

d'onde, c'est-à-dire le bleu. Quand les barbules des plumes sont incolores, comme sur la figure 2, le bleu est clair ; quand elles sont envahies de mélanine noire, le bleu est plus sombre (la lumière non diffusée étant plus absorbée). L'apparition de phaeomélanine dans les barbes et dans les barbules transforme le bleu en violet.

Enfin la présence d'un caroténoïde jaune, en surface des barbes, transforme le bleu en vert. La preuve en est apportée par les mutations qui bloquent l'accumulation du caroténoïde dans les plumes : les perruches ondulées sont alors bleues. Enfin, quand l'eumélanine disparaît, du jaune remplace le vert.

Ce système est caractéristique des psittacidés (aras, perroquets, perruches...), de sorte que des mutations qui atteignent le système de couleur conduisent à des phénotypes analogues chez tous ces oiseaux. On le retrouve chez beaucoup d'autres oiseaux (geais, diamants de Gould), où la couche structurale peut être circulaire ou discontinue. Les couleurs obtenues sont lumineuses.

Les couleurs du paon

Le cas du paon, aux mille couleurs, est différent de celui de la perruche ondulée. Quand on observe une plume de paon au microscope, on voit que toutes les couleurs naissent dans les barbules des plumes. Éclairé sur fond noir, un ocelle (les taches arrondies des paons) s'illumine comme un vitrail : chaque barbule apparaît comme une succession de taches lumineuses dont les couleurs varient selon leur position et selon l'angle d'incidence de la lumière (voir la figure 5).

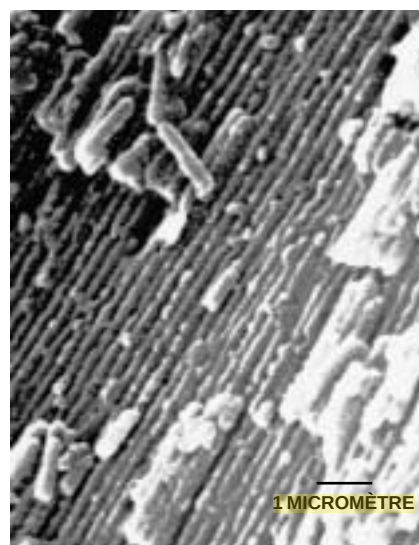
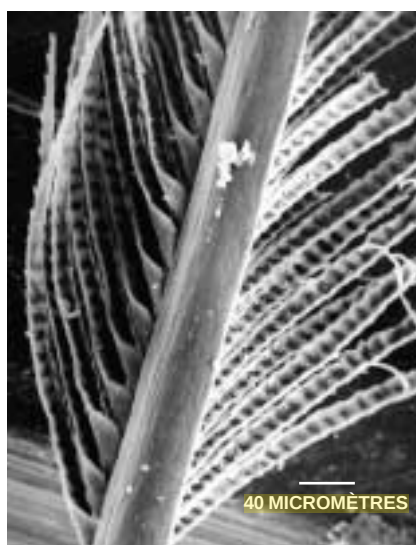
Les barbules sont d'étroites lames faites d'une succession de petites cuvette séparées par un seuil transversal. Le microscope électronique à balayage montre, au fond des cuvettes, de minces lamelles parallèles (voir la figure 6). Ces microlamelles, régulièrement écartées et très nombreuses, produisent diverses couleurs, parce qu'elles provoquent des interférences : les ondes réfléchies par les lamelles successives sont décalées ; quand le décalage est égal à un multiple impair de demi longueurs d'onde, la couleur correspondante disparaît, ce qui renforce la couleur complémentaire. Or la distance que parcourt la lumière pour aller d'une lamelle à la suivante dépend

de la direction d'incidence. Aussi, la couleur change-t-elle avec l'angle d'observation. La mélanine absorbe la lumière qui n'est pas réfléchi et limite les réflexions dans les lamelles. Les barbules colorées reposent sur des barbules noires, et les barbes de plume sont également noires. En l'absence de mélanine noire, une recombinaison de la lumière supprime les couleurs.

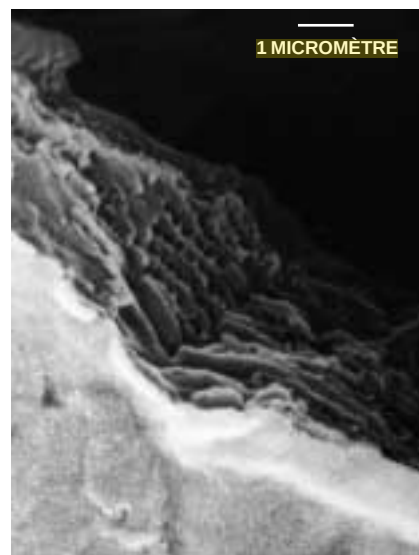
La production de couleurs par microlamelles est caractéristique des phasianidés (paons, faisans, lophophores...) et de nombreux oiseaux aux couleurs vives (paradisiers, trogonidés, nectarinidés), mais aussi des pigeons ou des corbeaux. Ces derniers, comme les coqs, présentent des plumes où les couleurs semblent ruisseler : qu'il

s'agisse du cou du pigeon ou de l'aile du corbeau, les irisations du plumage sont dues à des microlamelles présentes dans des barbules aplaties et parallèles.

On retrouve également des microlamelles dans les plumes des colibris, mais les barbules ont alors, généralement, une forme bien différente de celle des barbules des autres oiseaux : au lieu d'être des lames aplaties, elles sont pliées sur elles-mêmes et disposées en chevrons (voir la figure 7). Les microlamelles localisées dans le feuillet dorsal des barbules produisent la couleur, le feuillet ventral l'étale et la renforce sans doute à la manière des cata-dioptrés. Selon l'incidence de la lumière, deux couleurs peuvent se succéder, et une poitrine peut passer d'un



6. BARBULE DE PLUME DE PAON. Chaque barbule renferme une série de cuvettes (flèche jaune). À droite, on voit les microlamelles du fond de ces cuvettes.



7. SUR LES PLUMES DE COLIBRI (à gauche), les barbules sont pliées suivant leur longueur : on voit ici la face inférieure. Les microlamelles (à droite) décomposent la lumière et engendrent les couleurs.

L'UNIVERS DES SCIENCES



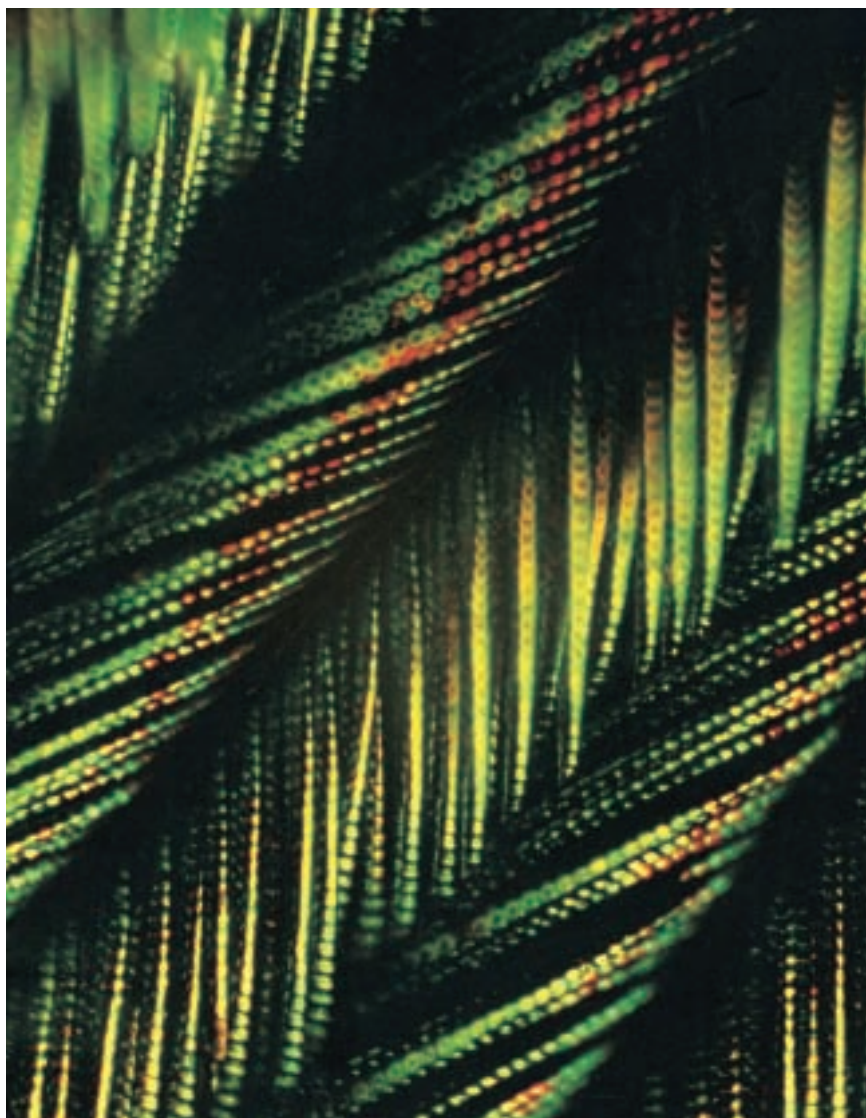
LES ÉTOILES

Ce livre expose l'origine et la nature de nos connaissances sur les étoiles, avant de les décrire dans leur dynamique et leur devenir. Les objets célestes les plus insolites, géantes rouges, supernovae, pulsars et trous noirs, s'insèrent alors naturellement dans le récit de l'évolution stellaire.

272 pages - 220 F
code 1892



Bon de commande en p.98



8. PLUME DE PAON observée au microscope optique sur fond noir, avec un éclairage latéral blanc. Les taches colorées correspondent aux cuvettes portées par les barbules. Les interférences sur les microlamelles des cuvettes engendrent ces couleurs.

rouge rubis à un vert émeraude. La présence d'eumélanine est indispensable pour assurer la diffusion de la lumière.

L'écartement des microlamelles est de l'ordre des longueurs d'ondes de la lumière, avec une précision au 1/10 000 de millimètre. Chez le paon, une substance incolore maintient l'écartement des microlamelles ; chez les colibris, ce sont de minces cloisons transversales.

Le monde des couleurs d'oiseaux reste largement inexploré. Il révèle des surprises. Par exemple, les tangaras sont de petits oiseaux tropicaux aux couleurs éclatantes. L'un d'eux, le guirguil saïd (*Cyanerpes cyaneus*) est d'un bleu intense qui, comme chez la perle ondulée, est produit par les barbes des plumes. Cependant celles-ci ont une structure originale : on n'y

observe pas de système de tubules, mais une structure en nid d'abeille, entourant des cavités, le centre de la barbule étant occupé par de la mélanine noire.

Les rapports entre l'épaisseur des parois et la distance les séparant sont semblables à ceux que l'on observe chez les colibris : on peut penser que cette structure est comparable à un système de microlamelles concentriques, réunies par des travées, réfléchissant du bleu.

Maurice POMARÈDE est agrégé de l'Université, professeur honoraire en classe de biologie-mathématiques spéciales et responsable de la Commission recherche ornithologique de la Confédération ornithologique mondiale.