

Activité  
expérimentale

## Modélisation du microscope sur banc d'optique

- On utilise couramment de nombreux systèmes optiques destinés à transformer un objet réel en une image aussi grande que possible. Le but recherché est d'obtenir l'image d'un objet qu'il est difficile d'observer directement, de manière la plus la plus fidèle possible. Le choix d'un instrument dépendra essentiellement de l'objet lui-même (objet rapproché ou éloigné, petit ou grand).

### DOC1/ Grandissement d'un instrument d'optique

Certains systèmes optiques donnent **une image réelle** de l'objet observé (*l'image se forme sur un écran*):

- objectif d'un appareil photo, système de projection, caméra...

↳ Lorsque l'on peut observer une image sur un écran, cette image peut être mesurée. On définit alors le grandissement de l'instrument par la relation

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} \quad (\text{Sans unité})$$

→ A'B' : taille de l'image sur l'écran  
→ AB : taille de l'objet observé

### DOC2/ Grossissement d'un instrument d'optique

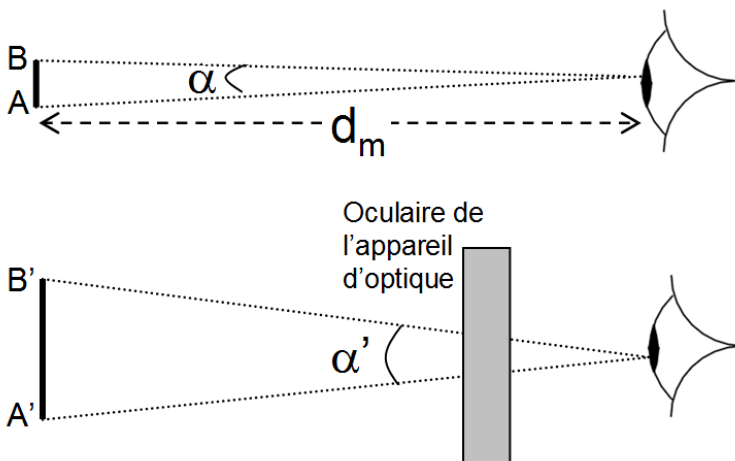
Certains systèmes optiques donnent **une image virtuelle** de l'objet observé (*pour observer l'image, il faut regarder à travers l'objectif de l'instrument*):

- loupe, microscope, télescope ou lunette astronomique...

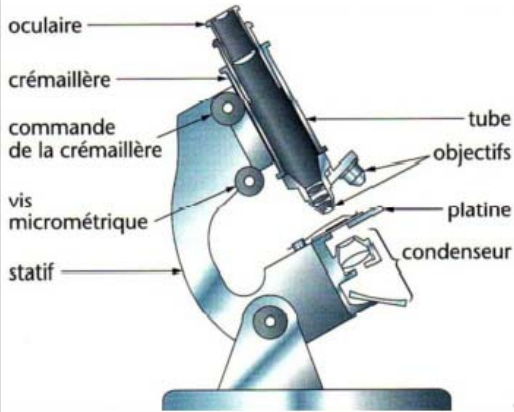
↳ Lorsque l'on ne peut pas observer l'image sur un écran, on ne peut pas mesurer sa taille (cas de la loupe, du microscope...). On ne parle pas de grandissement de l'appareil d'optique mais de son grossissement :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} \quad (\text{Sans unité})$$

→  $\alpha$  représente l'angle sous lequel on voit l'objet AB à l'œil nu, lorsque l'objet est placé à la distance minimale de vision distincte  $d_m$   
→  $\alpha'$  représente l'angle sous lequel on voit l'image A'B' au travers de l'appareil



### DOC3/ Description du microscope



• Un microscope est constitué principalement de l'association de **deux systèmes optiques convergents**, centrés sur le même axe optique, l'**objectif** et l'**oculaire** :



#### L'objectif

- C'est une lentille convergente de courte focale (quelques mm)
- Un dispositif de rotation permet de changer d'objectif.



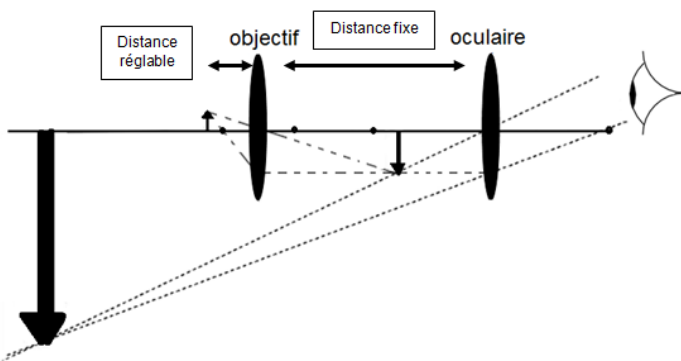
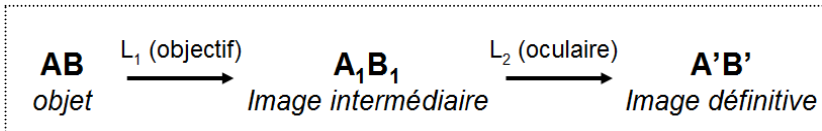
#### L'oculaire

- C'est une lentille convergente de plus grande focale (quelques cm)

- En général, un microscope dispose de plusieurs objectifs et oculaires permettant d'obtenir de nombreux **grossissements**.
- La mise au point consiste à déplacer le bloc **{objectif-tube-oculaire}** à l'aide des boutons de réglage grossier (*bouton de commande de la crémaillère*) puis de réglage fin (*à l'aide du bouton de commande de la vis micrométrique*).

L'objet est **examiné par transparence** il faut alors **l'éclairer fortement** en concentrant sur lui la lumière au moyen d'un miroir orientable, associé souvent à un système optique convergent appelé **condenseur**

### DOC4/ Principe de fonctionnement du microscope



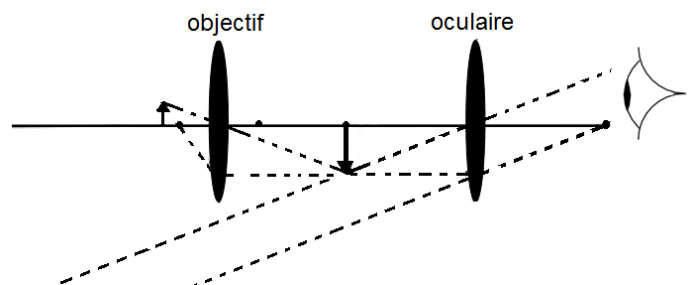
- Un objet AB placé à proximité du foyer de l'objectif donne une image intermédiaire  $A_1B_1$ , réelle, agrandie, renversée située dans le corps cylindrique du microscope

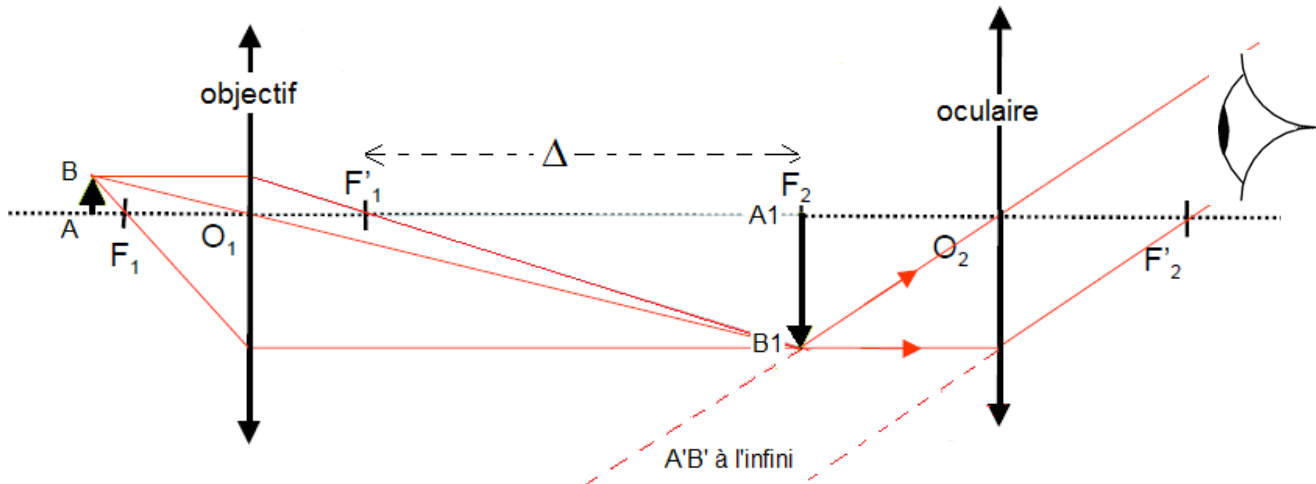
- L'oculaire joue le rôle d'une loupe qui grossit l'image intermédiaire  $A_1B_1$  formée par l'objectif et forme une image finale virtuelle  $A'B'$ .

• L'œil doit pouvoir regarder l'image finale  $A'B'$  sans accommoder (vision moins fatigante pour l'œil).

Dans ce cas, les rayons provenant de l'image finale  $A'B'$  doivent arriver dans l'œil parallèles entre eux : l'image intermédiaire  $A_1B_1$  doit se trouver sur le foyer de l'oculaire.

↳ Lors de la mise au point, on déplace l'objectif de l'objet, afin que l'image intermédiaire arrive sur le foyer objet de l'oculaire





### Les lentilles du microscope modélisé

• Pour modéliser le microscope sur le banc d'optique, on utilise deux lentilles : une de **10 δ** et l'autre de **20 δ**.

→ D'après la description du microscope, laquelle constitue l'objectif, laquelle sera l'oculaire ?

→ Calculer les distances focales correspondantes.

### Etude expérimentale

• Positionner les lentilles suivant les indications :

- **objet** : petit trait de **5 mm** de hauteur dessiné sur du papier calque et positionné devant la lanterne

- **objectif**  $L_1$  : Lentille de focale  $f_1' = 5 \text{ cm}$  placé sur la graduation « **200** » du banc d'optique

- **oculaire**  $L_2$  : Lentille de focale  $f_2' = 10 \text{ cm}$  placé sur la graduation « **500** » du banc d'optique

- **distance**  $O_1O_2$  entre les deux lentilles, valeur constante, fixée à **30 cm**

→ Afin d'observer une **image définitive**  $A'B'$  à l'**infini** (observation sans fatigue de l'œil), où doit être placée l'image intermédiaire  $A_1B_1$  par rapport à l'oculaire ?

→ En déduire la valeur de  $\overline{O_1A_1}$

• Placer un écran sur le banc d'optique à l'endroit où doit se former l'image intermédiaire  $A_1B_1$ .

• Déplacer l'objet AB (donc la lampe) jusqu'à obtenir l'image intermédiaire  $A_1B_1$  nette sur l'écran.

→ Déterminer la distance  $\overline{O_1A}$  séparant l'objet de la lentille  $L_1$

→ Noter la taille de l'image  $A_1B_1$  sur l'écran.

• Retirer l'écran ; regarder au travers de la lentille  $L_2$  (jouant le rôle de l'oculaire du microscope), afin d'observer l'image finale  $A'B'$ .

### Etude théorique

→ Calculer  $\overline{O_1A}$  la position de l'objet AB, en appliquant la relation de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{O_1A_1}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{f_1}$$

→ Calculer  $\overline{A_1B_1}$  la taille de l'image intermédiaire, en appliquant la relation :

$$\frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}}$$

### Modélisation sur papier millimétré

échelle 1 verticalement

échelle 1/2 horizontalement

→ Sur une feuille de papier millimétré, représenter :

- les lentilles  $L_1$  et  $L_2$  avec leurs foyers respectifs

- l'objet AB

- l'image intermédiaire  $A_1B_1$

- les rayons lumineux partant de AB et arrivant à  $A_1B_1$

- les rayons lumineux permettant de montrer la formation de l'image définitive  $A'B'$  à l'infini

## Grandissement de l'objectif

→ Calculer le grandissement de l'objectif

$$\gamma_{\text{objectif}} = \frac{A_1 B_1}{AB}$$

## Grossissement de l'oculaire

→ Calculer le grossissement de l'oculaire

$$G_{\text{oculaire}} = \frac{d_m}{f_2'}$$

Avec  $d_m$  distance minimale de vision distincte

( $d_m = 25 \text{ cm}$ )

## Grossissement du microscope

• L'objectif et l'oculaire sont placés aux deux extrémités du tube optique : **la distance constante qui sépare  $F_1'$  (le foyer image de l'objectif) et  $F_2$  (le foyer objet de l'oculaire) est appelée intervalle optique**  $\Delta = \overline{F_1' F_2}$

→ Déterminer la valeur de l'intervalle optique  $\Delta$

• On peut montrer que le grossissement du microscope se calcule à partir de l'une des formules suivantes :

$$G = \gamma_{\text{objectif}} \times G_{\text{oculaire}}$$

$$G = \frac{\Delta \times d_m}{f_1' \times f_2'}$$

→ Calculer le grossissement du microscope en utilisant ces deux formules

## Applications

### EX1

Un microscope de laboratoire est constitué d'un objectif de focale  $f_1' = 4 \text{ mm}$  et d'un oculaire de focale  $f_2' = 2,5 \text{ cm}$

→ Calculer le grossissement du microscope sachant que l'intervalle optique  $\Delta$  vaut  $16 \text{ cm}$

### EX2

$L_1$  : lentille convergente de focale  $f_1' = 1,5 \text{ cm}$  (jouant le rôle de l'objectif du microscope)

$L_2$  : lentille convergente de focale  $f_2' = 2,0 \text{ cm}$  (jouant le rôle de l'oculaire du microscope)

$L_1$  de centre optique  $O_1$  est à  $5,0 \text{ cm}$  de  $L_2$  de centre optique  $O_2$ .

Un objet **AB** de taille  $1,0 \text{ cm}$  est devant  $L_1$ , à  $2,5 \text{ cm}$  de  $O_1$

La lentille  $L_1$  donnera de l'objet **AB** une image **A'B'** ; cette image servira d'objet pour  $L_2$ .

1) schématiser le dispositif en indiquant :

- les 2 lentilles  $L_1$  et  $L_2$
- les centres optiques  $O_1$  et  $O_2$
- les foyers  $F_1, F_1', F_2$  et  $F_2'$
- l'objet **AB**

2) Calculer :

- la distance séparant l'image **A'B'** de  $L_1$
- la taille de **A'B'**

3) Représenter **A'B'** sur la figure

4) Calculer :

- la distance séparant l'image **A''B''** de  $L_2$
- la taille de **A''B''**

5) Représenter **A''B''** sur la figure

6) Où doit-on placer l'œil qui permet de voir l'image finale **A''B''** ?

7) Quel est le grossissement du microscope ?