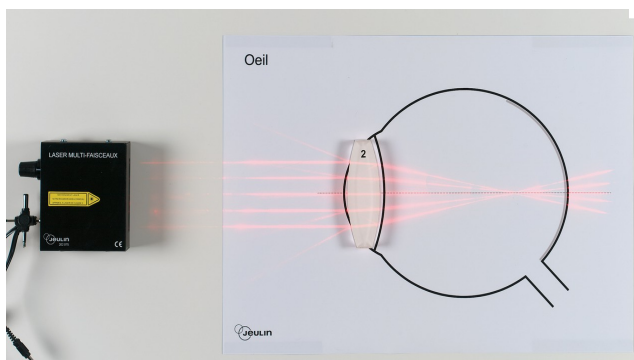


## TP n°2

### Partie 1 : L'œil emmétrope et quelques corrections d'amétropies

### Partie 2 : Étude d'un modèle simplifié de microscope



« L'opticien se fait payer très cher ce que les autres ont à l'œil », Jules Levy



#### Objectifs

Lors de cette séance de TP, nous allons :

- présenter le fonctionnement de l'œil et le modéliser
- corriger des amétropies
- modéliser un microscope à l'aide de 2 lentilles minces convergentes
- étudier quelques propriétés de ce modèle de microscope.

#### Compétences visées

- Décrire le modèle de l'œil réduit et le mettre en correspondance avec l'œil réel.
- Modéliser l'accommodation du cristallin
- Connaître les principaux défauts de l'œil et leurs correction
- Comprendre et se familiariser avec le modèle du microscope
- Utiliser ce modèle pour déterminer et utiliser les grandeurs caractéristiques de l'instrument.

## Partie 1. L'œil emmétrope et corrections de quelques amétropies



**Travail à réaliser et rédiger sur feuille avant de venir en salle de TP**

### I. L'Accommodation.

#### a. Principe de l'accommodation.

**Expérience 1** : Fixez un objet lointain puis fermez les yeux. Prenez une feuille de cours puis placez-la devant vos yeux. Ouvrez alors les yeux. Que remarquez-vous ?

#### **Etudiez :**

- l'animation «correction de la vision» ( [http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve\\_tulloue/optiqueGeo/instruments/correction.php](http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/instruments/correction.php) )

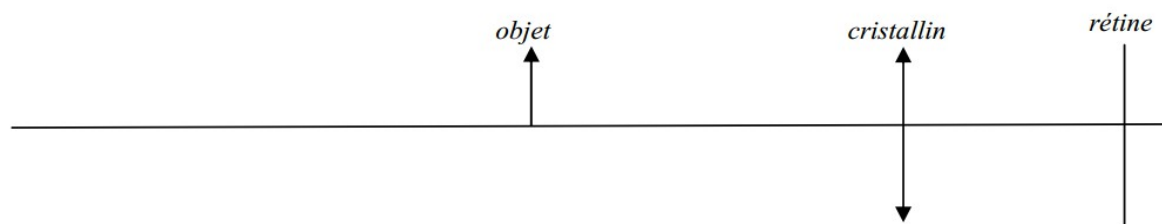
- votre cours de Première concernant la vision des objets ou alors la ressource : [http://www.assistancescolaire.com/eleve/1ES/ens\\_sciences/reviser-le-cours/fonctionnement-optique-de-l-oeil-1\\_sci\\_01](http://www.assistancescolaire.com/eleve/1ES/ens_sciences/reviser-le-cours/fonctionnement-optique-de-l-oeil-1_sci_01) ou toute autre ressource de votre choix.

#### **puis répondez aux questions ci-dessous :**

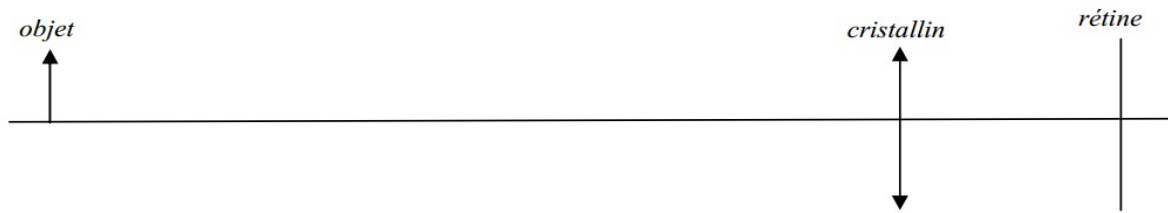
*Comment expliquer qu'un œil « normal », appelé œil emmétrope, puisse voir aussi bien de loin que de près ?*

Pour voir nettement les objets, l'œil ..... : la courbure du cristallin change pour former une image nette sur la rétine quel que soit l'éloignement de l'objet observé.

Compléter le schéma (modèle de l'œil réduit) pour la formation d'une image nette sur la rétine dans le cas de l'observation d'un objet proche :



Compléter le schéma pour la formation d'une image nette dans le cas de l'observation d'un objet lointain :



Conclure sur les modifications de la distance focale de l'œil dans le cas d'un objet proche, d'un objet lointain ?

### b. Les limites de l'accommodation.

Le point le plus éloigné qui peut être vu par cet œil au repos, c'est-à-dire sans accommodation, s'appelle le .....

Le point le plus proche que l'œil peut voir en accommodant au maximum s'appelle le ..... Il se situe environ à ..... de l'œil pour un œil « emmétrépe ».

Entre ces 2 points, la vision de l'œil est ....., sinon elle est .....

## II. Les défauts de l'œil et leur correction.

### Etudiez :

- l'animation «correction de la vision» ( [http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve\\_tulloue/optiqueGeo/instruments/correction.php](http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/instruments/correction.php) )

- votre cours de Première concernant la vision des objets ou alors la ressource :

[http://www.assistancescolaire.com/eleve/1ES/ens\\_sciences/reviser-le-cours/fonctionnement-optique-de-l-oeil-1\\_sci\\_01](http://www.assistancescolaire.com/eleve/1ES/ens_sciences/reviser-le-cours/fonctionnement-optique-de-l-oeil-1_sci_01) ou toute autre ressource de votre choix.

puis répondez aux questions ci-dessous :

I. Indiquer parmi les propositions a, b, c, d ci-contre, celle(s) qui correspond(ent) à une prescription possible pour un patient atteint de myopie à l'œil gauche. Justifier.

a	œil droit: $+3\delta$ œil gauche: $-2,5\delta$	c	œil droit: $-3\delta$ œil gauche: $-2,5\delta$
b	œil droit: $+3\delta$ œil gauche: $+2,5\delta$	d	œil droit: $-3\delta$ œil gauche: $+2,5\delta$

II. Une lentille porte l'inscription  $+2\delta$ .

1 – Quelle est la signification du symbole  $\delta$ .

2 – Comment s'appelle la grandeur dont la valeur vaut ici « +2 » ?

3 – Est-ce une lentille divergente ou convergente ? Pourquoi ?

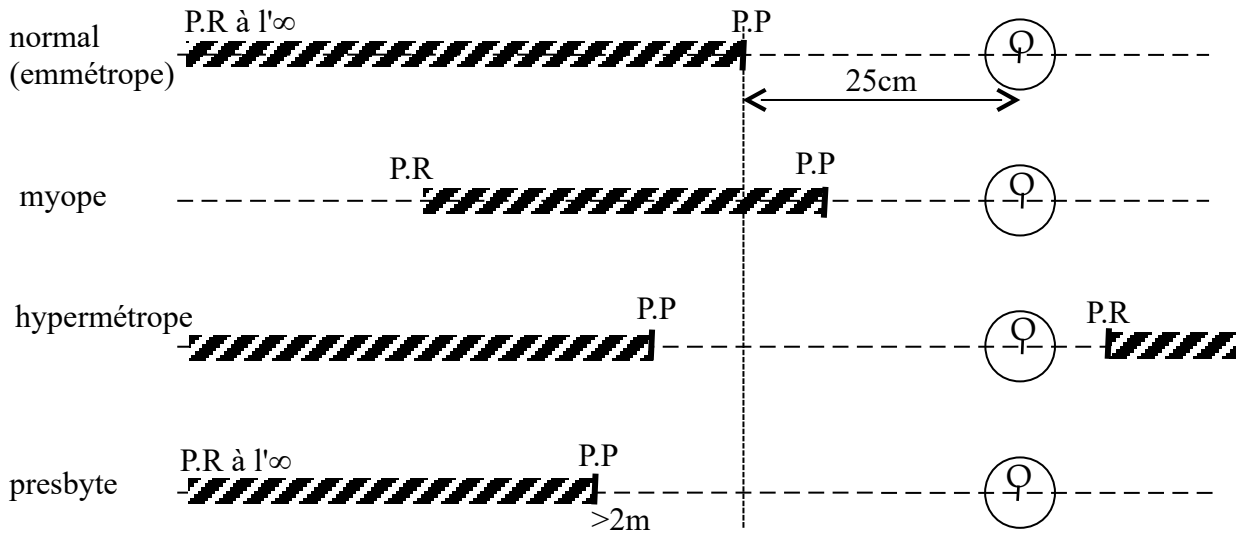
4 – Déterminer par un calcul la distance focale de cette lentille.

5 – Une lentille de «  $+1\delta$  » aura-t-elle une forme plus ou moins bombée que cette lentille ?

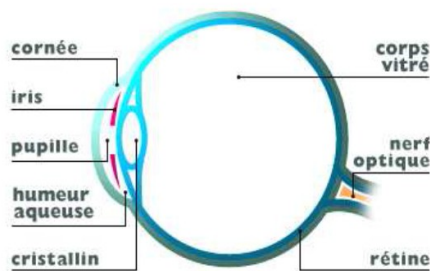


## Travail à réaliser en salle de TP

En résumé, soit la figure ci-dessous, O est le centre optique de l'œil :



Les zones hachurées correspondent aux positions des objets visibles pour un œil donné (l'œil sera capable d'en former une image nette sur la rétine), un objet ponctuel étant par définition le point d'intersection de 2 rayons lumineux se propageant vers l'œil. Corriger un œil consiste à modifier son fonctionnement par l'intermédiaire d'une lentille afin qu'il fonctionne sensiblement comme un œil normal.



L'œil humain est formé d'un dioptre sphérique (cornée) suivi d'une lentille convergente (cristallin). On admet que cet ensemble est équivalent à une lentille mince convergente unique située dans l'air. L'image de l'objet observé par l'individu est ainsi formée sur un écran (rétine) situé à environ 23 mm en arrière de la pupille puis transmise au cerveau via le nerf optique.

## 1 – Matériel

- Un banc d'optique
- Une lentille convergente baignant dans l'air montée sur un support noir PHYWE
- Une demi sphère en plastique, simulant la rétine
- Deux bagues d'espacement
- Une lentille convergente (L) sur pied, de 200 mm de focale.
- Deux lentilles (+2  $\delta$ ) et (-2  $\delta$ )
- Un objet lumineux (lettre d, b, p ou q).

En raisonnant par rapport au rayon venant de l'infini, on peut dire que :

*L'œil myope est trop long (F' avant la rétine)*

*L'œil hypermétrope est trop court (F' après la rétine)*

D'où

Œil myope = lentille (PHYWE) + *grosse* bague + demi sphère

Œil normal = lentille (PHYWE) + *petite* bague + demi sphère

Hypermétrope = lentille (PHYWE) + demi sphère

## 2 – Un peu de réflexion

Un œil emmétrope qui n'accommode pas voit nettement un objet situé à l'infini. Quelle manipulation simple pouvez-vous réaliser avec le matériel disponible en salle de TP pour le vérifier ? Qu'observez-vous pour les objets plus proches ? Pourquoi ? Comment votre œil règle-t-il cet inconvénient ?

- Demandez à l'enseignant de noter votre réflexion

## 3– Correction de la myopie

- Réaliser un œil normal et positionner son pied en  $x_0 = 1000\text{mm}$ ;
- Placer la lentille (L) de façon à simuler un objet à l'infini pour l'œil.
- Maintenir l'œil dans sa position initiale et transformer l'œil normal en œil myope (ou remplacer la petite par la grosse bague).

L'image nette se forme maintenant en avant de la rétine : l'image est floue sur la rétine.

→ Ajouter à la lentille PHYWE la lentille -2  $\delta$  : l'image apparaît nette sur la rétine de l'œil myope.

## 4 – Correction de l'hypermétropie

- En conservant un objet à l'infini pour l'œil normal, transformer l'œil normal en œil hypermétrope (on retire la petite bague).

L'image nette se forme maintenant après la rétine : l'image est floue sur la rétine

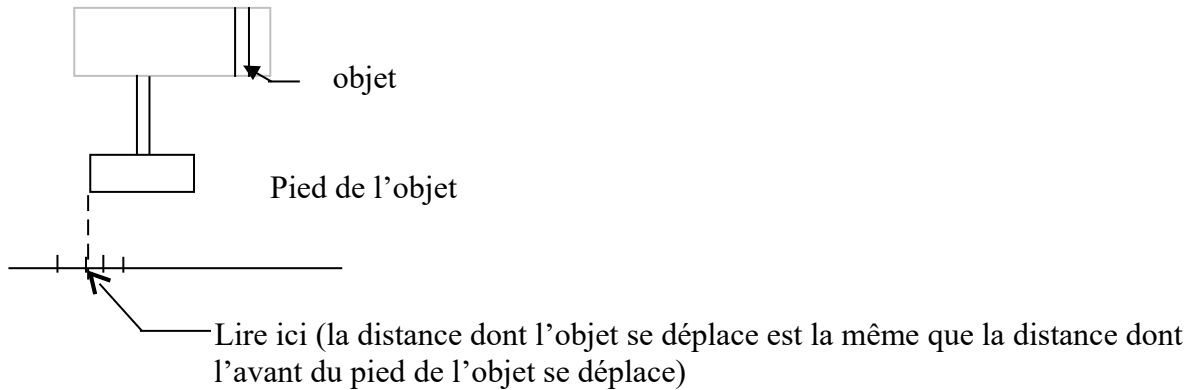
→ Ajouter à la rétine PHYWE la lentille +2 $\delta$ .

L'image apparaît nette sur la rétine de l'œil hypermétrope.

### 5 – Accommodation et correction de la presbytie

On mesure l'effet de la correction de la presbytie par le fait que l'on puisse voir des objets plus proches.

La distance gagnée sera mesurée par le déplacement du pied de l'objet.



On considère un œil emmétrope qui accommode pour voir nettement un objet proche (donc pas de lentille (L)) . Pour cela, placer la lentille  $+2\delta$  sur le modèle de l'œil avec la petite bague.

- Lire la position de l'objet proche qui est vu nettement
- Un objet situé à l'infini peut-il encore être vu nettement ?

L'œil a accommodé. Plaçons nous dans le cas de l'œil presbyte en rapprochant l'objet de 10 cm. Que se passe-t-il ? Comment corriger cette presbytie ?

## Partie 2 . Étude d'un modèle simplifié de microscope



### Caractéristiques à étudier, réponse aux questions à rédiger avant de venir en salle de TP.

#### Microscope réel et sa modélisation

##### a) Microscope réel

Un microscope optique comporte un **objectif** (une association de lentilles) un **oculaire** (également une association de plusieurs lentilles) solidaire d'un tube pouvant déplacer grâce à une crémaillère ; la distance objectif – oculaire est fixe.

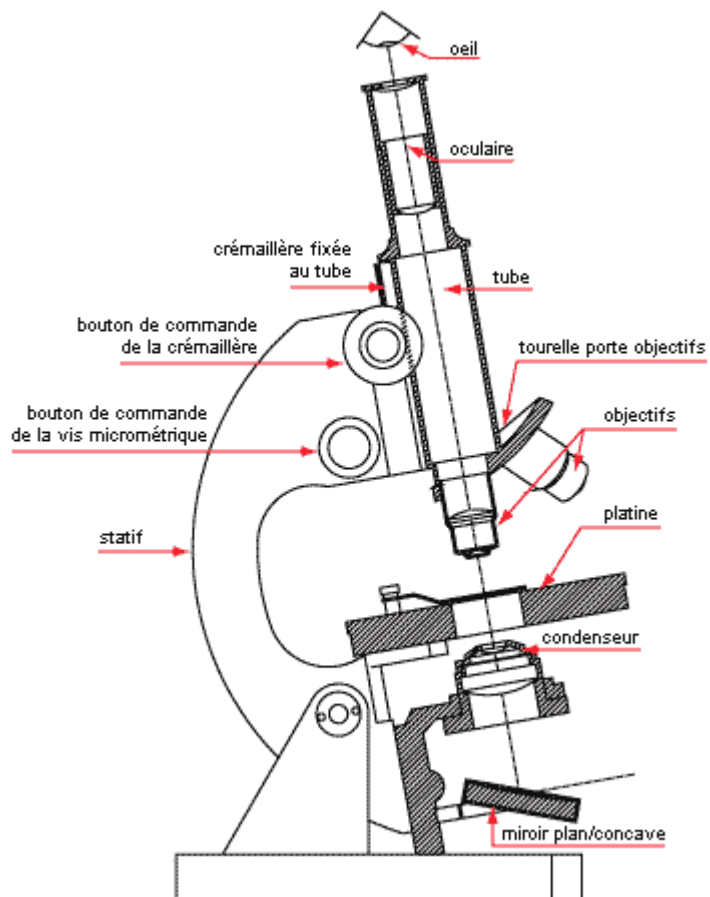
L'objet à observer est placé sur la platine ; la mise au point du microscope consiste à régler la distance objet – objectif de façon à ce que l'œil observe sans accommodation : l'image de l'objet donnée par le microscope doit donc être, pour un œil emmétrope, à l'infini.

La grandeur caractéristique d'un microscope est sa **puissance** :

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

où  $\alpha'$  est la mesure de l'angle (en radians) sous lequel l'œil voit l'objet AB à travers l'instrument

Unités : AB en m, P en dioptries ( $\delta$ )



et  
se

Mais on utilise beaucoup le **grossissement commercial**  $G_c = \frac{\alpha'}{\alpha}$  sans unité

où  $\alpha$  est l'angle sous lequel l'œil voit l'objet lorsque la distance objet – œil est  $d_m = 25$  cm.

Si l'angle  $\alpha$  est petit,  $\alpha \approx \tan \alpha = \frac{AB}{d_m} = \frac{AB}{0,25} = 4AB$  avec  $\alpha$  exprimé en radians

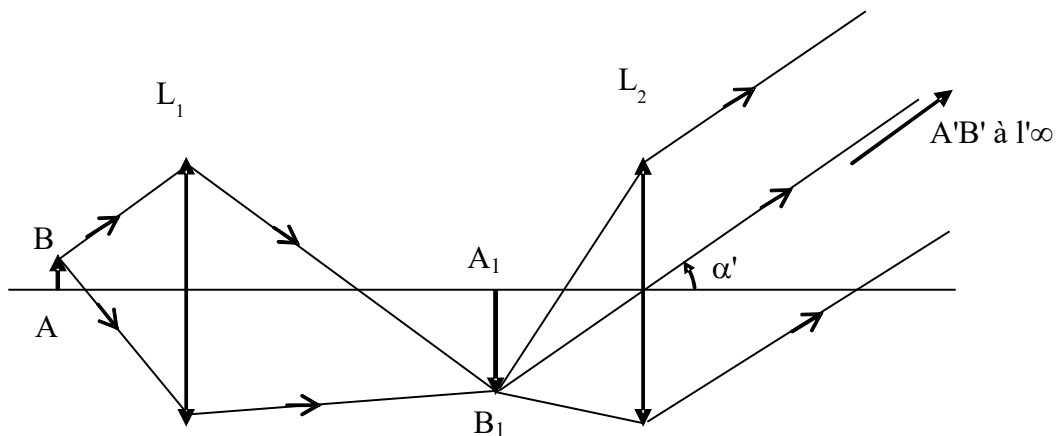
donc  $G_c = \frac{P}{4}$

On a les relations suivantes :  $P = \frac{\gamma_{ob}}{f_{oc}}$  et  $G_c = \gamma_{ob} G_{oc}$

où  $\gamma_{ob}$  est le grandissement de l'objectif,  $G_{oc}$  le grossissement commercial de l'oculaire ; ce sont les indications généralement indiquées sur l'objectif et l'oculaire d'un microscope.

On définit la **latitude de mise au point** : c'est la distance sur laquelle on peut déplacer l'objectif, par rapport à l'objet fixe, tout en conservant une image nette pour l'œil, c'est-à-dire située entre le punctum remotum PR de l'œil (l'infini pour un œil normal) et le punctum proximum PP de l'œil.

**b) Modélisation**



L'objectif est modélisé par une lentille mince convergente  $L_1$ , l'oculaire par une lentille mince convergente  $L_2$ .  $L_1$  donne de l'objet  $AB$  une image réelle  $A_1B_1$  qui sert d'objet réel pour  $L_2$  qui en donne une image  $A'B'$ , à l'infini pour un œil emmétrope et une mise au point sans accommodation.

**Question :** Quelle doit être la position  $x_{A_1}$  de  $A_1B_1$  par rapport à  $L_2$  ?

L'œil est modélisé à l'aide d'une lentille convergente  $L_3$  et d'un écran  $E$  ; on modélise un œil emmétrope avec un PR à l'infini et un PP à 25 cm. Cet œil « fictif » donne sur l'écran une image  $A''B''$  de  $A'B'$ .

**Questions :**

3 - Quelle doit être la position  $x_{PR}$  de l'écran  $E$  par rapport à  $L_3$  lorsque l'image  $A'B'$  est à l'infini, c'est-à-dire au punctum remotum PR de l'œil « fictif » emmétrope ?

4 - Donner l'expression littérale de la position  $x_{PP}$  de l'écran  $E$  par rapport à  $L_3$  lorsque l'image  $A'B'$  est au PP de l'œil « fictif » emmétrope c'est-à-dire à 25 cm de  $L_3$  ?



# Travail à réaliser en salle de TP

## Matériel utilisé :

- banc d'optique gradué au mm près
- source lumineuse et son support pour banc + verre dépoli
- un objet réel constitué par un quadrillage millimétré transparent et son support
- 3 lentilles minces convergentes,  $L_1$ ,  $L_2$  et  $L_3$  de focales respectives  $f'_1 = 5$  cm,  $f'_2 = 20$  cm et  $f'_3 = 20$  cm
- un écran sur support
- une règle millimétrée (20 cm suffisant)

La luminosité de la source lumineuse peut être réglée en agissant sur la tige située à l'arrière de la lanterne ( vous pouvez la tirer ou la pousser).

## Manipulations :

### 1. Réglages préliminaires

Placer sur le banc d'optique successivement la lanterne, munie d'un dépoli, l'objet sur un porte-objet, les lentilles  $L_1$ ,  $L_2$  et  $L_3$  dans les porte-lentilles correspondants.

Régler leur hauteur et, si le pied le permet, faire un réglage transversal de façon à ce que tous ces systèmes optiques aient le même axe optique, parallèle au banc. On facilite les réglages en rapprochant au maximum les différents systèmes.

Un bon réglage permettra d'obtenir des images de bonne qualité.

On peut retirer les objets avec le porte-objet du banc sans toucher aux réglages

### 2. Image intermédiaire

Positionner sur le banc d'optique l'objet (transparent millimétré). Noter la position  $x_A$  de l'objet.

Positionner sur le banc d'optique la lentille  $L_1$  et l'écran E de façon à observer l'image  $A_1B_1$  à une distance de  $L_1$  comprise entre 30 et 50 cm (IMPERATIF !). Noter les positions  $x_{O1}$  de  $L_1$ ,  $x_{A1}$  de l'écran.

### 3. Position de $L_2$ pour une image finale à l'infini

Retirer l'écran et positionner sur le banc d'optique la lentille  $L_2$  de façon à avoir une image A'B' à l'infini. Déterminer la position  $x_{O2}$  de  $L_2$ .

### 4. Cercle oculaire

Placer l'écran derrière la lentille  $L_2$  et éloigner progressivement l'écran en observant l'évolution de la section du faisceau lumineux.

La section minimale correspond au cercle oculaire ; noter la position  $x_C$  du cercle oculaire ;

Mesurer le diamètre  $d_{oc}$  du cercle oculaire.

Le cercle oculaire est l'image à travers  $L_2$  de l'objectif  $L_1$  : le montrer expérimentalement en expliquant à l'enseignant le procédé.

Placer l'œil (celui de l'expérimentateur) dans l'axe du banc et regarder à travers  $L_2$  en déplaçant l'œil : qu'observe-t-on lorsque l'œil se trouve dans le plan du cercle oculaire (on peut s'aider d'un porte-objet sans objet pour repérer la position de l'œil).

Dans le cas du microscope réel, le cercle oculaire est très proche de la dernière lentille de l'oculaire, c'est à cet endroit qu'il faut placer son œil pour avoir la meilleure vision possible.

### 5. Observation de l'image finale avec l'œil « fictif »

Placer la lentille  $L_3$  dans le plan du cercle oculaire et l'écran E dans le plan focal de  $L_3$  ; une image nette du quadrillage doit apparaître sur l'écran ; si ce n'est pas le cas, retoucher la position de l'objet AB.

Mesurer la dimension de l'image A"B" d'un carreau observée sur l'écran : opérer de façon à avoir une mesure la plus précise possible et expliquer la méthode choisie à l'enseignant.

En déduire l'angle  $\alpha' = \frac{A''B''}{f_3}$  sous lequel l'œil voit l'image à la sortie du microscope.

En fait, on a  $\tan \alpha' = \frac{A''B''}{f_3}$  et si les angles sont petits  $\tan \alpha' = \alpha'$  où  $\alpha'$  est la mesure de l'angle exprimé en radians.

Calculer :

- la puissance du microscope par la relation de définition  $P = \frac{\alpha'}{AB}$  (on ne tient pas compte des signes étant donné que l'objet symétrique ne permet pas de repérer les sens),
- son grossissement commercial,
- on peut montrer, pour ce modèle du microscope à 2 lentilles que  $P = \frac{\overline{F'_1 F_2}}{f'_1 f'_2}$  où  $F'_1$  est le foyer image de  $L_1$  et  $F_2$  le foyer objet de  $L_2$  ; calculer P de cette manière et comparer avec la valeur trouvée précédemment.

### 6. Latitude de mise au point

Calculez la valeur de  $x_{PP}$  dont l'expression a été déterminée dans la partie préparatoire « modélisation ».

Placer l'écran E sur la position  $x_{PP}$ .

Déplacer l'objet de façon à observer une image la plus nette possible sur l'écran ; noter la nouvelle position  $x_{APP}$  de l'objet ; en déduire la latitude de mise au point.