

## Les instruments d'optique

Tout instrument d'optique d'observation a comme but principal d'améliorer la perception des détails d'un objet ; pour cela il substitue à l'objet ; une image virtuelle de diamètre apparent plus grand . On dit qu'il grossit. Les instruments qui sont destinés à l'observation des objets petits et rapprochés sont : la loupe et le microscope.

### 1.LOUPE

La loupe est le plus simple des instruments d'optique, elle est constituée par une lentille convergente de petite distance focale .Pour obtenir une image virtuelle agrandie , il faut placer l'objet entre le plan focal objet et la loupe.

La latitude de mise au point :

Pour voir nettement l'image il faut celle-ci soit à une distance de l'œil comprise entre PP et PR.

def : la latitude de mise au point est la distance de deux positions extrêmes entre lesquelles on peut déplacer l'objet pour que l'image puisse toujours être observée par l'œil.

Exemple : Un observateur pour lequel  $\Delta=4\text{m}$  et  $\delta=20\text{cm}$  observe un objet à l'aide d'une loupe de  $4\text{cm}$  de distance focale. Calculer la latitude de mise au point.

Dans la vision au PR, l'œil étant placé au foyer de la loupe, on aura :  $q_1=-(400-4)=-396$

La position de l'objet sera donnée par :  $1/p_1 + 1/-396 = 1/4$  d'où  $p_1=3.96$

Pour la vision au PP, on aura de même :  $q_2=-(20-4)=-16$

$1/p_2 + 1/-16 = 1/4$  d'où  $p_2=3.2$  la latitude de mise au point vaut  $P_1-P_2= 0.76\text{cm}$

Puissance :

La puissance d'une loupe est le rapport du diamètre apparent de l'image à la longueur de l'objet  $AB$   
 $P=\alpha'/AB$  en dioptrie

En particulier : l'œil observe une image à l'infini (œil normal qui n'accomode pas). L'objet doit alors être situé dans le plan focal objet de la loupe. Tous les rayons // entre eux et quelque soit la position de l'œil, l'image du point B sera toujours vue sous le même angle  $\alpha$ .

$\text{tg } \alpha = \alpha' = AB/f$        $P_i = \alpha'/AB = AB/f \cdot AB$        $P_i = 1/f$  puissance intrinsèque

Grossissement : le grossissement  $G$  est égal au rapport du diamètre apparent de l'image au diamètre apparent de l'objet vu à l'œil nu dans les meilleures conditions, c'est-à-dire lorsque l'objet est à la distance minimale de vision distincte  $\delta$

$G = \alpha' / \alpha$        $G = (\alpha' / \alpha) \cdot (AB/AB) = P \cdot \delta$       donc  $G = P \cdot \delta$

Comme  $G$  varie avec l'observateur, on convient dans le commerce, pour cataloguer les loupes, de choisir  $\delta=25\text{cm}=1/4 \text{ m}$        $G_c = P/4$

### 2.MICROSCOPE

Le microscope est un instrument destiné à observer des objets (microbes, cristaux, ..... ) ou des détails d'objets (cellules, fibres ..... ) dont les dimensions sont de l'ordre de micron. Il est composé de deux systèmes convergents :

Objectif : représenté par une lentille (en réalité, il en comporte plusieurs), très convergent, il a pour distance focale qq's mm.

Oculaire : représenté par une loupe (en réalité, il comporte deux lentilles) de distance focale de l'ordre du centimètre.

Construction de l'image : D'un petit objet  $AB$  l'objectif  $O_1$ , donne une image réelle et renversée  $A'B'$ ,  $\gamma$  fois plus grande que l'objet  $AB$ . C'est cette image intermédiaire qui sert d'objet pour l'oculaire  $O_2$ , fonctionnant comme loupe, elle est placée entre le foyer objet  $Fo_2$  de l'oculaire et la lentille ; L'oculaire en donne une image virtuelle définitive  $A''B''$ , droite par rapport à  $A'B'$  et renversée par rapport à l'objet initial  $AB$  ;

Mise au point : L'objectif et l'oculaire sont fixés à chaque extrémité d'un tube de longueur fixe  $D$  de 16 à 20 cm.

La mise au point se fait alors en déplaçant l'ensemble des deux lentilles par rapport à l'objet.

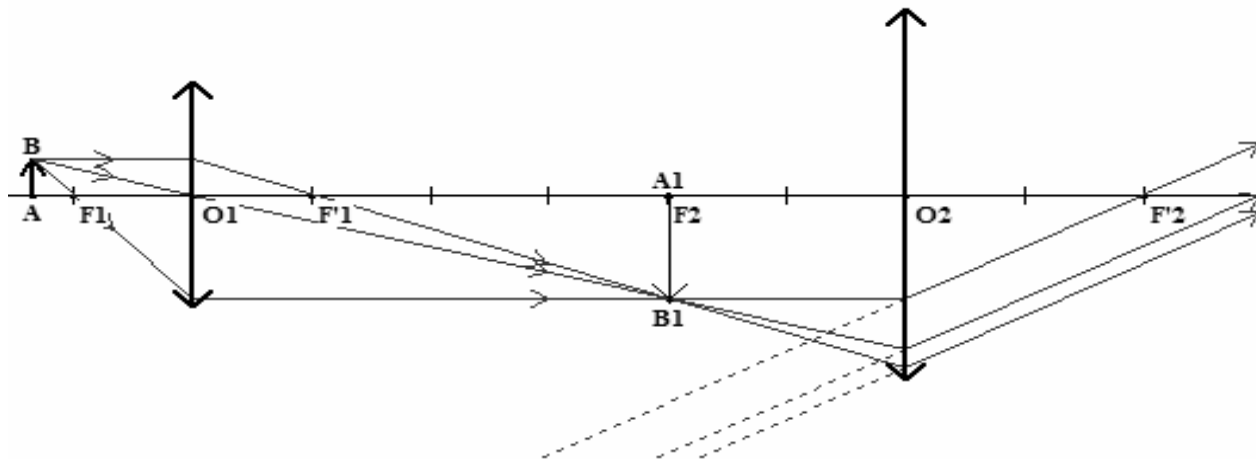
Nous savons que la latitude de mise au point de la loupe est de l'ordre du centimètre ; l'oculaire étant une loupe, cela veut dire que  $A'B'$  peut se déplacer au plus d'environ 1 cm ; mais le grossissement de l'objectif étant considérable, cela correspond à un déplacement très extrêmement petit, de l'ordre de mm.

Puissance :  $P = \alpha'/AB$  elle peut s'écrire aussi  $P = \gamma p$

$\gamma$  : grandissement de l'objectif  
 $p$  : puissance de l'oculaire avec :  $p = \alpha' / A'B'$

$P_i = D / f_1 f_2$  puissance intrinsèque

Grossissement :  $G = P \delta = \alpha' / \alpha$        $G_c = P_i / 4$



Exemple :

Un microscope possède un objectif  $40\times$  ( $\gamma_1 = -40$ ) de focale  $f'_1 = 4$  mm et un oculaire  $10\times$  ( $G_2 = C_2/4 = 10$ ) ; son intervalle optique vaut =  $F'_1 F_2 = 17$  cm.

1. Calculer la distance  $O_1A$  de mise au point pour obtenir une image intermédiaire dans le plan focal objet de l'oculaire. En déduire que l'objet est très proche du foyer objet de l'objectif.
2. Ou se situe l'image définitive ? Quelle est sa nature ? Est-elle droite ou renversée par rapport à l'objet ?
3. Montrer que le grossissement du microscope est donné par  $G = |\gamma_1| \cdot G_2$  puis le calculer.
4. Le plus petit détail vu au microscope correspond à un diamètre apparent  $\alpha' = 3 \cdot 10^{-4}$  rad. Quelle est la taille de l'image intermédiaire correspondante ?
5. En déduire la taille de l'objet correspondant.

1. L'image intermédiaire étant dans le plan focal de l'oculaire,  $A_1$  est confondu avec  $F_2$ . En appliquant la relation de grandissement à l'objectif on obtient :  $O_1A = -O_1A_1/\gamma = -O_1F_2/\gamma = -(O_1F'_1 + F'_1F_2)/\gamma = -(f_1 + D)/\gamma$

Application numérique :  $O_1A = 4,35$  mm, soit un objet placé à 0,35 mm avant  $F_1$ .

2. Puisque l'image intermédiaire, qui sert d'objet pour l'oculaire, est placée dans le plan focal objet de celui-ci, alors l'image définitive se situera à l'infini. Elle est virtuelle (on ne peut pas la recueillir sur un écran) et renversée par rapport à l'objet.

3. En se reportant à la figure du résumé, on a :  $G = \alpha' / \alpha = (A_1B_1/f_2) / (AB/\delta)$   
 $= (A_1B_1/AB) \cdot f_2$   
 $= |\gamma_1| \cdot (1/4) / (1/C_2)$   
 $= |\gamma_1| \cdot C_2/4 = |\gamma_1| G_2$        $G = |\gamma_1| \cdot G_2$

Application numérique :  $G = 40 \times 10 = 400$        $G = 400$

4.  $\alpha' = A_1B_1/f_2$  donc  $A_1B_1 = \alpha' \cdot f_2 = \alpha' / C_2 = \alpha' / 4G_2$        $A_1B_1 = \alpha' / 4G_2$

Application numérique :  $A_1B_1 = 3 \cdot 10^{-4} / 4 \cdot 10 = 7,5 \mu\text{m}$        $A_1B_1 = 7,5 \mu\text{m}$

5. D'après la formule de grandissement de l'objectif, le plus petit détail observable à une taille telle que  $AB = A_1B_1/\gamma_1$

Application numérique :  $AB = 7,5/40 \mu\text{m}$        $AB = 187 \text{ nm}$