

qu'une onde acoustique fait vibrer certains objets plutôt que d'autres lorsque leurs dimensions se correspondent, la matière structurée périodiquement à l'échelle de la longueur d'onde de la lumière jouera avec elle de façon privilégiée. C'est le domaine de la photonique. Un tel objet, nommé cristal photonique, sélectionne des longueurs d'onde bien particulières, les réfléchit dans des directions déterminées qui dépendent de cette longueur d'onde, créant ainsi les effets d'iridescence.

Chez les oiseaux, les structures photoniques sont très variées. Selon les ordres, on les trouve dans les barbes – c'est le cas en particulier des Psittacidés (aras, perroquets, perruches...) qui nous intéressent ici – ou dans les barbules, comme chez les colibris, pigeons, paons... En particulier, ces derniers et les colibris présentent une architecture très ordonnée à plusieurs échelles, ce qui leur confère des couleurs vives et fortement iridescentes (voir la figure page 42).

Chez les psittacidés, les structures associées aux couleurs des barbes sont plus complexes, moins ordonnées, que les structures responsables de la couleur chez les colibris par exemple, et les pigments y jouent un rôle important. Les couleurs produites peuvent être très vives, mais sont généralement peu iridescentes.

Le cœur de la barbe est composé de cellules géantes creuses qui contiennent des microgranules de pigments, les mélanosomes. De quelques centaines de nanomètres de diamètre, ces granules, en plus de créer des couleurs pigmentaires, créent aussi des couleurs physiques par diffusion (voire par diffraction s'ils s'ordonnent régulièrement, ce qui n'est pas le cas chez les psittacidés). La barbe présente des structures photoniques différentes sur son côté dorsal et son côté ventral. Du côté dorsal, la structure est spongieuse et plus ou moins bien ordonnée; elle est à l'origine des teintes bleues des plumes ainsi que du vert, par combinaison avec un jaune pigmentaire. Du côté ventral, on a une structure multicouche très désordonnée, qui crée peu d'effets optiques.

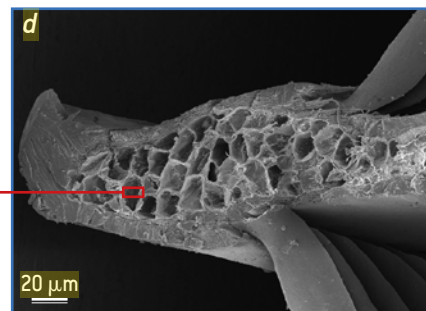
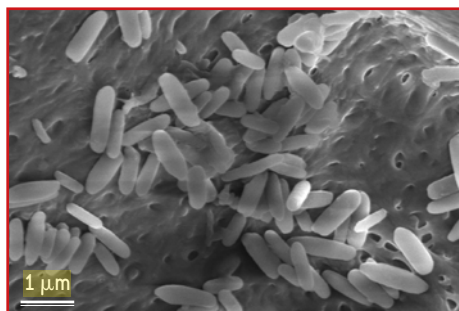
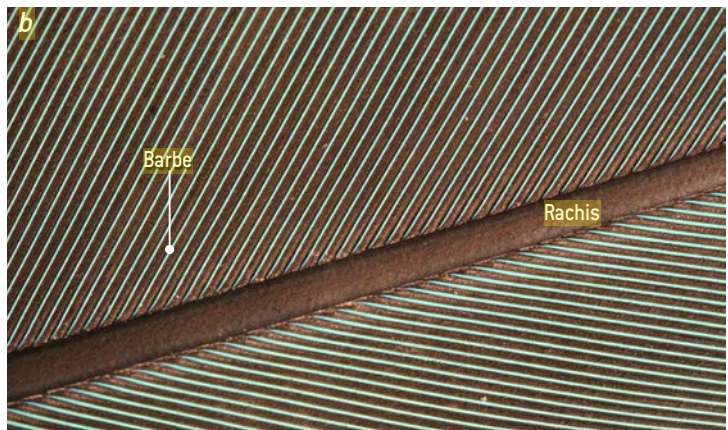
Des mixtures aux ingrédients divers

C'est sur le vert dit métamère, produit par combinaison structure-pigment, que repose le principe du tapirage. En modifiant l'une ou l'autre composante, ou les deux, on modifie la couleur résultante. Comment procèdent les Amérindiens? La démarche est simple et plus ou moins identique chez les divers acteurs. Seule la composition de la mixture varie. L'oiseau,

toujours de la famille des psittacidés, est plumé sur une large zone, ou ponctuellement comme on peut le voir sur les gravures anciennes. La peau est alors frottée avec un mélange d'extraits animaux et végétaux, ou ce mélange est introduit directement dans les cavités de la peau laissées par les plumes arrachées.

À la base de cette décoction, on retrouve systématiquement un extrait de graines de roucou broyées (*Bixa orellana*). Très riche en caroténoïdes, la graisse qui entoure les graines est principalement utilisée comme colorant corporel par les Amérindiens. Elle semble présenter une certaine toxicité, mais on lui prête des vertus médicinales. Les composants animaux sont beaucoup plus variés et dépendent des populations, de leur situation géographique et de la faune locale. Le plus répandu est la sécrétion de la peau de *Dendrobates tinctorium* ou «grenouille à tapirer», amphibien de la famille des Dendrobatidés, dont certaines espèces extrêmement toxiques sont utilisées par les Amérindiens pour empoisonner les flèches des sarbacanes.

Les autres composants dont on a observé l'utilisation sont moins répandus. Il s'agit principalement de la graisse du grand poisson-chat Pirarâra (*Phractocephalus hemiliopterus*), du caïman *Caiman crocodilus*, des œufs ou du sang des tortues *Podocnemis*





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

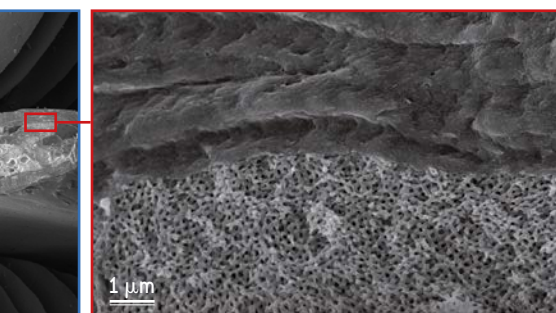
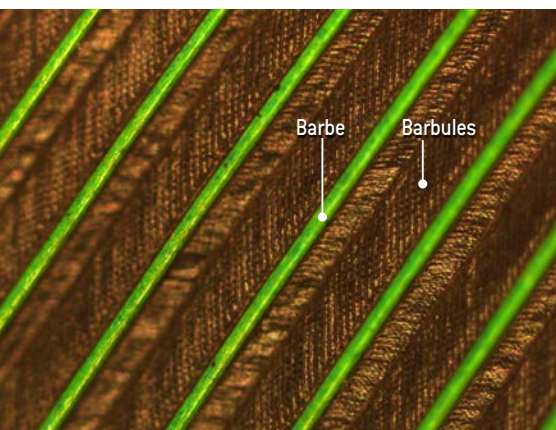
LES MIXTURES UTILISÉES pour le tapirage comportent systématiquement des extraits de graines de roucou [a] broyées. L'ingrédient d'origine animale le plus répandu est la sécrétion de la peau de *Dendrobates tinctorium* [b], membre d'une famille de grenouilles aux sécrétions plus ou moins toxiques selon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