

> Cette redistribution des cellules éclaire d'un jour nouveau le développement d'un système visuel chez un animal aveugle à l'âge adulte. Ce n'est pas une question de tout ou rien, mais de cohérence générale du développement du système nerveux central. L'œil et le cerveau ne se développent pas indépendamment l'un de l'autre. L'ensemble neuronal doit se construire précocement pour que l'animal ait un système nerveux fonctionnel. Ce n'est que devenu autonome, toute structuration embryologique terminée, que l'œil peut être résorbé sans dommage collatéral. Ainsi s'explique le paradoxe d'un animal aveugle qui présente toujours le programme de fabrication de l'œil.

DE LA RÉTINE À L'HYPOTHALAMUS

Que deviennent les cellules intégrées à l'hypothalamus? Cette question est primordiale, car l'hypothalamus est un centre nerveux qui, en intégrant les signaux centraux et périphériques, se comporte comme une plaque tournante. Il libère des messagers chimiques contrôlant des comportements tels que l'activité locomotrice, les cycles sommeil-éveil, la prise de nourriture... c'est-à-dire les comportements originaux des poissons cavernicoles. Chez la souris, ces comportements sont sous le contrôle de populations adjacentes de neurones de l'hypothalamus, qui sécrètent différents neuropeptides. Tout récemment, l'équipe de Sylvie Rétaux est donc partie en quête de telles populations chez les deux morphes de tétra. Les résultats les plus impressionnants concernent les neurones à hypocretine et à neuropeptide Y.

L'hypocretine est un neurotransmetteur produit par une population très restreinte de neurones de l'hypothalamus. Elle stimule l'appétit et l'état d'éveil. Le neuropeptide Y, quant à lui, stimule la prise de nourriture et, par conséquent, favorise l'adiposité. Or les neurones à hypocretine et à neuropeptide Y se sont révélés plus nombreux chez les poissons cavernicoles – lesquels mangent plus, dorment moins et sont plus gras que les poissons de surface. Ainsi, les anciennes cellules rétiniennes sont devenues des neurones sécréteurs de l'hypothalamus, lesquels ont favorisé des changements de comportement – comme si la disparition des yeux du tétra n'avait été qu'un dommage collatéral de la réorientation des cellules de la rétine vers l'hypothalamus.

Par ailleurs, les tétras ont dû acquiescer assez rapidement ces modifications.

DIABÉTIQUES, MAIS EN BONNE SANTÉ

Les tétras mexicains cavernicoles sont diabétiques. Leur glycémie est près du double de celle des poissons de surface et ils présentent une forte résistance à l'insuline : l'hormone se fixe moins sur son récepteur à cause d'une mutation ponctuelle sur ce dernier. C'est ce qu'ont montré Misty Riddle, de l'université Harvard, et ses collègues, en 2018. Or une telle mutation est bien connue en génétique humaine, car elle est à l'origine du syndrome de Rabson-Mendenhall, une forme très sévère de diabète. Chez l'humain, une telle déficience entraîne des désordres importants, tels que des difformités de la face et des anomalies de la peau. De plus, l'hyperglycémie entraîne une fixation de sucres sur les protéines, avec pour conséquence un vieillissement accéléré des tissus. Le tétra cavernicole, lui, semble très bien s'accommoder de cette mutation. Son espérance de vie est identique à celle des poissons de surface, et la mutation lui conférerait même des réserves de graisse plus abondantes. Explorer les mécanismes compensateurs qui ont gommé ses effets délétères aidera probablement à comprendre toutes les facettes de la maladie humaine.

POISSON DES CAVERNES



POISSON DE SURFACE



C'est ce que suggère une autre étude récente menée par Didier Casane, de l'université Paris-Saclay, et Sylvie Rétaux. Modélisations élaborées à l'appui, les biologistes plaident pour une colonisation des cavernes il y a 30 000 ans environ, au Pléistocène. Soit bien plus récente que les migrations vieilles de 8 et 3 millions d'années que suggérait en 2012 Joshua Gross, de l'université de Cincinnati, à partir d'informations géologiques et climatiques sur la formation des grottes karstiques, et de données génétiques partielles.

Or cette période de 30 000 ans est bien trop courte pour soutenir l'explication classique de l'évolution : des mutations ne peuvent survenir et être sélectionnées en un temps si bref. Plusieurs variants génétiques de tétras mexicains devaient donc préexister dans les eaux de surface, dont certains ont été sélectionnés dans les cavernes. Ainsi, des changements anatomiques, physiologiques et comportementaux majeurs peuvent être obtenus très rapidement, en quelques dizaines de milliers d'années... ■

BIBLIOGRAPHIE

A. Alié et al., **Developmental evolution of the forebrain in cavefish, from natural variations in neuropeptides to behavior**, *eLife*, vol. 7, article e32808, 2018.

J. Furney et al., **Evidence for late Pleistocene origin of *Astyanax mexicanus* cavefish**, *BMC Evol. Biol.*, vol. 18, article 43, 2018.

M. Riddle et al., **Insulin resistance in cavefish as an adaptation to a nutrient-limited environment**, *Nature*, vol. 555, pp. 647-651, 2018.

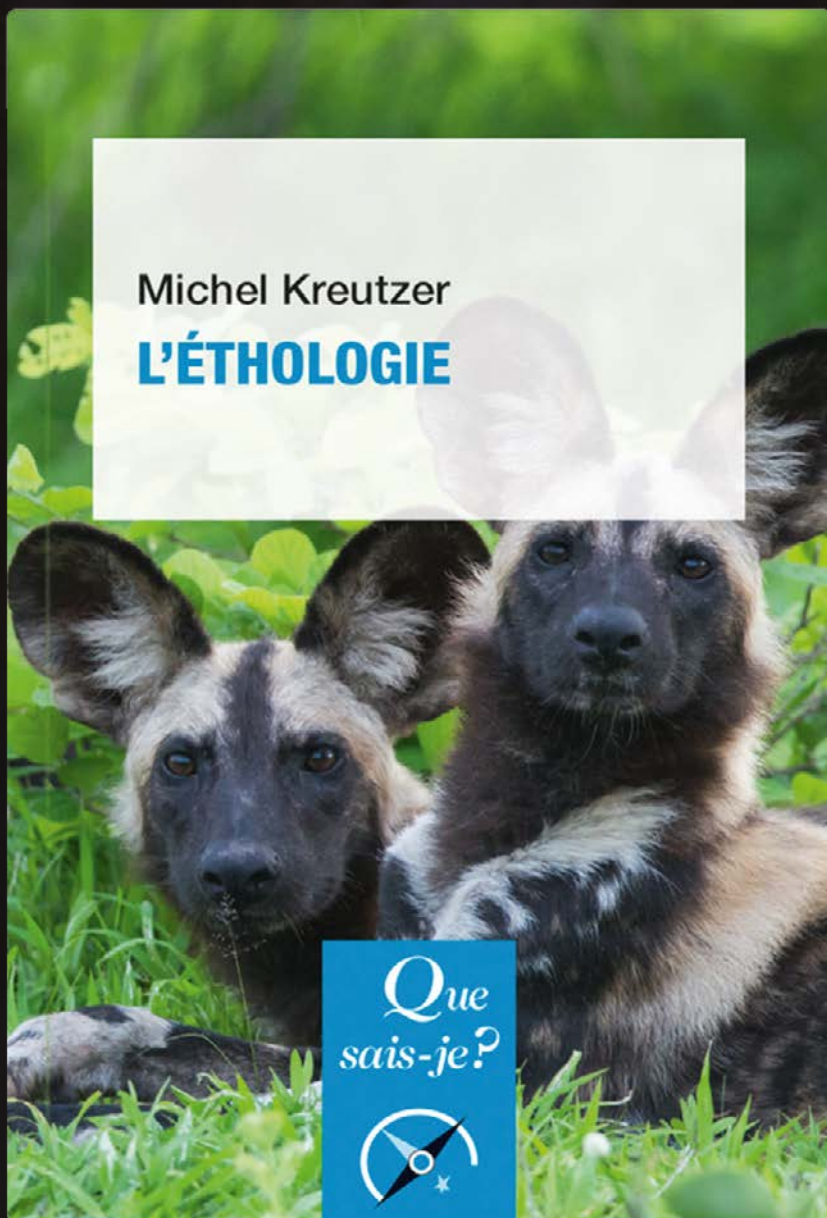
J. B. Gross, **The complex origin of *Astyanax* cavefish**, *BMC Evol. Biol.*, vol. 12, article 105, 2012.



À l'écoute de nos amis les animaux

Michel Kreutzer

L'ÉTHOLOGIE



Que
sais-je?



Suivez-nous
sur les réseaux sociaux



quesaisje.com

L'AUTEUR



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

DES BONBONS POUR TOUS LES GOÛTS

En variant les ingrédients de la ganache et ceux de la coque dure de la friandise, on obtient des bonbons généralisés, qui peuvent être sucrés ou salés.

Avec leur mince coque de chocolat cristallisé autour d'une ganache tendre, les bonbons de chocolat apportent du contraste de consistance, de la tendreté, de la matière grasse et du sucre... sans compter le goût du chocolat. Mais la gourmandise réclame de la diversité: les chocolatiers ont appris à faire des ganaches parfumées au café, au miel, au thé, aux épices, aux fruits... Pourrait-on varier davantage?

Oui, grâce à la gastronomie moléculaire. Pour ce faire, il faut noter que la couverture des bonbons est classiquement faite de matière grasse cristallisée, et la ganache d'une émulsion partiellement cristallisée. En pratique, le chocolat de couverture est fait principalement de sucre, de beurre de cacao et de chocolat en poudre. Pour la ganache, les chocolatiers mêlent du chocolat fondu et de la crème chauffée, et leurs opérations conduisent à une émulsion où la matière grasse fondue se disperse dans une phase aqueuse continue, apportée par la crème: le principe est celui de la confection d'une mayonnaise, où la crème joue le rôle du mélange de jaune d'œuf et de vinaigre, et le chocolat fondu tient le rôle de l'huile.

Le sucre est facultatif: on peut faire des bonbons au goût que l'on voudra, il faudra seulement produire une coque de matière grasse solide, avec un intérieur restant tendre.

Une coque de matière grasse solide? Le beurre de cacao a une composition en triglycérides telle que sa fusion s'effectue entre 34°C et 37°C environ; mais d'autres matières grasses, telles que la graisse de rognons de bœuf ou le beurre, ont un comportement analogue. On choisira donc l'une ou l'autre de ces matières grasses pour réaliser la coque de bonbons

La coque n'est pas obligatoirement en chocolat, et la tendre ganache n'est pas forcément à base de crème laitière.



généralisés, à condition de maîtriser les températures de travail.

Pour l'intérieur des bonbons, la tendreté est due au fait que le système contient au moins une phase aqueuse et une phase grasse partiellement à l'état liquide: c'est le cas de la matière grasse laitière de la crème, qui commence à fondre à -10°C et finit de fondre vers 50°C. Pour généraliser la ganache, on partira donc d'une phase aqueuse, où l'on émulsionnera de la matière grasse susceptible d'être partiellement fondue à la température de travail et de consommation.

Une phase aqueuse? Pour de la cuisine classique, cela peut être de l'eau, du café, du thé, une infusion, une décoction, une macération, du bouillon, du vin, un légume broyé (la teneur en eau atteint 99% dans les laitues), un fond, un fumet, une essence... Pour de la cuisine «note à note», où les ingrédients sont des composés purs, la phase aqueuse sera une solution de composés hydrosolubles (acide tartrique, citrique, glucose, lactose, sels minéraux, acides aminés, polyphénols...) dans de l'eau.

À cette phase aqueuse, on ajoutera un composé tensioactif, tel la gélatine, ou encore des lécithines, des protéines variées; puis du beurre, en chauffant et en fouettant, afin de reproduire un analogue de la crème. Disposant de cette «crème», on pourra alors reproduire la ganache en ajoutant le beurre de cacao fondu à l'émulsion. Tout en surveillant la température: il s'agit d'éviter les «grainages» qui se

produiraient par solidification de la matière grasse du beurre de cacao.

Le nom de «bonbon» est-il approprié? Le terme désigne une friandise de consistance relativement dure, ce qui n'est pas le cas de nos généralisations des bonbons de chocolat. Il faudrait introduire un nouveau nom. Je propose «cryptand» puisque, comme les productions du chimiste Jean-Marie Lehn, il y a une inclusion. Mais qu'importe l'enrobage linguistique, pourvu qu'on ait le plaisir! ■



LA RECETTE

- 1 Pour des cryptands de beurre d'ail à servir avec des filets de sole ou des bulots, commencer par fondre du beurre de cacao.
- 2 Dans les alvéoles de moules antiadhérents (silicone, polycarbonate), verser le beurre de cacao fondu, puis retourner les moules pour ne laisser qu'une mince couche de cacao fondu; à la spatule, éliminer le beurre de cacao sur la partie supérieure des moules. Mettre ces derniers au réfrigérateur pendant 5 minutes.
- 3 Préparer une émulsion en broyant de l'ail blanchi, du sel, du persil, du jus de citron, puis en y versant du beurre fondu tout en fouettant. Chauffer et y émulsionner du beurre de cacao fondu.
- 4 Laisser refroidir l'émulsion jusqu'à ce que la température soit inférieure à 30°C, puis en remplir les alvéoles. Mettre au réfrigérateur pendant 5 minutes.
- 5 Puis fermer les bonbons de beurre d'ail en versant une couche de beurre de cacao fondu. Mettre au réfrigérateur pendant 5 minutes.



L'histoire des sciences
comme on ne vous l'a
jamais racontée !



Alexis Rosenbaum - 182 p. - 18 €

Un moyen simple et
agréable d'aborder
l'extraordinaire
histoire des sciences
qui a, directement
ou indirectement,
façonné nos sociétés.

Retrouvez toutes nos nouveautés sur notre site
www.editions-lepommier.fr

