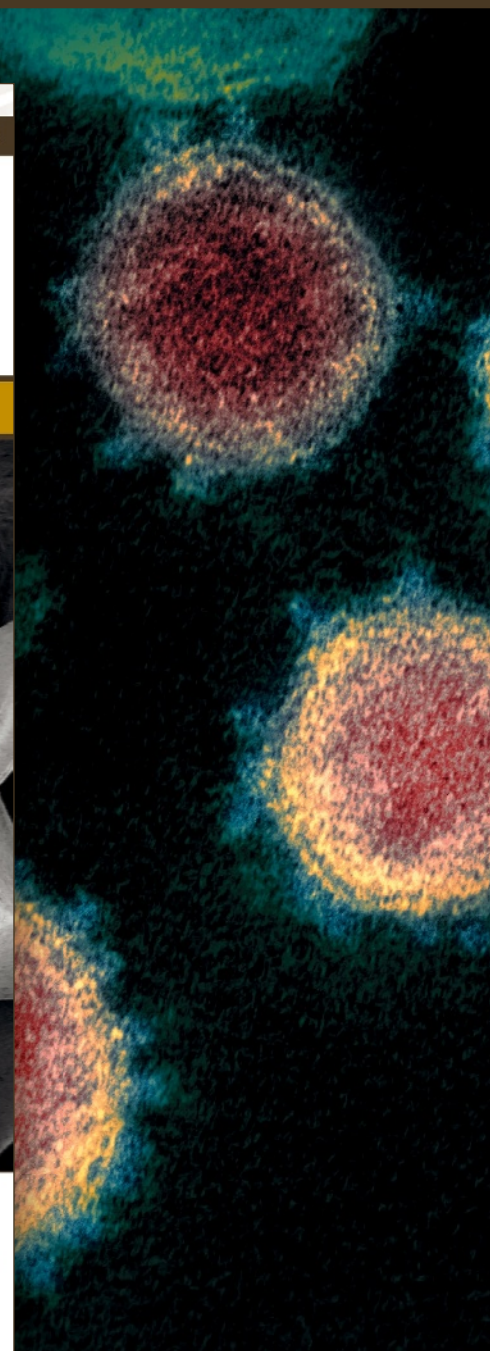
BIOLOGIE MARINE
Le paradoxe des apicomplexes

ÉPISTÉMOLOGIE
Vivent les mots nouveaux !

L 15519 - 37 - F: 8,50 € - RD



CNL CENTRE NATIONAL DU LIVRE



100 p.
8,50 €

especies.org

Pour vous abonner ou commander au numéro, version papier ou numérique.

Vous y trouverez aussi des articles en accès libre, les éditoriaux, les sources et toutes les actualités de la revue... un concentré d'histoires naturelles !



ES PÈCES
Revue d'histoire naturelle

N°36 : Baleines de fou, baleines de muséums : les Citaos exposés





Abonnement annuel (5 numéros) : 40,00 € (hors port)
Abonnement triennal (15 numéros) : 110,00 € (hors port)
Abonnement quinquennal (30 numéros) : 500,00 € (hors port)
Abonnement décennal (60 numéros) : 950,00 € (hors port)
Abonnement vie : 1500,00 € (hors port)
Tous les abonnements sont payables à l'avance.

Editeur: CNL - Centre National du Livre
100 p. - 8,50 € - RD
L 15519 - 37 - F: 8,50 € - RD

L'AUTEUR



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

DES MOUSSES AU GOÛT MAÎTRISÉ

Avec de la poudre de blanc d'œuf plutôt que du blanc d'œuf liquide, on a le choix de la phase aqueuse qui va donner du goût à la mousse.

Combien de blanc d'œuf en neige peut-on faire avec un seul blanc d'œuf? La question est mal posée, car cela dépend de la taille des bulles dans la mousse produite. Si l'on imagine qu'un blanc en neige peut, à l'extrême limite, se réduire à une seule bulle, avec une couche monomoléculaire d'eau dans le film limitant la bulle, alors on calcule un rayon de la bulle de 90 mètres. En revanche, avec la pratique culinaire classique, pour laquelle les bulles ont entre 0,01 et 1 millimètre de diamètre, on a environ un tiers de litre seulement, ce que l'on peut augmenter considérablement si l'on ajoute de l'eau: avec des élèves d'un lycée hôtelier parisien, nous avons réussi à faire plus de 20 litres en fouettant un blanc auquel on ajoutait régulièrement de l'eau et du sucre (il a quand même fallu plus de deux heures)!

Mais le blanc d'œuf est sans goût, et le blanc en neige aussi. Comment faire plus gourmand? En utilisant de la poudre de blanc d'œuf, d'une part, et une solution aqueuse ayant du goût, d'autre part, ce qui conduit à des systèmes que l'on pourrait nommer des «geoffroys», du nom d'une famille de chimistes français de l'époque de la Révolution française.

Mais attention: il y a poudre de blanc d'œuf et poudre de blanc d'œuf, tout comme il y a farine et farine, gélatine et gélatine... Pour la farine, les variations tiennent notamment à la quantité de «gluten» (des protéines), mais aussi à la proportion d'amylopectines et d'amyloses (les deux polymères du glucose, respectivement ramifiés et linéaires). Pour les poudres de blanc d'œuf (que l'on se procure en ligne ou chez un boulanger), leur production détermine leurs propriétés. Par exemple, additionnées d'eau, certaines coagulent et d'autres pas. Et les propriétés moussantes sont à l'envi.

Assiette de cuisine
note à note
où la mousse est
à l'honneur, servie
dans le restaurant
d'Andrea Camastra
à Varsovie.



En tout cas, ces matières sont de mieux en mieux connues: Yi Sun et ses collègues, de l'université de Wuhan, viennent d'identifier 158 protéines différentes dans le blanc d'œuf, dont 96 sont

Un frisson d'eau sur de la mousse!

Paul Verlaine

phosphorylées. Ces liaisons de groupes phosphate, surtout sur les résidus d'acides aminés que sont la sérine, la thréonine et la tyrosine, changent la moussabilité; car lors du battage, les protéines sont partiellement déroulées, de sorte que leurs parties hydrophobes se mettent en contact avec l'air des bulles, tandis que les parties hydrophiles sont dans la phase aqueuse.

La phase aqueuse? Dans un blanc d'œuf liquide classique, c'est celle de l'œuf. En revanche, si l'on dispose de blanc d'œuf en poudre, nous pouvons le dissoudre dans la solution de notre choix – un jus de légume ou de fruit, du thé, du vin, du café, pour rester un peu classique, ou bien une solution entièrement composée.

Les travaux scientifiques nous donnent une autre possibilité de donner du goût aux mousses: Serhat Cicek et ses

collègues, de la faculté de pharmacie de Kiel, viennent d'identifier dans les fruits du moine (*Siraitia grosvenorii*), par spectroscopie de résonance magnétique nucléaire, onze composés édulcorants (des mogrosides) dont l'effet est environ 500 fois supérieur à celui du saccharose, le sucre de table.

Ainsi, il nous restera à ajouter quelques acides (citrique, malique, succinique, tartrique), des colorants (alimentaires, évidemment) et un soupçon de composés odorants pour obtenir des mousses au goût entièrement maîtrisé, et en quantité considérable. ■



RECETTE

- 1 Ajouter à 50 g d'eau des mogrosides du fruit des moines, de l'acide citrique, un colorant alimentaire et quelques gouttes d'une solution de propionate d'éthyle (qui donne un merveilleux goût fruité, tendant vers le rhum). Combien de chaque? *Quantum satis*, comme disent les pharmaciens.
- 2 Y dissoudre quelques grammes de poudre de blanc d'œuf.
- 3 Fouetter, au fouet de cuisine classique pour avoir de petites bulles, ou faire foisonner un immergeant le tuyau de sortie d'une petite pompe d'aquarium (qui ne pompera que de l'air) pour avoir des bulles plus grosses.
- 4 Déguster directement, ou mettre la mousse dans un verre que l'on passe quelques secondes au four à microondes.

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



Retrouvez tous
nos articles sur
www.pourlascience.fr

P.22

50 MILLIONS

C'est l'estimation du nombre de personnes atteintes de démence dans le monde. La maladie d'Alzheimer représenterait à elle seule près de 60 à 70 % des cas.

P.18

« Le développement de l'informatique induit des mouvements individualistes et collectivistes contradictoires qui transforment la notion d'individu »

GILLES DOWEK
Chercheur à l'Inria

P.42

435

On comptabilise, sur les cinq continents, du Canada à la Colombie et de la Norvège à Bornéo, 435 espèces de chênes. Près de 60 % de ces espèces vivent en Amérique du Nord. Une trentaine seulement en Europe.

P.80

CONJECTURE ABC

Cette conjecture porte sur les diviseurs premiers des nombres entiers vérifiant la relation $a + b = c$. En août 2012, le mathématicien japonais Shinichi Mochizuki a annoncé l'avoir démontrée. Mais les outils qu'il a utilisés sont si complexes que d'autres chercheurs doutent de sa preuve. Un assistant de preuve permettra – peut-être un jour – de mettre d'accord les spécialistes.

P.92

PALUDISME

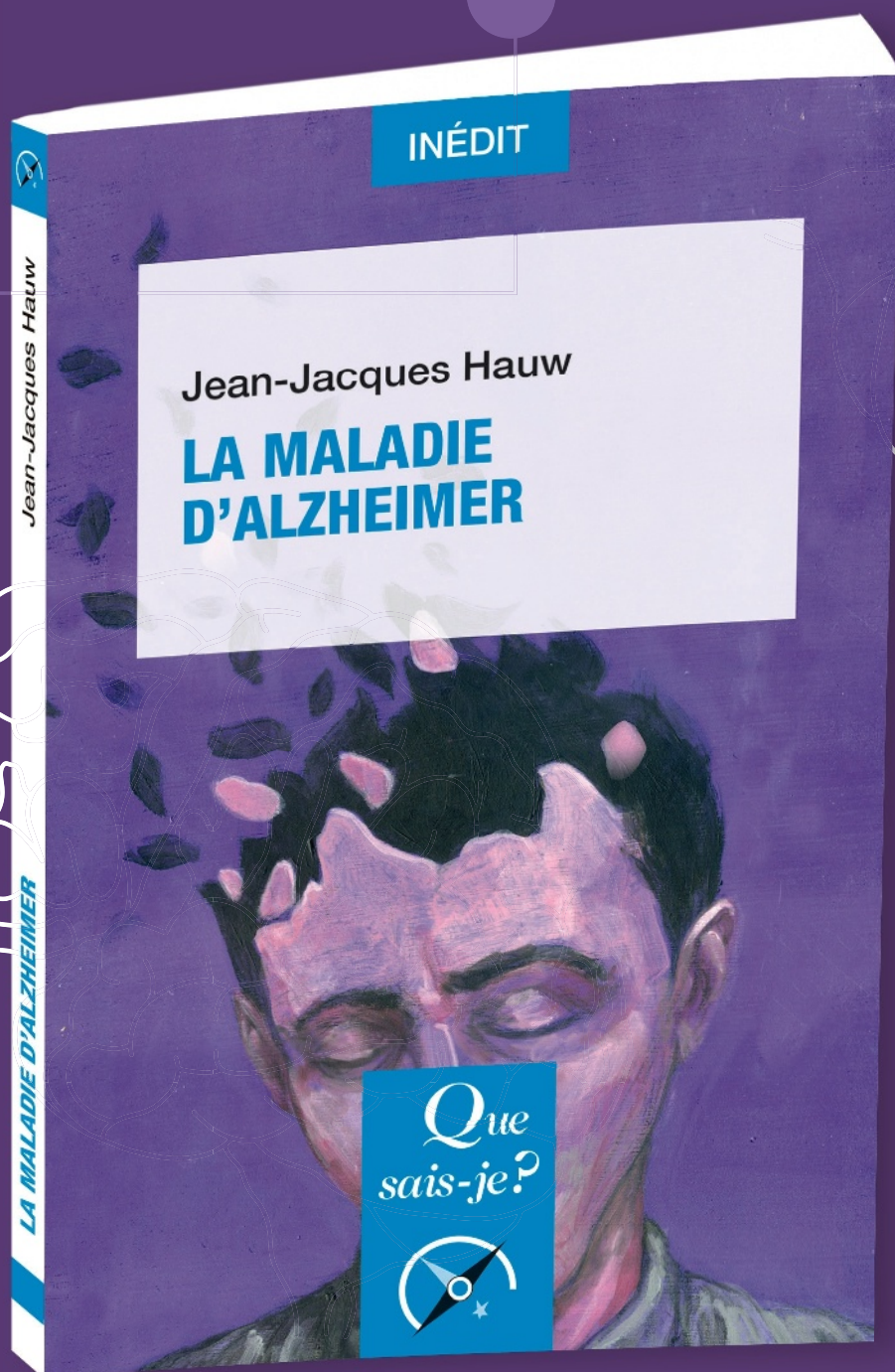
Maladie transmise par les moustiques du genre *Anopheles*, le paludisme a frappé 228 millions de personnes en 2018, vivant majoritairement (à plus de 90 %) en Afrique. 405 000 en sont mortes, dont 67 % d'enfants de moins de 5 ans.

P.54

GRUMEAUX

Les images de disques circumstellaires de gaz et de poussière présentent parfois des espaces évidés, des grumeaux ou des torsions qui indiquent la présence d'exoplanètes indétectables par ailleurs.

LES ESPOIRS DE LA RECHERCHE



*Que
sais-je?*