

## Chapitre 2 : L'œil réduit, défauts et corrections

### I. Comment modéliser l'œil ?

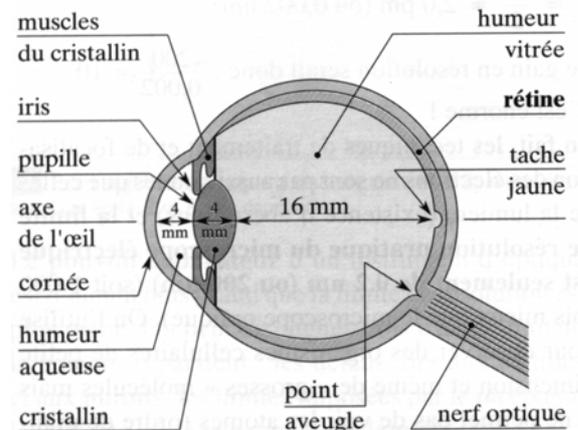
#### I.1. Anatomie sommaire de l'œil

Les rayons lumineux reçus par l'œil traversent une succession de milieux transparents assurant la formation des images et comprenant :

- La **cornée** : membrane épaisse et résistante ;
- L'**humour aqueuse** : liquide clair d'une épaisseur d'environ 4 mm ;
- La **pupille** qui régule la lumière pénétrant dans l'œil grâce à une ouverture circulaire de diamètre variable (entre 2 et 8 mm).
- Le **crystallin** : **lentille biologique convergente** qui permet la mise au point de l'image, son épaisseur varie grâce aux muscles ciliaires (muscles du cristallin) qui le supportent ;
- L'**humour vitrée** : substance gélatineuse ;
- La **rétine** : membrane sur laquelle a lieu l'impression de la lumière au fond de l'œil.

Elle est constituée de milliards de cellules photosensibles (les bâtonnets et les cônes).

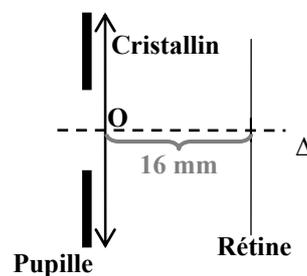
La rétine transmet des influx nerveux par le nerf optique jusqu'au cerveau.



#### I.2. L'œil réduit : un modèle optique de l'œil

Le rôle des différents organes précédents permet d'établir un **modèle optique de l'œil** appelé **œil réduit** dans lequel :

- La **pupille** est modélisée par un **diaphragme** ;
- Le **crystallin** est modélisé par une **lentille convergente de distance focale  $f'$  variable** ;
- La **rétine** est modélisée par un **écran**.



La **distance entre la lentille (cristallin) et le fond de l'œil (rétine) est fixe et vaut environ  $d = 16$  mm.**

**Pour qu'un objet soit vu de manière nette il faut que son image se forme sur la rétine.**

L'image qui se forme sur la rétine est une **image réelle et renversée**, c'est le **cerveau qui renverse les images et rétablit le sens réel.**

- *On place une source lumineuse à une distance  $d = 1,50$  m d'un œil modélisé par une lentille convergente de distance focale  $f' = + 10$  cm. On cherche l'image de la source sur l'écran.*
- *Ajouter un diaphragme sur la lentille et comparer la netteté et la luminosité de l'image par rapport à celle obtenue sans diaphragme.*
- *Recommencer en prenant un diaphragme de diamètre de plus en plus petit.*

La **pupille** permet **d'augmenter la netteté de l'image** et **de contrôler l'intensité lumineuse** arrivant sur la rétine afin que celle-ci ne soit pas endommagée. Par forte luminosité, la pupille est presque fermée et dans l'obscurité elle est presque ouverte.

## II. Comment l'œil normal (emmétrope) voit-il les objets aux différentes distances ?

L'œil sans défaut, qui voit sans correction, est appelé **œil emmétrope**.

### II.1. Le phénomène d'accommodation

Dans un œil normal au repos, l'image d'un objet à l'infini, c'est à dire situé à plus de 6 m, se forme sans effort sur la rétine.

**Les rayons lumineux provenant d'un objet situé à l'infini sont parallèles entre eux.**  
**L'image d'un objet situé à l'infini à travers une lentille convergente se forme dans le plan focal image.**  
**Le plan focal image du système optique de l'œil emmétrope au repos coïncide avec la rétine.**

La vergence  $C$  d'un œil emmétrope au repos est :

$$C = \frac{1}{f'} = \frac{1}{+16 \cdot 10^{-3}} = +62,5 \delta$$

Si l'œil reste au repos et que l'objet se rapproche, son image se forme derrière la rétine et la vision est floue. Les muscles ciliaires se contractent alors augmentant ainsi la courbure du cristallin et donc le pouvoir convergent de l'œil pour ramener l'image de l'objet sur la rétine.

Cette **mise au point du système optique de l'œil** est un mécanisme réflexe appelé **accommodation**.  
**L'accommodation** est assurée par le **changement de courbure du cristallin** permettant de former une **image nette sur la rétine**.

Un **œil emmétrope au repos voit net un objet situé à l'infini, il n'accommode pas** et sa **distance focale est maximale** et vaut  $f' = +16 \text{ mm}$  (sa vergence est minimale  $C = +62,5 \delta$ ).

Lorsque **l'objet se rapproche, l'œil emmétrope doit accommoder pour une vision nette de l'objet**, sa **distance focale  $f'$  diminue** (sa vergence  $C$  augmente).

La vergence du cristallin lorsque l'œil accommode le plus est  $C = +66,5 \delta$  (soit  $f' = 15 \text{ mm}$ )

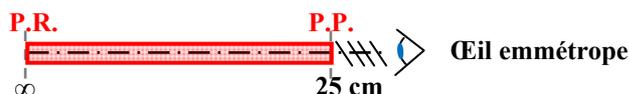
### II.2. Punctum Remotum (P.R.) et Punctum Proximum (P.P.)

La déformation du cristallin est limitée, il y a donc un maximum d'accommodation que l'œil ne peut pas dépasser. Dans ce cas, la vergence de l'œil est maximale.

On appelle :

- **Punctum Remotum (P.R.)** : le point de l'axe optique le **plus éloigné** visible nettement par l'œil au repos donc sans accommoder)
- **Punctum Proximum (P.P.)** : le point le **plus proche** visible lors d'une accommodation maximale.

Pour un **œil emmétrope**, le **P.R. se situe à l'infini** et le **P.P. à environ 25 cm** (cela varie avec l'âge).  
 La **distance minimale de vision distincte correspond donc au P.P.** et vaut  $d_m = 25 \text{ cm}$ .

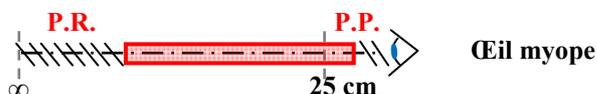


## III. Quels sont les différents défauts de l'œil ? Comment les corriger ?

### III.1. La myopie

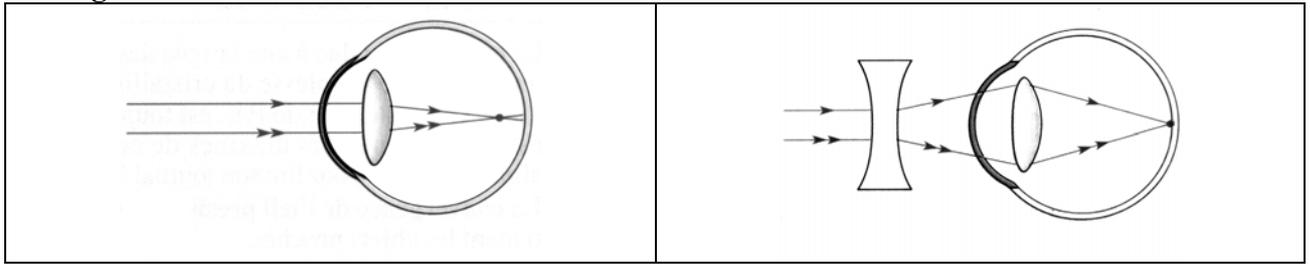
Pour un œil myope, l'image d'un objet situé à l'infini se forme avant la rétine : **la vision de loin est floue**.  
 Par contre **la vision de près est bonne** et la distance minimale est plus petite que celle de l'œil emmétrope.  
 Une anomalie de la forme du globe oculaire peut être à l'origine de la myopie qui fait que la rétine est trop éloignée du cristallin.

**L'œil myope est trop convergent.**  
**Le P.P. d'un œil myope est donc plus petit que celui de l'œil emmétrope.**  
**Le P.R. d'un œil myope n'est plus à l'infini mais à une distance finie.**  
**Plus la myopie est prononcée plus le P.R. est proche de l'œil.**



Le domaine de vision distincte d'un œil myope est réduit par rapport à celui d'un œil emmétrope.

Pour **corriger la myopie il faut rendre l'œil moins convergent** en ajoutant **une lentille divergente**.



### III.2. *L'hypermétropie*

L'œil hypermétrope ne voit pas bien les objets à petite distance : **la vision de près est floue**.

L'œil hypermétrope doit accommoder même pour observer un objet à l'infini, ce qui provoque une fatigue excessive : **la vision de loin est bonne mais fatigante** (car l'œil doit accommoder).

L'image d'un objet proche se forme après la rétine.

**L'œil hypermétrope n'est pas assez convergent.**

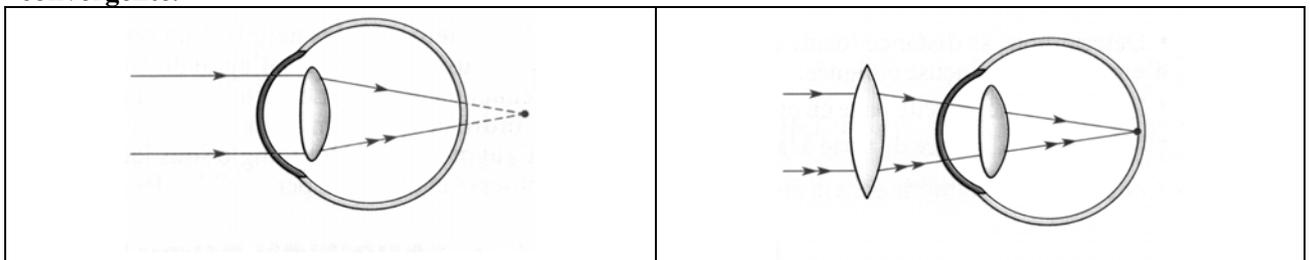
Le **P.P.** d'un œil hypermétrope est donc plus **grand** que celui de l'œil emmétrope.

Le **P.R.** d'un œil hypermétrope est situé à l'infini comme celui de l'œil emmétrope.



Le domaine de vision distincte d'un œil hypermétrope est réduit par rapport à celui d'un œil emmétrope.

Pour **corriger l'hypermétropie il faut rendre l'œil plus convergent** en ajoutant **une lentille convergente**.



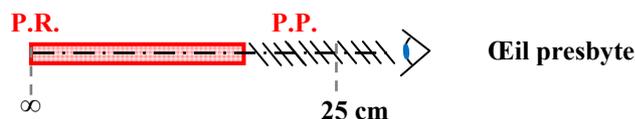
### III.3. *La presbytie*

La presbytie se manifeste aux environ de 45 ans. C'est le résultat naturel de la diminution progressive de l'élasticité du cristallin donc une diminution de l'accommodation maximale.

Elle se traduit par une **vision de près difficile** à cause de l'augmentation de la distance minimale de vision distincte. La **vision de loin est bonne** comme celle d'un œil emmétrope.

Le **P.P.** d'un œil presbyte est donc plus **grand** que celui de l'œil emmétrope.

Le **P.R.** d'un œil presbyte est situé à l'infini comme celui de l'œil emmétrope.



Pour **corriger la presbytie**, il faut **diminuer le P.P. en utilisant une lentille convergente**.

**L'œil presbyte n'a pas besoin de lunettes pour voir un objet éloigné.**

Remarque : Un œil myope devenu presbyte emploie des verres convergents pour lire et des verres divergents pour voir les objets éloignés. Un œil hypermétrope emploie des verres convergents différents pour les deux corrections. Les verres progressifs ou verres à double foyer permettent alors l'utilisation d'une seule paire de lunettes.

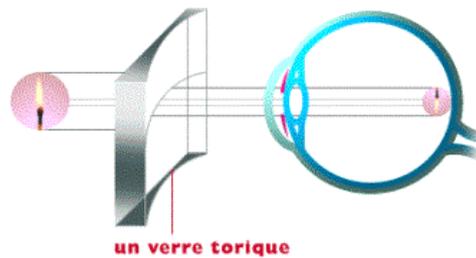
III.4. L'astigmatisme

L'astigmatisme est anomalie visuelle dans laquelle l'image d'un objet ponctuel n'est pas un point.

Pour un œil emmétrope les surfaces du cristallin et de la cornée présentent une courbure quasi sphérique comme celle d'un ballon de football, pour un œil astigmatique l'une ou l'autre courbure s'apparente plus à celle d'une ellipse (comme celle d'un ballon de rugby).

Quand on est astigmatique on peut confondre les signes comme le m et le n ou le 8 et le 0...

On corrige l'astigmatisme par des lentilles toriques dont les courbures compensent celles de la cornée.



**Bilan**

