Métropole septembre 2023 Sujet 1 **CORRECTION Yohan Atlan © https://www.vecteurbac.fr/**	
CLASSE : Terminale **VOIE :** ☒ Générale **DURÉE DE L'EXERCICE :** 1h56	**EXERCICE 1 :** 11 points **ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ :** PHYSIQUE-CHIMIE **CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui « type collège »

EXERCICE 1 Observation ornithologique d'une oie cendrée
(10 points)

1. Observation d'une oie cendrée à l'œil nu

Q1.

Utilisons la relation de conjugaison pour trouver $\overline{\mathrm{OA'}}$:

$$\frac{1}{\overline{\mathrm{OA'}}} - \frac{1}{\overline{\mathrm{OA}}} = \frac{1}{\mathrm{f'}}$$
$$\frac{1}{\overline{\mathrm{OA'}}} = \frac{1}{\mathrm{f'}} + \frac{1}{\overline{\mathrm{OA}}}$$
$$\frac{1}{\overline{\mathrm{OA'}}} = \frac{1 \times \overline{\mathrm{OA}}}{\mathrm{f'} \times \overline{\mathrm{OA}}} + \frac{1 \times \mathrm{f'}}{\overline{\mathrm{OA}} \times \mathrm{f'}}$$
$$\frac{1}{\overline{\mathrm{OA'}}} = \frac{\overline{\mathrm{OA}} + \mathrm{f'}}{\mathrm{f'} \times \overline{\mathrm{OA}}}$$
$$\overline{\mathrm{OA'}} = \frac{\mathrm{f'} \times \overline{\mathrm{OA}}}{\overline{\mathrm{OA}} + \mathrm{f'}}$$
$$\overline{\mathrm{OA'}} = \frac{17 \times 10^{-3} \times -280}{-280 + 17 \times 10^{-3}}$$
$$\overline{\mathrm{OA'}} = 1{,}7 \times 10^{-2}\mathrm{m}$$
$$\overline{\mathrm{OA'}} = 17 \times 10^{-3}\mathrm{m}$$
$$\overline{\mathrm{OA'}} = 17\ \mathrm{mm}$$

Q2.

Utilisons la relation de grandissement transversal pour trouver $\overline{\mathrm{A'B'}}$:

$$\gamma = \frac{\overline{\mathrm{OA'}}}{\overline{\mathrm{OA}}} = \frac{\overline{\mathrm{A'B'}}}{\overline{\mathrm{AB}}}$$
$$\frac{\overline{\mathrm{A'B'}}}{\overline{\mathrm{AB}}} = \frac{\overline{\mathrm{OA'}}}{\overline{\mathrm{OA}}}$$
$$\overline{\mathrm{A'B'}} = \frac{\overline{\mathrm{OA'}}}{\overline{\mathrm{OA}}} \times \overline{\mathrm{AB}}$$
$$\overline{\mathrm{A'B'}} = -4{,}9 \times 10^{-5}\mathrm{m}$$
$$\overline{\mathrm{A'B'}} = -49 \times 10^{-6}\mathrm{m}$$
$$\overline{\mathrm{A'B'}} = -49\ \mu\mathrm{m}$$

Le signe – nous indique que l'image est renversée.
Ainsi, la taille de l'image A'B' de l'oie sur la rétine de l'observateur est voisine de 49 µm.

Comparons la taille de l'image A'B' et la taille de la rétine :
$49\ \mu\mathrm{m} = 49 \times 10^{-6}\mathrm{m} = 4{,}9 \times 10^{-5}\mathrm{m} < 6 \times 10^{-3}\mathrm{m}$
$\mathrm{A'B'} < \text{taille de la rétine}$
Ainsi, l'oie est vue en entier par un observateur.

Q3.

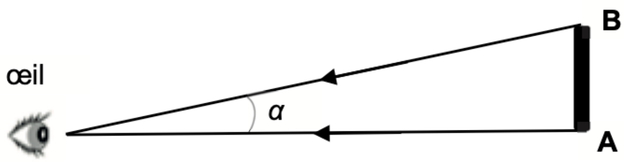

Figure 2. L'objet AB est vu sous un angle α par l'œil. Il peut être distinctement vu par l'œil si $\alpha > \alpha_m$

$\tan \alpha = \dfrac{\text{Opposé}}{\text{Adjacent}}$

$\tan \alpha = \dfrac{AB}{d}$

$\dfrac{AB}{d} = \tan \alpha$

$AB = d \times \tan \alpha$

Or dans le cas de petits angles :

$\tan \alpha = \alpha$

Ainsi

$AB = d \times \ \alpha$

$AB = 280 \times \ 3 \times 10^{-4}$

$AB = 8 \times 10^{-2} \text{m}$

$AB = 8 \text{ cm}$

La distance minimale séparant deux points A et B d'un objet pouvant être vus lorsqu'ils sont situés à une distance de 280 m de l'œil est AB = 8 cm.
La taille approximative d'une oie cendrée est 80 cm qui est supérieure à la taille minimale.
Ainsi, l'oie peut être vue distinctement par l'observateur à l'œil nu.

La taille approximative du bec d'une oie cendrée est 7 cm qui est inférieure à la taille minimale.
Ainsi, le bec de l'oie ne peut pas être observé distinctement à l'œil nu.

2. Observation avec une longue-vue assimilée à une lunette astronomique afocale

Q4.

La lentille L_1, donne de l'objet $A_\infty B_\infty$, une image A_1B_1sur le plan focal.
Le rayon issu de B, passant par O_1 n'est pas dévié.
Le point B_1 est défini par l'intersection de ce rayon et le plan focal.

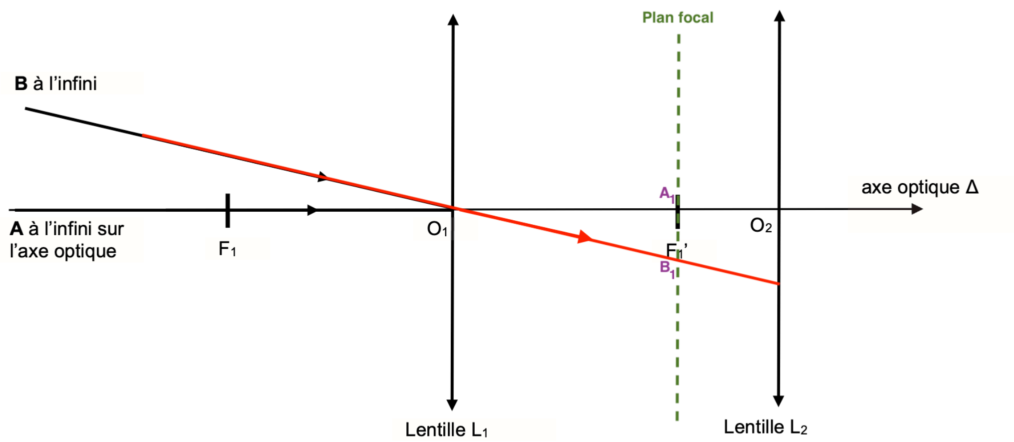

Figure A1. Schéma de la longue-vue (représentée sans souci d'échelle) assimilée à une lunette astronomique afocale

Q5.
Un système optique est dit afocal s'il donne d'un objet à l'infini une image à l'infini.
Pour que la lentille L_2, donne de l'objet A_1B_1, une image à l'infini, il faut que celui-ci soit sur le foyer F_2.
Ainsi, les deux foyers F_1' et F_2 sont confondus.

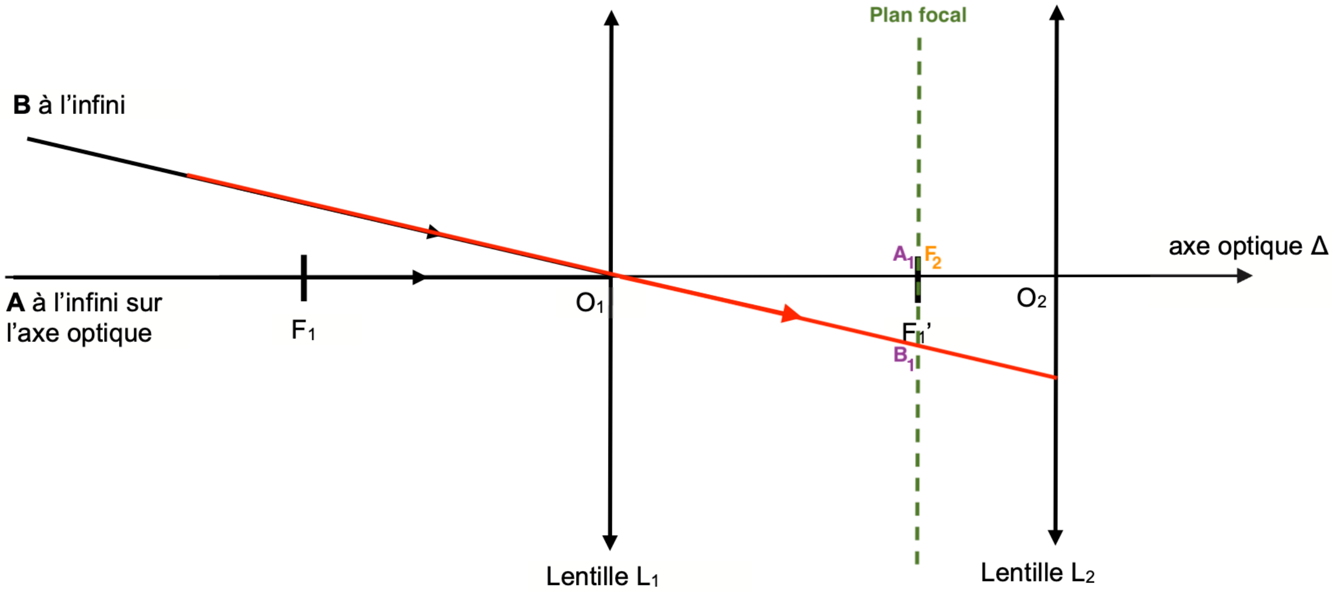

Figure A1. Schéma de la longue-vue (représentée sans souci d'échelle) assimilée à une lunette astronomique afocale

Q6.
Un rayon issu de B_1 passant par O_2 n'est pas dévié.

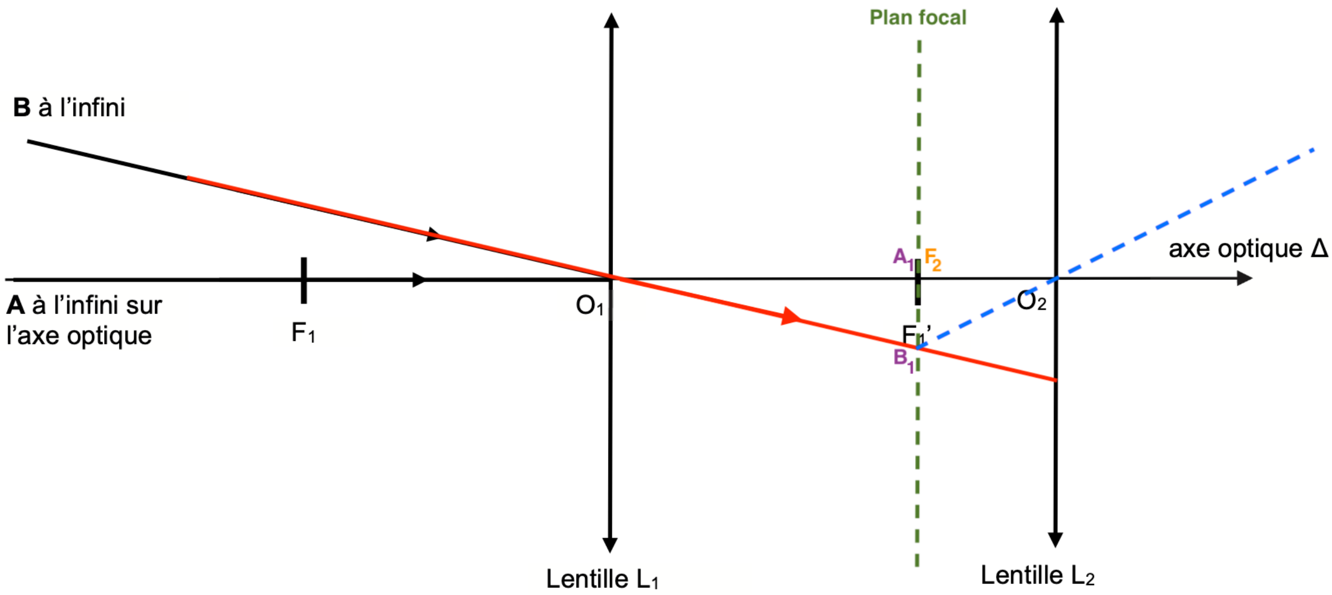

Figure A1. Schéma de la longue-vue (représentée sans souci d'échelle) assimilée à une lunette astronomique afocale

A_1B_1 étant sur le plan focal, il donnera une image à l'infini, tous les rayons issus de B_1, passant par la lentille L_2 seront parallèles.

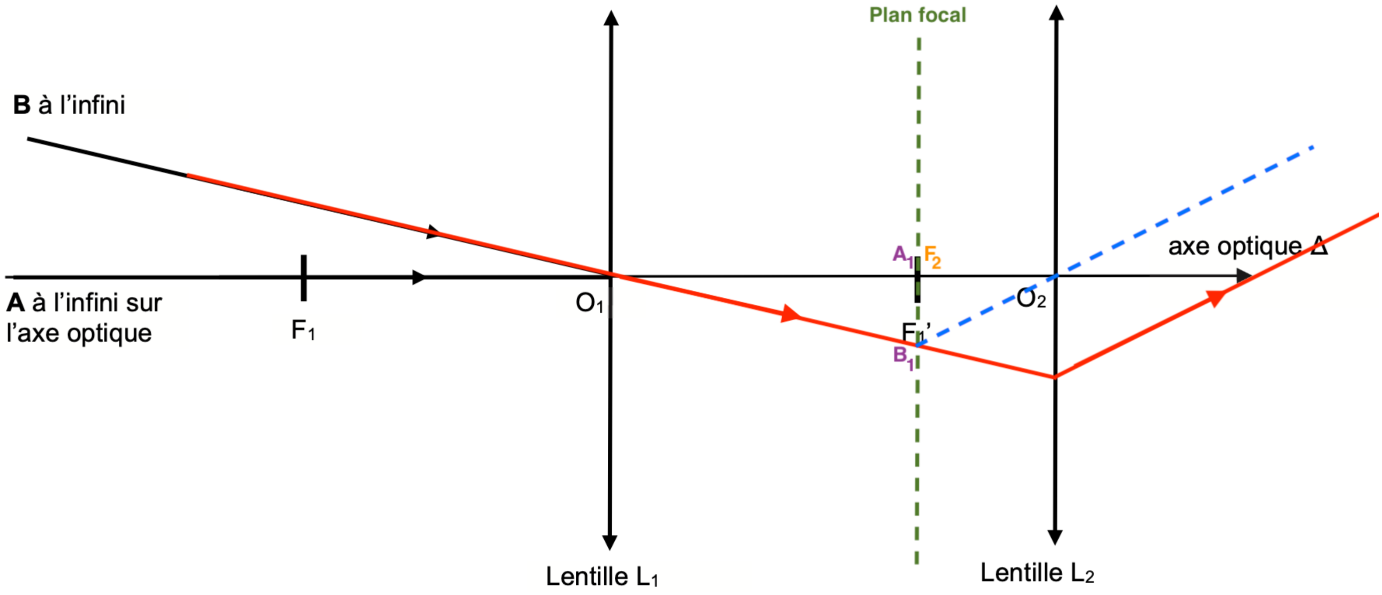

Figure A1. Schéma de la longue-vue (représentée sans souci d'échelle) assimilée à une lunette astronomique afocale

Plaçons α et α' :

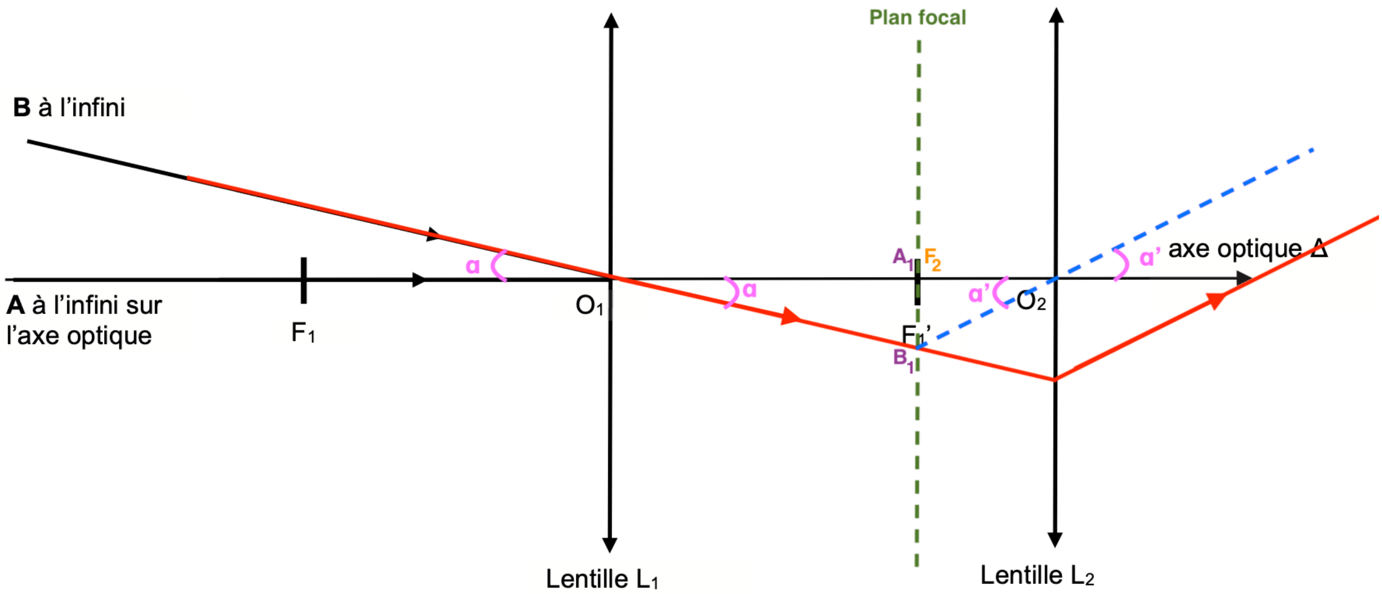

Figure A1. Schéma de la longue-vue (représentée sans souci d'échelle) assimilée à une lunette astronomique afocale

Le grossissement G est défini par :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

$$\tan(\alpha) \approx \alpha = \frac{A_1B_1}{f_1'}$$

$$\tan(\alpha') \approx \alpha' = \frac{A_1B_1}{f_2'}$$

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\frac{A_1B_1}{f_2'}}{\frac{A_1B_1}{f_1'}} = \frac{A_1B_1}{f_2'} \times \frac{f_1'}{A_1B_1} = \frac{f_1'}{f_2'}$$

Q7.

$$G = \frac{f_1'}{f_2'}$$
$$G = \frac{450 \times 10^{-3}}{30 \times 10^{-3}}$$
$$G = 15$$

Q8.

Calculons l'angle sous lequel est vu le bec de l'oie à l'œil nu :

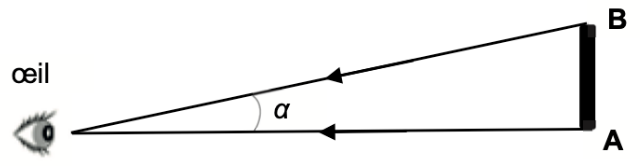

Figure 2. L'objet AB est vu sous un angle α par l'œil. Il peut être distinctement vu par l'œil si $\alpha > \alpha_m$

$$\tan \alpha = \frac{\text{Opposé}}{\text{Adjacent}}$$
$$\tan \alpha = \frac{AB}{d}$$

Or dans le cas de petits angles :

$$\tan \alpha = \alpha$$

$$\alpha = \frac{AB}{d}$$
$$\alpha = \frac{7 \times 10^{-2}}{280}$$
$$\alpha = 2{,}5 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

Calculons l'angle sous lequel est vu le bec de l'oie à travers la longue-vue :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha}$$
$$\frac{\alpha'}{\alpha} = G$$
$$\alpha' = G \times \alpha$$
$$\alpha' = 15 \times 2{,}5 \times 10^{-4}$$
$$\alpha' = 3{,}8 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

D'après le sujet : le pouvoir séparateur de l'œil humain est l'angle limite, noté α_m, sous lequel un objet peut être vu distinctement par l'œil (voir figure 2) ; sa valeur est de 3×10^{-4} rad.

$$\alpha' > \alpha_m$$

Ainsi, l'observateur voit distinctement, à travers la longue-vue, le bec de l'oie située à 280 m.

3. Structure de la plume d'oie cendrée

Q9.

Pour que les ondes issues des fentes interfèrent de manière constructive au point M, la différence de chemin optique δ doit vérifier la condition :

$\delta = k \times \lambda$

Au point O' :

$\delta = F_2O' - F_1O'$

Or $F_2O' = F_1O'$

Donc $\delta = 0\ m$

Ainsi, au point O', $\delta = k \times \lambda$ avec k=0 : les ondes issues des fentes interfèrent de manière constructive au point O', a frange au point O' est brillante.

Q10.

D'après le sujet : on admet que la différence de chemin optique δ est égale à la longueur du segment [F_2H].

$\delta = F_2H$

Dans le cas de petits angles (θ<<1rad) : sin θ=θ

$\sin\theta = \frac{\text{Opposé}}{\text{Hypothenuse}}$

$\sin\theta = \frac{F_2H}{b}$

Or dans le cas de petits angles :

$\sin\theta = \theta$

$\theta = \frac{F_2H}{b}$

$\frac{F_2H}{b} = \theta$

$F_2H = \theta \times b$

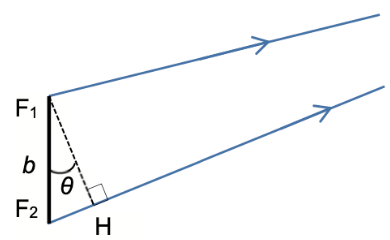

Figure 5. Agrandissement du schéma au niveau des fentes d'Young

Ainsi :

$\delta = F_2H$

$\delta = \theta \times b$

$\delta = b \times \theta$

Q11.

Dans le cas de petits angles (θ<<1rad) : tan θ=θ

$\tan\theta = \frac{\text{Opposé}}{\text{Adjacent}}$

$\tan\theta = \frac{O'M}{D}$

$\tan\theta = \frac{x}{D}$

Or dans le cas de petits angles :

$\tan\theta = \theta$

$\theta = \frac{x}{D}$

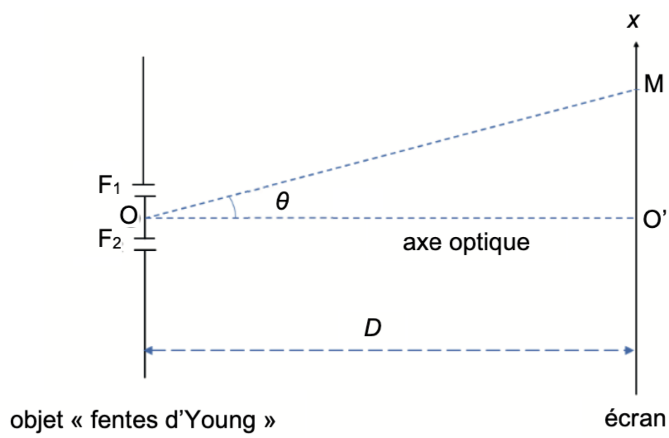

Figure 6. Mise en évidence de l'angle θ dans le triangle O'OM

Or

$\delta = b \times \theta$

Donc

$$\delta = b \times \frac{x}{D}$$

$$\delta = \frac{b \times x}{D}$$

Q12.

$$\delta = \frac{b \times x}{D}$$

$$\frac{b \times x}{D} = \delta$$

$$b \times x = \delta \times D$$

$$x = \frac{\delta \times D}{b}$$

Or pour que les ondes issues des fentes interfèrent de manière constructive au point M, la différence de chemin optique δ doit vérifier la condition :

$$\delta = k \times \lambda$$

Ainsi

$$x_k = \frac{k \times \lambda \times D}{b}$$

Q13.

L'interfrange, notée i, est par définition la distance entre deux franges de même nature consécutives.

$$i = x(k+1) - x(k)$$

$$i = \frac{(k+1) \times \lambda \times D}{b} - \frac{k \times \lambda \times D}{b}$$

$$i = \frac{(k+1) \times \lambda \times D - k \times \lambda \times D}{b}$$

$$i = \frac{k \times \lambda \times D + 1 \times \lambda \times D - k \times \lambda \times D}{b}$$

$$i = \frac{1 \times \lambda \times D}{b}$$

$$i = \frac{\lambda \times D}{b}$$

Q14.

$$i = \frac{\lambda \times D}{b}$$

$$i_{barbule} = \frac{\lambda \times D}{b_{barbule}}$$

$$i_{barbe} = \frac{\lambda \times D}{b_{barbe}}$$

$$b_{barbule} < b_{barbe}$$

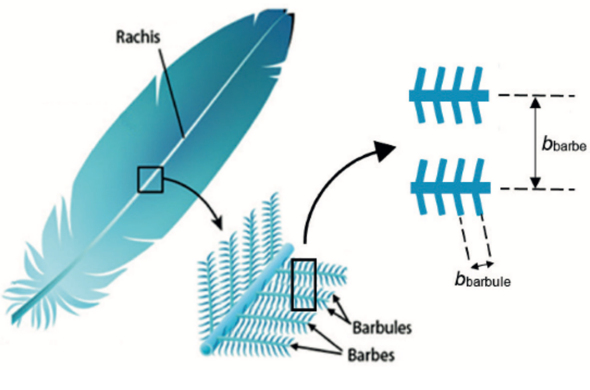

Figure 7. Schéma simplifié d'une plume
(*d'après https://askabiologist.asu.edu*)

$$\frac{1}{b_{barbule}} > \frac{1}{b_{barbe}}$$
$$\frac{\lambda \times D}{b_{barbule}} > \frac{\lambda \times D}{b_{barbe}}$$
$$i_{barbule} > i_{barbe}$$
$$i_2 > i_1$$

La figure d'interférences observée sur la figure A2 de l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE** montre effectivement que
$i_2 > i_1$.
Ainsi, le modèle simplifié permet d'expliquer certaines caractéristiques de la figure d'interférences observée sur la figure A2 de l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE.**

Modèle simplifié :
$$x_k = k \times \frac{\lambda \times D}{b_{barbe}}$$
$$y_l = l \times \frac{\lambda \times D}{b_{barbule}}$$

$$b_{barbule} < b_{barbe}$$
$$\frac{1}{b_{barbule}} > \frac{1}{b_{barbe}}$$
$$\frac{\lambda \times D}{b_{barbule}} > \frac{\lambda \times D}{b_{barbe}}$$
$$l \times \frac{\lambda \times D}{b_{barbule}} > k \times \frac{\lambda \times D}{b_{barbe}}$$
$$y_l > x_k$$

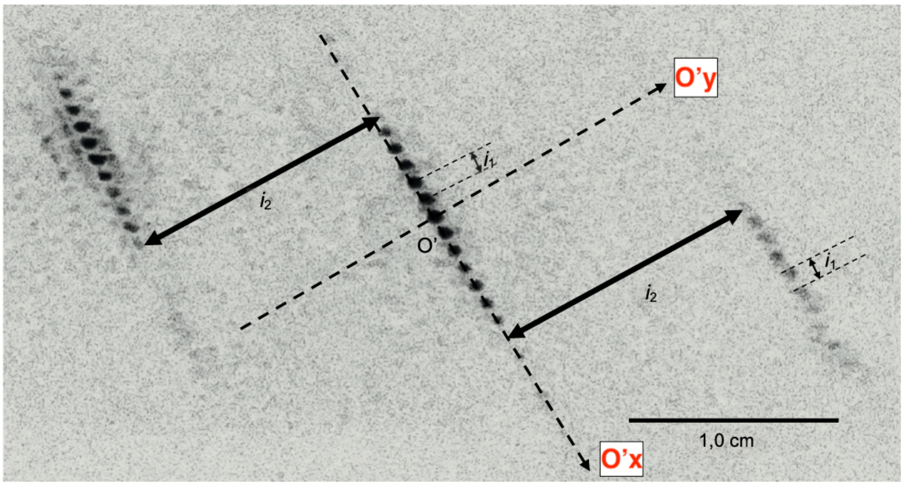

Figure A2. Figure d'interférences obtenue avec la plume d'oie

Il s'agit d'une photographie en négatif : les points sombres sur la photographie correspondent à des points brillants dans la réalité.

Q15.

Schéma	Réel
3,9 cm	1,0 cm
5,0 cm	i_2

$$i_2 = \frac{5{,}0 \times 1{,}0}{3{,}9}$$
$$i_2 = 1{,}3 \text{ cm}$$
$$i_2 = 1{,}3 \times 10^{-2} \text{ m}$$

Schéma	Réel
3,9 cm	1,0 cm
3,8 cm	$10\ i_1$

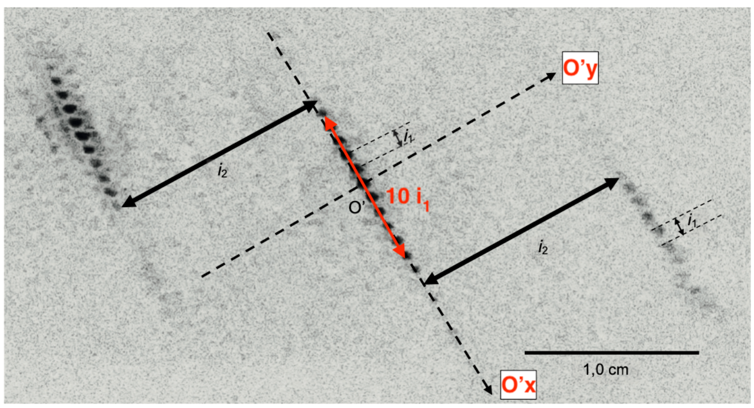

Figure A2. Figure d'interférences obtenue avec la plume d'oie

Il s'agit d'une photographie en négatif : les points sombres sur la photographie correspondent à des points brillants dans la réalité.

$$10\ i_1 = \frac{3{,}8 \times 1{,}0}{3{,}9}$$
$$10\ i_1 = 0{,}97 \text{ cm}$$
$$i_1 = \frac{0{,}97 \times 10^{-2}}{10}$$
$$i_1 = 9{,}7 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$i = \frac{\lambda \times D}{b}$$
$$i \times b = \lambda \times D$$
$$b = \frac{\lambda \times D}{i}$$

$$b_{barbule} = \frac{\lambda \times D}{i_2}$$
$$b_{barbule} = \frac{650 \times 10^{-9} \times 74 \times 10^{-2}}{1{,}3 \times 10^{-2}}$$
$$b_{barbule} = 3{,}7 \times 10^{-5}\ \mathrm{m}$$

$$b_{barbe} = \frac{\lambda \times D}{i_1}$$
$$b_{barbe} = \frac{650 \times 10^{-9} \times 74 \times 10^{-2}}{9{,}7 \times 10^{-4}}$$
$$b_{barbe} = 5{,}0 \times 10^{-4}\mathrm{m}$$