

I. Modélisation d'un œil :

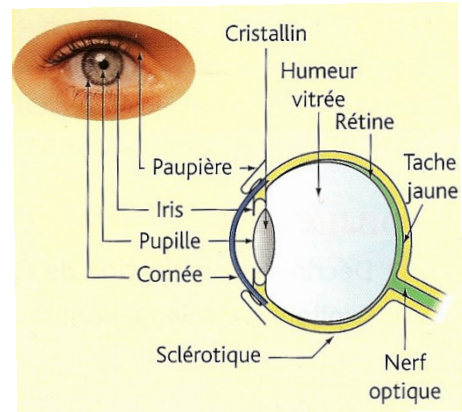
1. Schéma de l'œil et vision :

L'œil est un récepteur de lumière sensible aux radiations lumineuses dont la longueur d'onde λ est comprise entre 400 nm et 800 nm (Domaine visible : Violet au rouge).

Le **cristallin** joue le rôle d'une lentille convergente que des **muscles ciliaires** peuvent rendre plus ou moins bombée.

L'**iris** agit comme un diaphragme et limite l'intensité lumineuse pénétrant dans l'œil.

La **rétine** recueille les images et les transmet au cerveau sous forme d'influx nerveux par l'intermédiaire du **nerf optique**.



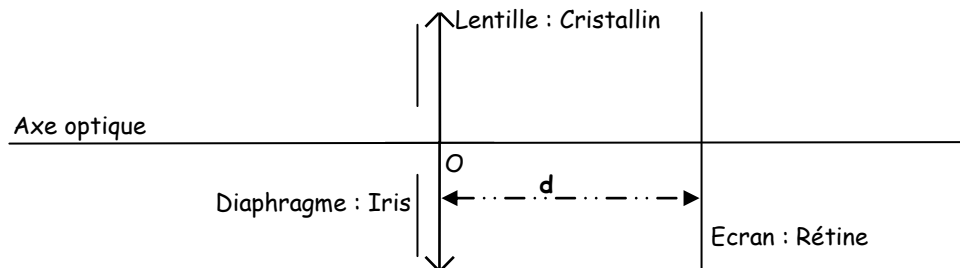
L'œil ne voit un objet que si :

- L'objet est éclairé ou émet de la lumière
- La lumière provenant de l'objet pénètre dans l'œil.

L'œil ne voit un objet nettement que si son image se forme sur la rétine.

2. Modèle simplifié d'un œil :

Pour étudier la vision d'un œil normal, on le **modélise** par un **montage optique convergent**. La distance **d** cristallin-rétine vaut en moyenne 17 mm.



II. Fonctionnement de l'œil.

1. Formation d'une image sur la rétine :

Pour qu'un objet soit **vu nettement**, il faut que son image se forme sur la **tâche jaune de la rétine** centrée sur l'axe optique.

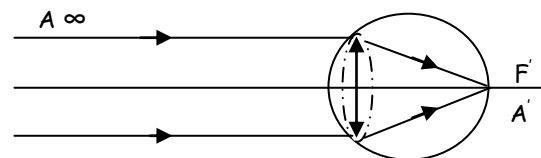
Deux conditions doivent être remplies :

- L'objet ne doit pas être trop écarté de l'axe optique de l'œil.
- L'image de l'objet doit se former à une distance constante (égale à 17 mm) du centre optique O.

2. Vision à l'infini : l'œil au repos.

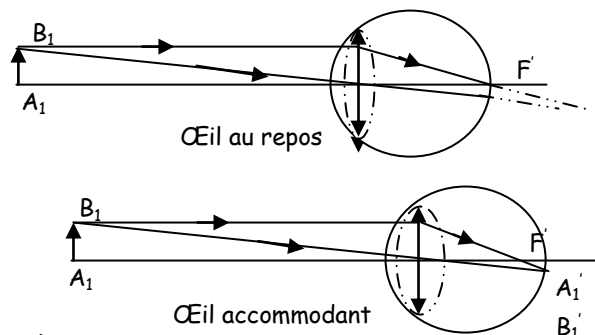
Dans l'œil normal (dit **emmétrope**) au repos, le plan focal image coïncide avec la rétine.

L'image de l'objet à l'infini (∞) se forme donc exactement sur la rétine et l'objet est vu nettement (figure ci-contre).



3. Vision rapprochée : l'accommodation.

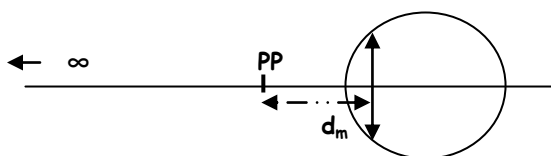
- L'observation d'un objet rapproché exige un délai et un effort d'adaptation de la vision :
On dit que l'œil **accommode**.
- Lorsque l'objet se rapproche de l'œil, en l'absence d'accommodation, son image se déplace dans le même sens. Elle se forme donc derrière la rétine et la vision est floue. (figure ci-contre)



L'œil doit ramener l'image sur la rétine en augmentant sa convergence. Cela peut se faire grâce à la **déformation du cristallin** sous l'action des muscles ciliaires. (figure ci-contre)

4. Limites de l'accommodation :

- L'amplitude de l'accommodation de l'œil est limitée par la déformation maximale du cristallin. Le point de l'axe optique le plus proche que l'œil peut voir nettement en accommodant au maximum est appelé : **le punctum proximum (PP)**.
- La distance du punctum proximum à l'œil est la distance minimale de vision distincte d_m . Cette distance est de l'ordre de 25 cm pour un individu adulte. (figure ci-dessous)



Pour un œil normal la vision distincte s'étend du punctum proximum (PP) à l'infini

Synthèse :

- L'œil normal au repos a une vision nette des objets éloignés.
- Pour observer des objets rapprochés, l'œil doit accommoder en augmentant la vergence du cristallin.
- Pour un œil normal, la zone d'accommodation est située entre le punctum proximum (PP) et l'infini ∞ .

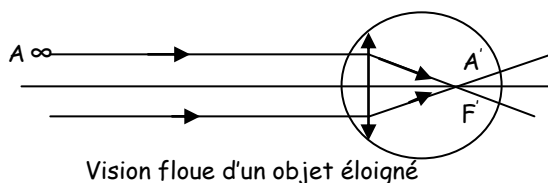
III. Les défauts géométriques de l'œil.

Les défauts les plus fréquents sont les défauts de géométrie.

1. L'œil myope : la myopie.

- **Définition de la myopie :**

Au repos l'œil myope est **trop convergent** pour sa profondeur : son foyer principal image F' est situé devant la rétine.



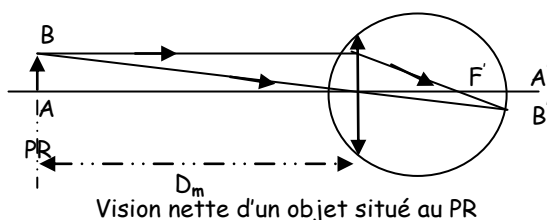
Vision floue d'un objet éloigné

- **Le punctum remotum (PR) de l'œil myope :**

Lorsque l'objet observé se rapproche de l'œil, son image se déplace dans le même sens, donc se rapproche de la rétine. Elle se forme sur la rétine pour une position de l'objet appelée **punctum remotum (PR)**.

Le punctum remotum est donc le point le plus éloigné de l'axe optique que le myope peut voir nettement.

Sa distance à l'œil est la distance maximale de vision distincte D_m .



Vision nette d'un objet situé au PR

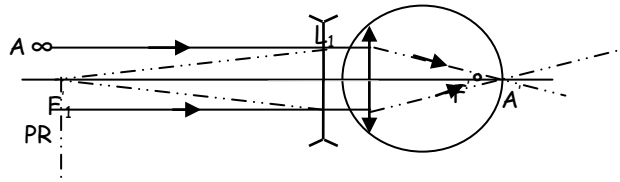
Remarque :

Le PR d'un œil normal est donc situé à l'infini.

- **Correction de la myopie : Voir site pour une animation en flash**

On place devant l'œil myope, trop convergent, une lentille divergente L_1 , qui diminue la convergence des faisceaux lumineux pénétrants dans l'œil.

Pour que l'œil myope au repos puisse voir nettement à travers la lentille correctrice un objet situé à l'infini, celle-ci doit donner de cet objet à l'infini une image située au PR. Le foyer image (F'_1) de la lentille correctrice doit coïncider avec le PR de l'œil myope (figure ci-dessous).



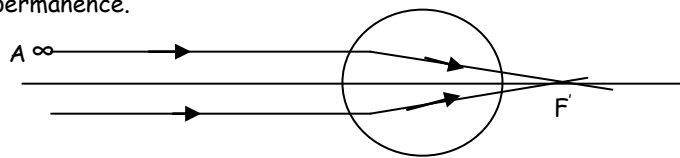
Synthèse :

- La myopie est un excès de convergence de l'œil.
- Elle est corrigée par une lentille divergente.

2. L'œil hypermétrope : l'hypermétropie

- **Définition :**

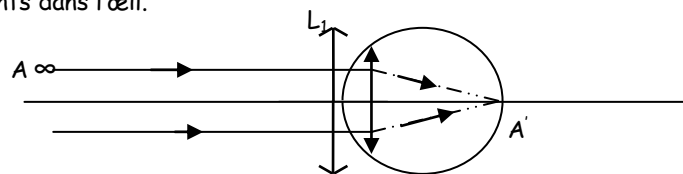
Au repos, l'œil hypermétrope n'est pas assez convergent pour sa profondeur : son foyer principal image est donc en arrière de la rétine. Pour amener l'image sur la rétine, l'œil hypermétrope doit augmenter sa vergence, donc accommoder en permanence.



Vision d'un œil hypermétrope

- **Correction : voir site**

On place devant cet œil pas assez convergent une **lentille convergente L_1** qui augmente la convergence des rayons lumineux pénétrants dans l'œil.



Correction de l'hypermétropie

Synthèse :

- L'hypermétropie est un manque de convergence de l'œil.
- Elle est corrigée par une lentille convergente.

3. La presbytie : un effet de vieillissement

- **Définition :**

La presbytie est une diminution du pouvoir d'accommodation de l'œil, elle est due à la perte de souplesse du cristallin. La faculté d'accommoder diminue avec l'âge et devient quasiment nulle à 65 ans.

La presbytie ne modifie pas la vision des objets éloignés, mais elle rend plus difficiles la vision des objets rapprochés, car l'œil ne peut plus augmenter suffisamment sa vergence. A mesure que presbytie augmente, le punctum proximum s'éloigne et la distance minimale de vision distincte d_m augmente.

- **Correction :**

La vision de l'œil presbyte est corrigée à l'aide de **verres convergents** qui compensent le défaut de vergence de l'œil dans la vision rapprochée. Afin de pouvoir conserver simultanément une vision lointaine correcte, les opticiens ont créé les verres bifocaux, puis les verres progressifs.

Synthèse :

- La presbytie est une diminution du pouvoir d'accommodation de l'œil.
- Elle est corrigée par une lentille convergente, qui rend possible la vision rapprochée.

Objectifs principaux du chapitre : Voir exercices d'application

- ✓ Savoir que l'œil est un système optique convergent à distance focale variable.
- ✓ Savoir qu'un œil myope est trop convergent, qu'un œil hypermétrope ne l'est pas assez, et qu'un œil presbyte ne peut pas accommoder.
- ✓ Savoir que ces défauts peuvent être corrigés par l'utilisation de lentilles adaptées, ou la chirurgie.

I. Etudier la vision d'un œil normal

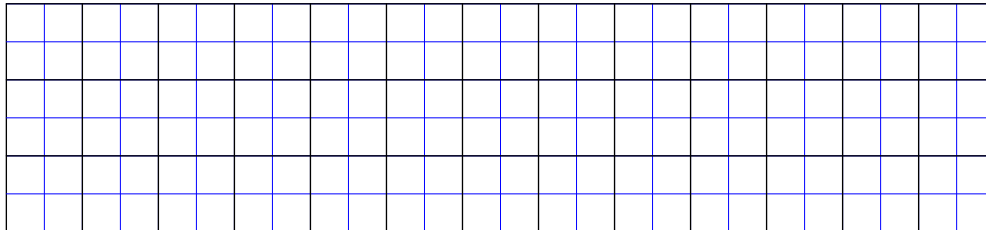
Exercice 1 : Vision de loin et vision de près

Dans l'œil, la distance cristallin-rétine est fixe, elle vaut en moyenne 17 mm.

Pour une vision d'un objet à l'infini, un œil normal est au repos. Pour une vision d'un objet proche, l'œil accommode. Dans les deux cas, pour qu'un objet soit vu nettement, il faut que son image se forme sur la rétine.

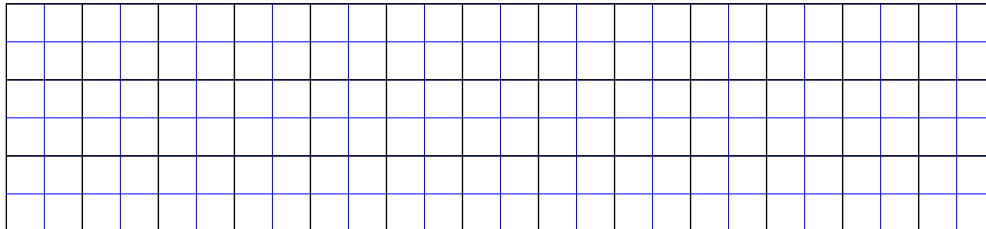
a) Dans un montage optique, comment modélise-t-on le cristallin ? la rétine ?

Tracer ci-dessous un schéma de l'œil modélisé à l'échelle 1.



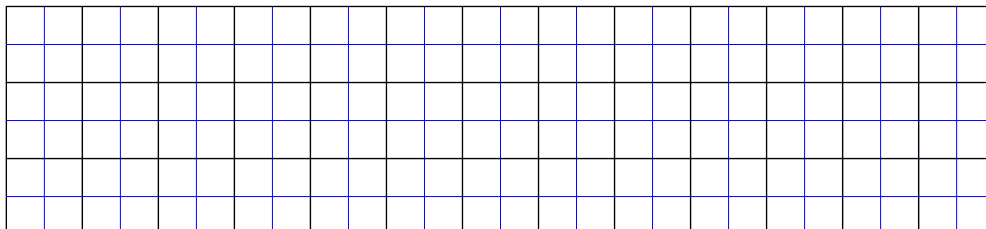
b) Les rayons lumineux issus d'un objet situé à l'infini arrivent sur le cristallin parallèlement à l'axe optique. Dans ce cas, où est situé le foyer du cristallin ?

Justifier la réponse par un schéma, qu'on représentera ci-dessous.



c) Calculer la vergence C du cristallin.

d) Maintenant, on regarde un objet AB de 1 cm de hauteur et situé à 9 cm. Placer l'objet sur le schéma ci-dessous et tracer les rayons lumineux qui permettent d'obtenir l'image $A'B'$ de AB sur la rétine.

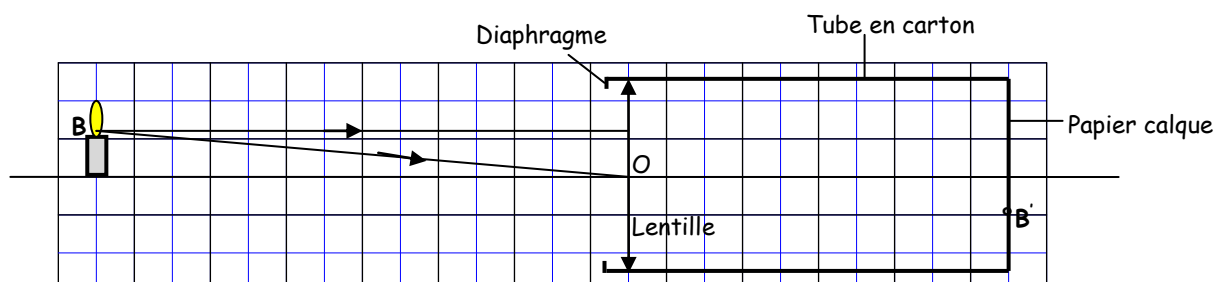


e) Où est situé le foyer du cristallin par rapport à la rétine ?

f) Calculer la nouvelle vergence C du cristallin. Comment a-t-elle évolué lors de l'accommodation ?

Exercice 2 : Modélisation de l'œil

On modélise l'observation d'une petite bougie, placée à 35 cm de l'œil, avec le montage optique suivant (échelle horizontale : 1 cm pour 5 cm)



- Associer les termes du schéma ci-dessus « Diaphragme, tube en carton, papier calque et lentille » aux parties correspondantes de l'œil « Rétine, iris, ensemble cristallin-humeur-cornée, sclérotique ».
- Construire les deux rayons issus du point B et émergents de la lentille, correspondant à chacun des rayons incidents. Positionner le foyer image F' de la lentille, calculer la distance focale OF' . En déduire la vergence C de la lentille.
- Pour modéliser la vision à l'infini d'un œil normal, on utilise une lentille de distance focale 25 cm. Comparer la valeur de OF' calculée précédemment à la valeur 25 cm. Conclure.

Exercice 3 : Punctum proximum (PP) et punctum remotum (PR)

Le punctum proximum (PP) d'un œil est le point le plus proche que l'on peut voir net en accommodant au maximum.

Le punctum proximum (PR) d'un œil est le point le plus éloigné que l'on peut voir net.

On modélise un œil réduit avec une lentille fixe souple, gonflable, de courbure réglable et un écran fixe à dix centimètre de cette lentille.

Pour observer une image nette sur l'écran quand on éloigne un objet, il faut « dégonfler » la lentille.

Au contraire, quand on le rapproche, pour obtenir une image nette, il faut « gonfler » la lentille.

La lentille étant bombée au maximum, on observe que l'objet doit être placé au minimum à 25 cm de la lentille pour être vu net sur l'écran.



- Quelle est la caractéristique de la lentille qui change quand celle-ci est plus ou moins « gonflée » ? Expliquer.
- Commenter les résultats obtenus quand on éloigne ou on approche un objet de la lentille. A quelle opération du cristallin cela correspond-il ?
- Pour un œil emmétrope (normal), où se situe le punctum remotum (PR) ? Dans ce cas l'œil, accommode-t-il ?
- Quand la lentille est « gonflée » au maximum, où se situe le punctum proximum (PP) ?
- Qu'observe-t-on sur l'écran si on place l'objet à 15 cm de la lentille « gonflée » au maximum ?

II. Caractériser les défauts d'un œil et les corriger

Exercice 1 : Anomalies de vision

- Rappeler en quelques mots en quoi consiste le défaut optique de la myopie. Un myope voit-il bien de loin ou de près ?
- Sur le schéma 1, un œil normal est représenté. Compléter le schéma 2 correspondant à un œil myope non corrigé, pour montrer où se forme l'image de l'objet observé.

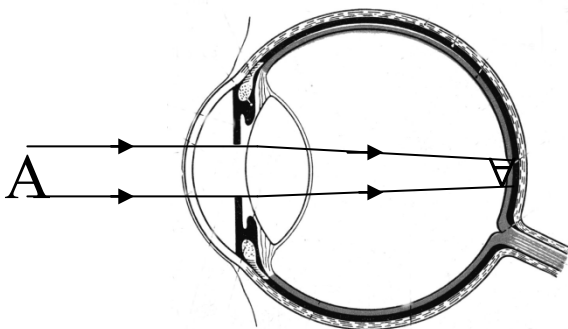


Schéma 1 : œil normal

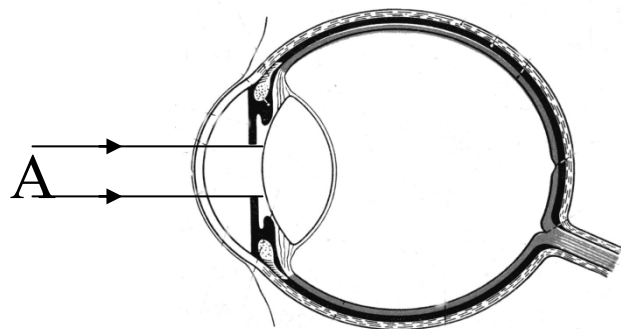
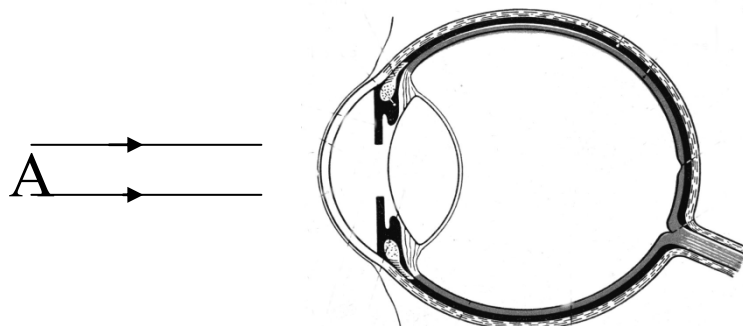


Schéma 2 : œil myope

- c) Avec quel type de lentille corrige-t-on un œil myope ? Compléter le schéma ci-dessous, en dessinant la lentille correctrice devant l'œil et tracer les rayons qui émergent du cristallin pour indiquer où se forme l'image dans l'œil corrigé.



- d) Par quel autre moyen peut-on corriger la myopie ?

Exercice 2 : Documentation fournie par un opticien

Dans une documentation, on trouve les informations suivantes :

« L'hypermétropie est une anomalie de l'œil, responsable d'une mauvaise vision de près. La myopie, quant à elle, est responsable d'une mauvaise vision de loin ».

Le document suivant illustre la vue de deux patients :

	Vision de près	Vision de loin
Patient 1		
Patient 2		

- Lequel des deux patients est hypermétrope ? Justifier la réponse.
- Où se forme l'image des objets observés par ce patient ?
- Pourquoi dit-on qu'un œil myope est trop «long» ?
- Avec quel type de lentille corrige-t-on ces deux défauts ?
- Citer une autre anomalie de l'œil. En quoi consiste-t-elle ?

