

1 Description

Le microscope est un instrument permettant d'obtenir un grossissement beaucoup plus important qu'une simple loupe. Il comporte deux groupes de lentilles, l'**objectif** et l'**oculaire**. Sans entrer dans le détail, on peut comprendre le fonctionnement du microscope à l'aide d'un modèle simplifié, dans lequel on remplace objectif et oculaire par deux lentilles minces.

L'objectif permet de former une image agrandie $A'B'$ de l'objet AB et l'oculaire joue le rôle d'une loupe à travers laquelle on observe cette image (figure 13.9). L'objectif a une distance focale très petite (de l'ordre du cm), il permet donc d'obtenir une image très agrandie de l'objet. Ce grandissement est toutefois limité par les dimensions de l'instrument. Cette image est un objet réel pour l'oculaire et on regarde l'image finale virtuelle.

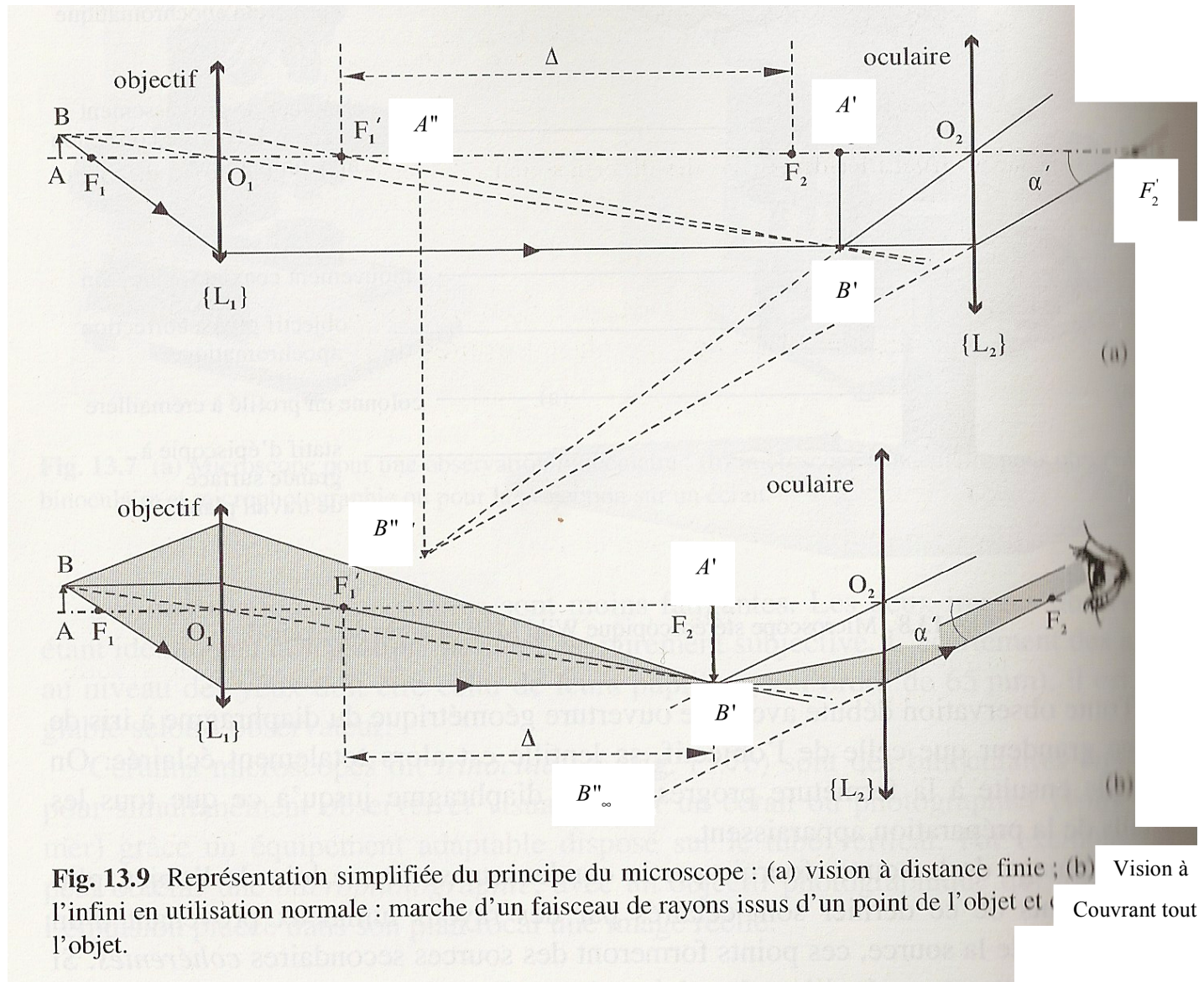


Fig. 13.9 Représentation simplifiée du principe du microscope : (a) vision à distance finie ; (b) Vision à l'infini en utilisation normale : marche d'un faisceau de rayons issus d'un point de l'objet et couvrant tout l'objet.

Le grossissement du microscope est défini comme pour une loupe, c'est le rapport entre l'angle d'observation de l'image finale et l'angle d'observation de l'objet à l'œil nu. Pour définir le grossissement commercial, on fixe les conditions d'observation : l'image finale est observée à l'infini (figure 13.9 b) et l'objet est observé à l'œil nu à 25 cm (au PP). On a donc :

$$G_c = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\tan \alpha'}{\tan \alpha} = \frac{(A'B'/f_2)}{(AB/0,25)} = \frac{A'B'}{AB} \frac{1}{4f_2}.$$

Ici les calculs sont effectués sans algébrisation des valeurs, toutes les grandeurs sont comptées positives. On obtient finalement la relation importante des microscopes :

$$G_c = \gamma_1 G_2$$

Le grossissement commercial est donc égal au produit du grandissement transversal de l'objectif par le grossissement commercial de l'oculaire. Le grossissement réel, dans une utilisation particulière du microscope, dépend du réglage de l'appareil lui-même et de l'œil qui observe (jeune, vieux, qui accommode ou non.....). On calcule le grossissement du microscope en supposant qu'un œil emmétrope (« normal ») au repos regarde dans l'oculaire. L'image intermédiaire $A'B'$ doit alors être placée au foyer de l'oculaire afin que l'image finale que voit l'œil $A''B''$, soit à l'infini. On peut évaluer γ_1 d'après les rapports dans les triangles semblables de la figure 6.52 :

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{L}{f_1},$$

où L est la distance entre les deux foyers, appelée **longueur optique de l'appareil**. On obtient avec les résultats précédents :

$$G_c = L / (4f_1f_2)$$

Un calcul algébrique donnerait $G_c < 0$, en effet l'image est inversée ce qui ne gêne nullement lorsqu'on observe des cellules ou des molécules.

Un microscope de laboratoire se présente généralement sous la forme de la figure ci-dessous.

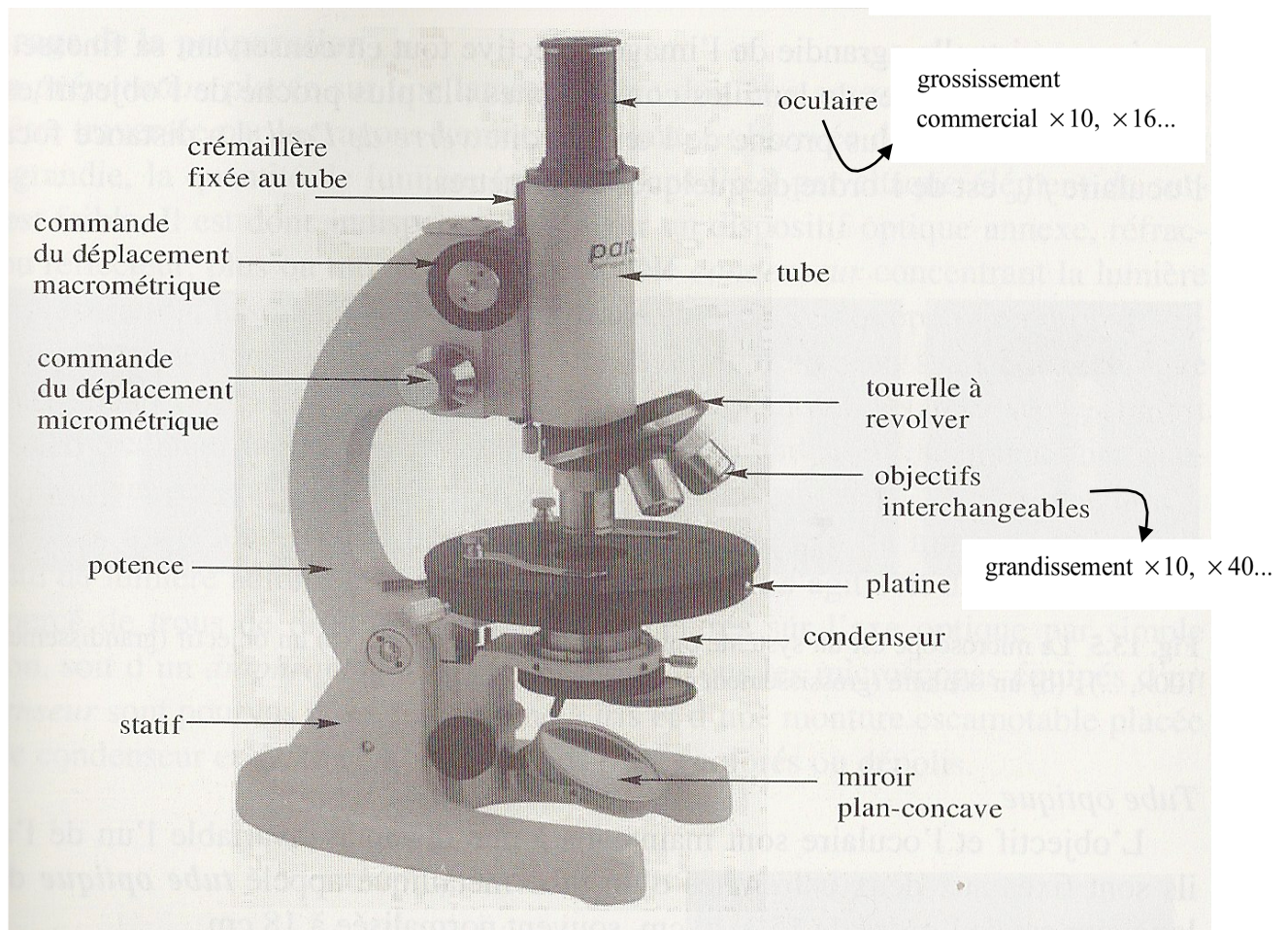


Fig. 13.4 Microscope classique d'initiation : la potence est inclinable à 90°, le tube optique mobile comporte un oculaire de type Huygens (10×) grand champ et trois objectifs interchangeables (40×, 100× et 400×) montés sur une tourelle à revolver, la platine est fixe par rapport au statif.

Outre le microscope on dispose du matériel suivant :

- Plusieurs objectifs sur la tourelle porte objectif
- Un oculaire simple, un oculaire à micromètre comportant une graduation au 1/10° de mm
- Une chambre claire
- Un micromètre d'objectif (graduation au 1/100° mm portée par une lame de verre)
- Une lampe
- Un mètre
- Une feuille de papier millimétrique

PRECAUTION D'EMPLOI :

Pour toute observation, commencer par l'objectif de plus faible grandissement, centrer l'objet à observer, passer à l'objectif supérieur en regardant la préparation de profil pour approcher la frontale de l'objectif au ras de celle-ci. Placer ensuite l'œil à l'oculaire et remonter le tube jusqu'à apparition de l'image. Parfaire la mise au point avec la vis micrométrique. Si on n'observe pas d'image, ne jamais abaisser le tube en laissant l'œil à l'oculaire, mais repasser à une observation de profil.

2 But du TP

On se propose de vérifier la relation $G_c = \gamma_1 G_2$. La valeur de γ_1 est gravée sur l'objectif et la valeur de G_2 sur l'oculaire. On se propose ensuite de mesurer la dimension d'un objet : le diamètre d'un cheveu.

3 Mesure du grossissement commercial du microscope, utilisation de la chambre claire

3-1 Mise en place



Choisir l'oculaire de grossissement commercial $\times 6$, y adapter la chambre claire. Le dispositif de la chambre claire se monte à l'extrémité du tube porte-oculaire. Il comprend 2 miroirs orientés à 45° sur l'axe optique, parallèles entre eux. Ainsi, l'œil peut voir simultanément l'image $A''B''$ de l'objet AB à travers le microscope et l'image d'une feuille de papier millimétré (voir schéma ci-dessous).



Choisir l'objectif de grandissement transversal $\times 10$. Placer le micromètre sur la platine avec précaution. Placer une feuille de papier millimétré sur la table et mettre au point de façon à voir nettement et simultanément les images du micromètre d'objectif et d'une portion de la feuille ; Doser les éclairages de l'objet et de la feuille.

3-2 Calculs

L'œil est placé en O , à la distance $D+x$ de la table.



Montrer que l'image de la feuille de papier millimétrique donnée par la chambre claire est à la distance $D' = D+d+x$ de l'œil et de grandissement 1.

On voit nettes simultanément l'image de la feuille donnée par la chambre claire et celle $A''B''$ du micromètre AB donnée par le microscope : $A''B''$ est à la distance D' de l'œil.



Montrer que le grossissement du microscope est :

$$G \equiv \beta/\alpha = \gamma d_m / D' \text{ où } \gamma = A''B''/AB,$$

Avec γ le grandissement du microscope en entier, à ne pas confondre avec celui de l'objectif.

3-3 Mesures

Le point O , position de l'œil, est déterminé par le **cercle oculaire** : cercle voisin du plan focal image de l'oculaire où passent tous les rayons issus du microscope : La pupille reçoit alors un maximum de lumière. Le cercle oculaire est en fait l'image de l'objectif à travers l'oculaire.

a) Mesure de la valeur absolue du grandissement du microscope (γ)



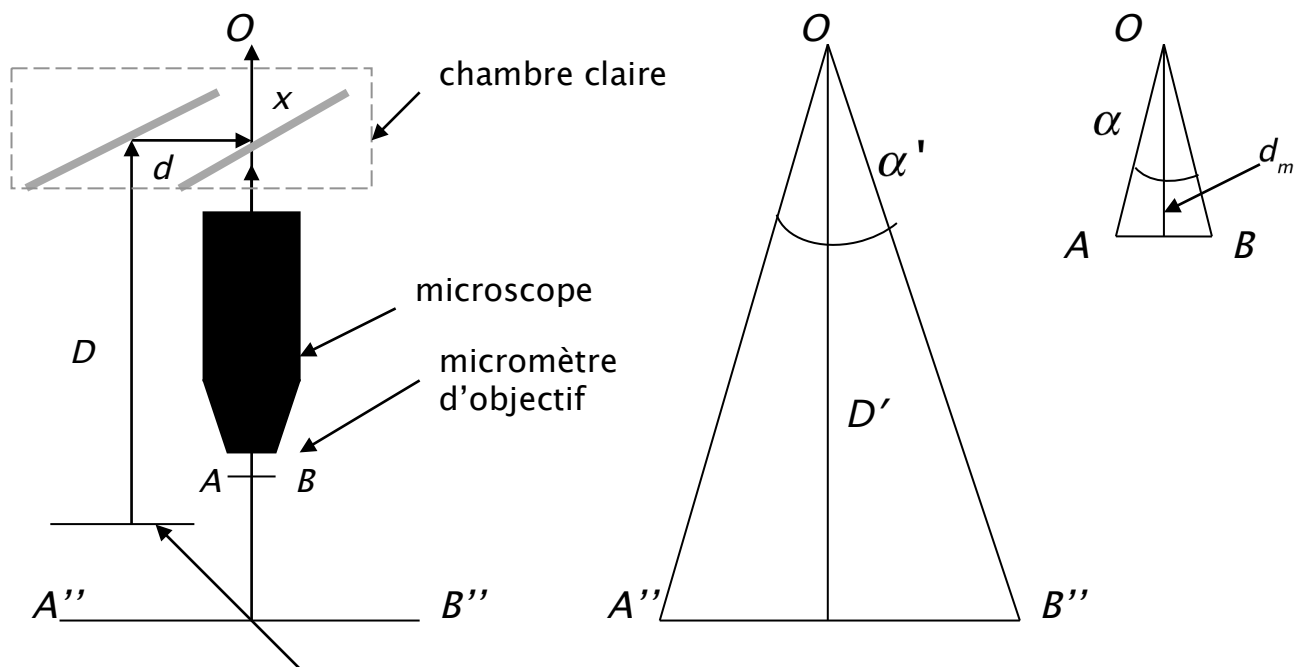
Il suffit de pointer au crayon sur la feuille de papier millimétré les images $A''B''$ de deux traits du micromètre séparant n petites graduations (par exemple $n=30$) et de lire la distance $A''B''$ sur la feuille, donc en grandeur réelle, soit N millimètre. Chaque petite graduation du micromètre représentant 0,01 mm :

$$\gamma \equiv A''B''/AB = N \text{ (mm)} / n \text{ 0,01 (mm)} = 100 N/n.$$

b) Mesure de la distance $D' = D+d+x$



Avec $d = 20$ mm (regarder si le constructeur indique une valeur ou faire une mesure), il s'agit de mesurer la distance $D+x$ de l'œil à la table : cette mesure de peut qu'être approximative (d'autant plus que le rayon du papier millimétré vers la chambre claire est incliné).



feuille de papier millimétré qu'il faut déplacer verticalement, l'observateur fait alors la mise au point afin qu'il accomode sur la distance d'observation D'

b) Calcul du grossissement du microscope

😊 Evaluer G . Bien que l'image $A''B''$ ne soit pas à l'infini, comparer cette valeur du grossissement commercial G_c introduite au paragraphe 1.

4 Mesure de la dimension d'un objet : utilisation de l'oculaire micrométrique

4-1 Principe de l'utilisation de l'oculaire micrométrique : mesure de la valeur de grandissement transversal de l'objectif

⚠ Enlever la chambre claire et l'oculaire précédent, remplacer ce dernier par l'oculaire micrométrique de grossissement commercial $\times 10$. Chaque petite graduation du micromètre oculaire représente 0.1 mm.

⚠ Conserver le même objectif que précédemment. Régler l'oculaire de façon à voir le micromètre net, sans accommoder.

⚠ Mettre au point le microscope de façon à voir nets et simultanément le micromètre oculaire et le micromètre objectif : l'image de ce dernier par l'objectif est dans le plan du micromètre oculaire.

⚠ Faire correspondre N divisions du micromètre oculaire et n divisions du micromètre d'objectif. L'objet AB est le micromètre objectif de dimension $n \times 0.01$ mm; son image intermédiaire $A'B'$ se mesure dans le plan du micromètre oculaire, sa dimension est $N \times 0.1$ mm.

😊 En déduire la valeur absolue (non algébrique) du grandissement transversal de l'objectif

$\gamma_1 = \frac{A'B'}{AB}$ en fonction de N et n . L'évaluer et comparer à la valeur gravée sur l'objectif.

4-2 Mesure du diamètre d'un cheveu

⚠ Enlever le micromètre d'objectif avec soin et le remplacer par un cheveu entre un porte objet et un couvre objet. Superposer l'image de l'objet avec N divisions du micromètre oculaire (les réglages précédents n'ont pas à être retouchés).

😊 Exprimer le diamètre inconnu d du cheveu en fonction de N et de γ_1 . En déduire $d = 0.01N$ en mm ($\gamma_1 = 10$).