

## TP N.03

### Modélisation expérimentale d'instruments d'optique

**Objectifs :**

- Comprendre l'œil à travers un modèle simple.
- Savoir qu'un œil myope est trop convergent, qu'un œil hypermétrope ne l'est pas assez, et qu'un œil presbyte ne peut pas accommoder.
- Comprendre le rôle d'une loupe.

**Matériel :**

- Lentilles convergentes (deux de focales 10 cm, une de 5 cm, une de 30 cm),
- Un objet optique (une grille) avec une source de lumière blanche,
- Un écran, un petit miroir, des diaphragmes, un banc optique, deux noix et une tige.

## 1 L'œil :

### 1.1 Modèle de l'œil :

D'un point de vue purement optique, on peut représenter l'œil au repos par un diaphragme D jouant le rôle d'**iris** (optionnel) placé contre une lentille convergente ( $L_2$ ) simulant le **cristallin** et un écran simulant la **rétine** situé à la distance  $d = f'_2$  du centre optique O : cette représentation simplifiée est appelée **œil réduit**.

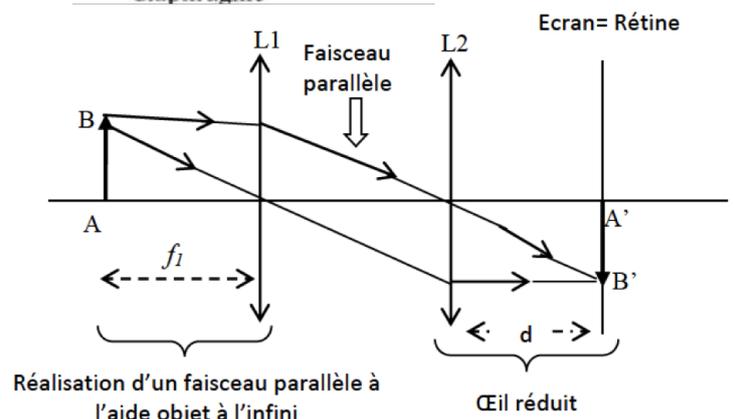
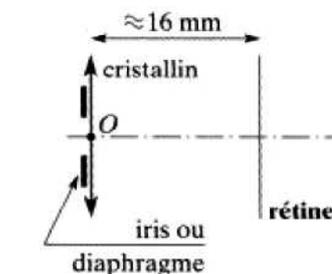
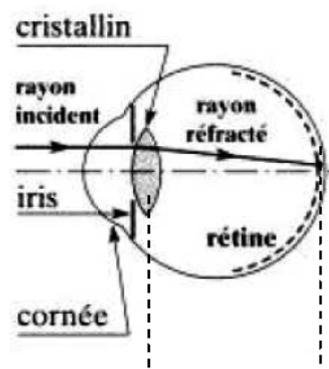
- Sur le banc d'optique, on utilisera une lentille de vergence  $C = +5\delta$  pour simuler le cristallin. Placer le cristallin et la rétine sur le banc d'optique puis viser l'objet lumineux projeté de loin. Réaliser l'image nette sur la rétine puis mesurer la distance lentille – écran.

**Un objet est vu nettement par l'œil quand son image se forme exactement sur la rétine.**

### 1.2 Punctum remotum (PR) :

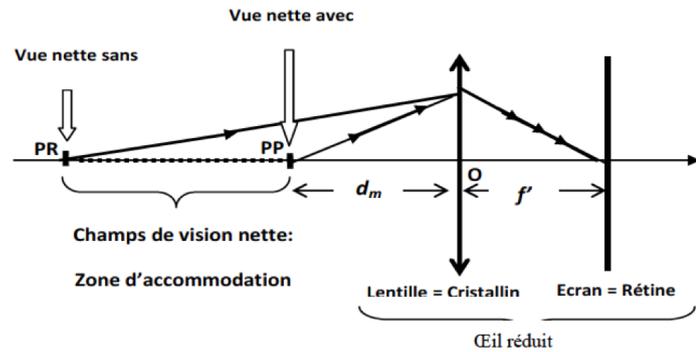
Le **punctum remotum** est défini comme étant le point objet le plus éloigné de l'œil vu avec netteté et sans accommodation (au repos). Pour un œil **emmétrope** ou normal, comme celui que l'on veut construire, le **punctum remotum est à l'infini**.

Placer l'œil, ou l'œil réduit (voir figure), qui est dans un état au repos, dans le faisceau parallèle précédent, et déterminer la distance  $d$  entre  $L_2$  et l'écran pour former l'image sur l'écran. Vérifier que  $d = f'_2$ .



### 1.3 Punctum proximum :

Le **Punctum proximum** et le point objet le moins éloigné de l'œil qui est vu nettement avec **accommodation maximale**. L'accommodation est le travail effectué par les muscles ciliaires et qui provoque le changement du rayon de courbure du cristallin et par conséquent la variation de la puissance ou la vergence de l'œil.

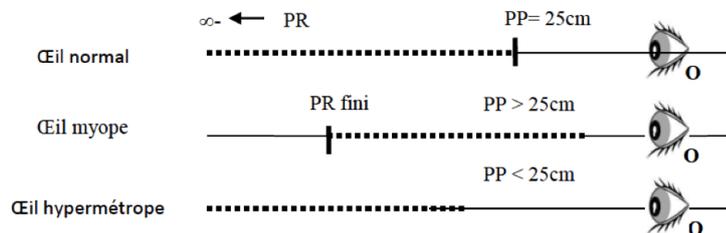


Quand on rapproche un point objet du PR (point pour lequel la vue nette est faite sans accommodation) vers l'œil, l'image de cet objet se forme derrière la rétine. Pour voir nettement cette image, l'œil accommode pour ramener cette image sur la rétine (fig). Et si on continue à rapprocher ce point objet de l'œil, le travail d'accommodation va augmenter jusqu'à une certaine limite, **distance de minimale de vision nette** notée  $d_m$  (figure), au-delà de laquelle l'image ne sera plus vue nettement. C'est cette limite qu'on appelle le PP, au-delà de laquelle les points objets ne sont plus vus nettement quelque soit le travail de l'œil. En d'autres termes, l'accommodation qui est nulle au PR, progresse quand les objets se rapprochent de l'œil. Elle devient maximale au PP.

- Rechercher le PP de l'œil modèle et mesurer la distance  $d_m$  entre l'objet et le cristallin de l'œil modèle.

### 1.4 Champ de vision de l'œil :

Le champ de vision nette de l'œil est l'espace compris entre le PP et le PR.



## 2 Loupe et Oculaire :

### 2.1 Intérêt de la loupe :

- ♣ **Principe de la loupe** : La loupe est un **instrument oculaire** (c'est-à-dire destiné à l'observation directe à l'œil) qui permet de donner d'un objet proche une image virtuelle agrandie . **C'est une lentille convergente simple** de faible distance focale (une dizaine de cm), utilisée dans des conditions précises : **objet situé au foyer objet**, ou entre le foyer et le sommet, de façon à donner une image virtuelle, donc droite, et agrandie.

- ♣ **Grossissement de la loupe** :  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$

$\alpha'$  : angle sous lequel on voit une image / un objet à travers un instrument (ou diamètre angulaire de l'image ).

$\alpha$  : angle sous lequel on voit un objet à l'œil nu à la distance minimale de vision distincte  $d_m$  (on prendra  $d_{m,c} = 25cm$  ) ou diamètre angulaire de l'objet.

- ♣ **Puissance de la loupe** :  $P = \frac{\alpha'}{AB}$

avec AB la taille de l'objet et  $\alpha'$  l'angle sous lequel on observe son image, donnée par la loupe.

- ♣ **La profondeur de champ** : (= latitude de mise au point, noté  $\Delta p$ ) : c'est la distance entre les deux positions extrêmes de l'objet telles que l'image de l'objet soit visible par l'œil placé en  $F_0$ , c'est-à-dire telles que l'image se forme entre
  - le **Punctum Remotum** (objet en F et image à l'infini pour un œil normal ),
  - et le **Punctum Proximum** (objet en A sur le schéma et image à  $d_m$  de l'œil).

Pour un œil normal ( $PP = d_m = 25cm$  et  $PR = \infty$ ) :  $\Delta p \simeq \frac{f'^2}{d_m}$

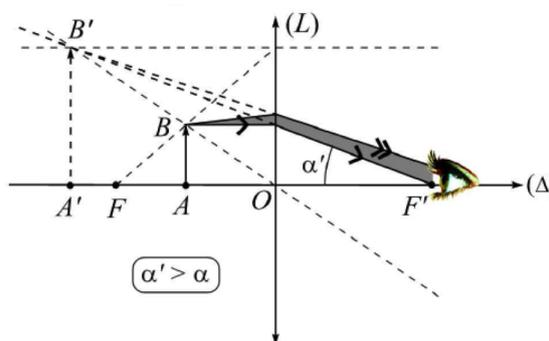
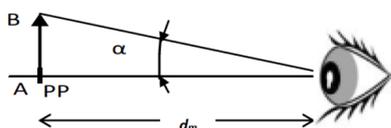
Pour un œil myope ( $PP = dm < 25cm$  et  $PR = Dm < \infty$ ) :  $\Delta p = \frac{f'^2}{d_m} - \frac{f'^2}{D_m}$

**Remarque :**

- On retrouve, pour une faible myopie pour laquelle on a  $D_m \gg d_m$ , le résultat obtenu pour l'œil normal :  $\Delta p \simeq \frac{f'^2}{d_m}$ .
- Il apparaît que la profondeur de champ est d'autant plus faible que la distance focale image est petite.

♣ **Questions :**

1. La puissance est une grandeur intrinsèque à la loupe appelée **puissance intrinsèque**. Montrer la relation suivante :  $P = C = \frac{1}{f'}$
2. Quelle est l'intérêt de placer l'œil dans le plan focal image de la loupe
3. Pourquoi l'objet doit être préférablement placé en F, ie dans le plan focal objet de la lentille convergente.
4. Montrer que le grossissement dans le cadre d'une loupe s'exprime :  $G = \frac{d_m}{AO}$



**2.2 Manipulation :**

**2.2.1 Utilisation manuelle de la loupe :**

- Lisez une petite inscription à travers deux loupes de  $f'_1 = 50mm$  et  $f'_2 = 300mm$ . Comparez les deux lectures.
- Calculer la puissance intrinsèque de chaque loupe ( $P_i = 1/f'$  ( $\delta$ , dioptries)).
- Comparez les puissances à la qualité des deux lectures.

**2.2.2 Détermination du grossissement de la loupe :**

- Placer la loupe (lentille de distance focale  $f'=10cm$ ) sur le banc optique à une distance de l'objet (graduations millimétriques) inférieure à  $f'$ .
- Placer ensuite l'œil réduit dans le plan focal de la lentille.
- Chercher l'image de l'objet. Calculer la le grandissement, le grossissement et la puissance intrinsèque de la loupe. Conclusion.