

## **CHAPITRE V**

### **La loupe.**

La loupe est une lentille convergente, de courte distance focale ; elle sert à agrandir les images des petits objets pour qu'elles soient vues nettement par l'œil.

### 1- Latitude de mise au point ou profondeur de champ:

L'objet à observer doit être posé entre le foyer objet et la loupe. Toutefois, une position très proche de la loupe rend la vision floue à cause de la limite due au PP de l'observateur. Il existe une position G (voir figure 25), si l'objet est posé en ce point, son image serait au PP. L'objet doit être posé entre le foyer objet et le point G et l'image va apparaître entre  $-\infty$  et le PP.

La distance FG s'appelle « *latitude de mise au point* » ou « *profondeur de champ* » de la loupe.

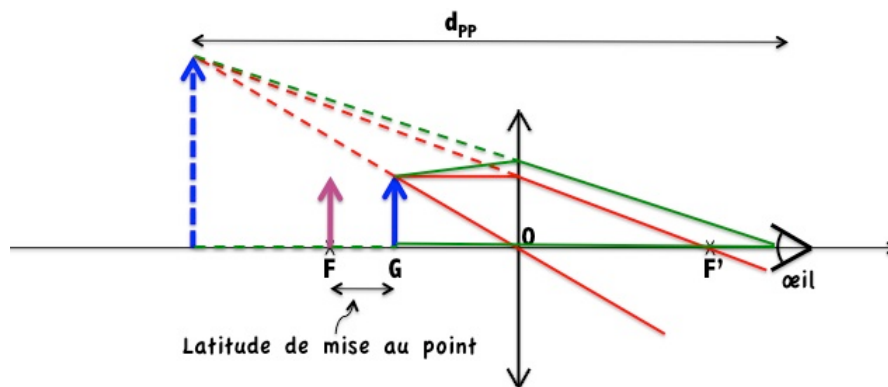


Fig. 25. Latitude de mise au point d'une loupe. L'objet doit être placé entre F et G. S'il est placé en F son image est à l'infini, s'il est placé en G son image est au PP de l'œil.

### 2- Le diamètre apparent :

Le diamètre apparent d'un objet est l'angle sous lequel il est vu. D'une autre manière, c'est l'angle formé entre les deux rayons issus des extrémités de l'objet et qui vont vers l'œil. Dans la figure 26,  $\alpha'$  est le diamètre apparent de l'image de AB à travers la loupe.

Exercice 11 :

La lune est distante de la terre de 384400 km, son diamètre vaut 3474 km. Quel est son diamètre apparent pour un observateur sur terre ?

Solution :  $\alpha = \frac{384400}{3474} = 0,009$  radian

### 3- La puissance :

La puissance d'une loupe est définie comme le rapport entre le diamètre apparent de l'image  $\alpha'$  sur la dimension de l'objet AB :

$$P = \left| \frac{\alpha'}{AB} \right| \quad (42)$$

Puisque l'angle est sans dimension, la puissance a une dimension de l'inverse d'une distance. L'unité de la puissance est la dioptrie, à condition d'exprimer AB en mètre.

#### 4- Puissance intrinsèque ou puissance nominale :

En général, la puissance dépend de la position de l'œil et de l'objet. Cependant, il existe deux cas particuliers pour lesquels la puissance est indépendante de ces positions :

1- L'objet est placé au foyer objet :

Quelque soit la position de l'œil on a (figure 26-a) :

$$\alpha' = \frac{AB}{OF'} \Rightarrow P = \frac{\alpha'}{AB} = \frac{1}{OF'}$$

2- L'œil est placé au foyer image :

Quelque soit la position de l'objet dans le domaine de mise au point on a (figure 26-b) :

$$\alpha' = \frac{AB}{OF'} \Rightarrow P = \frac{\alpha'}{AB} = \frac{1}{OF'}$$

Dans les deux cas la puissance prend la même valeur, égale à la vergence de la loupe. On appelle cette valeur *puissance intrinsèque* de la loupe :

$$P_i = \frac{1}{OF'} = c \quad (43)$$

La puissance intrinsèque d'une loupe est égale à sa vergence. C'est une valeur universelle indépendante des positions de l'objet et de l'œil.

La puissance intrinsèque représente bien la puissance réelle de la loupe pour deux raisons :

1- La puissance réelle est très proche de la puissance intrinsèque.

2- En général, on observe à travers une loupe sans accommoder pour ne pas fatiguer les yeux. Dans ce cas, l'objet doit être placé au foyer objet et on se retrouve dans le cas de la figure 26-a, où la puissance réelle est strictement égale à la puissance intrinsèque.

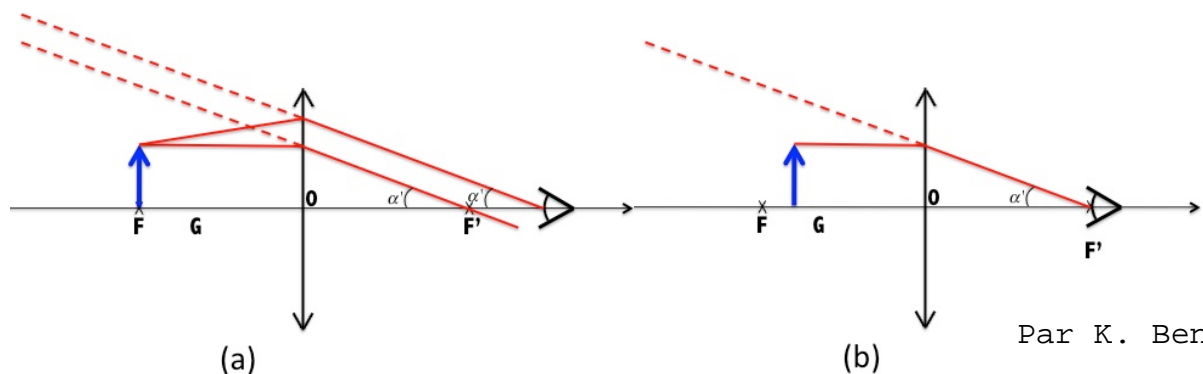


Fig. 26. Cas où la puissance est strictement égale à la puissance intrinsèque. (a) objet au foyer objet, (b) œil au foyer image.

### Exercice 12 :

Un observateur regarde un objet placé à 1,9 cm d'une loupe de distance focale de 2 cm.

1- Quelle est la puissance intrinsèque de la loupe ?

2- Déterminer la puissance réelle et la comparer à la puissance intrinsèque dans les cas où, l'œil de l'observateur est à 3cm de la loupe, puis à 1 cm de la loupe. Par K. Bennadji

Solution :

$$1- P_i = \frac{1}{OF'} = \frac{100}{2} = 50 \delta$$

$$2- \text{On a : } P = \frac{\alpha'}{AB} = \frac{\gamma}{A'S}$$

$$\text{Position de l'image : } \overline{OA'} = \frac{\overline{OA} \overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}} = \frac{-1,9 \times 2}{2 - 1,9} = -38 \text{ cm}$$

$$\text{Grandissement : } \gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{-38}{-1,9} = 20$$

$$\text{- Œil à 3 cm de la loupe : } A'S = 38 + 3 = 41 \text{ cm} \Rightarrow P = \frac{20 \times 100}{41} = 48,78 \delta .$$

$$\text{- Œil à 1 cm de la loupe : } A'S = 38 + 1 = 39 \text{ cm} \Rightarrow P = \frac{20 \times 100}{39} = 51,28 \delta .$$

En comparant, on conclue que la puissance réelle est très proche de la puissance intrinsèque.

### 5- Le grossissement :

Le grossissement est le rapport angulaire, entre le diamètre apparent de l'image et le diamètre apparent de l'objet vu à l'œil nu et placé au PP :

$$\boxed{G = \frac{\alpha'}{\alpha}} \quad (44)$$

On a :

$$\alpha' = P AB$$

$$\alpha = \frac{AB}{d_{PP}}$$

$$\text{On obtient : } \boxed{G = P d_{PP}} \quad (45)$$

### 6- Le grossissement commercial :

La valeur de G dépend de la position de l'objet et de l'œil et dépend aussi du PP de la personne. On définit le grossissement commercial en choisissant dans (45) la puissance intrinsèque et le PP à 25 cm :

$$\boxed{\begin{aligned} G_c &= 2,5 \times P_i \\ &= \frac{P_i}{4} \end{aligned}} \quad (46)$$

Le grossissement commercial est une grandeur propre à la loupe, c'est le grossissement que donne le constructeur.

### 7- Pouvoir de résolution d'une loupe :

C'est la grandeur du plus petit objet  $AB_{\min}$  pouvant être observé par une loupe.

En utilisant la puissance intrinsèque dans la formule (42), et en prenant l'angle  $\alpha'$  égale au pouvoir séparateur de l'œil  $\varepsilon$ , on obtient :

$$\boxed{AB_{\min} = \frac{\varepsilon}{P_i}} \quad (47)$$

Pour un œil normal, la valeur de  $\varepsilon$  est située entre  $3 \times 10^{-4}$  à  $4 \times 10^{-4}$  radian.

Exercice 13 :

Déterminer le pouvoir de résolution d'une loupe de 2 cm de distance focale. On prend  $\varepsilon = 3 \times 10^{-4}$  radian.

Solution :

D'après (43) :  $P_i = \frac{100}{2} = 50 \delta$ .

De (47) on obtient :  $AB_{\min} = \frac{3 \times 10^{-4}}{50} = 6 \times 10^{-6} m = 6 \text{ micron}$