

> nombreuses attaques. Ainsi, des mesures réalisées sur des bovins aux États-Unis font état de pertes de l'ordre d'un demi-litre de sang par jour lorsque les taons sont nombreux. Tim Caro constate alors que l'ensemble des territoires des glossines et des taons recouvrent ceux des différentes espèces de zèbres. Qui plus est, les seuls zèbres pas ou peu rayés, les quaggas, aujourd'hui disparus, vivaient là où ces insectes hématophages étaient absents.

UNE QUESTION DE POLARISATION

Les insectes hématophages apparaissent donc comme le facteur sélectif majeur pour l'évolution des zébrures. Mais par quel mécanisme les zébrures protégeraient-elles de ces mouches? Tim Caro élimine la piste de l'épaisseur de la fourrure. Pour les trois espèces de zèbres, celle-ci ne dépasse pas 2 millimètres, alors qu'elle est de 8 millimètres pour le cheval de Przewalski ou 13 millimètres pour l'antilope sing-sing, sachant que les trompes des glossines et des taons mesurent environ 4 millimètres. La couleur est donc bien le facteur déterminant.

Or les insectes sont capables de détecter la lumière polarisée, car dans leurs cellules visuelles, les molécules photoréceptrices ont toutes la même orientation, à la différence des cônes et des bâtonnets de la rétine des mammifères, où l'orientation de ces molécules est aléatoire. En 2012, Gábor Horváth réalise donc des expériences sur des modèles de zèbre en tenant compte de la polarisation de la lumière réfléchie par leur parure (et en vérifiant qu'elle est similaire à celle de la lumière réfléchie par de vrais zèbres).

Il montre que l'attractivité des modèles dépend du degré de polarisation de la lumière qu'ils réfléchissent: un modèle uni noir ou brun, qui réfléchit une lumière très polarisée linéairement, attire les mouches; un modèle blanc, qui réfléchit une lumière peu polarisée, les attire peu. Et un modèle zébré les attire d'autant moins que la largeur de ses zébrures est faible. Or plus les zébrures sont étroites et moins la lumière globalement réfléchie par les bandes noires et blanches est polarisée. Par ailleurs, le résultat est similaire avec un modèle uniformément gris ayant des zébrures polarisées, signe que c'est bien le degré de polarisation de la parure qui influe sur les mouches. Le mystère des zèbres semble donc résolu! Pas si simple: Tim Caro ne réussit pas à trouver des résultats similaires sur le terrain.

Mais une autre approche originale s'est fait jour. Les zébrures pourraient jouer le

L'ILLUSION DU ZÈBRE

Quand un zèbre se déplace vite, ses zébrures donnent l'impression que sa partie postérieure se déplace vers le haut tandis que sa partie antérieure se déplace vers l'arrière, comme si l'animal se désagrégeait. L'illusion d'optique est encore plus forte lorsqu'un groupe de zèbres avance, comme ci-contre. Les couleurs indiquent les directions de déplacement que l'on perçoit du fait de cette illusion d'optique: si certaines parties des animaux vont bien vers l'avant (en rouge), d'autres semblent partir vers l'arrière (en vert) ou vers le haut (en ocre). De quoi désorienter les mouches! voire les prédateurs...



rôle d'un camouflage dynamique, c'est-à-dire quand l'animal est en mouvement. Tout le monde connaît l'illusion d'optique que l'on a au cinéma, quand on voit tourner une roue de carrosse «à l'envers». Elle s'explique par le nombre d'images à la seconde et par la persistance visuelle. Une autre illusion d'optique célèbre est l'enseigne des barbiers, courante aux États-Unis et dans d'autres pays anglo-saxons: un poteau recouvert de bandes bleue, blanche et rouge disposées en hélice. Lorsque le poteau tourne, on a l'impression qu'il se déplace vers le haut.

En 2014, Martin How et Johannes Zanker, neurophysiologistes respectivement à l'université du Queensland (Australie) et à l'université de Londres, ont réalisé un travail minutieux sur les zébrures. Les flancs d'un zèbre de plaine portent dans sa partie antérieure des raies verticales, tandis que celles de la partie postérieure sont approximativement inclinées à 45 degrés. Pour Martin How et Johannes Zanker, les zébrures antérieures miment l'illusion de la roue, les postérieures, celle de l'enseigne de barbier, lorsque le déplacement est rapide (voir l'encadré ci-dessus). L'insecte qui s'approche de l'animal «voit» l'avant de l'animal se déplacer vers l'arrière et la partie postérieure aller vers le haut, comme si le zèbre se cassait en morceaux. C'est également sans doute vrai pour un lion, en situation rapprochée, qui est prêt à sauter sur sa proie. Polarisation? Illusion d'optique? Les explications ne sont pas antagoniques, mais le problème semble encore garder quelque secret... ■

BIBLIOGRAPHIE

G. Horváth et al., **Experimental evidence that stripes do not cool zebras**, *Scientific Reports*, vol. 8, article 9351, 2018.

A. Melin et al., **Zebra stripes through the eyes of their predators, zebras, and humans**, *PLoS One*, vol. 11(3), article e0151660, 2016.

T. Caro et al., **The function of zebra stripes**, *Nature Communications*, vol. 5, article 3535, 2014.

M. J. How et J. M. Zanker, **Motion camouflage induced by zebra stripes**, *Zoology*, vol. 117, pp. 163-170, 2014.

Á. Egri et al., **Polarotactic tabanids find striped patterns with brightness and/or polarization modulation least attractive: an advantage of zebra stripes**, *J. exp. Biol.*, vol. 215, pp. 736-745, 2012.

DURÉE LIBRE

FORMULE INTÉGRALE

43 %
de réduction *

Partie réservée au service abonnement. Ne rien inscrire.

L'AUTEUR



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

EXTRAIRE DU VIN LES MAUVAIS GOÛTS

Dans le commerce, ajouter des composés à un vin est interdit.
Mais peut-on en retrancher pour éliminer des goûts indésirables?
Des chimistes ont en tout cas montré que c'est possible.

Les produits alimentaires doivent être sains, marchands et loyaux! Du vin, c'est du vin, et cela s'obtient par la fermentation du jus de raisin. Bien sûr, il est facile de faire macérer des herbes, d'ajouter des composés odorants, de changer le goût parfois pour le mieux, mais la boisson obtenue ne doit plus être nommée vin.

Cela étant, certains vins sont sans grand intérêt. Pourquoi ne pourrait-on pas chercher à les améliorer? Tant qu'on n'en fait pas commerce, quel mal y a-t-il à réveiller un petit vin d'un soupçon de porto ou de liqueur de cassis? En cuisine, on ajoute bien des aromates ou des épices! Toutefois, si l'on sait parfaitement reproduire des breuvages qui ressemblent à du vin au point que des amateurs éclairés s'y trompent, et si les meilleurs des parfumeurs savent reproduire les bouquets des plus grands vins, la loyauté nous oblige à prévenir le consommateur: ces boissons ne sont pas des «vins».

Au début du siècle, on faisait passer du vin rouge sur du charbon pour qu'il devienne blanc. Le procédé servait aussi à redonner un goût admissible à des produits rances. Cette pratique est grossière: les molécules odorantes sont captées sans spécificité. Bentonite, copeaux de chêne, désodorisés ou non, ne sont pas plus spécifiques. Aussi Chen Liang, de l'université d'Adelaide, en Australie, et deux collègues ont-ils testé un moyen d'aller pêcher spécifiquement des composés odorants dans des liquides (*J. Agric. Food Chem.*, vol. 66, pp. 10086-10096, 2018).

Quand on a connu le trichloroanisole, qui donne le goût de bouchon aux vins, on s'est mis à rêver de procédés qui extrairaient ce composé spécifiquement, sans

Des pyrazines, parfois dues à la présence de coccinelles dans la vigne, peuvent donner un goût indésirable au vin.



nuire au reste du produit. Depuis quelques années, s'introduit la pratique de faire couler le vin bouchonné sur des feuilles de plastique transparent, notamment de polyacide lactique... Mais là encore, la spécificité chimique est faible, d'autant que le goût de bouchon n'est pas toujours dû au trichloroanisole. En outre, les plastiques dénaturent le goût des aliments.

Les «polymères à empreinte moléculaire» (MIP) semblent plus prometteurs. Lors de la synthèse de ces nouveaux matériaux, on les met en contact avec les molécules que l'on veut extraire. On crée ainsi des sites spécifiques de liaison, déjà utilisés en immunologie, en chimie analytique ou en biochimie. Mieux, on peut ajouter, toujours lors de la synthèse, des nanoparticules aimantées, de façon à obtenir des poudres que l'on verse dans des solutions, avant de les récupérer au moyen d'aimants.

Chen Liang et ses collègues ont testé la méthode pour les alkylméthoxy-pyrazines, des composés qui donnent une note herbacée aux vins et font disparaître les notes fruitées ou florales. Ces pyrazines proviennent de la vigne ou de la présence de coccinelles. Notamment, la 3-isobutyl-2-méthoxy-pyrazine donne un goût de poivron vert dès que sa concentration atteint 10 nanogrammes par litre de vin.

Avec les MIP magnétiques utilisés avant ou après la fermentation, les résultats sont bien supérieurs à ceux des méthodes précédentes. Les dégustateurs ont perçu la modification de quatre notes odorantes pour tous les traitements (poivron, vert frais, herbacé et solvant). Certains composés odorants ne sont pas modifiés par les MIP, mais la concentration des pyrazines passe au-dessous de leur seuil de perception.

Nous sommes sur la bonne voie, sans avoir encore la canne à pêche moléculaire parfaite. Reste la question de la loyauté: un vin ainsi modifié conservera-t-il le privilège de se nommer «vin»? ■



LA RECETTE

Cette boisson d'hiver est artificielle, mais les dégustateurs novices la confondent avec un vin de Noël...

- 1 Diluer quatre fois de la vodka.
- 2 Ajouter des composés phénoliques (en vente sur Internet).
- 3 Ajouter une pointe de couteau de glycérol (ou glycérine), une pincée d'acide tartrique et une pincée de sel.
- 4 Ajouter quelques grammes de sucre par litre.
- 5 Ajouter une goutte de vanille liquide et de la cannelle.