



ou même de la graisse cutanée du très rare dauphin d'eau douce, le dauphin rose *Inia geoffrensis*. Difficile de trouver un point commun entre ces différents ingrédients ! À part le dendrobate, les autres animaux ne présentent pas de toxicité particulière. Les Amérindiens ne consomment pas les pirarâras, mais c'est plus en raison de la couleur noire de leur chair que d'un possible empoisonnement. Les constituants chimiques de ces extraits animaux n'ont pas été spécifiquement étudiés. Toutefois, en particulier pour les toxines des dendrobates, il est tout à fait envisageable qu'ils affectent les processus de formation des pigments ou des structures plumaires. Il

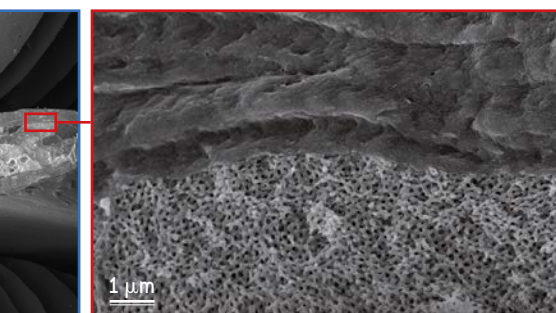
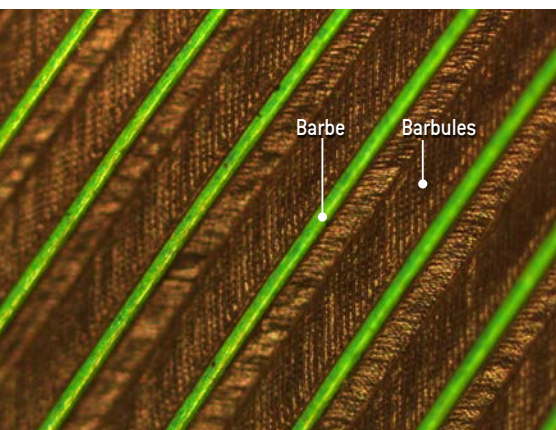
LES MIXTURES UTILISÉES pour le tapirage comportent systématiquement des extraits de graines de roucou (a) broyées. L'ingrédient d'origine animale le plus répandu est la sécrétion de la peau de *Dendrobates tinctorium* (b), membre d'une famille de grenouilles aux sécrétions plus ou moins toxiques selon les espèces.

est plus difficile d'expliquer la pérennité de l'effet au cours des mues successives, propriété qui suppose un mécanisme de nature génétique.

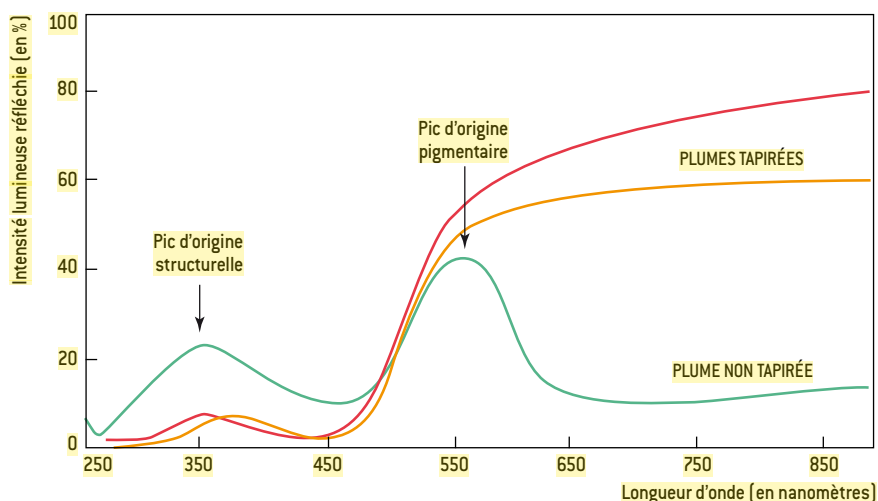
Voyons maintenant ce que sont ces effets. Les plumes tapirées fournies par le musée du quai Branly sont des rémiges secondaires d'une espèce de perroquet du genre *Amazona*, difficile à préciser en raison de la modification de ses couleurs. L'une d'elles est essentiellement jaune sur ses deux faces, avec une zone latérale vermillon sur la face dorsale (voir la photographie page 46). L'autre, plus orangée, présente encore à la base une zone bleutée, probablement d'origine structurale. Nous les avons comparées à des plumes – vertes sur leur face dorsale – identiques provenant d'un *Amazona ochrocephala*. Des mesures spectrales caractérisent les propriétés optiques et colorimétriques des plumes et des observations au microscope électronique à balayage visualisent les modifications structurales induites par le tapirage.

Des changements dans la structure des barbes

Les spectres de réflexion des plumes vertes des Psittacidés sont essentiellement composés de deux grands pics, centrés sur 575 nanomètres de longueur d'onde, dans le jaune, et 380 nanomètres, à la frontière des ultraviolets et du domaine visible (voir le graphique page 46). Des mesures en incidence variable montrent de plus que ce dernier pic se déplace légèrement vers les petites longueurs d'onde quand l'angle d'incidence de la lumière augmente, ce qui est la signature d'une origine physique de cette couleur. La position du pic jaune



LA COULEUR DES PLUMES des oiseaux de type perroquet (a) provient des barbes (b, c, d). Celles-ci comportent des cellules géantes où se concentrent des mélanosomes (d, à gauche), granules de psittacine (un pigment). Les barbes contiennent aussi des structures spongieuses (d, à droite), dont l'effet est de diffuser la lumière bleue. Dans les barbes d'une plume tapirée, les cellules géantes sont dépourvues de mélanosomes et les structures spongieuses, plus désordonnées, ont une périodicité spatiale légèrement plus grande.



Serge Berthier

LE SPECTRE DE RÉFLEXION

d'une plume non tapirée comporte deux pics. Pour la plume naturelle comme pour la plume tapirée (cliché à droite), le premier pic se déplace vers les courtes longueurs d'onde quand l'angle d'incidence de la lumière augmente (phénomène d'iridescence). Cela signe son origine structurale. Le second pic ne se déplace pas avec l'angle d'incidence, ce qui confirme son origine pigmentaire. Avec le tapirage, ce pic disparaît.

est indépendante de l'angle d'incidence, ce qui indique au contraire une origine pigmentaire.

Les spectres des plumes tapirées présentent un aspect bien différent. Le pic situé dans le jaune a disparu pour laisser place à un plateau caractéristique des couleurs orangées, et le premier pic à la frontière de l'ultraviolet est considérablement réduit et décalé vers le visible. Cela indique une profonde modification de la structure photonique. Le tapirage agit donc à la fois sur la nature des pigments et sur la nanostructure des plumes. Les analyses structurales effectuées au microscope électronique à balayage le confirment.

La première constatation est la disparition totale des mélanosomes dans les cellules géantes des barbes. La seconde est moins évidente directement, mais une analyse fine de la structure photonique montre une période spatiale moyennement plus importante (ce qui explique le décalage du pic de réflexion vers les grandes longueurs d'onde) ainsi qu'une organisation moins régulière.

En 1992, Dante Teixeira et ses collègues, de l'université fédérale de Rio de Janeiro, ont tenté de tapirer des perroquets amazoniens en laboratoire, sans résultats vraiment concluants. Il est clair que la simple description des recettes et des techniques faites par les explorateurs et voyageurs scientifiques des siècles passés ne permettront pas de reproduire correctement le processus. Seule une étude relativement longue sur le terrain permettrait d'apprécier et de comprendre la réalité du tapirage, et de le reproduire un jour en laboratoire pour en percer les principes fondamentaux.

Le chemin est semé d'embûches. D'un point de vue scientifique d'abord, il ne peut s'agir que d'une démarche pluridisciplinaire faisant intervenir des domaines très éloignés et peu habitués – ou enclins – à travailler ensemble : ethnologues, artistes, chimistes, physiciens et généticiens.

Un savoir-faire en voie de disparition

La loi d'éthique sur les expérimentations animales est un autre aspect à ne pas négliger. Les toxines des Dendrobatidés sont violentes et il est évident qu'une telle intervention occasionne des souffrances aux perroquets, par ailleurs tous protégés. En laboratoire, l'expérience ne pourrait se faire que sous anesthésie, ce qui, chez les oiseaux, est difficile (mais pas insurmontable).

L'aspect humain est beaucoup plus problématique et inquiétant. Le dernier peuple à pratiquer le tapirage semble être celui des Enawenê-Nawê. Rattaché à la famille linguistique des Arawaks, habitant en territoire indien protégé au Mato Grosso, son premier contact avec notre civilisation est très récent : 1973. On comptait alors cent trente personnes rassemblées dans un unique village. Ils seraient aujourd'hui environ cinq cents, mais une partie du territoire est menacée par la construction d'un barrage. On sait ce qu'implique un tel processus : déplacement et acculturation. L'étonnante démarche artistique qu'est le tapirage risque de disparaître à jamais avant que nous n'en ayons percé les secrets physiques, chimiques et biologiques. ■

BIBLIOGRAPHIE

Brésil indien - Les arts des Amérindiens du Brésil, Réunion des Musées Nationaux, 2005.

M. Pomarède, La couleur des oiseaux, Dossier Pour la Science n° 27, avril-juillet 2000.

D. M. Teixeira, Perspectivas da etno-ornitologia no Brasil: O exemplo de um estudo sobre a "tapiragem", Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Serie Zoologia, vol. 8, pp. 113-121, 1992.

A. Métraux, Une découverte biologique des Indiens de l'Amérique du Sud : la décoloration artificielle des plumes sur les oiseaux vivants, Journal de la Société des Américanistes, tome 20, pp. 181-192, 1928 [www.persee.fr/doc/jsa_0037-9174_1928_num_20_1_3646].

L'ENSIC, l'ESPCI ParisTech,
Chimie ParisTech et l'ECPM
vous invitent au :

FORUM HORIZON CHIMIE

30^{ème} anniversaire !

Jeudi 4 février 2016
9h00 - 18h00

Une rencontre privilégiée avec une quarantaine d'entreprises et l'opportunité de postuler à des offres de stage et d'emploi dans des domaines allant de l'énergie à l'agro-alimentaire, en passant par la cosmétique, le secteur pharmaceutique, les sciences des matériaux et les biotechnologies.

Stands d'exposition, conférences, tables rondes, simulations d'entretiens d'embauche et corrections de CV seront mis en place afin de vous aider à approfondir votre projet professionnel et faciliter votre entrée dans le monde du travail.



> Entrée libre
Maison de la Chimie

28 bis rue Saint-Dominique
75 007 Paris
Métro Invalides

Pour plus de renseignements:
06 22 23 85 58
www.horizon-chimie.fr