

**TP 3 : l'œil ; le microscope.**

- On préparera la partie 1.1. en répondant aux questions qui y sont posées.
- On préparera la partie 1.2. en réfléchissant aux deux protocoles demandés et en les rédigeant proprement.
- On préparera la partie 2.1. en répondant aux trois questions qui y figurent.

**1. Construction d'un œil-modèle.**

**1.1. Rappel sur l'œil.**

- Rappeler la modélisation simple de l'œil vu en cours. Faire un schéma en précisant quel élément du modèle correspond à quel élément de l'œil réel.
- Rappeler sur quel objet l'œil emmétrope fait le point sans accommodation.
- Rappeler alors pourquoi on construit les instruments d'optique pour fournir en sortie une image à l'infini.

**1.2. Montage d'un œil modèle sur le banc d'optique.**

Pour réaliser un œil modèle n'accommodant pas, il faut commencer par construire un objet à l'infini  $A_\infty$  qui sera vu net par cet œil.

- Proposer un protocole, s'inspirant d'une des méthodes vue dans le TP2 (introduction des lentilles minces), pour placer l'objet lettre P dans le plan focal d'une lentille convergente. Rappeler alors où est située l'image de la lettre P.
  - Mettre alors soigneusement en œuvre le protocole pour construire une image à l'infini avec une lentille de distance focale environ 10cm.
- Proposer alors un protocole utilisant l'image à l'infini pour construire l'œil modèle.
  - Mettre alors en œuvre le protocole pour construire l'œil modèle avec une lentille de distance focale environ 10cm (J-J).

**On s'assurera alors que la configuration obtenue pour cet œil modèle reste fixe pour toute la suite du TP.**

- Donner une estimation de la distance focale de la lentille utilisée pour construire l'œil.

**2. Construction d'un modèle simplifié de microscope.**

**2.1. Structure du microscope.**

Une représentation légendée du microscope est proposée sur la figure ci-contre.

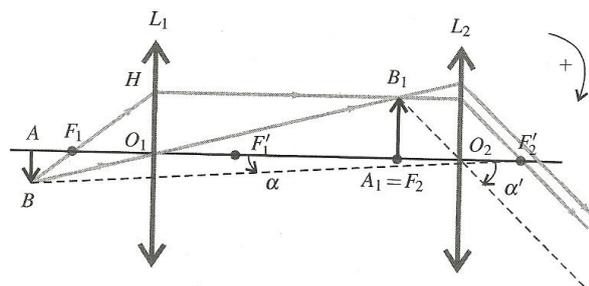
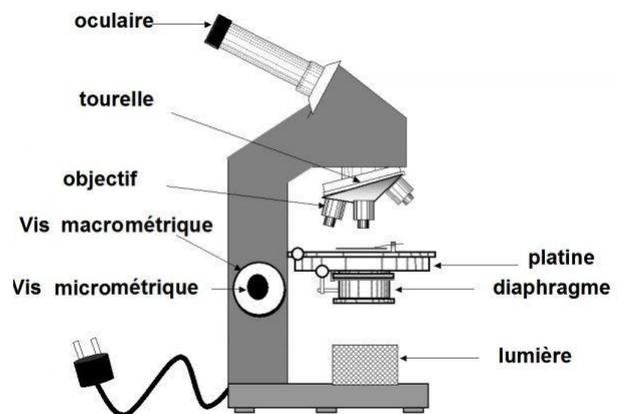
- ✓ Un échantillon généralement préparé sur une lame en verre et recouvert d'une lamelle en verre est placé sur la platine.
- ✓ Il est éclairé par en dessous à l'aide d'une lanterne, et un diaphragme de champ permet de limiter la zone éclairée à la zone d'intérêt sur la lamelle.
- ✓ Un premier système optique, appelé objectif, réalise alors une image agrandie de l'objet sur la lamelle. On lui donne le nom d'image intermédiaire.
- ✓ Un second système optique, appelé oculaire, produit alors à partir de l'image intermédiaire une image finale renvoyée à l'infini afin que l'œil humain puisse mener des observations sans accommoder et donc sans fatigue.

On peut réduire la construction du microscope à un schéma simple constitué de deux lentilles minces convergentes :

- ✓ Une première lentille  $L_1$  joue le rôle de l'objectif et construit à partir de l'objet AB une image intermédiaire  $A_1B_1$ .
- ✓ Une seconde lentille  $L_2$  joue alors le rôle d'oculaire et construit à partir de l'image intermédiaire  $A_1B_1$  l'image finale renvoyée à l'infini  $A_\infty B_\infty$ .

En vous aidant du schéma réalisé ci-dessous pour le modèle à deux lentilles :

- Rappeler où doit se situer l'image intermédiaire pour que l'image finale soit renvoyée à l'infini.



**Optique 3 : l'œil ; le microscope**

On rappelle qu'on note  $\Delta$  l'intervalle optique, c'est-à-dire la distance entre le foyer image de l'objectif  $F_1'$  et le foyer objet de l'oculaire  $F_2$ .

- Déterminer la position de l'objet AB pour que l'image intermédiaire soit positionnée comme vue précédemment.
- Déterminer alors le grandissement  $\gamma_1$  réalisé par l'objectif, puis l'angle  $\alpha$  sous lequel l'image finale est vue par l'utilisateur en fonction de  $\overline{AB}$ ,  $\Delta$ ,  $f_1'$  et  $f_2'$ .

**2.2. Mise en œuvre pratique.**

On va utiliser pour les lentilles minces modélisant l'objectif et l'oculaire des lentilles convergentes de distances focales  $f_1' \approx 10\text{cm}$  pour la lentille objectif  $L_1$  et  $f_2' \approx 20\text{cm}$  pour la lentille oculaire  $L_2$ .

**Placement de l'objectif :**

- Placer la lentille  $L_1$  sur le banc et réaliser alors l'image intermédiaire de grandissement  $\gamma_1$  environ égal à -2 de l'objet initial.
- Mesurer alors les distances objet objectif «  $\overline{O_1A}$  » et la distance objectif image intermédiaire «  $\overline{O_1A_1}$  », donner alors la valeur mesurée du grandissement  $\gamma_1$  correspondant à la configuration réalisée et la valeur mesurée de l'intervalle optique  $\Delta$  c'est à dire la distance  $\overline{F_1'A_1} = \overline{F_1'F_2}$

**Placement de l'oculaire :**

- Placer alors la lentille oculaire  $L_2$  sur le banc de manière à ce qu'elle renvoie une image finale à l'infini.
- Observer alors directement à l'œil l'image produite par la lentille  $L_2$  et vérifier qu'elle est nette sans accommoder.
- Placer alors l'œil modèle (au repos) sur le banc d'optique et vérifier que l'image obtenue sur la rétine est nette.
- Déplacer alors l'œil le long du banc d'optique et présenter les observations faites sur l'image finale obtenue sur la rétine en fonction de sa position par rapport à l'objectif.

**Localisation du cercle oculaire :**

Le cercle oculaire est l'image de la monture de l'objectif à travers l'oculaire.

- Etablir un protocole pour déterminer la position du cercle oculaire du microscope que vous venez de réaliser et le mettre en œuvre expérimentalement.
- Quelles observations peut-on alors faire sur la concentration spatiale de la lumière sortant du microscope lorsqu'on déplace un écran derrière l'objectif ? En déduire la position idéale pour obtenir une image finale de l'objet la plus lumineuse possible et donc pour placer l'œil.

**2.3. Etude des caractéristiques du microscope réalisé sur le banc d'optique.**

On caractérise un microscope par plusieurs paramètres permettant d'en définir la performance.

**Puissance optique du microscope :**

La plus directement reliée à ses caractéristiques intrinsèques est la puissance optique donnant le lien entre la taille de l'image en sortie et la taille de l'objet initial :

- Redonner, ou retrouver à partir de la phrase précédente, la définition de la puissance optique  $P$  du microscope.
- Etablir alors son expression littérale en fonction de  $\Delta$ ,  $f_1'$  et  $f_2'$ . En déduire la puissance théorique du microscope construit.
- Mesurer la taille de l'objet en entrée, et étudier votre œil modèle pour établir l'angle sous lequel l'objet est vu en sortie du microscope. Evaluer alors la puissance optique mesurée du microscope et comparer à la valeur attendue.

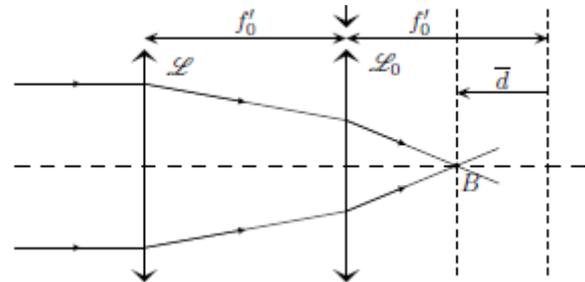
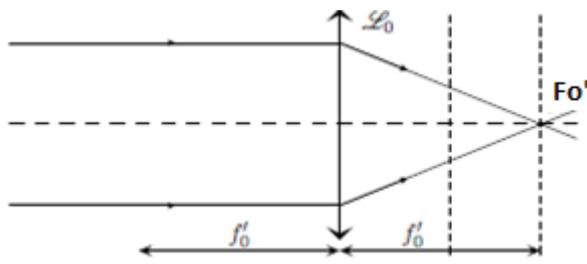
**Grossissement commercial du microscope :**

La puissance n'étant pas un paramètre facilement compréhensible par un utilisateur amateur du microscope, on lui préfère souvent le grossissement commercial donnant alors une idée du grossissement de l'objet observé avec le microscope par rapport à l'objet observé à l'œil nu.

- Déterminer l'angle  $\alpha$  sous lequel est vu un objet par un observateur qui se place à une distance minimale  $d_{\min}$  tout en gardant une image nette de l'objet.
- Donner alors la relation donnant la définition du grossissement commercial du microscope et établir son expression en fonction de  $\Delta$ ,  $f_1'$  et  $f_2'$  et de  $d_{\min}$ . Evaluer alors le grossissement commercial attendu.
- Evaluer alors le grossissement obtenu expérimentalement et comparer à la valeur attendue.

### 3. Méthode de Badal pour les lentilles divergentes.

La méthode de Badal s'utilise aussi bien pour l'étude d'une lentille convergente que pour l'étude d'une lentille divergente mais c'est la seule qui donne une méthode précise pour les lentilles divergentes.



- Il faut d'abord réaliser un objet à l'infini. Pour cela, on place la lettre P dans le plan focal objet d'une lentille convergente.
- On place alors une lentille  $L_0$  convergente de distance focale  $f'_0$  sur le banc qui réalise donc une image de la lettre A dans son plan focal image.

On place ensuite dans le plan focal objet de la lentille  $L_0$ , la lentille L dont on veut déterminer la vergence. L'image par l'association des deux lentilles se déplace alors au point B, on note  $\bar{d}$  la distance algébrique parcourue le long de l'axe optique pour retrouver une image nette lorsqu'on intercale L.

Dans la nouvelle configuration, on a donc :  $A_\infty \xrightarrow{L} F' \xrightarrow{L_0} B$

On a placé le centre optique O de la lentille L au foyer objet  $F_0$  de  $L_0$ . On sait donc déjà que  $f' = \overline{F_0 F'}$

Il paraît alors logique de déterminer la position de l'image B de  $F'$  par  $L_0$  avec la relation de conjugaison avec origines aux foyers (dite relation de Newton) ce qui donne :  $\overline{F_0 F'} \cdot \overline{F_0' B} = -f_0'^2$

La distance algébrique  $\bar{d} = \overline{F_0' B}$  s'exprime donc par : 
$$\bar{d} = -\frac{f_0'^2}{f'}$$

- $f' < 0$  la lentille L est donc divergente.
- $f' > f_0'$  la lentille L est convergente de distance focale supérieure à celle de  $L_0$ .
- Réaliser l'image de la lettre P « à l'infini » à l'aide d'une lentille convergente de faible distance focale.
- **Pour la lentille  $L_0$ , on utilisera la lentille convergente à pastilles jaune/jaune de distance focale mesurée précédemment.**
- Mettre en œuvre la méthode de Badal pour la lentille divergente à pastilles rouge/rouge et donner une estimation de sa distance focale accompagnée d'une incertitude. On s'aidera du notebook Jupiter pour faire les calculs.

#### Matériel :

- Banc optique gradué
- Mètre ruban
- Lampe de bureau
- Lanterne + verre dépoli + Lettre "P"
- Écran
- 4 cavaliers
- Structure d'œil fictif
- Lentilles minces convergentes et divergentes sur supports ( $f'=10\text{cm}$  et  $f'=20\text{cm}$ )
- Lentilles minces convergentes et divergentes dans la boîte (jaune-jaune, rouge-rouge).
- Miroir plan dans la boîte
- 2 ou 3 Supports vides avec bague métallique