

La loupe

Quelques conséquences directes du pouvoir de résolution de l'œil :

- a) il ne peut pas voir des objets dont les dimensions sont inférieures à une certaine limite.
- b) l'observation s'accompagne de fatigue causée par l'effort d'accommodation.
- c) l'observation ne peut pas durer longtemps.

Afin de lever ces contraintes, dans certains cas, on utilise la loupe.

1. Définition

La loupe est une lentille convergente de faible distance focale (quelques cm). Elle a pour fonction d'augmenter le diamètre apparent d'un objet.

On dispose l'objet de dimension réduite entre la lentille et son foyer objet. Une construction correcte donne une image virtuelle, droite et plus grande que l'objet située en avant du plan focal objet.

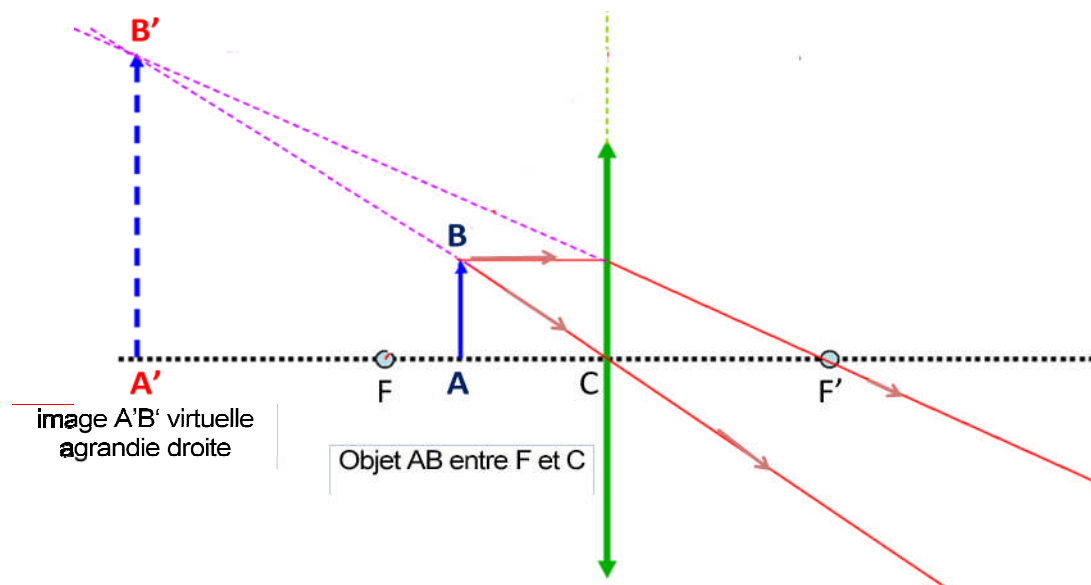


Figure 1

2. La mise au point

La loupe est une lentille servant à aider l'œil à observer des objets petits et, par conséquent, l'image formée doit se situer entre le punctum proximum et le punctum remotum. Donc la mise au point consiste à ramener l'image entre les deux punctums en modifiant la distance entre l'objet et la loupe.

La latitude de mise au point ℓ (appelée aussi parfois profondeur de champ) est la distance entre les positions extrêmes entre lesquelles doit se trouver l'objet pour que l'image soit vue nettement. C'est à dire que cette image doit être située respectivement entre le **PP** et le **PR**. Cette distance est généralement faible.

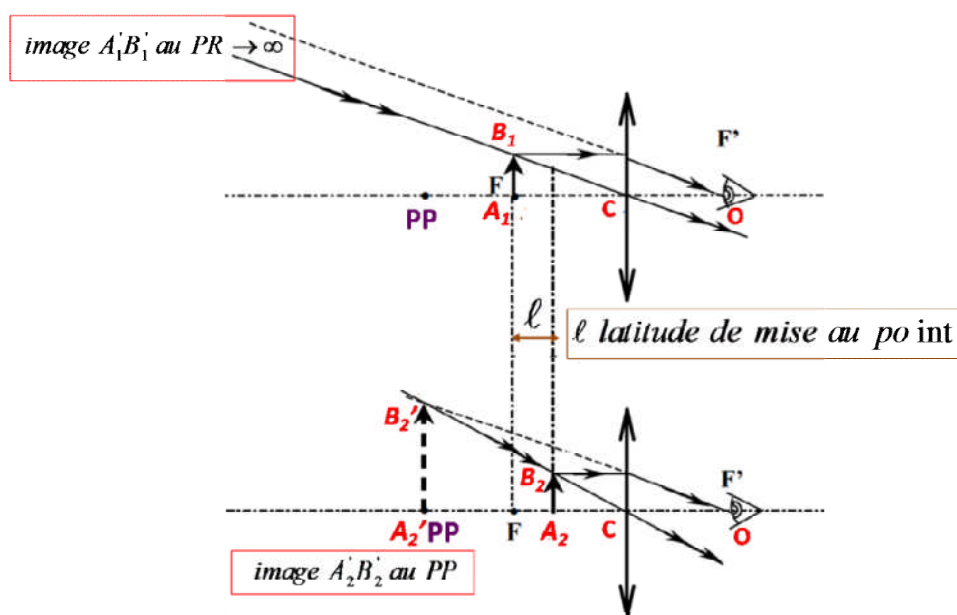


Figure 2

2.1. Mise au point au PR

L'image doit se situer, dans ce cas au PR.

- Calculons la position de l'objet AB pour une image au PR :

$\overline{CA_1}$ position de l'objet AB lorsque l'image est au PR. Elle est calculée en utilisant la formule de conjugaison :

$$\frac{1}{CF'} = \frac{1}{CA_1'} - \frac{1}{CA_1} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{CA_1} = \frac{1}{CA_1'} - \frac{1}{CF'} = \frac{1}{CPR} - \frac{1}{CF'}$$

Remarque

Pour un œil à vue normale ($\overline{CA_1} = \overline{CPR} \rightarrow \infty$) l'objet doit se trouver sur le foyer objet de la loupe. Une construction correcte de l'image donnée par un objet se trouvant à une distance égale à la distance focale de la lentille donnera une image placée à l'infini.

2.2. Mise au point au PP

La distance la plus rapprochée de l'œil permettant une visualisation nette est la distance minimale de vision distincte séparant l'œil du punctum proximum.

- Calculons la position de l'objet AB pour une image au PP :

$\overline{CA_2}$ position de l'objet AB lorsque l'image est au PP. Elle est calculée en utilisant la formule de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{CF'}} = \frac{1}{\overline{CA_2'}} - \frac{1}{\overline{CA_2}} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{\overline{CA_2}} = \frac{1}{\overline{CA_2'}} - \frac{1}{\overline{CF'}} = \frac{1}{\overline{CPP}} - \frac{1}{\overline{CF'}}$$

D'où la latitude de mise au point donnée par la distance :

$$\ell = |A_1 A_2| = |\overline{CA_2} - \overline{CA_1}|$$

- ✓ **Autre formulation :**

$$\ell = f^2 \left[\frac{1}{a - \overline{OPP}} - \frac{1}{a - \overline{OPR}} \right]$$

Où : $a = F'O$ distance œil-Foyer image de la loupe

3. Caractéristiques d'une loupe**3.1 La puissance :****Définition :**

On appelle « puissance » de la loupe le rapport du diamètre apparent de l'image α' sur la grandeur de l'objet AB (voir figure 3).

$$P = \frac{\alpha'}{AB}$$

ou : α' angle sous lequel l'œil voit l'image A'B'

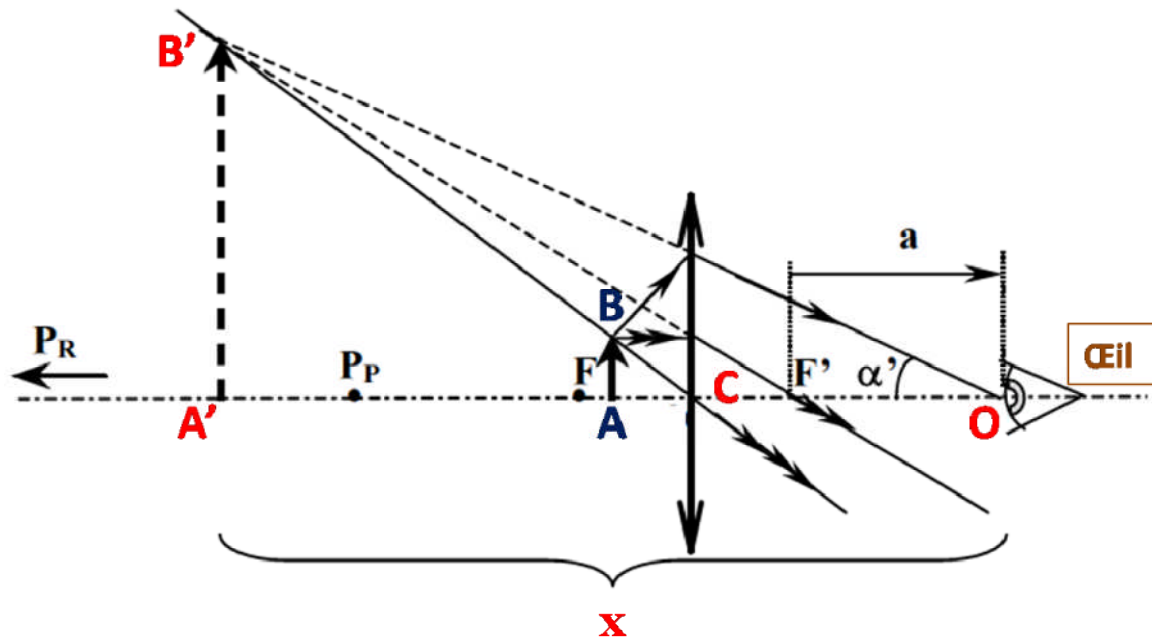


Figure 3

✓ Autre formulation :

$$P = \frac{\alpha'}{A'B'} \frac{A'B'}{AB}$$

$$\Gamma = \frac{\overline{A'B'}}{AB} = \frac{\overline{A'F'}}{\overline{CF'}} = \frac{\overline{A'F'}}{f'}$$

Avec :

$$\overline{A'F'} = x - a$$

$$x = \overline{A'O} ; a = \overline{F'O}$$

$$\alpha' \approx \text{tg } \alpha' = \frac{A'B'}{x}$$

On obtient :

$$P = \frac{\alpha'}{A'B'} \frac{A'B'}{AB} = \frac{1}{x} \frac{F'A'}{f'} = \frac{1}{x} \frac{x-a}{f'}$$

$$P = \frac{1}{f'} \left(1 - \frac{a}{x} \right)$$

✓ La puissance intrinsèque :

Elle permet la comparaison entre instruments d'optique

- cas où l'œil est au foyer F' $a=0$

$$P_i = \frac{1}{f'}$$

- **cas où l'image à l'infini** $x \rightarrow \infty$

$$P_i = \frac{1}{f'}$$

3.2 Le grossissement :

Définition

Le rapport $\frac{\alpha'}{\alpha}$ est appelé le « grossissement » de la loupe. Il est égal au rapport du diamètre apparent de l'image α' (voir figure 3) sur celui α de l'objet observé à la distance minimale de vision distincte d_m par l'œil nu (voir figure 4) .

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

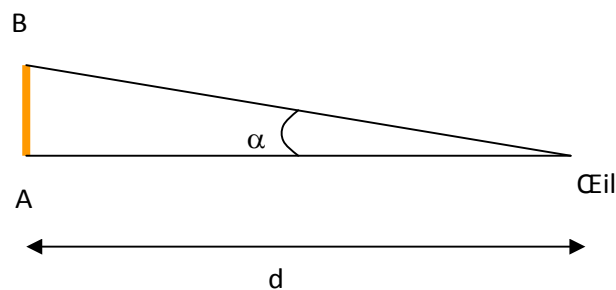


Figure 3.

α est l'angle sous lequel l'œil nu voit l'objet placé à la distance d (objet au punctum proximum).

- ✓ **Autre formulation :**

$$\alpha' = P \overline{AB} \quad , \quad \alpha \approx \text{tg } \alpha = \frac{AB}{d}$$

D'où :

$$G = P \cdot d$$

- ✓ **Le grossissement commercial :**

Pour $d = 25$ cm (objet au punctum proximum), le grossissement commercial est donné par :

$$G = \frac{P_i}{4}$$