

## DM03 – Optique

### Consignes

- C1. Les consignes de présentation sont respectées.
- C2. Les relations obtenues sont homogènes.
- C3. Les notations pour les grandeurs algébriques sont respectées.
- C4. Les rayons lumineux sont orientés, les rayons fictifs sont tracés en pointillés, bref la construction est soignée (Q. 2).
- C5. Définir un sens positif pour les angles et s'y tenir ! Pas de magouille avec les signes ! (Q. 3, 4, 6, 7)

### Données

On donne, pour une lentille conjuguant un objet  $A$  et une image  $A'$ , la relation de conjugaison avec origine aux foyers  $F$  et  $F'$  :

$$\overline{F'A'} \cdot \overline{FA} = -f'^2.$$

### Exercice 1 – Des plumes au microscope

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. 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 schématique, une plume est constituée essentiellement d'un rachis sur lequel pousse les barbes sur lesquelles naissent des barbules (Fig. 1). Le long des barbules prennent naissance à leur tour des crochets.

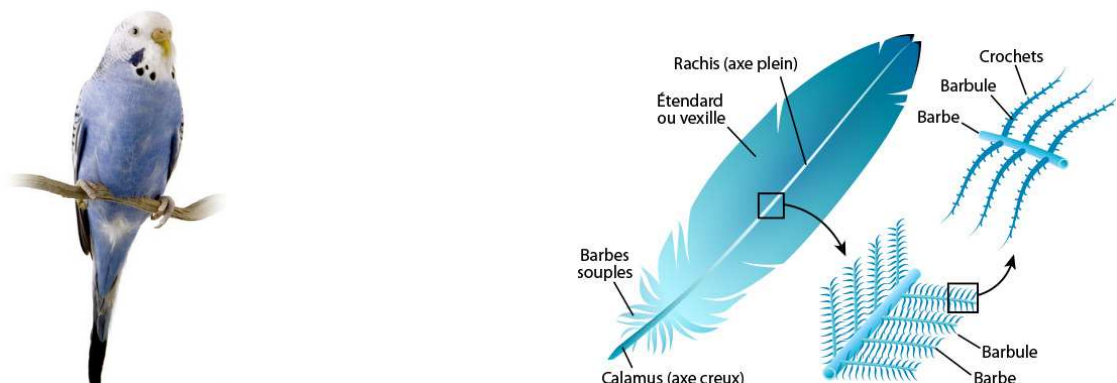


FIGURE 1 – Constitution d'une plume de perruche bleue.

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  $O_1$ , 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  $f'_2 = 2,0$  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  $\Delta = 16$  cm (Fig. 2). L'observation se fait à l'aide d'un œil emmétrope (œil à vision normale) situé derrière l'oculaire.

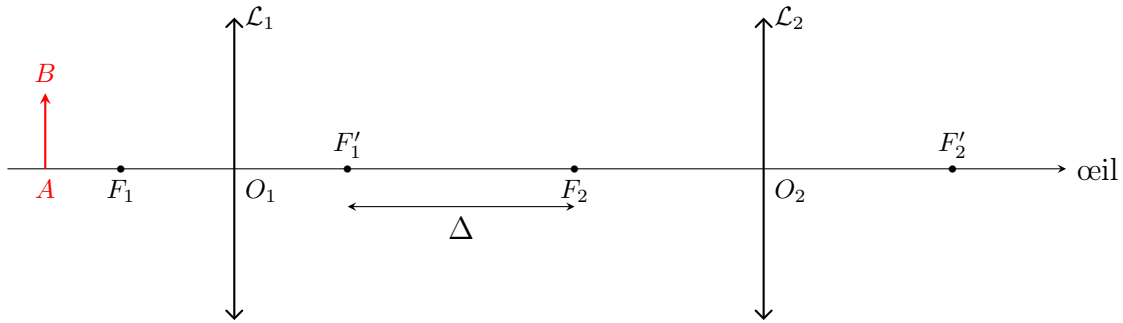


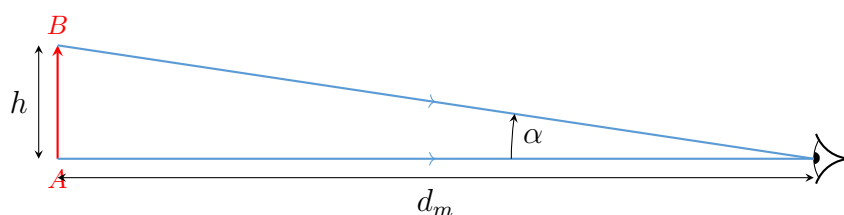
FIGURE 2 – Schéma du microscope.

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

1. Afin que l'observation puisse s'effectuer sans fatigue visuelle pour l'œil emmétrope, où doit être située l'image finale  $A_2B_2$  en sortie de  $\mathcal{L}_2$ ? Dans quel plan se situe donc l'image intermédiaire  $A_1B_1$  formée par la lentille  $\mathcal{L}_1$ ?
2. Sur l'annexe 1 à rendre avec la copie, 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. Faire apparaître sur ce schéma le diamètre angulaire  $\alpha'$  de l'image finale vue par l'œil.
3. Montrer que la grandeur  $\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}}$ , appelée grandissement transversal de l'objectif, s'écrit :

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

4. 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  $f'_1$ ,  $f'_2$ ,  $h$  et de  $\Delta$ .
5. En l'absence de dispositif, l'œil voit net un objet situé à une distance comprise entre  $d_m$  et  $d_M$ , avec  $d_m < d_M$ . 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.
6. Déterminer l'expression du diamètre angulaire  $\alpha$  de l'objet  $AB$  vu sans instrument et situé à une distance  $d_m$  de l'œil, en fonction de  $h$  et  $d_m$ .



7. 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  $d_m = 25 \text{ cm}$ .

8. Un œil peut distinguer deux images ou deux objets si la distance angulaire les séparant est supérieure à la limite de résolution angulaire de l'œil  $\varepsilon = 1'$  (une minute d'arc). Déterminer quelle sera la distance angulaire minimale  $\alpha_m$  entre deux objets vus au travers de ce microscope.

L'image d'une partie d'une plume est donnée ci-après (Fig. 3) :

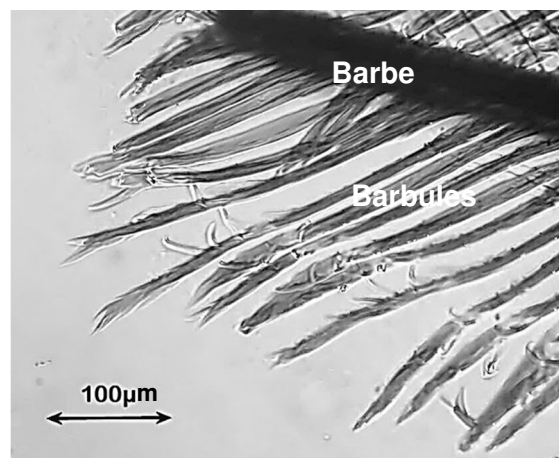


FIGURE 3 – Image d'une plume de perruche à l'aide d'un dispositif non précisé.

9. Par mesure sur la Fig. 3, donner une estimation de la distance entre deux crochets situés au bout des barbules.
10. 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 ?

# Annexes

## Annexe 1 – Microscope

