

? À rendre le jeudi 18 septembre 2025  
**Devoir Maison n°2 : Des plumes au microscope**

💡 **Comment chercher un D.M. ?**

- Commencer à chercher le DM, dès le soir de la distribution de l'énoncé.
- Suivre la fiche « Boîte à outils DM& DS », et notamment la check-liste de la présentation/rédaction.
- Avec le chapitre et les exercices ouverts sous les yeux.
- Chercher en groupe.
- En cas de blocage, poser des questions, à la fin d'un cours ou par mail : [nvalade.pcsi@gmail.com](mailto:nvalade.pcsi@gmail.com)
- La réponse à un problème de physique doit contenir :
  - des schémas grands, clairs et complets ;
  - des phrases qui expliquent votre raisonnement ;
  - les calculs littéraux, avec uniquement les grandeurs littérales définies par l'énoncé (ou par vous-même si elles ne le sont pas par l'énoncé) ;
  - les applications numériques avec un nombre adapté de chiffres significatifs et une unité.

**Après avoir récupéré votre copie et le corrigé :**

- Reprendre votre copie avec le corrigé afin de comprendre vos erreurs, lire les conseils donnés, ...
- Refaire le DM (si besoin) avant le DS suivant.

L'extraordinaire diversité des motifs colorés des oiseaux résulte de phénomènes physiques tels que l'absorption de la lumière, la diffusion, les interférences ou encore la diffraction. Certains motifs peuvent être expliqués soit par une répartition organisée du plumage, on parle alors de couleurs structurales, soit par la présence de pigments dans le plumage, on parle alors de couleurs pigmentaires. Si le jaune du canari est par exemple pigmentaire, le bleu de la perruche est lui structural. Certains oiseaux bénéficient des deux types de colorations comme le perroquet Ara qui présente ainsi un plumage très coloré (photo 1).



FIGURE 1 – Perroquets Ara (rouge vert bleu à gauche, bleu jaune à droite)

Les intervalles de longueurs d'onde de quelques couleurs sont fournis dans le tableau ci-dessous :

| Couleurs        | Rouge     | Orange    | Jaune     | Vert      | Bleu      | Violet    |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $\lambda$ en nm | 620 – 780 | 590 – 620 | 580 – 590 | 500 – 580 | 450 – 500 | 380 – 450 |

À l'origine, la couleur des perruches à l'état sauvage est verte, mais la captivité chez cet oiseau, souvent élevé en nombre, a permis l'émergence de nouvelles couleurs, comme le bleu (photo 2). C'est notamment l'appauvrissement en pigments jaunes dans son plumage qui est indirectement responsable de cette coloration si particulière et rare dans le domaine animal.

De façon schématisée, une plume est constituée essentiellement d'un rachis sur lequel pousse les barbes sur lesquelles naissent des barbules (figure 3). Le long des barbules prennent naissance à leur tour des crochets.



FIGURE 2 – Perruche bleue

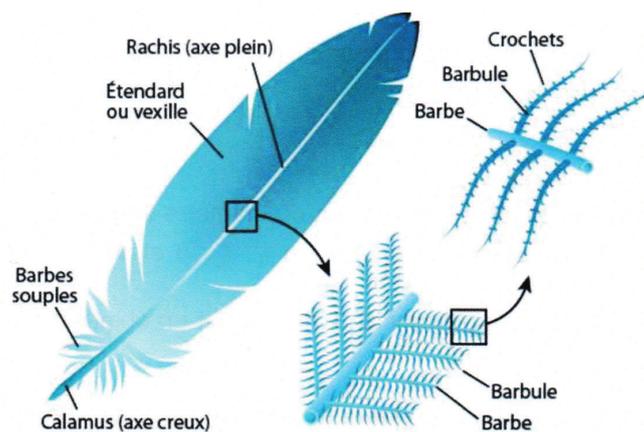


FIGURE 3 – Constitution d'une plume

Afin de déterminer l'origine physique de cette couleur bleue, on observe une partie  $AB$  d'une plume de perruche à l'aide d'un microscope optique.

Pour cela, on dispose :

- d'une première lentille,  $\mathcal{L}_1$  (centre  $Q_1$ , distance focale  $f'_1 = 1,2 \text{ cm}$ ), qui porte le nom d'objectif ;
- d'une deuxième lentille,  $\mathcal{L}_2$  (centre  $O_2$ , distance focale  $f'_2 = 2,0 \text{ cm}$ ), qui porte le nom d'oculaire.

La distance qui sépare le foyer image  $F'_1$  de l'objectif et le foyer objet  $F_2$  de l'oculaire est appelée intervalle optique, noté  $\Delta$ , avec ici  $\Delta = 16 \text{ cm}$  (figure 4).

L'observation se fait à l'aide d'un œil emmétrope (œil à vision normale) situé derrière l'oculaire.

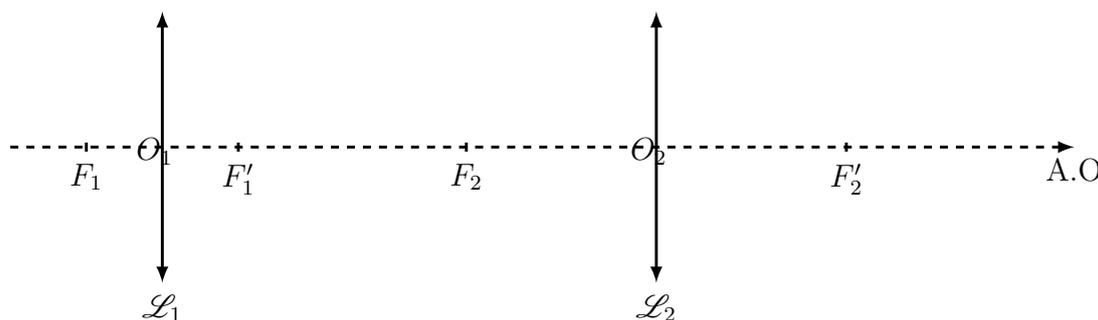


FIGURE 4 – Schéma du microscope

On se placera pour toute la suite dans les conditions de Gauss et dans l'approximation des petits angles. On note  $h$  la taille de l'objet  $AB$  observé.

On note  $A_1B_1$  l'image de  $AB$  par l'objectif  $\mathcal{L}_1$ , et  $A_2B_2$  l'image finale.

Q1. Afin que l'observation puisse s'effectuer sans fatigue visuelle pour l'œil emmétrope, où doit être située l'image finale  $A_2$  en sortie de  $\mathcal{L}_2$  ? Dans quel plan se situe donc l'image intermédiaire  $A_1B_1$  ?

Q2. Sur le **document réponse (Figure page 4)**, placer l'image intermédiaire  $A_1B_1$ , puis tracer la marche d'au moins deux rayons lumineux à travers le microscope (dont celui parallèle à l'axe optique entre les deux lentilles), en déduire l'objet  $AB$  observé, et les rayons émergents.

Enfin, représenter le diamètre angulaire  $\alpha'$  de l'image finale vue par l'œil, c'est-à-dire l'angle sous lequel est vue l'image finale.

Q3. Pour une lentille conjuguant un objet  $AB$  et une image  $A'B'$ , où  $A$  est sur l'axe optique, donner la relation de conjugaison de Newton et les relations de grandissement de Newton, avec origine aux foyers.

Q4. Montrer que la grandeur  $\gamma_1 = \frac{A_1B_1}{AB}$ , appelée grandissement transversal de l'objectif, s'écrit :

$$\gamma_1 = -\frac{\Delta}{f'_1}$$

Q5. Exprimer le diamètre angulaire  $\alpha'$  de l'image vue par l'observateur au travers du microscope en fonction de  $\overline{A_1B_1}$  et  $f'_2$ , puis en fonction de  $\gamma_1$ ,  $h$  et  $f'_2$ , et enfin en fonction de  $f'_1$ ,  $f'_2$ ,  $h$  et de  $\Delta$ .

En l'absence de dispositif, l'œil voit net un objet situé à une distance comprise entre  $d_m$  et  $d_M$ , avec  $d_m < d_M$

Q6. Quels noms donne-t-on aux points objets correspondant à ces distances ? Donner une valeur à  $d_m$  et  $d_M$  pour un œil emmétrope.

Q7. Déterminer l'expression du diamètre angulaire  $\alpha$  de l'objet  $AB$  vu sans instrument et situé à une distance  $d_m$  de l'œil (figure 5).

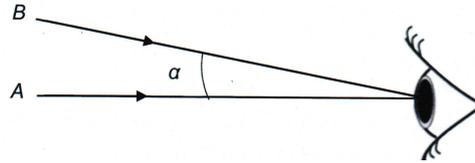


FIGURE 5 – Diamètre ou distance angulaire

Q8. En déduire que la grandeur  $G_C = \left| \frac{\alpha'}{\alpha} \right|$ , appelée grossissement commercial du microscope, s'écrit :

$$G_C = \frac{d_m \Delta}{f'_1 f'_2}$$

Faire l'application numérique avec  $d_m = 25$  cm.

L'image d'une partie d'une plume est donnée ci-après (photo 6) :

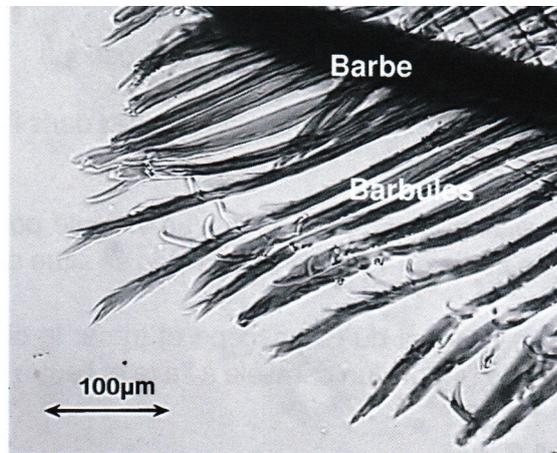


FIGURE 6 – Image d'une plume de perruche à l'aide d'un dispositif non précisé

Q9. Par mesure sur la photo 6, donner une estimation de la distance entre deux crochets situés au bout des barbules.

Q10. On rappelle que la résolution angulaire de l'œil nu est  $\varepsilon = 1'$ . Ces crochets peuvent-ils être distingués directement sans instruments ? Pourront-ils être distingués avec le microscope utilisé précédemment ?

# DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE

NOM : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

