

## I. Pb I: Des oiseaux hauts en couleur

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.

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

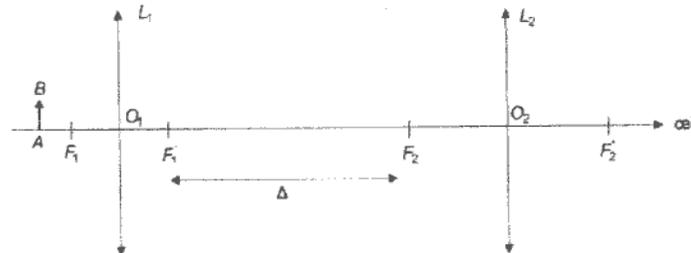
On donne, pour une lentille conjuguant un objet  $A$  et une image  $A'$ , la relation de conjugaison avec origine aux foyers  $F$  et  $F'$ :  $\overline{FA} \cdot \overline{F'A'} = -f'^2$ .

### Le bleu de la perruche

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. 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,  $L_1$  (centre  $O_1$ , distance focale  $f'_1 = 1,2 \text{ cm}$ ), qui porte le nom d'objectif
- d'une deuxième lentille,  $L_2$  (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 2). L'observation se fait à l'aide d'un oeil emmétrope (oeil à vision normale) situé derrière l'oculaire.



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.

1. Afin que l'observation puisse s'effectuer sans fatigue visuelle pour l'oeil emmétrope, où doit être située l'image finale  $A_2$  en sortie de  $L_2$ ? Dans quel plan se situe donc l'image intermédiaire  $A_1B_1$ ?

2. Reproduire sur la copie le schéma du microscope et tracer le chemin de deux rayons lumineux passant par l'extrémité  $B$  de l'objet, l'un parallèle à l'axe et l'autre passant par  $O_1$ . Faire apparaître sur ce schéma :

- l'image intermédiaire  $A_1B_1$
- le diamètre angulaire  $\alpha'$  de l'image finale vue par l'oeil

3. Montrer que la grandeur  $\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}}$ , appelée grandissement transversal de l'objectif, s'écrit :  $\gamma_1 = \frac{-\Delta}{f'_1}$ .

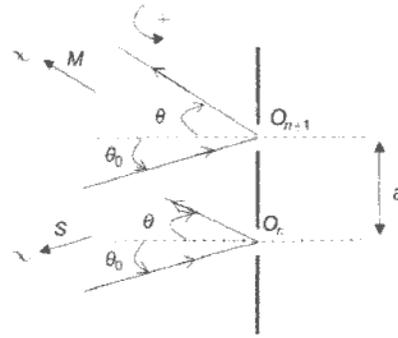
4. En déduire l'expression du diamètre angulaire  $\alpha'$  de l'image vue par l'observateur au travers du microscope en fonction de  $f'_1$ ,  $f'_2$ ,  $h$  et  $\Delta$ .

### Du vert clair au violet pour le canard colvert

Dans certains cas, la couleur d'un plumage varie selon l'angle d'observation. C'est le cas du canard colvert mâle qui possède autour de son cou et de sa tête un plumage dont la teinte varie selon la direction. Pour expliquer ce phénomène, il faut étudier l'intérieur des barbules, constituées notamment de petites cavités dans lesquelles on trouve de minces lamelles parallèles appelées microlamelles.

Chaque microlamelle se comporte comme un petit miroir réfléchissant la lumière. Entre deux lamelles se situe de la mélanine absorbant la lumière. Ainsi ces microlamelles s'apparentent aux traits d'un réseau plan qui peut être modélisé par la figure ci-contre. La distance entre deux lamelles est notée  $a$ . Donnée:  $a = 0,56 \mu m$ .

S représente une source de lumière monochromatique, de longueur d'onde  $\lambda_0$  située à l'infini, envoyant un faisceau de rayons cohérents entre eux. L'observation se fait en un point  $M$  situé à l'infini.



5. Déterminer la différence de marche  $\delta(M) = (SO_{n+1}M) - (SO_nM)$  entre deux rayons, l'un passant par  $O_n$  et l'autre par  $O_{n+1}$ .
6. Pour quelles valeurs de  $\delta(M)$  les ondes interfèrent-elles de façon totalement constructive? En déduire la formule des réseaux par réflexion:  $\sin \theta_k + \sin \theta_0 = \frac{k\lambda_0}{a}$  où  $k$  est un entier relatif.
7. Application : de quelle couleur apparaît la tête d'un canard colvert, dont les microlamelles sont éclairées en incidence normale par des rayons provenant du Soleil, d'une part pour l'observateur A et d'autre part pour l'observateur B supposés suffisamment éloignés. On justifiera que l'on ne tient compte que des ordres  $k = \pm 1$ .

