

TP : Formation et observation d'images.

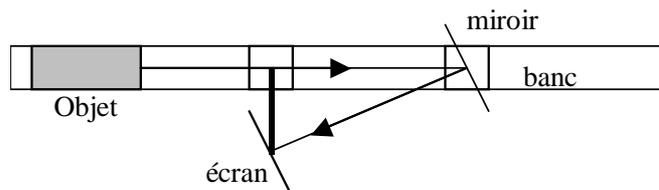
Le logo  est placé en regard des parties demandant une préparation théorique.

I Formation d'images dans des systèmes catoptriques et catadioptriques :

On envisage ici diverses manipulations, sur un banc optique. Les éléments des montages peuvent être situés par leurs abscisses x le long de l'axe optique, à bien distinguer des positions algébriques. Ces positions algébriques (par rapport au centre des lentilles ou par rapport au sommet des miroirs) sont les quantités qui interviennent dans les formules de conjugaison. Attention donc au caractère algébrique des positions et focales, ainsi qu'aux unités de mesures employées.

Pour des raisons pratiques, en présence de miroirs, il faudra décaler légèrement l'écran de l'axe du banc au moyen d'une tige prévue à cet effet. Ainsi, il n'obturera pas la marche des rayons lumineux.

De même, il faudra dévier légèrement l'axe optique du miroir de l'axe du banc.



Pour chaque situation envisagée, tracer la construction graphique présentant la marche des rayons lumineux dans le système.

(1) Miroir concave, caractère focal :

On souhaite envoyer une image à l'infini à l'aide d'un objet réel placé au foyer objet d'une lentille de focale nominale $f = +200$ mm.

La valeur effective de cette focale pouvant être un peu différente, on procède à un réglage par autocollimation. Accoler un miroir en sortie de la lentille et déplacer l'ensemble sur le banc jusqu'à ce que l'image finale (après traversée de la lentille, réflexion sur le miroir et traversée de la lentille en sens inverse) se forme sur le même plan que l'objet.

En plaçant ensuite le miroir en une abscisse quelconque y du banc, récupérer sur l'écran l'image en $(y - 125)$. La focale du miroir est $f = -125$ mm.

 En s'appuyant sur une construction géométrique, déterminer le grandissement transversal théorique. Le comparer au grandissement obtenu expérimentalement.

(2) Miroir concave ($f = -125$), relation de conjugaison :

L'objet étant en $x = 0$ mm, placer le miroir en $x = 800$ mm. Relever à l'aide de l'écran la position de l'image.  Pour vérifier la formule de conjugaison : $\frac{1}{SA'} + \frac{1}{SA} = \frac{2}{SC} = \frac{1}{SF} = \frac{1}{f}$, calculer

théoriquement $\overline{SA'}$ à partir de la focale f et de la position de l'objet \overline{SA} et confronter à la mesure expérimentale. Conclure compte tenu des incertitudes de mesures.

(3) Miroir convexe ($f = +125$) :

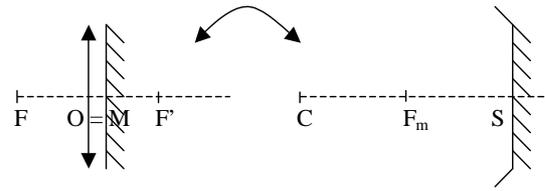
 L'objet est placé en $x = 0$ mm, miroir en $x = 700$ mm. Calculer théoriquement la position et le grandissement de l'image. L'image est virtuelle, en arrière du miroir. Observer cette image à l'œil. Remarquer qu'il n'est pas possible de la projeter sur un écran.

Pour des raisons pratiques, on n'a pas ici la place de construire un œil artificiel par ajout d'une lentille et d'un écran.

(4) Association miroir plan et lentille convergente ($f' = +200$ mm) :

La lentille étant accolée au miroir, montrer expérimentalement la nature du système équivalent (équivalence à un miroir concave).

Mesurer de façon indépendante la position du centre et celle du foyer du miroir équivalent (le sommet étant constitué par le centre optique de la lentille, pratiquement contenu dans le plan du miroir accolé). Comparer les deux valeurs obtenues.



Justifier vos conclusions à l'aide d'une étude théorique : en appliquant successivement les relations de conjugaison des différents éléments du montage (3 relations), établir une relation de conjugaison entre objet et image définitive de forme analogue à celle d'un miroir équivalent. En déduire la focale équivalente f_m .

Faire de même pour les relations de grandissement.

Par un schéma, construire la position du foyer équivalent F_m' .

(5) association d'un miroir convexe et d'une lentille convergente :

L'objet est en $x = 0$ mm, la lentille de focale $f' = +200$ mm en $x = 300$ mm. Relever précisément la position de l'image intermédiaire. Quelle est la valeur effective de f' ?

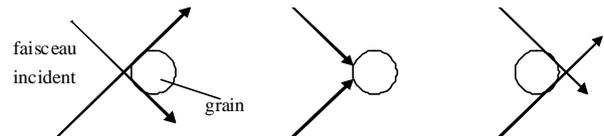
Placer le miroir convexe de focale $f = +125$ mm à 50 mm avant la position de l'image intermédiaire, qui sert donc d'objet virtuel. Relever la position de l'image finale.

Calculer les valeurs théoriques de la position de l'image finale et du grandissement total (on obtiendra $\gamma \approx -3,3$). Comparer aux valeurs expérimentales obtenues.

II Diaphragme et profondeur de champ

On sait que tous les récepteurs de lumière ont une structure **granulaire**, et que par conséquent ces récepteurs ne peuvent pas distinguer un stigmatisme approché d'un stigmatisme rigoureux.

Il y a donc une incertitude quant au positionnement du plan conjugué d'un objet lumineux.



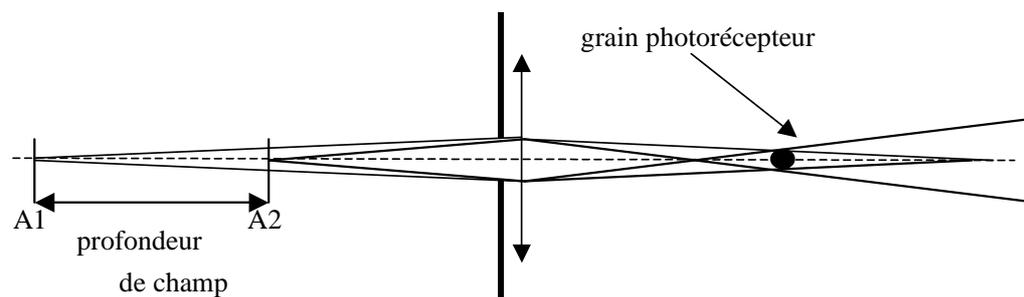
Donnons deux définitions :

- La latitude de mise au point est le fait qu'il existe un intervalle des positions de l'objet telles que l'image soit considérée comme nette.

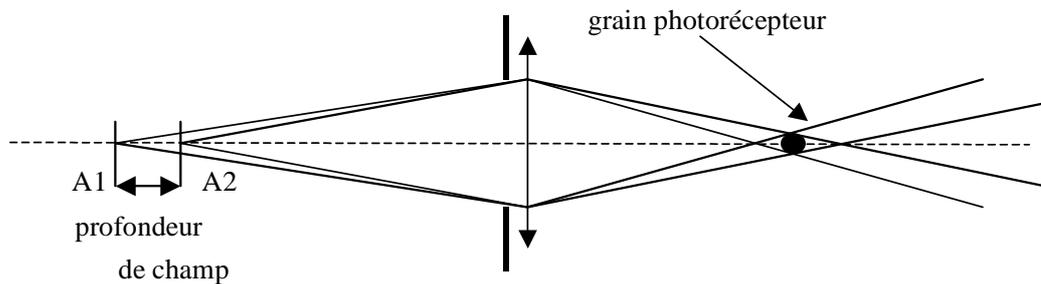
- La profondeur de champ est la distance séparant les deux positions extrêmes.

Nous allons observer expérimentalement l'incidence qu'a un diaphragme sur cette profondeur de champ.

- Cas d'un diaphragme de faible diamètre :



- Cas d'un diaphragme de grand diamètre :



Expérimentation :

La lentille choisie aura une focale $f = +200$ mm. L'objet est quasi ponctuel (diaphragme de plus faible diamètre (1,5 mm) employé comme trou-objet ou fente fine).

La taille des grains photorécepteurs est figurée par un intervalle de deux graduations sur l'axe gradué de l'écran (soit 4 mm). L'image est considérée comme nette lorsque la tache-image recouvre au plus la surface d'un grain photo-récepteur.

Suivre la procédure suivante :

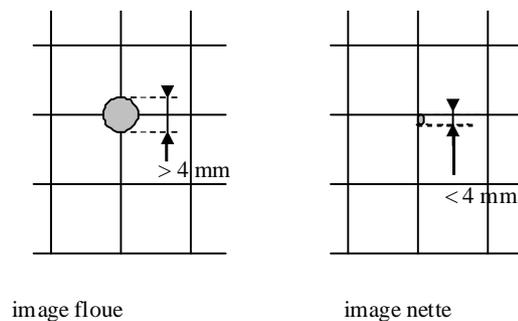
1°) Placer la lentille à l'abscisse $x = 1000$ mm et l'écran à l'abscisse $x = 1400$ mm.

2°) Former l'image, nette, sur l'écran en plaçant l'objet en la position adéquate. L'image a alors une taille d'environ 2 mm.

3°) En l'absence de diaphragme, ce sont les bords de la lentille qui en font office. La situation correspond alors à un diaphragme de 40 mm.

Relever la profondeur de champ, définie comme l'écart entre les positions de l'objet pour lesquelles l'image (floue) atteint une taille de 4 mm, c'est à dire d'un grain photorécepteur.

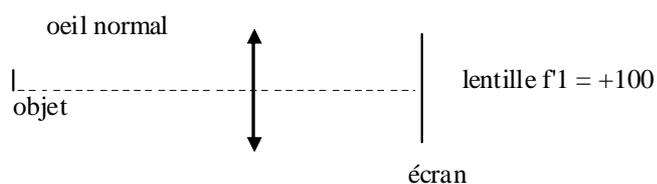
4°) Placer ensuite le diaphragme de diamètre 16 mm sur la lentille. relever les nouvelles valeur de profondeur de champ et comparer les résultats obtenus dans les différents cas. Conclure.



III L'œil :

Les situations proposées ci-dessous ont pour but de modéliser expérimentalement le fonctionnement de l'œil. Une présentation générale de ces notions a été donnée au chapitre du TP-cours précédent. Une relecture préalable est évidemment nécessaire pour tirer profit de ce qui suit.

Manipulations sur banc optique :



1°) œil normal :

Former une image de l'objet sur l'écran.

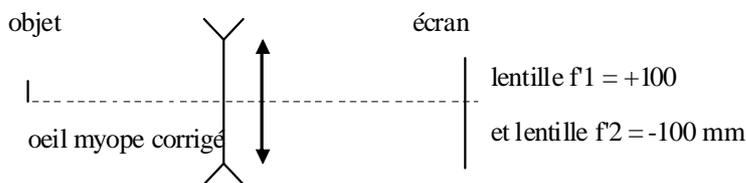
Par exemple : $p = \overline{OA} = -0,50$ m \rightarrow $p' = \overline{OA'} = +0,125$ m = 12,5 cm.

Remarquer que l'image obtenue n'est pas satisfaisante (halo lumineux). Remédier au problème en ajoutant un diaphragme de diamètre 16 mm puis 4 mm.

Ce diaphragme rend compte de la nécessité de l'iris de l'œil, délimitant la pupille, pour se placer dans les conditions de Gauss et limiter ainsi les aberrations et distorsions pouvant naître dans le système optique.

2°) œil myope : reculer l'écran de quelques centimètres → l'image est floue.

3°) œil myope corrigé : rétablir la netteté de l'image en ajoutant la lentille divergente L_2 que l'on placera à quelques centimètres devant l'« œil ».



IV Formation d'images avec une lentille divergente :

Attention à distinguer l'abscisse x mesurée sur le banc à partir de l'origine (en général, la position de l'objet) des mesures algébriques p et p' des positions respectives de l'objet A et de l'image A' , par rapport au centre O de la lentille.

$$p = \overline{OA} = x_A - x_O \quad \text{et} \quad p' = \overline{OA'} = x_{A'} - x_O$$

On utilise une lentille de focale $f = -100$ mm.

La placer en l'abscisse $x = +100$ mm, l'objet étant en $x = 0$ mm.

L'image obtenue est virtuelle, droite.

🔧 Déterminer sa position par le calcul. Peut-on mesurer expérimentalement cette position à l'aide d'un écran ?

On peut néanmoins récupérer l'image virtuelle obtenue à travers la lentille divergente à l'aide d'un "œil", constitué d'une seconde lentille, convergente, de focale $f = +100$ mm.

Relever la position de l'écran qui amène une image nette lorsque la seconde lentille est placée en $x = 400$ mm.

🔧 En déduire la position de l'image virtuelle obtenue à travers la première lentille, et comparer à la valeur calculée théoriquement.

🔧 Tracer le schéma correspondant à la situation étudiée.

Calculer la valeur théorique du grandissement transversal total γ , obtenue pour le système constitué des deux lentilles.

Vérifier expérimentalement la valeur de ce grandissement total