

Etude du microscope

Comme pour la lunette astronomique, on cherche à savoir comment choisir l'oculaire d'un microscope pour obtenir la meilleure observation (image la plus grosse) dans les meilleures conditions (sans fatigue de l'œil). On calculera également le grossissement du microscope modélisé.

I. Principe :

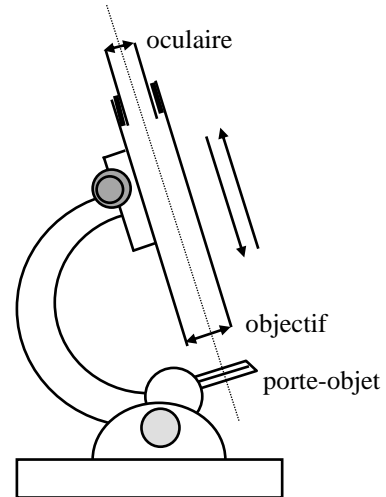
L'oculaire comme l'objectif sont constitués de deux lentilles convergentes.

L'objectif L_1 forme une image intermédiaire A_1B_1 d'un objet AB . L'oculaire L_2 forme l'image finale $A'B'$ de A_1B_1 .

L'oculaire et l'objectif du microscope sont distants d'une longueur fixe notée $L=10,0\text{cm}$.

On considère un objectif L_1 dont la distance focale est $f'_1=1,5\text{cm}$.

On place un petit objet AB à $2,0\text{cm}$ en avant de l'objectif. La taille de l'objet est $AB=1,0\text{mm}$.



- Calculer la position de A_1B_1 l'image intermédiaire A_1B_1 de l'objet AB obtenu par L_1

$$\frac{1}{\overline{O_1A_1}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{f'_1}$$

$$\frac{1}{\overline{O_1A_1}} = \frac{1}{-2,0 \cdot 10^{-2}} + \frac{1}{1,5 \cdot 10^{-2}} = 16,7$$

$$\overline{O_1A_1} = 6,0 \cdot 10^{-2} \text{ m soit } 6,0\text{cm}$$

- Vérifier le calcul en construisant A_1B_1 et mesurer sa taille.

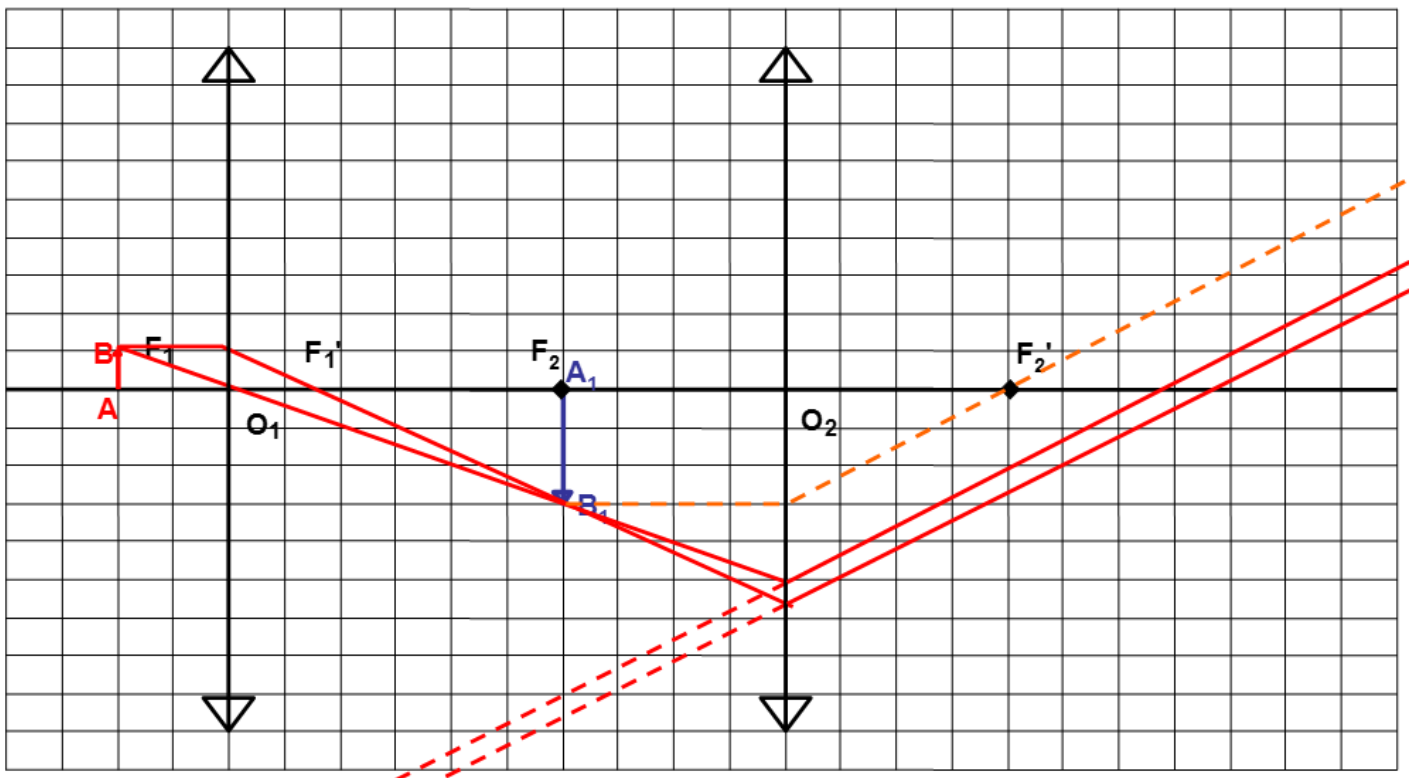


Schéma 1

- L'image finale A'B' (image de A₁B₁ donnée par L₂) est-elle réelle ou virtuelle ?
Il s'agit d'une image virtuelle puisqu'on regarde DANS le microscope pour la voir
- Où doit-elle se former pour que l'œil soit au repos au cours de l'observation ?
L'image A'B' doit se former à l'infini.
- Quelle position particulière (par rapport à l'oculaire) occupe A₁B₁ pour satisfaire la condition précédente ?
A₁B₁ doit se former dans le plan focal objet de l'oculaire L₂ ; A₁ doit coïncider avec F₂.
- En déduire la distance focale de l'oculaire.
 $f'_2 = O_1O_2 - O_1A_1 = L - O_1A_1$ A.N. $f'_2 = 10 - 6,0 = 4,0$ cm
- Placer les foyers objet F₂ et image F'₂ de l'oculaire sur le schéma et construire la marche des rayons lumineux.
Indiquer où se situe l'image finale A'B' sur le schéma et qualifiez cette image.

II. Choix de l'objectif :

On garde le même oculaire, mais on utilise cette fois un objectif dont la distance focale est $f'_1 = 2$ cm. La distance entre les deux lentilles reste fixe (égale à 10 cm dans notre cas)

- Où doit se trouver l'image intermédiaire A₁B₁ pour que l'observation soit « normal » (œil au repos)
Rappeler où se forme A'B'

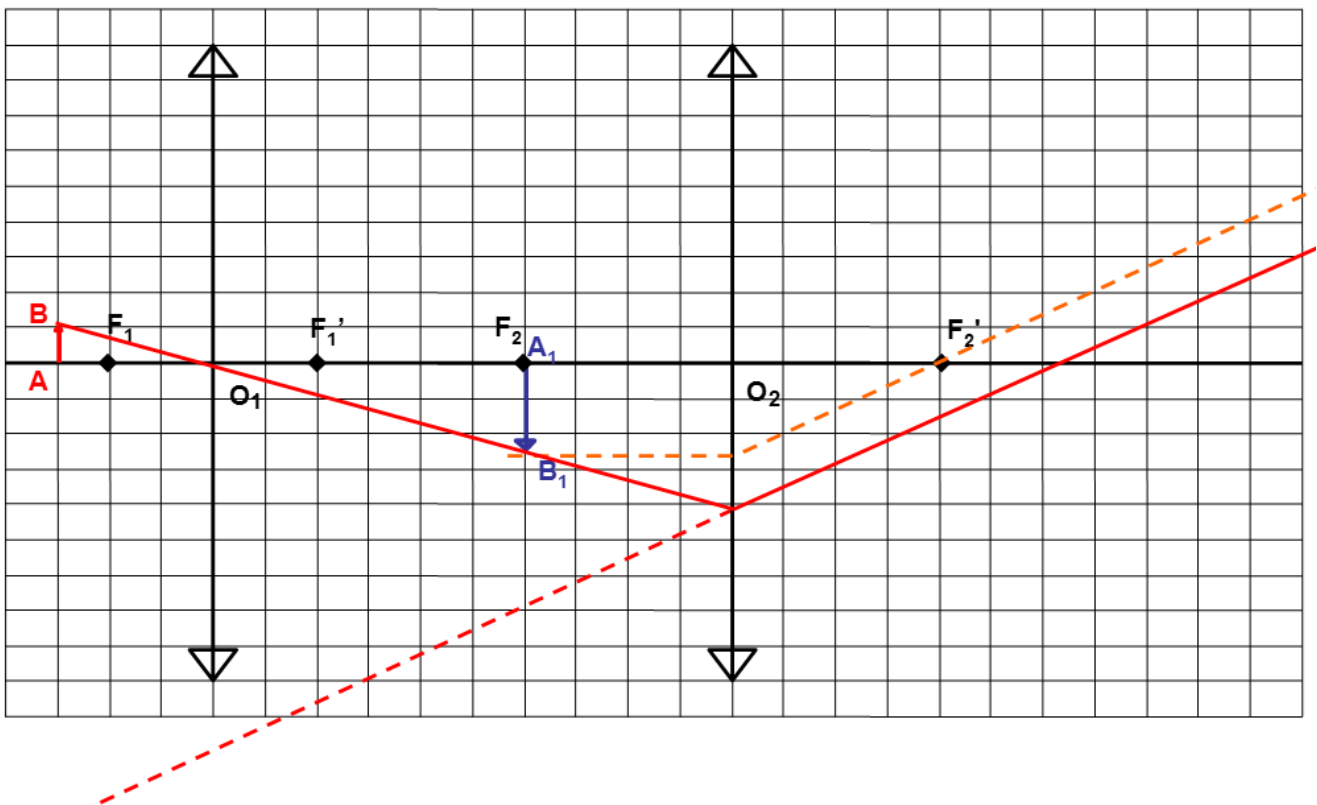


Schéma 2

- Calculer la position de l'objet AB par rapport à l'objectif L₁ ?

$$\frac{1}{O_1A_1} - \frac{1}{O_1A} = \frac{1}{f'_1} \quad \text{d'où} \quad \frac{1}{O_1A} = \frac{1}{O_1A_1} - \frac{1}{f'_1}$$

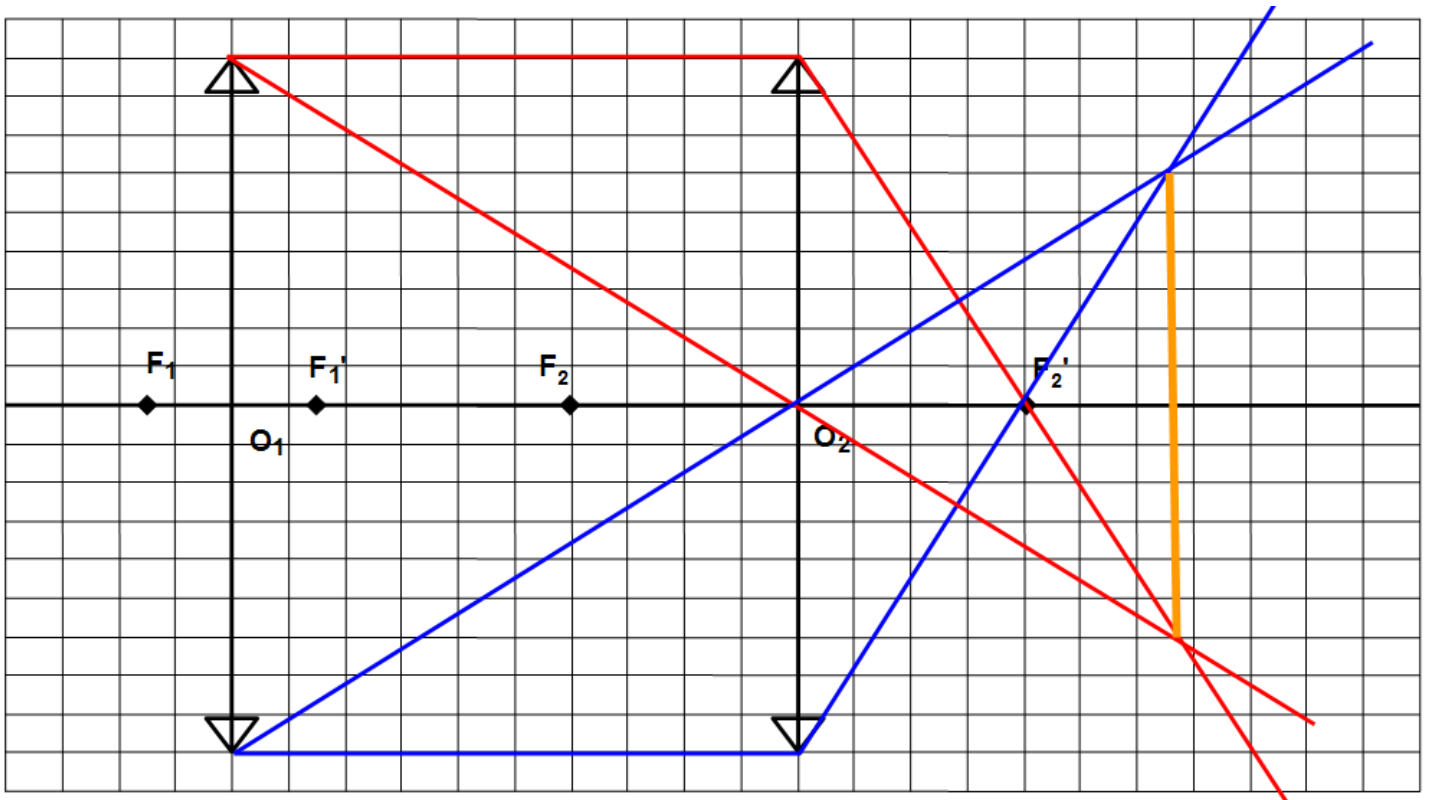
$$\frac{1}{O_1A} = \frac{1}{6,0 \cdot 10^{-2}} - \frac{1}{2,0 \cdot 10^{-2}} = -33,3 \quad \overline{O_1A} = -3,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

- Construire A₁B₁ et A'B'
- Lequel des deux microscopes envisagés est le meilleur ? Pourquoi ?
Le 1^{er} microscope est le meilleur, les rayons qui en ressortent y sont plus inclinés par rapport à l'axe

optique ; l'angle α' est plus important que dans le second microscope, le grossissement sera meilleur.

III. Position de l'œil – cercle oculaire :

- Le cercle oculaire correspond à l'image de l'objectif à travers l'oculaire. Construire sur le schéma suivant le cercle oculaire.



- Calculer sa position.

$$\frac{1}{\overline{O_2 O_1'}} - \frac{1}{\overline{O_2 O_1}} = \frac{1}{f'_2} \quad \frac{1}{\overline{O_2 O_1'}} = \frac{1}{\overline{O_2 O_1}} + \frac{1}{f'_2}$$

A.N. $\frac{1}{\overline{O_2 O_1'}} = \frac{1}{-0,10} + \frac{1}{0,040} = 15 \quad \overline{O_2 O_1'} = 6,710^{-2} m$

- Rappeler l'intérêt de placer l'œil au niveau du cercle oculaire.
Voir lunette

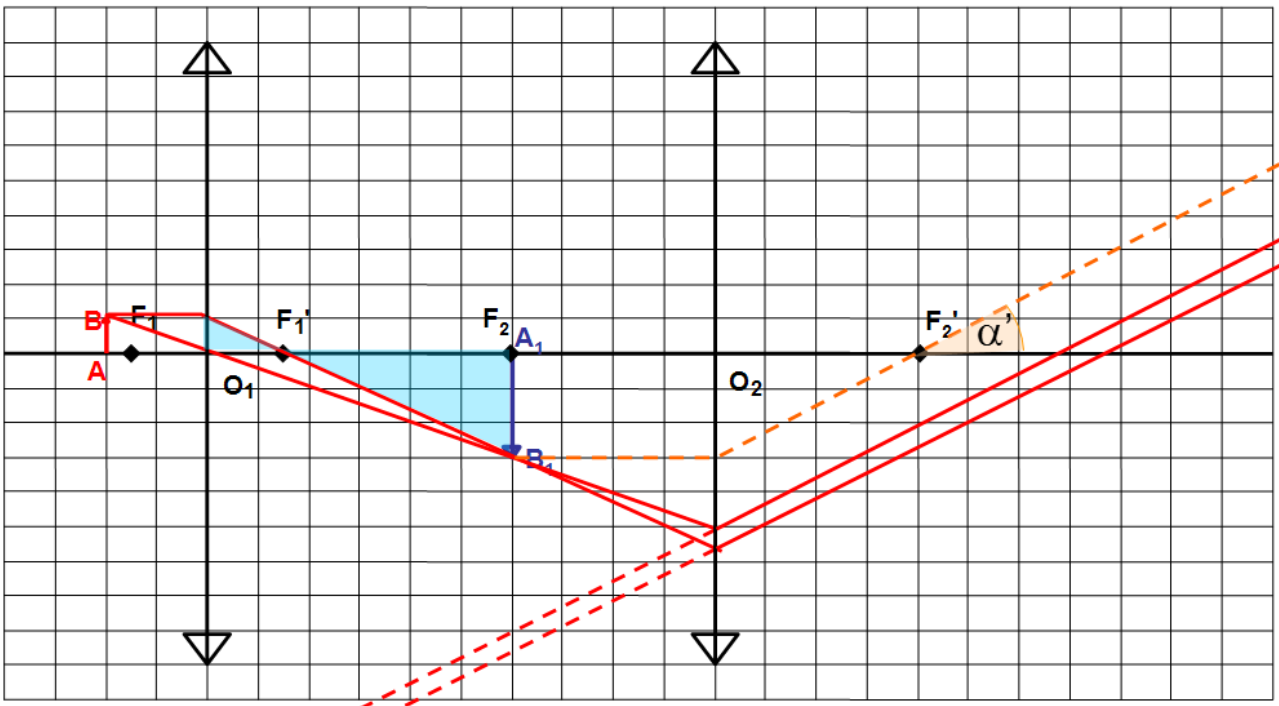
IV. Grossissement du microscope :

1. Observation de l'objet AB à l'œil nu, sans microscope :

- Quelle est la distance minimale à laquelle on peut placer l'objet AB de l'œil pour le voir nettement ?
Il faut placer l'objet au PP (punctum proximum), soit à $d_m = 25,0 \text{ cm}$ en avant de l'œil (normal).
- Calculer l'angle α sous lequel on voit alors l'objet. (faire un schéma)
Pour des objets suffisamment petit, l'angle α est petit et on peut faire l'approximation : $\alpha \approx \tan \alpha$
avec $\tan \alpha = \frac{AB}{d_m}$ soit $\alpha \approx \frac{AB}{d_m}$

2. Observation de l'image A'B' avec le microscope :

- Indiquer sur le schéma l'angle α' sous lequel on voit l'image à travers le microscope



- Proposer un calcul pour cet angle ; réaliser le calcul

$$\alpha' \approx \frac{A_1 B_1}{f_2}$$

3. Grossissement G :

- Donner la définition mathématique du grossissement G du microscope :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{A_1 B_1}{f_2} \times \frac{d_m}{AB}$$

En appliquant Thalès dans les deux triangles bleus : $\frac{A_1 B_1}{AB} = \frac{F_1' F_2}{f_1'} = \frac{\Delta}{f_1'}$ en notant $\Delta = F_1' F_2$

D'où $G = \frac{d_m \cdot \Delta}{f_1' f_2}$ soit $G = \frac{0,25 \cdot \Delta}{f_1' f_2}$

- Calculer ce grossissement pour le microscope étudié
 $G = 18,75$