

TP 2 – DE LA LOUPE A L'OCULAIRE

Le but des instruments d'optique étudiés plus tard (microscope, lunette astronomique) est de donner une image perçue plus grosse d'un objet.

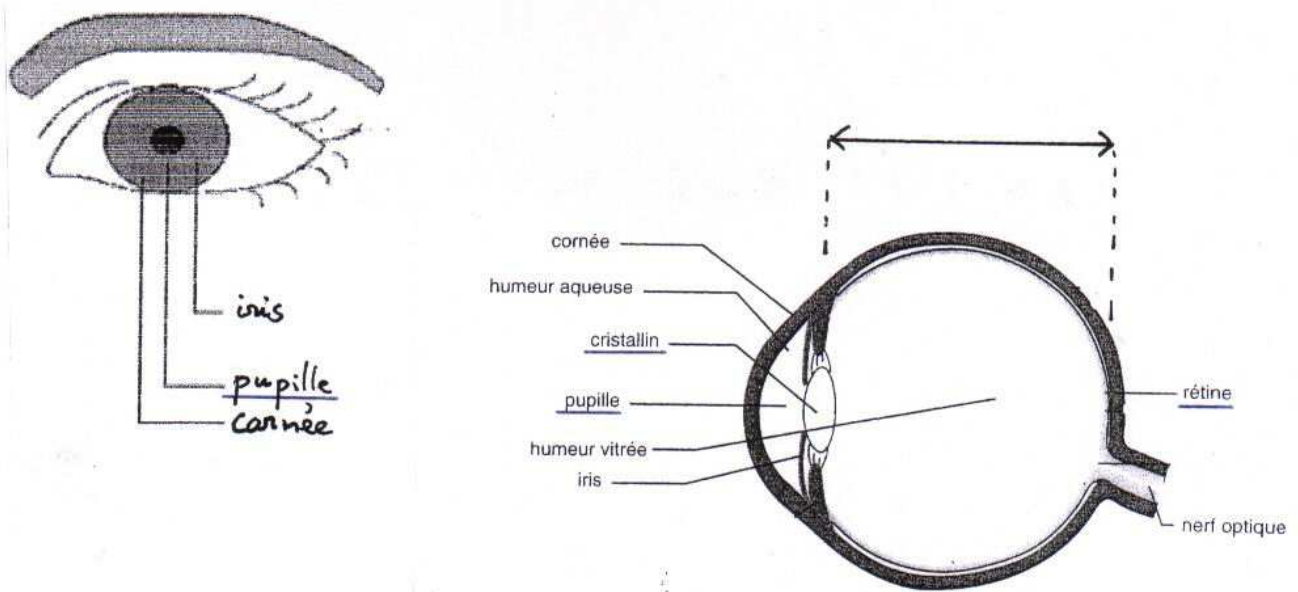
La grandeur physique déjà introduite : le grandissement s'avère insuffisante pour rendre compte de cette exigence, notamment quand l'image se trouve très éloignée de l'œil : elle peut être plus grande que l'objet mais perçue plus petite.

- Objectifs :**
- Savoir définir et calculer le diamètre apparent ;
 - Savoir définir et calculer le grossissement d'une loupe ;
 - Savoir à quoi correspond une observation « sans fatigue » pour l'œil.

I. Quelques informations sur l'œil

L'œil humain est un récepteur important. Du point de vue optique, il est constitué essentiellement :

- ❖ de la pupille, qui laisse entrer un flux de lumière limité par son ouverture (variable) ;
- ❖ du cristallin, qui concentre le flux de lumière sur la rétine ;
- ❖ de la rétine, surface sensible qui transforme l'énergie lumineuse en signal électrique.



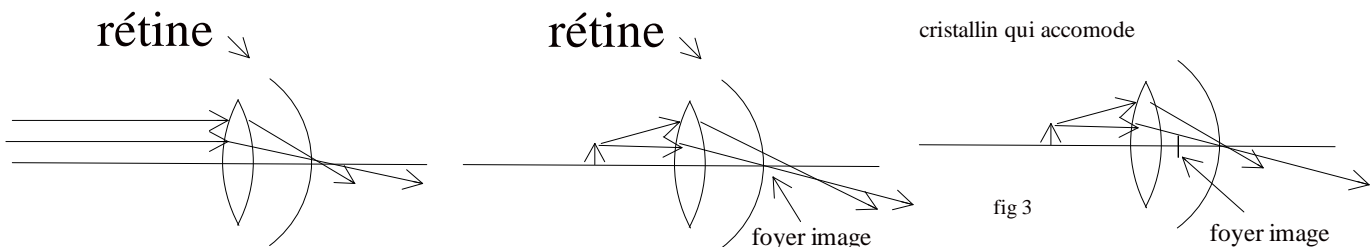
La partie de l'œil la plus importante (en ce qui nous concerne dans ce cours) est le **cristallin** :

Il s'agit d'une lentille convergente bien particulière :

- ❖ quand un objet est à l'infini, l'image se forme à la distance focale de cette lentille, sur la rétine. (fig 1)
- ❖ Quand un objet est situé plus près, si le cristallin "ne fait rien" l'image va aller se former derrière la rétine (fig 2). On voit flou car pour un point objet c'est toute une zone de la rétine qui est excitée.

Pour voir clair, l'image doit se former sur la rétine est l'œil y parvient en accommodant : la cristallin est une lentille

convergente, de distance focale variable ; l'action des muscles oculaires fait plier la lentille et modifie la focale. (fig 3)



Pour l'œil, la **position de repos** est donc la **vision d'un objet à l'infini** ; chaque fois qu'un objet sera plus près il y aura accommodation donc action de muscles et fatigue oculaire.

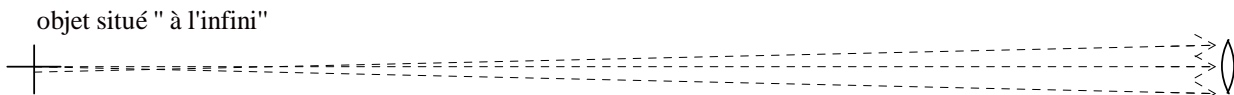
Chaque appareil optique donnera de l'objet une image située à l'infini de manière à respecter cette contrainte.

Remarque : distance minimale de vision nette : dm

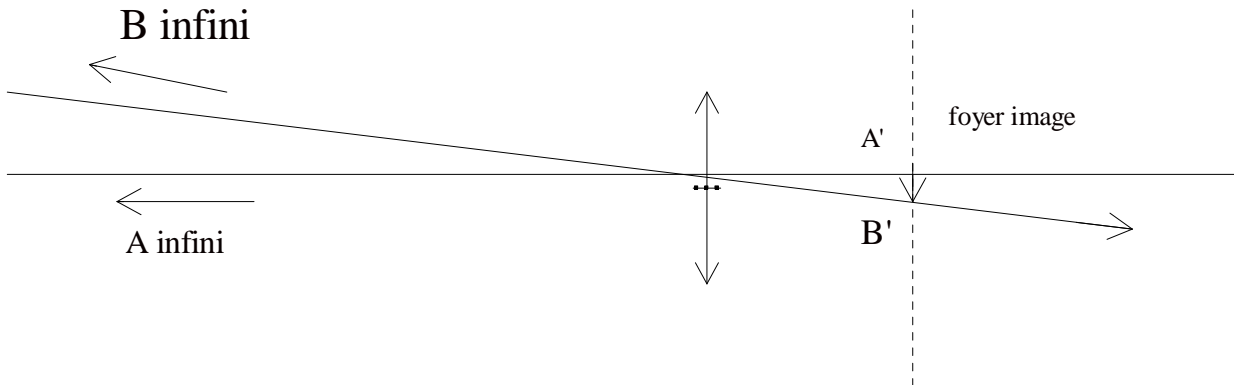
La distance minimale à laquelle on peut observer un objet distinctement et sans fatigue excessive s'appelle la distance minimale de vision distincte. Elle dépend de l'âge et des défauts de l'œil. Elle est estimée à **25 cm** pour un adulte jeune dont l'œil est normal.

Image d'un objet situé à l'infini

Pour un objet situé à l'infini, tous les rayons issus d'un point arriveront sur la lentille avec une différence d'angle si petite qu'on pourra les considérer comme parallèles :



Un objet peut de plus être considéré à l'infini mais n'étant pas ponctuel (par ex : le soleil). Voici comment on en trace l'image par une lentille convergente :



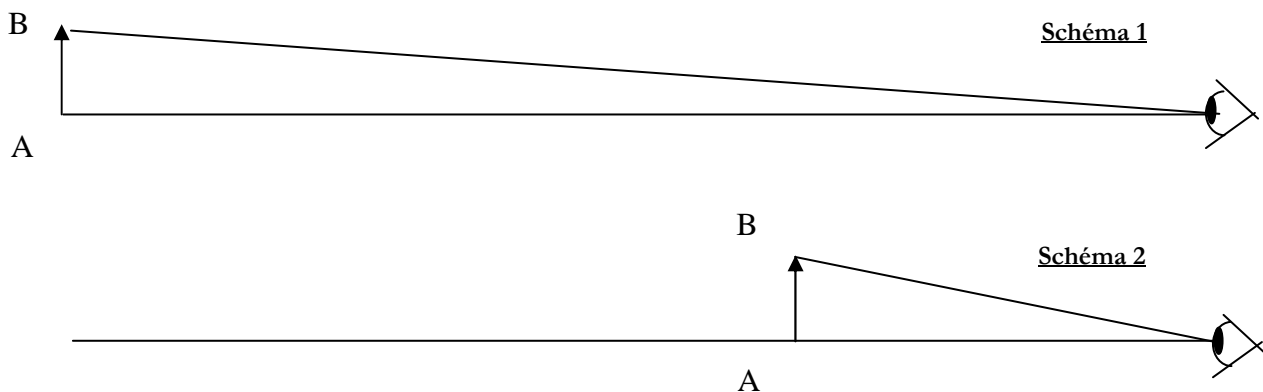
Puisque l'objet est à l'infini, son image sera dans le plan du foyer image de la lentille. (En pointillés sur le dessin). L'intersection entre ce plan et le rayon issu de B non dévié définit B'.

II. Une figurine plus grande, paraît-elle nécessairement plus grosse ?

Notion de diamètre apparent :

- Découper dans une feuille de papier deux cercles : un de diamètre 3 cm (le petit) et un de diamètre 7 cm (le grand)
- Proposer un moyen pour les observer de sorte que le petit soit plus gros que le grand. Décrire brièvement.
En faire un schéma et la réaliser.

Schéma :



Comment évolue le diamètre apparent de l'objet AB du schéma n°1 au schéma n°2 ?

- On peut également faire l'expérience suivante : Prendre 2 stylos de même taille. Les placer de manière à en voir un plus grand que l'autre.

Conclusion

Définition :

Le diamètre apparent

Evidemment le diamètre apparent (c'est la raison pour laquelle on précise "apparent") est différent si l'objet est loin ou proche.

II. Grossir avec une lentille convergente : la loupe

1) Comment percevoir plus gros un objet ?:

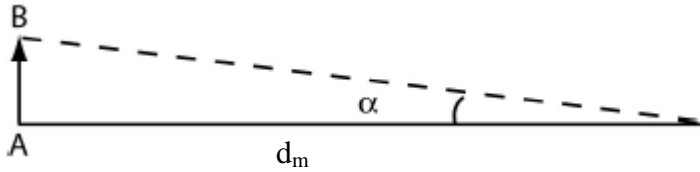
Pour distinguer les détails d'un objet, la première chose à faire consiste à approcher l'objet de l'œil.

Comparer les schémas n°1 et n°2. Comment évolue le diamètre apparent de l'objet AB du schéma n°1 au schéma n°2 ?

2) Observer plus gros :

- Pour grossir un objet, la première chose consiste à approcher l'objet de l'œil.
Que se passe-t-il pour le diamètre apparent de l'objet ?
- Mais en-dessous d'une certaine distance, les yeux commencent à loucher et à se fatiguer exagérément.
Le rapprochement est limité, par la distance minimale de vision distincte
Proposer une méthode simple pour mesurer la **distance minimale de vision distincte** pour un œil.
Réaliser l'expérience et donner son résultat : ...

➤ Pour un œil normal, la distance minimale de vision distincte est $d_m =$



α est le diamètre apparent de l'objet à l'œil nu à une distance de 25 cm (d_m).

3) Rôle de la loupe :

- Il existe une seconde possibilité : trouver un système optique à travers lequel l'image aura un diamètre apparent plus grand que l'objet.
Une loupe est constituée par une lentille convergente.

➤ Rappeler où doit se trouver la lentille par rapport à l'objet pour qu'elle se comporte en loupe ?

4) Étude du grossissement de la loupe :

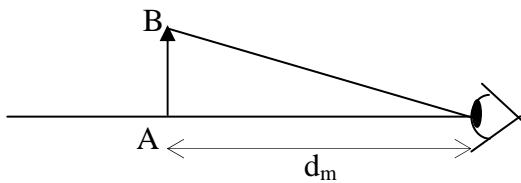
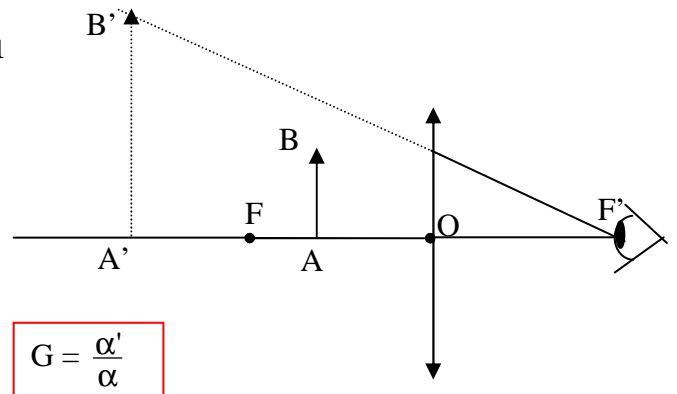


Schéma 1



Le grossissement est le paramètre qui rendra compte de la qualité de l'appareil optique. On le définit par :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

α' : angle sous lequel on voit l'image de l'objet donnée par la loupe.

α : angle sous lequel on voit l'objet à l'œil nu et placé à la distance minimale de vision distincte.

Nb : dans toute la suite on considérera que les angles sont assez petits pour que l'on puisse utiliser l'approximation : $\tan \alpha = \alpha$.

En utilisant les schémas 3 et 4, exprimer le grossissement de la loupe pour un œil normal, placé au foyer F' , (indiquer les angles α et α' sur les schémas)

➤ Calculer le grossissement d'une lentille de vergence $C = 8,0 \delta$

Compléter :

* Grossir 10 fois, c'est ----- 10 fois le diamètre apparent, soit diviser par ----- la distance d'observation.

* Pour voir les détails d'un petit objet, on peut l'approcher à 25 cm de l'œil (on considère que pour un œil « normal », la distance minimale de vision distincte est $d_m = 25$ cm). Quand on observe l'image de cet objet à travers une loupe qui grossit 10 fois, on voit ce que l'on verrait de l'objet si notre œil nous permettait de le voir nettement à une distance de ----- cm.

Rem : Pourquoi le grandissement défini aux tps précédents ne peut-il pas rendre compte, comme le grossissement, de la perception d'un objet ?

III.L'oculaire des instruments d'optique.

1) Observer sans fatigue pour l'œil ...

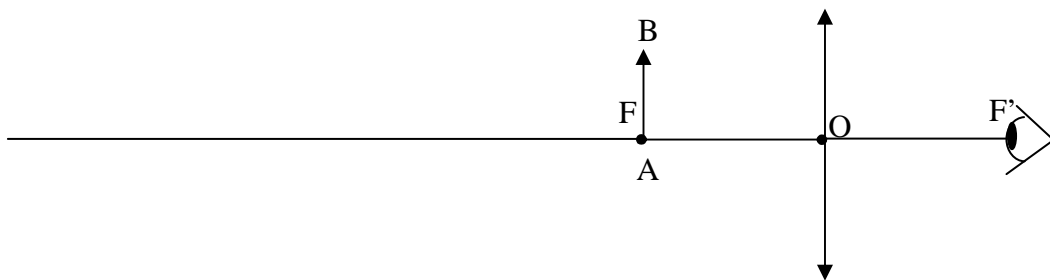
La loupe utilisée telle quelle, est encore incomplète : il nous faut satisfaire aux réalités de l'œil : à savoir qu'il se fatigue s'il accommode.

Il faut donc qu'on utilise la loupe de telle manière que l'image $A'B'$ soit rejetée à l'infini. Utilisée comme cela on l'appelle **oculaire** et elle constitue une partie de tous les instruments d'optique : celle proche de l'œil (d'où son nom).

❖ Compléter le schéma n°5 en traçant deux rayons issus de B (l'œil étant placé au foyer image F' de la loupe et l'objet AB placé au foyer objet F).

Dans ce cas, l'image donnée par la loupe permet-elle à l'œil une observation sans fatigue ?

Schéma 3



2) De la loupe à l'oculaire :

- ❖ Déterminer expérimentalement la distance focale des deux lentilles à votre disposition.
- ❖ Exprimer puis calculer le grossissement dans chacun des deux cas.
- ❖ Les utiliser en loupe, pour une observation sans fatigue pour l'œil. Quelle est la meilleure loupe ?
- ❖ Quelle est la valeur maximale de la distance focale d'une lentille pour être utilisée comme loupe ?
- ❖ Schématiser les deux expériences pour un objet AB de 1 cm de hauteur et en utilisant comme échelle :
 - suivant l'axe optique : échelle $\frac{1}{2}$
 - suivant une direction perpendiculaire à l'axe optique : échelle 1
- ❖ Conclure.

3) « Grossir » avec deux lentilles convergentes : introduction au microscope.

Pour observer les détails d'un petit objet, on vient de l'observer à la loupe.

Comment augmenter encore son diamètre apparent en utilisant une deuxième lentille convergente ?

Proposer une (ou des) solution (s) en expliquant à l'aide de schémas.

Vérifier à l'aide du banc d'optique