

Optique médicale

I/ Rappel d'anatomie/physiologie

- Cadre osseux

Deux orbites : contiennent le globe oculaire et les muscles. Elles sont symétriques par rapport au plan médian de la tête (ligne verticale au milieu de la face).

Elles sont comparées à **deux pyramides quadrangulaires** de base antérieure et de sommet postérieur

- Les muscles oculomoteurs

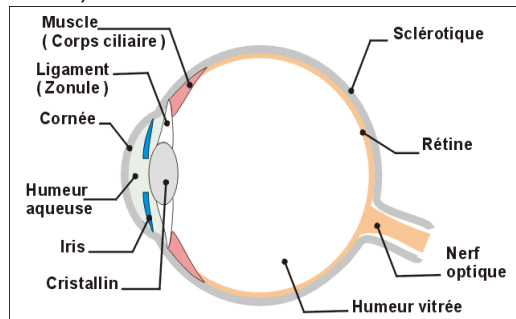
6 muscles oculomoteurs :

- 4 droits : sup, inf, int, ext
- 2 obliques : grand et petit

- Axe de l'œil

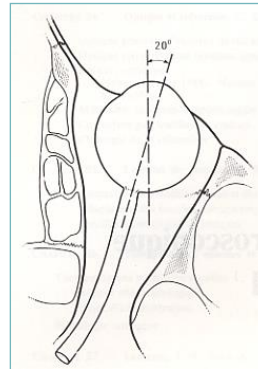
L'axe visuel et géométrique de l'œil sont décalés (en raison de la position de la macula)

- Globe oculaire :



La **cornée** et le **cristallin** (segment antérieur de l'œil) sont **2 dioptries** qui vont servir à focaliser les rayons lumineux sur la rétine (segment postérieur de l'œil).

La **rétine** est la partie postérieure de l'œil qui transforme le message lumineux en un message électrique qui va vers le cerveau en passant par le nerf optique.

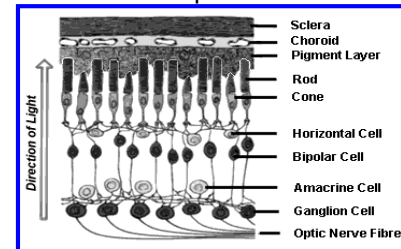


- Composition de la rétine

C'est une superposition de 3 couches :

- les cônes et les bâtonnets : cellules photoréceptrices
- les cellules bipolaires : 1^{er} neurone de transmission
- les cellules ganglionnaires : 2^{ème} neurones de transmission

Les **cônes** permettent la vision fine maculaire, discriminante et colorée. Les **bâtonnets** permettent la vision périphérique, crépusculaire et monochromatique.



- Physiologie

La lumière arrive sur l'œil, elle converge une 1^{ère} fois sur la cornée et une 2^{ème} sur le cristallin. Cette lumière converge alors vers la **macula** qui est le **centre de la vision**.

La cornée est un dioptre convexe de puissance +42D

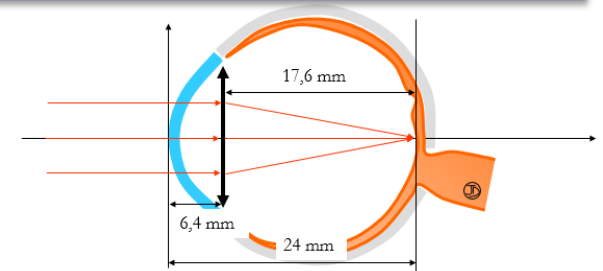
Le cristallin est comme une lentille biconvexe de puissance +18D (variable selon l'accommodation)

- Œil simplifié de DONDERS

On regroupe la cornée et le cristallin en **une lentille de +60D**.

On a un œil de taille moyenne de 24mm.

Le point de convergence sur la rétine correspond au point focal image, la distance focale image est de 17,6 mm.

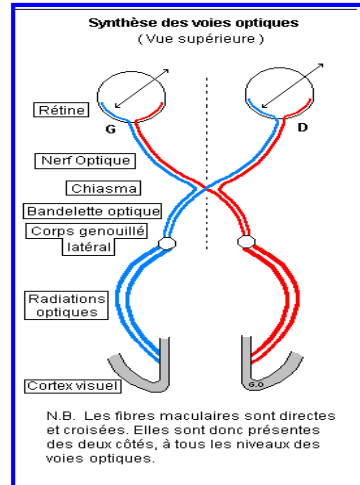


- Voies optiques

La vision est **inversée** :

- la rétine sup voit ce qui est en bas (et inversement)
- la rétine temporale (extérieure) voit l'hémichamp nasal (intérieur) (et inversement)

Une partie des fibres optiques reste toujours du même côté et une autre va changer de côté (décussar) pour aller au niveau du cortex visuel opposé.



II/ Notions d'optique

(Partie un peu relou mais revue dans l'année avec le professeur Sepulchre en optique géométrique et ondulatoire)

- Notion de dioptr

La lumière se propage en ligne droite dans **un milieu transparent** homogène (notamment de l'œil).

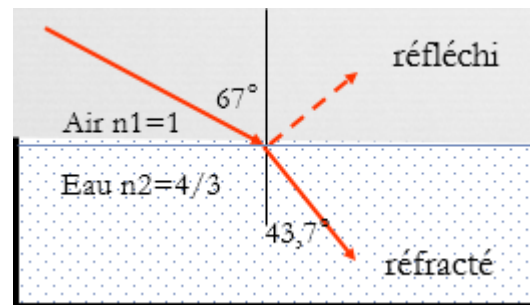
La surface qui sépare deux **demi-espaces transparents** homogènes est un **dioptr**.

Au niveau d'un dioptr, la lumière subit deux effets (dioptr plan): **réflexion** et **réfraction**.

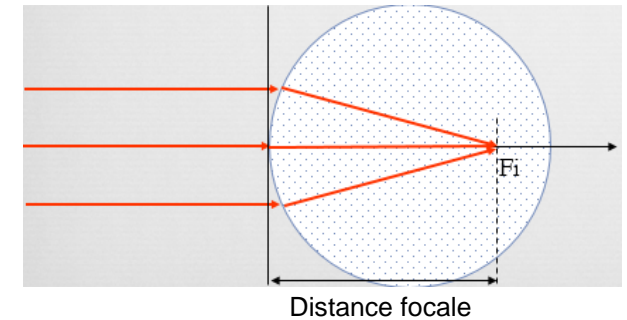
D'après la loi de Descartes le faisceau réfracté change de direction selon l'équation suivante :

$$n_1 \cdot \sin(i_1) = n_2 \cdot \sin(i_2)$$

avec n : indice de réfraction (propre au milieu)

- Dioptr sphérique (dioptr convexe)

Au niveau d'un dioptr convexe, les rayons lumineux parallèles (provenant de l'infini), convergent vers un point de l'axe optique : **foyer image Fi**.



La puissance d'un dioptr sphérique :

$$D = \frac{n_2 - n_1}{r}$$

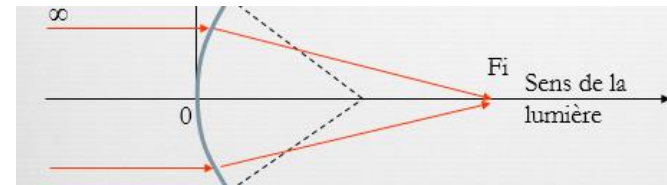
- n_1 et n_2 = indices de réfraction en avant et en arrière du dioptr
- r = rayon de courbure du dioptr.

D = « capacité à faire converger ou diverger les rayons lumineux »
unité : la dioptrie [D] = m^{-1}

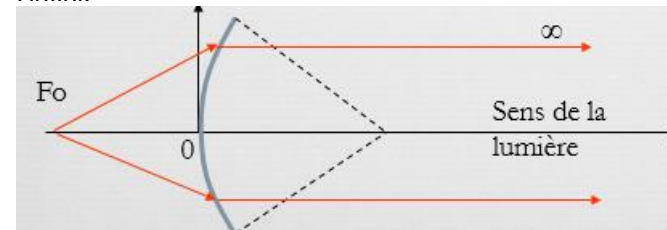
$D > 0$ convergente
 $D < 0$ divergent

- Les foyers d'un dioptr

Le foyer image F_i est le point de l'axe de l'espace image dont le conjugué est l'infini.



Le foyer objet F_o est le point de l'axe de l'espace objet dont le conjugué est à l'infini.



III/ Amétropies

1. Vision normale

- L'œil normal est un œil **stigmaté** et **emmétrope**.
Stigmaté = l'image d'un point est un point
Emmétrope = l'œil est de proportion et de puissance idéales, donc l'image converge sur la rétine
- **Le punctum remotum** : point conjugué de la rétine au minimum de puissance de l'œil, **sans accommodation** (=point vu nettement sans accommoder, **le + loin** point visible par l'œil)
- **Le punctum proximum** : Point conjugué de la rétine au **maximum d'accommodation** (**le + près** point visible par l'œil)
- Sujet normal : le **remotum** est à l'infini et le **proximum** entre **7 et 33 cm** (s'éloigne avec l'âge)

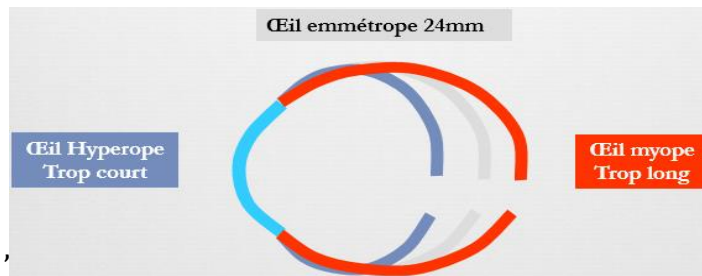
2. Causes et origines des amétropies

- Statiques/dynamiques

- **Amétropies statiques** (ex : myopie, hypermétropie, astigmatisme) : elles ne varient pas avec le temps
- **Amétropies dynamiques** :
 - **Presbytie** : évolue avec l'âge
 - **Aphakie** : absence de cristallin due à un traumatisme
 - **Pseudophakie** : cristallin artificiel suite à une opération (cataracte par ex)

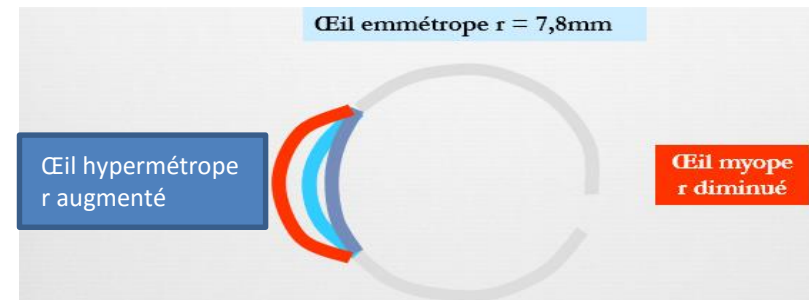
- Causes des amétropies

- **Amétropie axiale** : la **longueur** de l'œil est **anormale**



est gratuit. Toute vente ou reproduction est in

- **Amétropies de courbure** : la cornée ou le cristallin a une mauvaise courbure (la puissance de réfraction est modifiée)



- **Amétropies d'indice** : variation de l'indice optique de l'œil
 - n augmenté (convergence augmente) = myopie (cataracte débutante)
 - n diminué = hypermétropie (extrême: aphakie = absence de cristallin).

3. Myopie

- ❖ Amétropie **statique** sphérique
- ❖ Œil **trop convergent** (image **en avant** de la rétine)

- **myopie axiale** : œil trop long
- **myopie de courbure** : cornée trop courbée
- **myopie d'indice** : n trop élevé
- **myopie simple** < 6D
- **myopie maladie** ≥ 6D

- **PR** (Punctum Remotum) à une distance finie
- **PP** (Punctum Proximum) rapproché

→ Correction par lentille divergente

Ex : myopie de +2D → port de lentille de contact ou de lunettes de -2D

Vision d'un myope :

Il voit très bien de près,
mal de loin



il voit

4. Hypermétropie

- ❖ Amétropie statique sphérique, la + fréquente
- ❖ Œil pas assez convergent (image en arrière de la rétine)

- **hypermétropie axiale** : œil trop court
- **hypermétropie de courbure** : cornée trop plate
- **hypermétropie d'indice** : n trop faible
- **hypermétropie simple** $\leq 3,5D$
- **nanophtalmie** $\geq 6D$ (rare)

- **PR** (Punctum Remotum) à une distance finie en arrière de la rétine (virtuel)
- **PP** (Punctum Proximum) éloigné

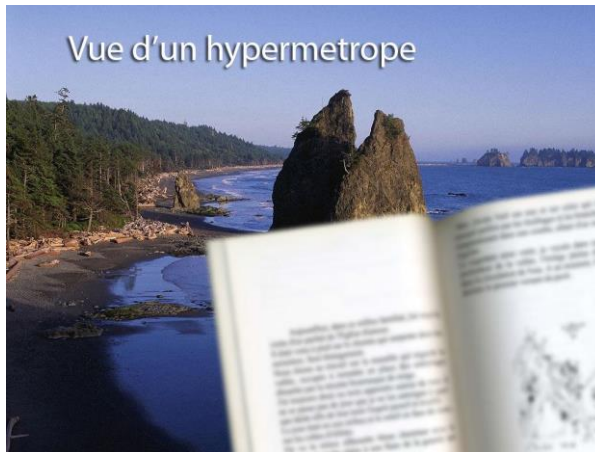
On ne peut donc pas dire que l'hypermétropie est l'inverse de la myopie !

→ Correction par lentille convergente

Ex : hypermétropie de -2D
→ port de lentille de contact ou de lunettes de +2D

Vision d'un hypermétrope :

Il voit de loin en accommodant, il voit mal de près



5. Astigmatisme

Système astigmatique : l'image d'un point donne 2 images linéaires appelées **focales**

- △ Le méridien **horizontal** donne la **focale verticale**, le méridien **vertical** donne la **focale horizontale**
- ❖ Œil normal : les méridiens (« rayons de courbure ») verticaux et horizontaux sont **égaux** (puissance de chaque méridien identique)
- ❖ Astigmatisme : il y a **perte de symétrie de révolution sphérique de la cornée** (au lieu que la cornée soit un ballon de foot, c'est un ballon de rugby)

- ❖ Le méridien **le + courbe** est le **+ puissant** : sa **focale** est **en avant** de celle qui provient du méridien – puissant (- courbe)
→ Astigmatisme : réfraction inégale selon les méridiens

- ❖ Cornéen +++, extra-cornéen (cristallinien) : rare

- Classification des astigmatismes

1^{er} niveau de classification : régulier ou irrégulier

- **Régulier** : cas le **+ fréquent**, **congénital** souvent, c'est une **variation régulière** des rayons de courbure entre méridiens (continuum doux et régulier), le mieux toléré
- **Irrégulier** : **acquis**, le rayon de courbure **varie considérablement** d'un méridien à l'autre

2^{ème} niveau de classification : direct (ou conforme à la règle) ou inversé (ou non-conforme à la règle)

- **Direct** : le rayon du **méridien vertical** est **+ convergent** que le rayon du méridien horizontal → la **focale horizontale** est **en avant** de la focale verticale
- **Inverse** (mal supporté) : **méridien horizontal** **+ convergent** que le méridien vertical → **focale verticale** **en avant**

+ Astigmatisme oblique : méridiens et focales obliques (mais toujours perpendiculaires entre eux)

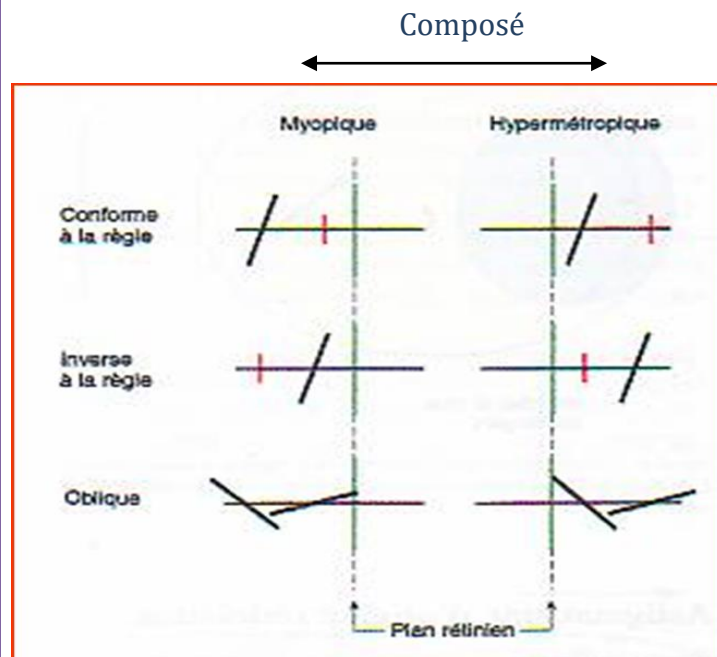
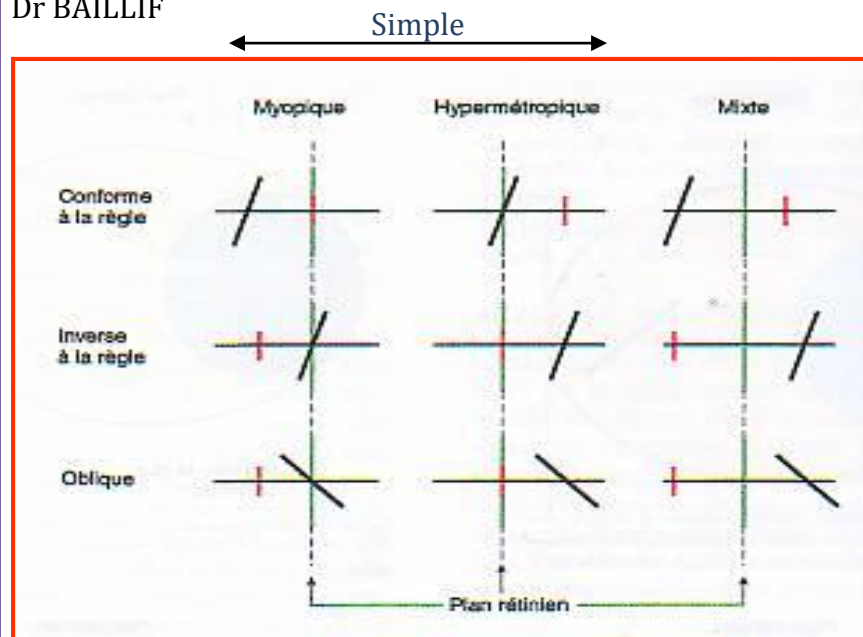
3^{ème} niveau de classification : position des focales par rapport au plan rétinien

- **Simple** : une des focales est **sur** la rétine
- **Mixte** : les focales sont **de part et d'autre** de la rétine
- **Composé** : les 2 focales sont **du même côté** de la rétine (en avant ou en arrière)

L'astigmatisme est souvent associé à une amétropie : astigmatisme myopique ou hypermétrope.

- Traitement

Par **lunettes** ou **lentilles** le but étant de ramener les 2 focales sur la rétine
Ou par **chirurgie incisionnelle** (relaxer le méridien le plus courbe par petites incisions)
Ou par **laser** (même principe que la chirurgie incisionnelle)



Il ne voit que des lignes, tout est flou

6. Presbytie

- ❖ Amétropie **dynamique** qui dépend de l'âge (se déclare à partir de 45 ans environ)

- Le PP devient trop éloigné de l'œil, on considère (par convention) qu'un patient est presbyte lorsque son PP atteint ou dépasse 33cm

- Physiopathologie de l'accommodation

Physiologie	Presbytie
Contraction du muscle ciliaire	Réduction de l'efficacité ciliaire
Epaississement axial du cristallin	Réduction de la compliance lenticulaire (le cristallin est devenu trop épais pour accommoder)
Réduction du rayon de courbure du cristallin	Réduction moindre du rayon de courbure du cristallin

L'accommodation est assurée par le **cristallin**, la **zonule** et le **muscle ciliaire** qui augmentent la puissance dioptrique

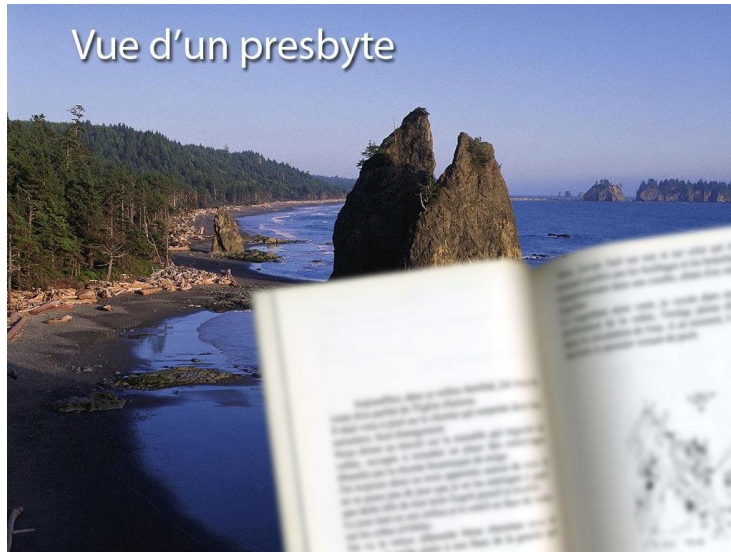
- Au repos :

Vision de loin, les muscles ciliaires relâchés → mise en tension de la zonule → traction du sac cristallinien → réduction de son diamètre antéropostérieur (et donc

de sa puissance de convergence) permettant, chez l'emmetrope, une vision nette d'un objet situé à l'infini sans aucun effort accommodatif

- Objet proche de l'œil :

Contraction des muscles ciliaires → relâchement de la zonule → augmentation des rayons de courbure du cristallin et donc de sa puissance réfractive, permettant la vision nette de près



FIIIIINNNN

Bon courage à tous ♥ ♥ ♥