

## Série 3 OG – TP6 : Instruments d'Optique

### Qualités d'un instrument d'optique :

Un instrument d'optique présente un certain nombre de caractéristiques traditionnellement appelées « qualités » de l'instrument, comme le *champ*, le *pouvoir séparateur* ou encore le *grandissement* et le *grossissement*.

Ce sont ces deux dernières, qui permettent de comparer les dimensions linéaires ou angulaires de l'objet et de l'image, que l'on se propose d'étudier ici.

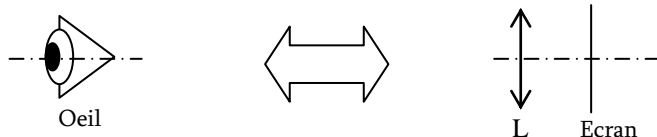
- Objectifs :**
- Savoir modéliser l'œil par un système optique simple
  - Mesurer des diamètres angulaires apparents
  - Mettre en œuvre une lunette et un microscope

### Partie I : Modèle de l'œil

Pour réaliser la mesure des angles et des grossissements, on souhaite modéliser l'œil par un système optique simple :

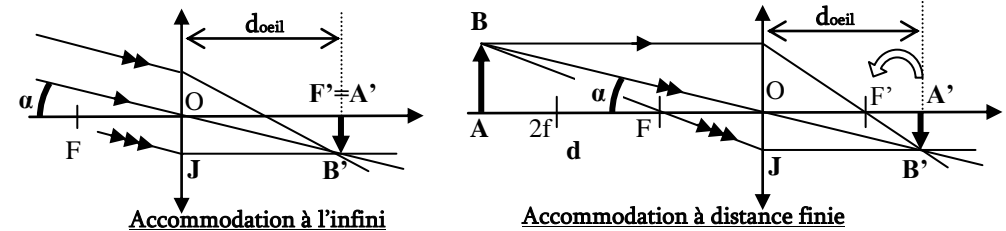
- Une lentille convergente joue le rôle du cristallin
- Un écran joue le rôle de la rétine.

Lorsque l'œil est au repos, donc sans effort d'accommodation, il voit net des objets à l'infini. Il faut placer l'écran dans le plan focal image de la lentille. Pour un œil normal, la distance cristallin-rétine  $d_{\text{œil}}$  est de l'ordre de 15mm (1,5cm). On prendra ici une lentille de vergence  $V = +8\delta$ .



- I.1) Faire un schéma représentant l'image donnée par l'œil d'un objet  $AB$  à l'infini. Définissez le rayon apparent  $\alpha$  de l'objet, et la relation entre  $\alpha$ ,  $d_{\text{œil}}$  et  $\overline{A'B'}$ .
- I.2) Comment faire pour obtenir une image nette d'un objet à distance finie de l'œil ? Réaliser le montage en plaçant l'œil simulé à différentes distances de la source.

- I.3) La rétine bouge-t-elle en réalité ? Montrer le rôle de l'accommodation. Faire un schéma de l'œil accommodant dans le cas d'un objet à distance finie, et donner la relation entre  $\alpha$ ,  $d_{\text{œil}}$  et  $\overline{A'B'}$ .
- I.4) Justifier le fait que la grandeur la plus importante pour qualifier la taille d'un objet est l'angle apparent, et justifier l'utilisation du grossissement d'un instrument  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$  (angle en sortie sur angle en entrée).



### Partie II : Lunette de visée à l'infini

- II.1) Réaliser une lunette de Képler (à l'aide du DM correspondant) :

Procéder par étape (décomposer le rôle de chaque lentille) :

- Prendre pour l'objectif une lentille  $L_1$  de vergence  $V_1 = +3\delta$
- Observer sur un écran l'image intermédiaire formée par  $L_1$
- Placer alors pour l'oculaire une lentille  $L_2$  de vergence  $V_2 = +8\delta$
- Observer l'image à travers la lunette avec votre propre œil
- Quelle est le grossissement  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$  théorique de cette lunette ? (voir DM)
- Comment faire pour augmenter le grossissement ? Essayez et observez
- Comment faire pour diminuer le grossissement ? Essayez et observez
- Quel problème rencontrez-vous ?

- II.2) Réaliser maintenant une lunette de Galilée (avec une lentille divergente) :

On conserve le même objectif que pour la première lunette

- Placer le nouvel oculaire : lentille  $L_2$  de vergence  $V_2 = -6\delta$
- Observer l'image à travers la lunette avec votre propre œil
- Quelle est le grossissement  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$  théorique de cette lunette ? (voir DM)
- Comment faire pour augmenter le grossissement ? Essayez et observez
- Comment faire pour diminuer le grossissement ? Essayez et observez
- Quel problème rencontrez-vous ?

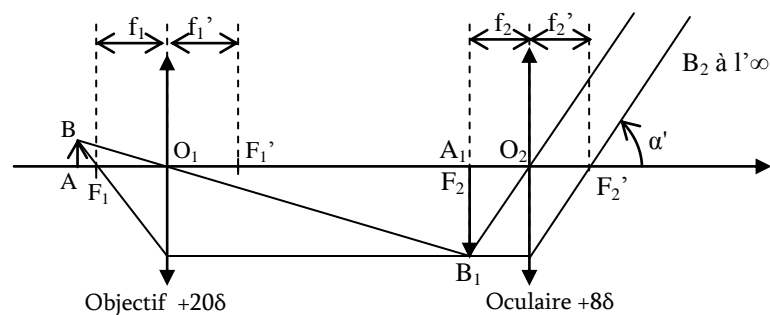
## Partie III : La loupe

- III.1) Rappeler ce qu'est une loupe, et dans quel intervalle peut-on placer l'objet pour l'agrandir ? Faire un schéma et caractériser l'image obtenue (Position ? – Réelle ? – Taille ? - ...). Dans quel cas est obtenu le grossissement maximal ?
- III.2) Quel est le rayon apparent  $\alpha_{LOUPE}$  (vu par l'œil) d'un objet de taille  $\overline{AB}$  placé sur le plan focal d'une loupe de vergence  $V = +8\delta$  (on note  $f'$  sa distance focale) ?
- III.3) Sous quel angle  $\alpha_{PP}$  est perçu un objet placé au PP (distance  $d_m$ ) de l'œil ?
- III.4) Montrer que le grossissement est donné par la relation  $G_C = \frac{\alpha_{LOUPE}}{\alpha_{PP}} = \frac{d_m}{f'}$  et vérifier la valeur obtenue.

## Partie IV : Le microscope

Le microscope peut être vu comme une loupe devant laquelle on a rajouté un objectif agrandissant préalablement l'objet. On augmente ainsi le grossissement tout en conservant un confort de visualisation par l'utilisateur. Un schéma de principe simplifié est proposé ci-dessous. Deux lentilles sont suffisantes :

- L'objectif : coté objet, il vient créer une image intermédiaire agrandie, à une distance finie, d'un objet également placé à une distance finie.
- L'oculaire : côté œil. Il vient récupérer l'image intermédiaire de l'oculaire pour l'envoyer à l'infini vers l'œil.



## IV.A) Réalisation du microscope

- IV.A.1) Réaliser le montage avec les valeurs données sur le schéma. Faire la mise au point à l'infini, puis mesurer l'angle  $\alpha'$  en sortie de l'oculaire (à l'aide de l'œil simulé)
- IV.A.2) On souhaite augmenter le grossissement de notre microscope. Comment peut-on procéder sans changer les lentilles ?
- IV.A.3) L'angle  $\alpha'$  en sortie de l'oculaire ne dépend-il que des distances focales des lentilles et de la taille de l'objet ?
- IV.A.4) Peut-on augmenter le grossissement du microscope à l'infini ? Quel problème peut-on observer sur la taille de l'image finale ? Que peut-on dire de l'image intermédiaire ? Essayer d'interpréter sur un schéma ce qui se passe pour les rayons les plus latéraux.

## IV.B) Utilisation d'un verre de champ

On observe que peu de rayons émergents de la première lentille vont traverser la seconde et former ainsi l'image finale du microscope. On souhaite ramener tous ces rayons émergents de  $L_1$  vers  $L_2$ . Pour cela, on propose d'intercaler exactement sur le plan où se forme l'image intermédiaire une lentille mince de distance focale  $f' = 15\text{cm}$  appelée verre de champ. Cette lentille ne modifie ni la position, ni la taille de cette image intermédiaire.

- IV.B.1) En plaçant un écran sur le faisceau lumineux au niveau de l'image intermédiaire, évaluer le diamètre idéal à donner à ce verre de champ.
- IV.B.2) Réaliser le montage en plaçant un verre de champ. Observer la différence entre les images obtenues avec ou sans verre de champ.
- IV.B.3) Représenter le principe de ce verre de champ, en représentant approximativement la marche d'un faisceau lumineux issu du point B et traversant tout le système optique sans verre de champ, puis avec le verre de champ.
- IV.B.4) La lentille considérée est-elle suffisante pour concentrer tout le faisceau dans la seconde lentille  $L_2$  ?