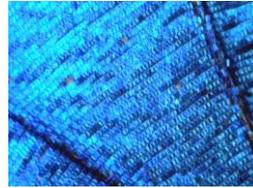


D'après : <https://physique-chimie.dis.ac-guyane.fr/> Auteurs : Marie-Anne Déjoan et Anne-Laure Allègre (Mai 2018)

Le « morpho » ou « morpho bleu » est une espèce de papillon bleu iridescent qui vit dans les forêts tropicales centrale et sud-américaines, notamment en Guyane française. Les ailes de ce type de papillon présentent des couleurs « métalliques » allant du bleu au violet selon l'angle de vue.

Alors que la couleur des animaux provient généralement des pigments qu'ils produisent ou qu'ils ingèrent, dans le cas du morpho, les couleurs sont dites structurales ou interférentielles et résultent de phénomènes d'interférences lumineuses.



Photographies de l'aile de morpho sous différents angles d'incidence



$i = 0^\circ$



$i = 10^\circ$



$i = 20^\circ$



$i = 30^\circ$



$i = 40^\circ$

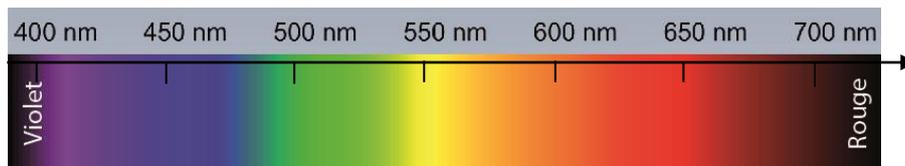


$i = 50^\circ$

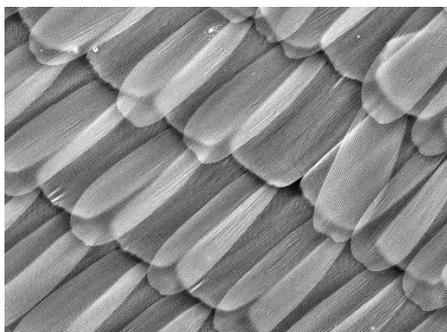
Comment expliquer que la couleur de l'aile du morpho varie du bleu au violet ?

A l'aide de vos connaissances et des documents suivants, répondre à la question précédente.

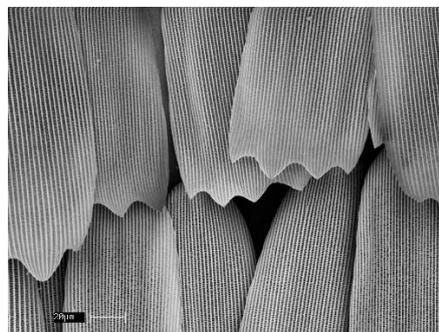
Doc. 1 Spectre de la lumière blanche



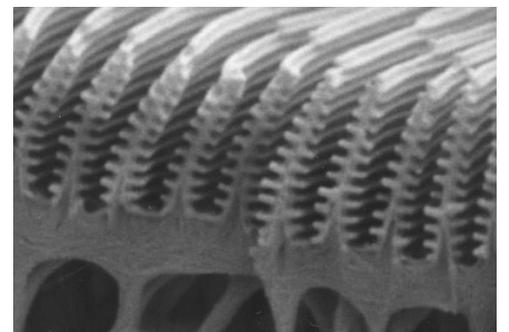
Doc. 2 Modélisation d'une lamelle d'aile de morpho



(a)



(b)



(c)

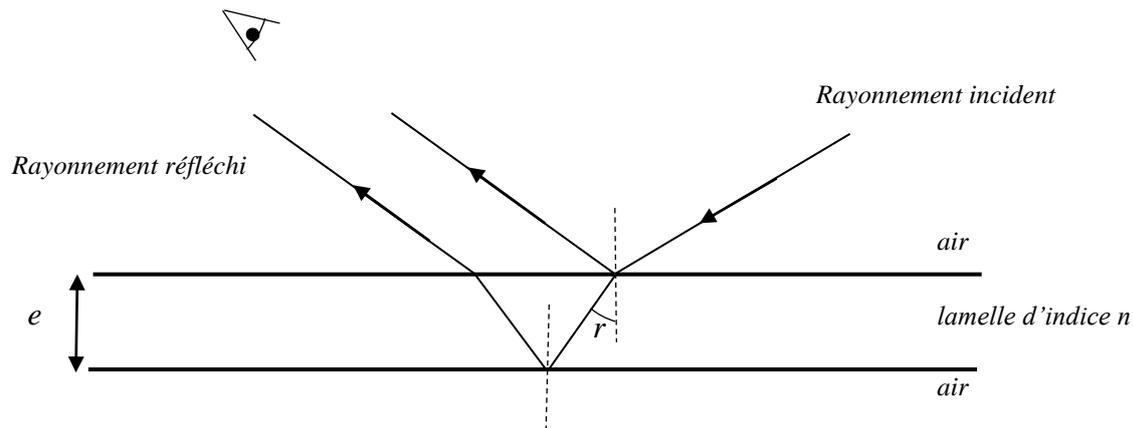
Creative Commons Attribution Non-Commercial Share Alike 3.0 United States (CC BY-NC-SA 3.0 US)

Si on observe l'aile d'un morpho au microscope, on note la présence d'écaillés (a).

Avec un microscope plus puissant, on observe que les écaillés sont constituées de structures qui se répètent, sont parallèles entre elles et régulièrement espacées : ce sont les stries (b).

Si on continue à grossir la structure de son aile, on se rend compte que chaque strie est elle-même composée d'une autre structure qui se répète : les lamelles (c) où l'on voit la section d'une écaille.

Cet empilement périodique de petites lamelles transparentes réfléchit la lumière et est le siège d'interférences lumineuses. Une lamelle d'aile de morpho peut être modélisée par lame mince transparente d'épaisseur $e = 73,5 \text{ nm}$. Elle est principalement constituée de chitine (de la famille des glucides) dont l'indice de réfraction est $n = 1,70$. Le schéma ci-dessous représente cette lame en coupe :



Doc. 3 Différence de marche

Les deux rayons réfléchis par une lamelle d'aile de morpho se superposent sur la rétine de l'observateur et y interfèrent. La différence de marche entre les rayons réfléchis est :

$$\delta = 2n.e.\cos(r) + \frac{\lambda}{2}$$

Avec : δ différence de marche (m)
 n indice de réfraction d'une lamelle d'aile de morpho
 r angle de réfraction
 λ longueur d'onde du rayonnement incident (m)

Doc. 4 Interférences constructives et destructives

Interférences constructives : les ondes qui interfèrent se renforcent et sont **en phase** : $\delta = k.\lambda$

Interférences destructives : les ondes qui interfèrent s'annulent et sont **en opposition de phase** : $\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right).\lambda$

Avec : δ différence de marche (m)
 λ longueur d'onde (m)
 k entier

Doc. 5 Loi de la réfraction de la lumière

Lorsque la lumière passe d'un milieu d'indice n_1 à un milieu d'indice n_2 par un dioptre, une partie de la lumière continue de se propager dans le milieu d'indice n_2 en subissant une déviation : c'est ce que l'on appelle la **réfraction**. Les rayons incidents issus d'un milieu d'indice n_1 et réfracté dans un milieu d'indice n_2 forment des angles, respectivement i et r , avec la normale à la surface. Ces angles sont liés par la relation :

$$n_1 \sin(i) = n_2 \sin(r)$$

