Activité expérimentale : Comment l'œil voit-il plus grand ?

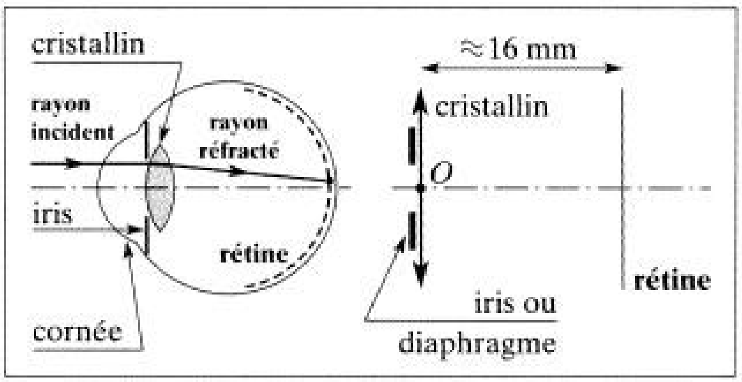
Le but de la séance est de construire une représentation physique de l'œil : comment l'œil perçoit-il les images ? Comment ces images sont-elles interprétées par notre cerveau ? Comment les conditions d'observations peuvent-elles être améliorées ?

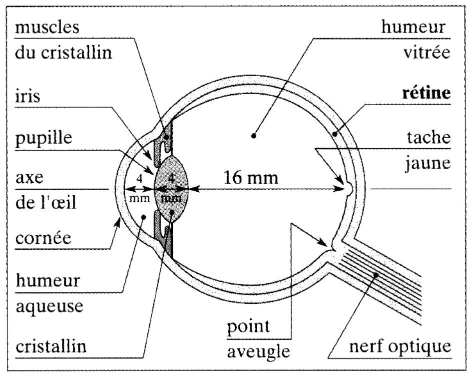
Première partie : modèle de l'œil

- **Observer sans fatigue pour l'œil**

Fermer les yeux.
Ouvrir les yeux et fixer un objet au loin.
Recommencer en fixant cette fois un objet proche. Conclure.

Pour qu'un objet soit perçu par l'œil, il faut que son image soit reçue sur la rétine.





*Le cristallin se comporte comme une lentille convergente (association de deux dioptres transparents et sphériques) ; une lentille est caractérisée par une grandeur homogène à une longueur : la **distance focale image** notée **f'**. La distance focale image est la distance **algébrique** séparant le point de convergence d'un faisceau incident de rayons parallèles et la lentille.*

*A cette grandeur est associée **la vergence** notée **V** et définie par la relation :*

$$V = \frac{1}{f'}$$ *et s'exprime en* m^{-1} ou en **dioptries (δ)**.

Calculer la vergence du cristallin au repos en fonction de la profondeur d du globe oculaire.

- **Modélisation de l'œil sur banc optique** : réaliser avec une lentille de distance focale f' = 30 cm, une source provenant de l'infini. Utiliser deux méthodes :

- méthode d'autocollimation ;
- en visant un point « très loin ».

> ***Méthode d'autocollimation** : sur le banc optique, positionner l'objet éclairé à distance égale à la distance focale avant une lentille convergente. Vérifier que le faisceau de rayons émergents est bien parallèle.*
> *On peut montrer également qu'en plaçant un miroir après la lentille on obtient dans le plan de l'objet éclairé, une image nette.*

Sur le banc optique, faire le montage représentant un œil normal à l'aide d'une lentille de distance focale 12,5 cm (Vergence V = ……………………δ) et d'un écran.

- Placer « le critallin » et la « rétine », en conservant la *profondeur de l'œil d*, à la distance ℓ = 50 cm de l'objet éclairé. Par quelle lentille doit-on remplacer le cristallin afin d'obtenir une image nette sur la rétine ?

Répondre à la problématique suivante :

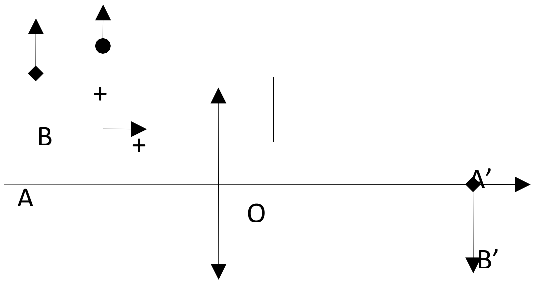
Comment l'œil voit-il nette l'image d'un objet , autrement dit, quel est le rôle de **l'accommodation dans l'œil ?**

*On appelle punctum remotum PR le point le plus éloigné pouvant donner une image nette sur la rétine, l'œil étant au repos. Pour l'œil normal (ou **emmétrope**) le PR est à l'infini : la distance maximale de vision distincte Dm tend vers l'infini pour l'œil normal.*
On appelle punctum proximum PP le point le plus proche pouvant donner une image nette sur la rétine, l'œil accommodant au maximum. Pour l'œil normal le PP est à 25 cm de l'œil : la distance minimale de vision distincte dm est de 25 cm pour l'œil normal.
Calculer la vergence maximale de l'oeil normal.
Les défauts de l'œil :
*- le cristallin de l'**oeil myope** est trop convergent ou la profondeur de son globe oculaire est trop grande.*
*- le cristallin de l'**oeil hypermétrope** est trop peu convergent ou la profondeur de son globe oculaire est trop faible.*
*·- la **presbytie** est une fatigue des muscles du cristallin qui survient avec l'âge : l'œil complètement presbyte n'accommode plus.*

- **Correction des défauts de l'œil**. Nous raisonnons à partir de l'œil simulé précédemment.

<u>Modélisation d'un œil myope</u>.
Augmenter la profondeur du globe oculaire en plaçant l'écran à 20 cm de la lentille. Montrer que le port d'une lentille de contact de vergence - 3 δ, permet de rétablir la vision à l'infini. Vérifier le résultat par le calcul.
<u>Modélisation d'un œil hypermétrope</u>.
Diminuer la profondeur du globe oculaire en plaçant l'écran à 10 cm de la lentille. Montrer que le port d'une lentille de contact de vergence + 2 δ permet de rétablir la vision à l'infini. Vérifier le résultat par le calcul.

Deuxième partie- Modèle de la lentille mince convergente



Notations :

- $\overrightarrow{AB}$ *modélise l'objet ; **sa taille** $\overline{AB}$ est une valeur algébrique, son signe est défini par une convention d'orientation. (Par exemple sur le schéma , $\overline{AB}>0$)*
- $\overrightarrow{A'B'}$ *modélise l'image ; **sa grandeur** est une valeur algébrique, son signe est définie par la même convention d'orientation. (Par exemple sur le schéma , $\overline{A'B'}<0$).*
- O *désigne le centre optique ou encore le centre de symétrie de la lentille.*
- x *représente la distance algébrique $\overline{OA}$: son signe est définie par une convention d'orientation (Par exemple sur le schéma : $x=\overline{OA}<0$).*

- *x' représente la distance algébrique $\overline{OA'}$: son signe est définie par la même convention d'orientation (Par exemple sur le schéma : $\overline{OA'}>0$).*
- *$\gamma=\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$ est le grandissement ; il s'agit d'une grandeur algébrique.*

- Lorsque $||>1(resp<1)$, l'image est plus ……………………………………….(resp plus …………………………………) ;
- lorsque γ > 0 (resp < 0), l'image est ……………………………………………………(resp ………………………………….).

Positionner l'objet éclairé avant la lentille de distance focale f' = 20 cm, aux distances précisées comme indiquées dans le tableau. Dans chacune des situations chercher avec un écran la position de l'image, mesurer x, $\overline{AB}$, $\overline{A'B'}$, en déduire γ ainsi que les incertitudes correspondantes.

$x(cm)$	U(x)	$\overline{AB}$	U($\overline{AB}$)	$\overline{A'B'}$	U($\overline{A'B'}$)	$\frac{x'}{x}$	γ	U(γ)	$\frac{1}{\gamma}$	U($\frac{1}{\gamma}$)
-60										
-40										
-30										
-10										
+10										

On admet que U(γ) = γ x $\sqrt{\left(\left(\frac{U(\overline{AB})}{\overline{AB}}\right)^2+\left(\frac{U(\overline{A'B'})}{\overline{A'B'}}\right)^2\right)}$ *et* $U(\gamma^{-1})=\frac{U()}{\gamma^2}$.

- *Vérifier la relation du grandissement :* $\gamma=\frac{x'}{x}$ *et l'utiliser éventuellement.*
- *Reporter sur un graphe 1/ x' en fonction de 1/x. En déduire la relation de conjugaison de Descartes des lentilles minces.*
- *Reporter sur un graphe γ^{-1} en fonction de x.*

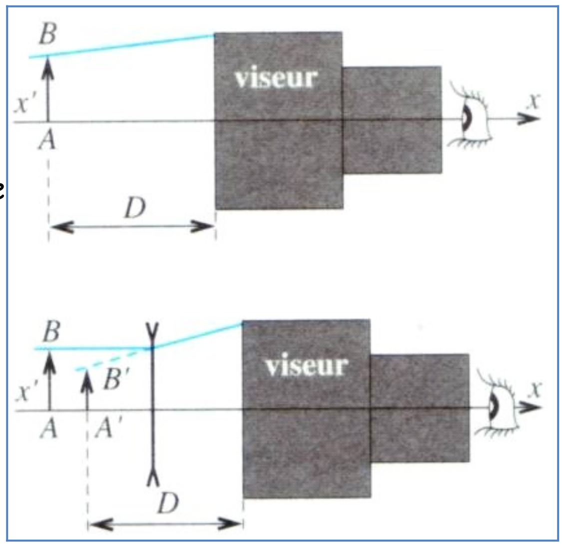
Vérifier que la courbe obtenue est cohérente avec la relation que l'on peut démontrer par ailleurs :

$$\gamma^{-1}=\frac{1}{f'}.x+1.$$

Répondre à la problématique suivante :

Comment doit-on placer une lentille afin d'obtenir d'un objet, une image plus grande ?

ANNEXE : montages pour une image virtuelle et un objet virtel



- *Dans le cas où l'image est située avant la lentille (= image …………………………………), la repérer avec **un viseur**.*

D représente la distance de mise au point. En l'absence de système optique, nous pointons un objet réel éclairé et mesurons la distance de mise au point D. Nous évaluons également l'incertitude sur cette valeur.

En application pour l'étude d'un système optique, nous pointons avec le viseur l'image virtuelle (qui devient l'objet pour le viseur) : lorsque l'image est vue nettement *avec le viseur, celle-ci se trouve à la distance D mesurée précédemment. Nous en déduisons ainsi la position de l'image virtuelle.*

- *Pour l'objet situé après la lentille (= objet ……………………………………), utiliser une autre lentille auxiliaire. Construire l'image d'un objet. La lentille étudiée est positionnée avant cette image. L'mage pour la lentille auxiliaire devient l'objet pour la lentille étudiée. Rechercher avec un écran, la position de l'image obtenue.*

<table>
<tr><td rowspan="4">S'approprier</td><td colspan="3">Énoncé de la problématique</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Critère de validation</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Schéma du montage</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Protocole général</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="12">Réaliser</td><td rowspan="4">Protocoles spécifiques</td><td rowspan="2">Objet</td><td>réel</td><td></td></tr>
<tr><td>virtuel</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Image</td><td>réelle</td><td></td></tr>
<tr><td>virtuelle</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">Causes d'incertitude</td><td>Position de l'objet</td><td></td></tr>
<tr><td>Position de l'image</td><td></td></tr>
<tr><td>Position de la lentille</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Évaluation de l'incertitude</td><td>Sur les valeurs calculées</td><td></td></tr>
<tr><td>Sur les valeurs mesurées</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Tableau de mesure</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Modélisation de la relation $\frac{1}{x'}=f(\frac{1}{x})$</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Modélisation de la relation $1/y=f(x)$</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">Valider</td><td colspan="3">Rôle de l'accommodation</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Détermination des caractéristiques de la droite obtenue : coefficient directeur et ordonnée à l'origine.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Comparaison (en tenant compte de l'incertitude) avec les valeurs théoriques.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Identification des valeurs de x répondant à la problématique</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">Communiquer</td><td colspan="3">Langage correct et vocabulaire adapté</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Schémas clairs avec symboles adaptés</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Commentaires sur les résultats</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Conclusion</td><td></td></tr>
</table>