

## LE MICROSCOPE OPTIQUE

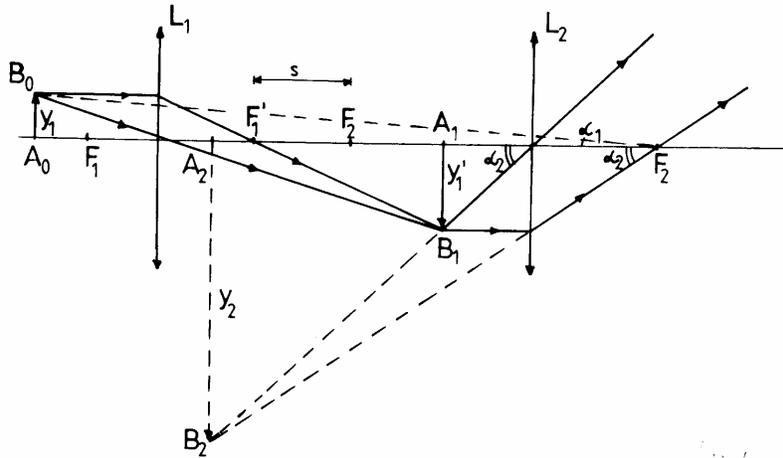
### 1. Objectifs

- 1.1. l'étude du microscope
- 1.2. la détermination du grossissement du microscope
- 1.3. la détermination du diamètre d'un tube capillaire

### 2. Rappels théoriques

Le microscope peut être représenté par deux systèmes optiques centrés bien distincts. Le premier, près de l'objet, est **l'objectif**; le second, **l'oculaire**, a pour rôle de faciliter l'observation visuelle de l'image donnée par l'objectif. Le microscope optique peut être schématisé par deux lentilles minces convergentes de même axe, l'une  $L_1$ , l'objectif de focale  $f_1$ , l'autre  $L_2$  l'oculaire de focale  $f_2$ . Le foyer image de l'objectif  $F_1'$  et le foyer objet de l'oculaire  $F_2$  sont distants de  $s$ . Un observateur, l'œil placé au foyer image de  $L_2$ , examine un petit objet  $A_0B_0$ , le point objet  $A_0$  étant situé sur l'axe optique (fig. 1).

L'objectif donne une image réelle  $A_1B_1$ , qui peut être considérée objet pour l'oculaire.  $A_1B_1$  doit être située entre le foyer objet de l'oculaire ( $F_2$ ) et l'oculaire même, ainsi que l'image finale  $A_2B_2$  est virtuelle.



**Figure 1**

**La puissance intrinsèque** d'un instrument est:

$$P = \frac{\operatorname{tg} \alpha_2}{y_1} = \frac{y_1'}{y_1 \cdot f_2} \quad (1)$$

où  $\alpha_2$  est l'angle sous lequel on voit l'image donnée par l'instrument et  $y_1$  – la dimension de l'objet,  $y_1'$  – la dimension de l'image dans l'objectif.

**Le grossissement** (le grandissement angulaire) est le rapport

$$G = \frac{\operatorname{tg} \alpha_2}{\operatorname{tg} \alpha_1} \quad (2)$$

où  $\alpha_2$  est l'angle sous lequel on voit l'image donnée par l'instrument (le diamètre apparent de l'image) et  $\alpha_1$  est l'angle sous lequel on voit l'objet à l'œil nu (le diamètre apparent de l'objet). Mais  $\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{y_1'}{f_2}$  (parce que les

rayons émergentes de l'oculaire sont presque parallèles) et  $\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{y_1}{\delta}$ ,

$\delta$  étant la distance minimale de vision distincte,  $\delta = 0,25$  m.

Il en résulte que le grossissement du microscope est:

$$G = \frac{y_1'}{f_2} \cdot \frac{\delta}{y_1} = P \cdot \delta = \frac{P}{4} \quad (3)$$

où, comme  $\frac{y_1'}{y_1} = |\beta_1|$  est le grandissement transversal de l'objectif et

$\frac{\delta}{f_2} = G_2$  est le grossissement de l'oculaire,

$$G = |\beta_1| \cdot G_2 \quad (4)$$

Par exemple, le constructeur fixe, en général, la valeur de  $s$  à 16 cm; si  $f_1 = 1$  cm et  $f_2 = 2,5$  cm, alors  $|\beta_1| = 16$ ,  $G_2 = 10$ ;  $G = 160$ .

Si l'œil est placé à la distance minimale de vision distincte même dans le foyer  $F_2$ ,  $f_2 = \delta$  et le grossissement devient

$$G = \frac{y_1'}{y_1} \quad (5)$$

Comme l'image observée dans un microscope est très agrandie, la quantité de lumière envoyée dans l'œil par chaque élément de surface est faible. Aussi il est nécessaire d'éclairer l'objet à l'aide d'un système optique annexe, appelé **condenseur**.

### L'ouverture numérique

$$O.N. = n_0 \sin u_0$$

où  $u_0$  est le demi – angle du cône de lumière qui tombe sur l'instrument. Une valeur courante de l'ouverture numérique est  $O.N. = 0,8$ . Sur la monture métallique de l'objectif on peut lire deux valeurs qui représentent le grandissement transversal et l'ouverture numérique (par exemple:  $60 \times 0,8$ ).

**La résolution théorique** est le plus petit détail visible de l'objet observé, c'est-à-dire détectable à l'aide de l'instrument. Pour le microscope

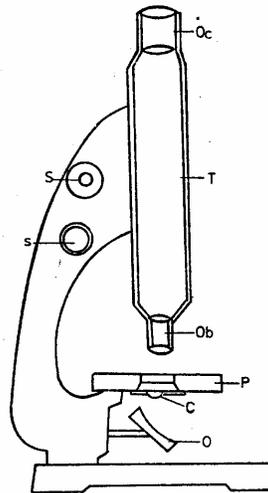
$$\varepsilon = \frac{1,22 \lambda}{2 O.N.}, \text{ où } \lambda \text{ est la longueur d'onde de la lumière utilisée.}$$

Pour obtenir une  $O.N.$  plus grande il est nécessaire d'agrandir  $n_0$  et  $u_0$ ; on peut obtenir un indice  $n_0$  plus grand par l'immersion de l'objet dans un liquide d'indice voisin de celui de la lentille (l'objectif à immersion); pour agrandir l'angle  $u_0$  on peut utiliser des objectifs avec des grands diamètres mais les aberrations géométriques limitent ces diamètres.

### 3. Le dispositif expérimental

On a besoin d'un microscope optique, d'une chambre claire, d'une règle graduée, de quelques tubes capillaires, d'une petite table auxiliaire et d'une échelle micrométrique.

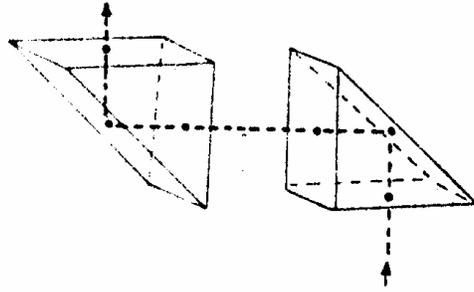
**Le microscope** est représenté schématiquement dans la figure 2.



**Figure 2**

Oc – oculaire; Ob – objectif; S – vis grossière; s – vis fine; P – la table du microscope; C – condenseur; O – miroir

**La chambre claire** est formée de deux prismes à réflexion totale dont la section est un triangle rectangle isocèle (fig. 3). L'hypoténuse se comporte comme un miroir, car l'angle d'incidence de  $45^\circ$  est supérieur à l'angle limite  $\hat{l}$  qui est d'environ  $42^\circ$ .



**Figure 3**

La chambre est placée au dessus de l'oculaire ainsi que on peut voir simultanément deux images: celle-là de l'objet – donnée par le microscope, et celle – là d'un autre objet (par exemple la règle graduée) placé sur la table auxiliaire.

#### **4. Manipulation**

**4.1.** On place l'échelle micrométrique sur la table du microscope P et on manœuvre soigneusement les vis S et s jusqu'à ce que l'image des divisions de l'échelle sont claires.

Après que l'image est "mise au point", avec la chambre claire on superpose l'image de l'échelle micrométrique et l'image de la règle graduée. On note le nombre de millimètres de la règle  $y_1'$  et le nombre correspondant des divisions de l'échelle  $n$ .

En connaissant que la distance entre deux divisions est 0,01 mm, on obtient  $y_1 = 0,01n$ .

En utilisant la formule (5), on peut calculer le grossissement du microscope. On répète 10 fois l'opération décrite et on calcule la valeur moyenne

$$\overline{G} = \frac{\sum_{i=1}^{10} G_i}{10} \quad (6)$$

**4.2.** Pour déterminer le diamètre d'un tube capillaire, on place sur la table du microscope le tube et on dessine l'image de la section du tube sur une feuille de papier placée sur la table auxiliaire dont l'image est visible par la chambre claire.

On mesure le diamètre de l'image  $D$  et, en utilisant la valeur du grossissement obtenue antérieurement, on calcule le diamètre du tube:

$$d = \frac{D}{\overline{G}} \quad (7)$$

Le contour n'étant pas parfaitement circulaire, il faut mesurer quelques valeurs du  $D$ , sur quelques directions et obtenir une valeur moyenne, qui s'utilise en (7).