



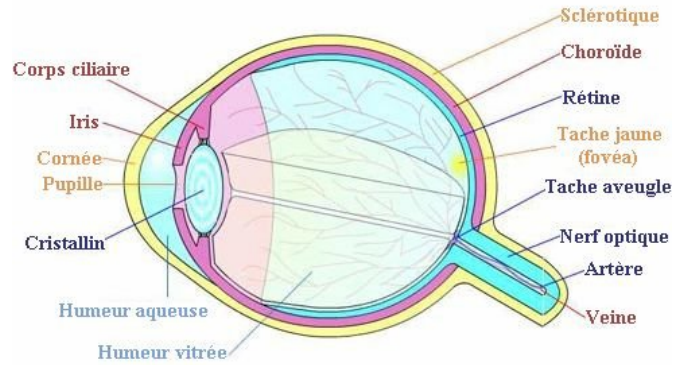
## L'œil et ses défauts

### 1 – L'œil

#### 1.1 – Description sommaire

La rétine comporte des récepteurs,

- Les **cônes** sont essentiellement concentrés dans la zone centrale de la rétine, la macula et son centre, la fovéa. Ils sont particulièrement sensibles aux couleurs.
- Les **bâtonnets** sont en périphérie de la macula ; ils sont très sensibles à l'intensité de la lumière.

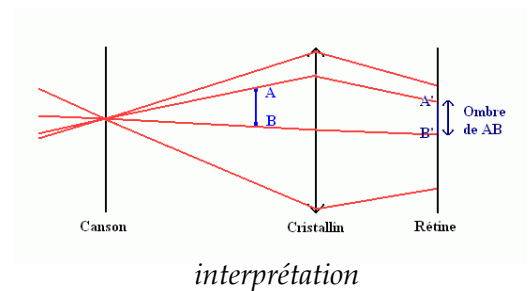
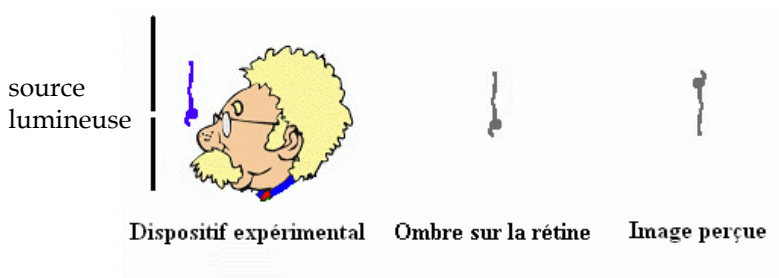


#### 1.2 – Modélisation

Contrairement aux idées reçues, la cornée joue pour 80 % de la réfraction de la lumière : le cristallin n'est pas la lentille unique de l'œil.

CEIL	iris	cornée, humeur aqueuse, cristallin, humeur vitreuse	rétine
MODELE PHYSIQUE	diaphragme	lentille convergente	écran

La lentille de l'œil forme des images renversées sur la rétine, que le cerveau « remet à l'endroit ». Une expérience simple permet de le montrer.



#### 1.3 – L'accommodation

La distance cristallin-rétine est fixe.

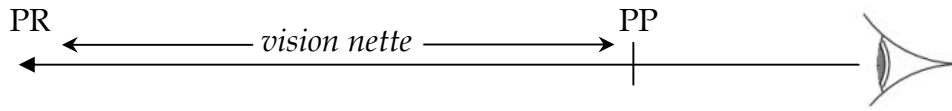
L'œil voit une image nette si celle-ci se forme sur la rétine quelle que soit la position de l'objet observé.

Lorsqu'on approche un objet du cristallin, il faut augmenter la vergence du cristallin : c'est l'**accommodation**.

La variation de la vergence du milieu transparent de l'œil se fait par modification de la courbure du cristallin (qui se bombe) par les muscles ciliaires qui l'entourent. Cela revient à modifier la distance focale de l'œil.



L'œil « normal » peut voir nets des objets situés à l'infini (ce « point » est appelé le *punctum remotum* ou PR, de l'ordre de 60 m) sans accommodation jusqu'à un point situé à environ 25 cm de l'œil (appelé *punctum proximum* ou PP) avec une accommodation maximale.



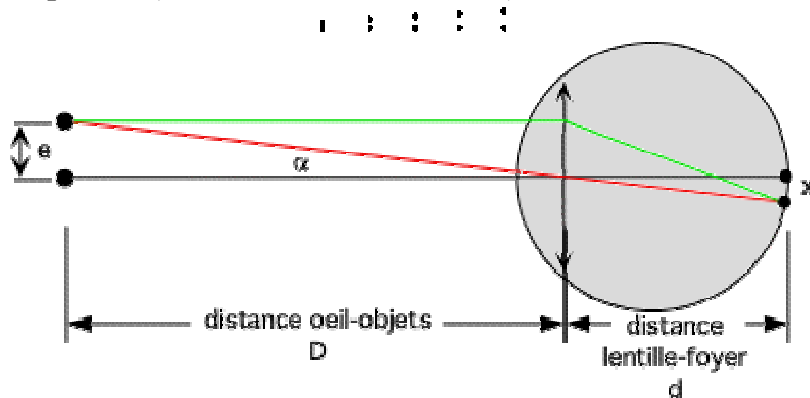
### 1.3 – Le pouvoir séparateur de l'œil

Parfois, l'œil ne peut pas distinguer les détails d'un objet trop loin ou trop petit : il ne peut pas séparer les détails.

On appelle **pouvoir séparateur** de l'œil l'angle limite sous lequel l'œil peut distinguer deux points différents.

#### Expérience

Connaissant les dimensions du globe oculaire, des calculs simples permettent de trouver le pouvoir séparateur de l'œil : observons deux points assez rapprochés. Pour que les deux points soient vus séparément, leurs images doivent se former sur deux cellules visuelles différentes, séparées par une troisième. Lorsqu'ils ne sont plus distincts, leurs images se forment sur deux cellules visuelles juxtaposées (ou sur une même cellule).



On peut donc ainsi estimer la distance ( $x$ ) entre cellules visuelles (pouvoir séparateur de l'œil, que l'on peut aussi exprimer en valeur angulaire : angle " $\alpha$ " de la pointe du triangle formé par les deux objets et l'œil) :

$$\tan \alpha \approx \alpha = \frac{e}{D} = \frac{x}{d} \quad \rightarrow \quad x = \frac{e \times d}{D}$$

$e$  et  $D$  sont mesurés lors de l'expérience,  $d = 15$  à  $20$  mm,  $x$  est ici la valeur à calculer.

Le pouvoir de résolution de l'œil est d'environ une minute d'arc (60 secondes d'arc,  $0,017^\circ$ ), soit environ 100 km sur la surface de la lune vue de la Terre, ou plus proche de nous, un détail d'environ 1 mm pour un objet ou une image situé à 3 m de distance.

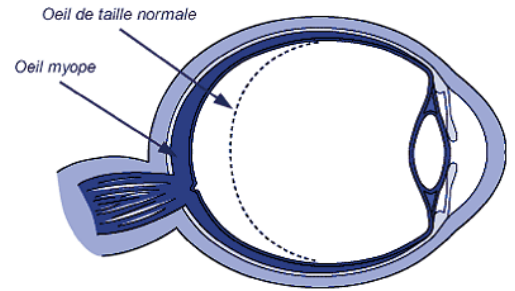
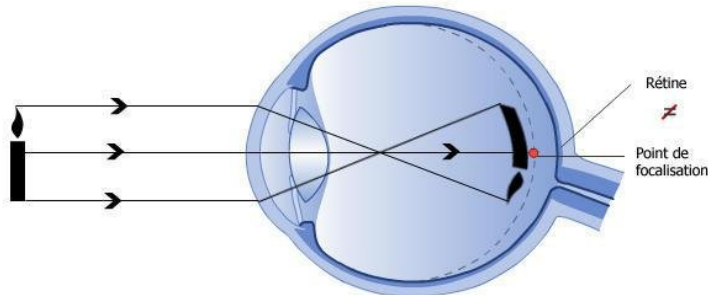
En comparaison, les télescopes de classe 8 mètres comme le Very Large Telescope au Chili atteignent un pouvoir de résolution de 0,017 seconde d'arc ( $4,72 \times 10^{-6}$ ), soit environ 32 m sur la surface de la lune.



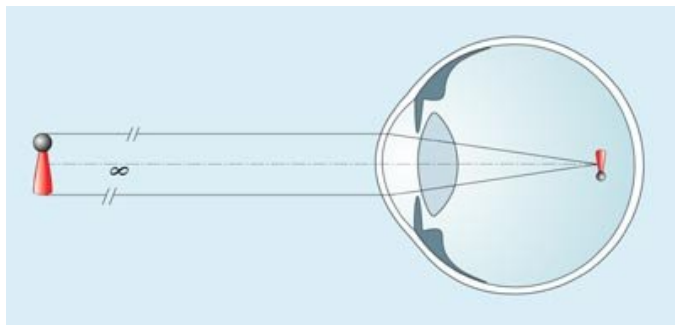
## 2 – Les défauts de l'œil

### 2.1 – La myopie

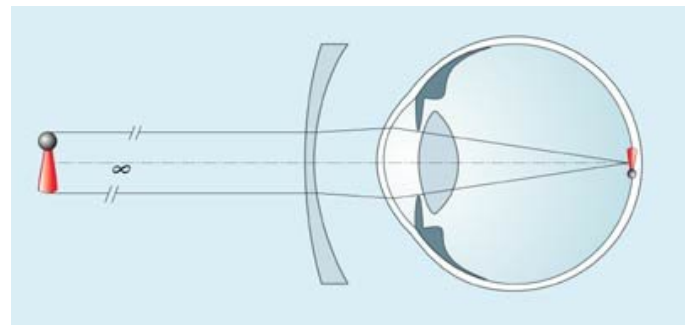
L'œil myope est trop long pour le cristallin (qui est le même que celui de l'œil normal). Il forme une image nette d'un objet éloigné en avant de la rétine : il converge trop.



Si on place une lentille divergente devant l'œil, l'image se forme nette sur la rétine. C'est ainsi que ces lentilles (à vergence négative) sont utilisées pour corriger un œil myope.



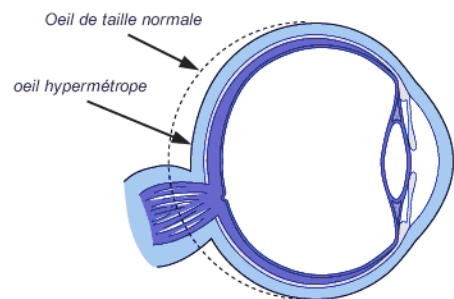
œil myope



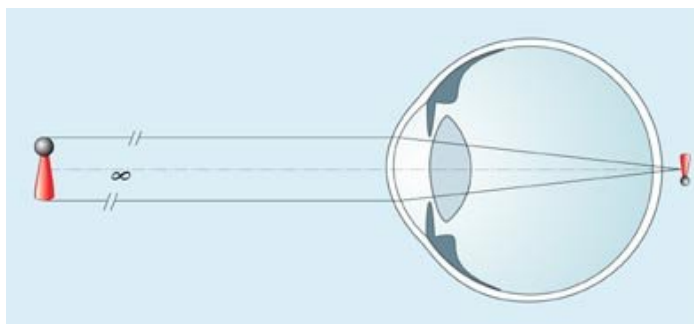
correction de l'œil myope

### 2.2 – L'hypermétropie

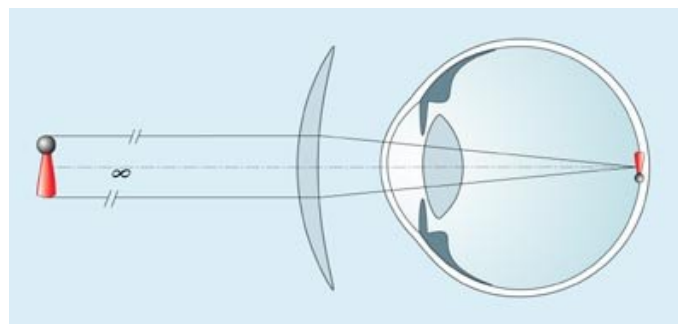
L'œil myope est trop court pour le cristallin (qui est le même que celui de l'œil normal). Il forme une image nette d'un objet éloigné derrière la rétine : il converge trop peu.



Si on place une lentille convergente devant l'œil, l'image se forme nette sur la rétine. Pour corriger un œil myope, on lui accole une lentille convergente.



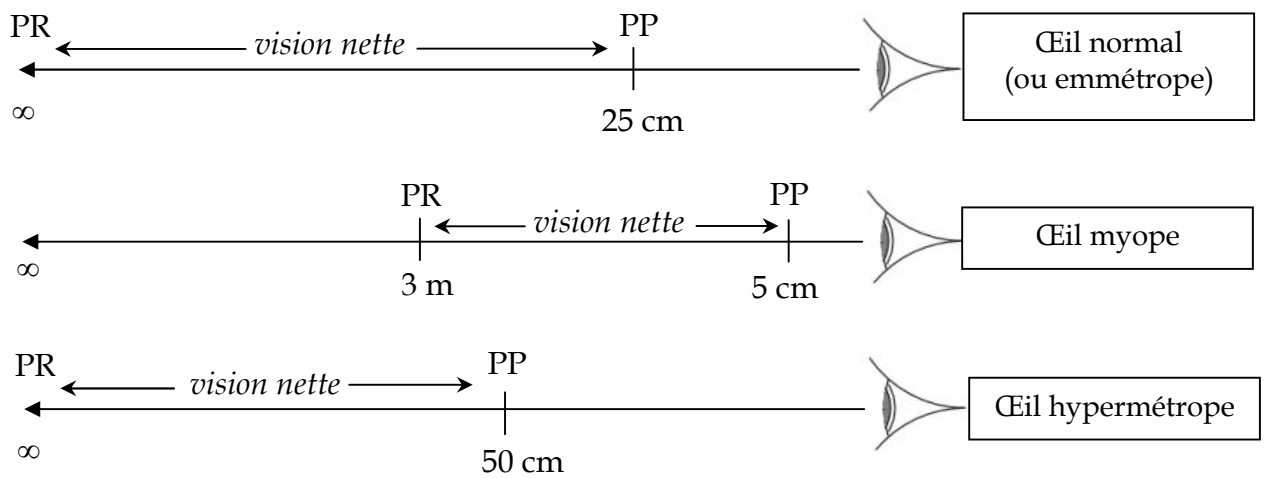
œil hypermétrope



correction de l'œil hypermétrope



Astuce : pour se souvenir de myopie/hypermétropie... penser aux antiques culs-de-bouteilles !



### 2.3 – La presbytie

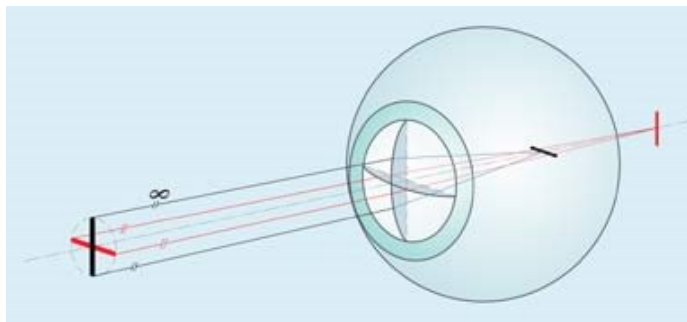
Avec l'âge, l'œil perd une partie de sa faculté à accommoder, car cette dernière est due à des muscles qui se relâchent. Le punctum proximum s'éloigne alors de l'œil. Il accommode moins pour voir de près. Avec l'âge, on tient son journal de plus en plus loin...

NB : Il ne faut pas confondre presbytie (usure des muscles) et hypermétropie (œil trop court).

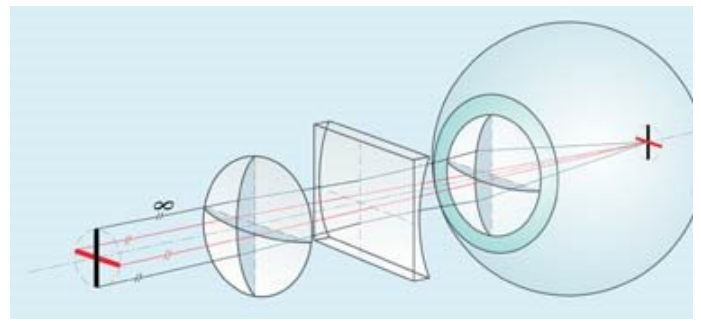
Remarque : un autre défaut courant, l'astigmatisme

L'astigmatisme voit en général mal de loin comme de près à cause d'un défaut de courbure de la cornée (courbure plus ou moins accentuée selon les axes considérés).

Dans l'œil astigmatique, les rayons provenant d'un objet lointain ne sont pas focalisés en un seul point. De ce fait, l'image sur la rétine est déformée.

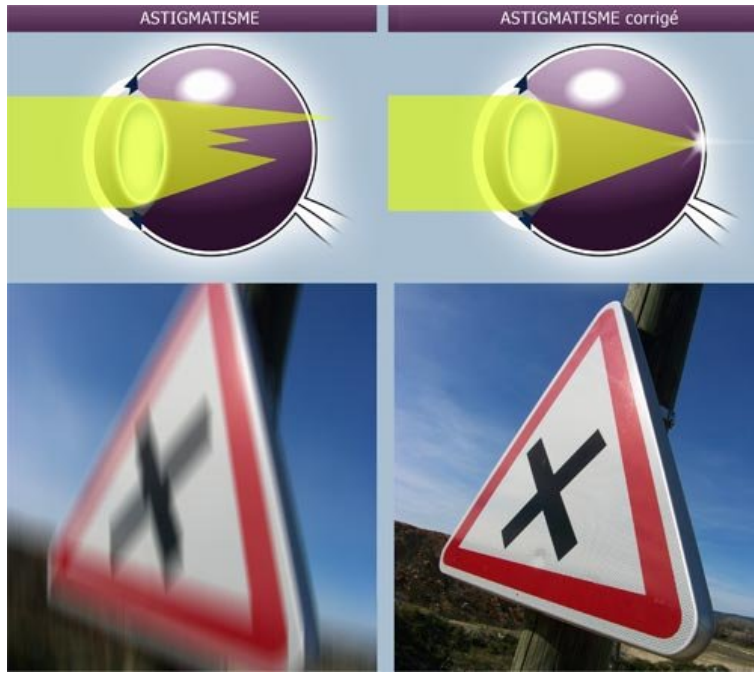


œil astigmatique

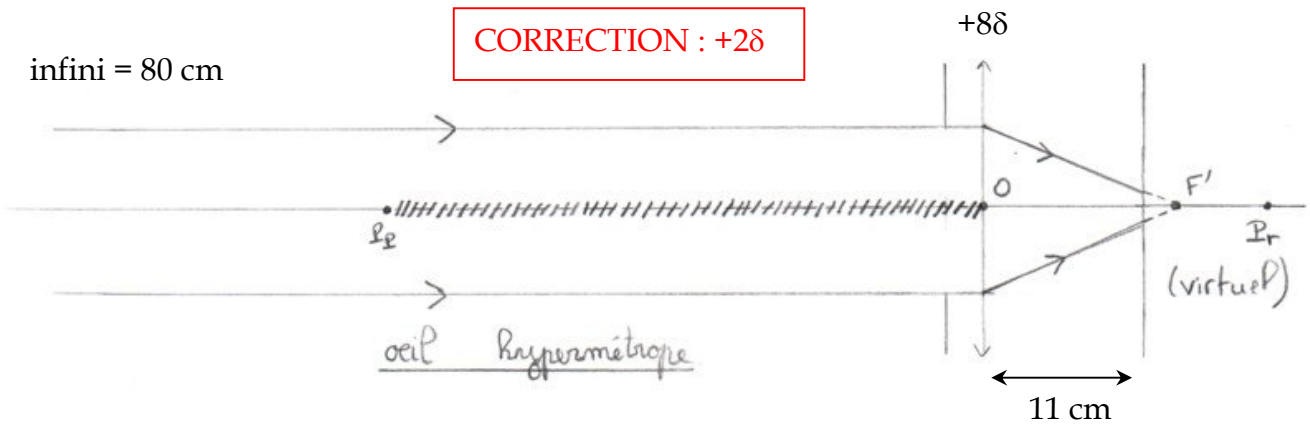


correction de l'œil astigmatique

L'astigmatisme se corrige grâce à un verre torique aux courbures différentes selon les axes considérés pour compenser le défaut de courbure de la cornée. Les verres toriques, par exemple, présentent des différences d'épaisseur dans les bords.



Remarques : utiliser un banc d'optique pour modéliser les anomalies de l'œil.  
Pour l'œil hypermétrope, plus court que l'œil emmétrope



Pour l'œil myope, plus long que l'œil emmétrope

