

UE / ENSEIGNANT : UE 20 Système neurosensoriel et Psychiatrie - SALAUN

DATE : 30/09/2024

GROUPE : Madeline HAMONOU, Charlotte GOUEFFON

REMARQUES : De ronéo à 8h lundi en rentrant du WEI mais comme on vous aime beaucoup, on a répondu présentes... Aucun changement, quelques rappels de la partie 1, un beau sommaire et de jolis QCMs à la fin... Bon courage la team ^_^



Biophysique de la vision partie 2

Table des matières

| | |
|---|----|
| Rappels | 2 |
| I- Amétropies sphériques : un point = une sphère | 2 |
| A) Myopie : gêne à la vision de loin | 2 |
| B) Hypermétropie | 4 |
| C) Causes et origines | 6 |
| D) Correction des amétropies | 8 |
| 1) Myopie | 8 |
| 2) Hypermétropie | 8 |
| II- Astigmatisme : un point = un petit segment de droite | 9 |
| A) Définitions | 9 |
| B) Astigmatisme régulier | 9 |
| C) Astigmatisme irrégulier | 10 |
| D) Genèse des focales | 11 |
| E) Classification des astigmatismes réguliers | 12 |
| F) Vision de l'astigmatisme | 12 |
| G) Correction de l'astigmatisme | 13 |
| III- Accommodation presbytie | 14 |
| A) Introduction | 14 |
| B) Mécanisme de l'accommodation | 15 |
| C) Amplitude maximale d'accommodation | 16 |
| D) Presbytie | 17 |
| E) Correction de la presbytie | 18 |
| IV- Image rétinienne | 19 |
| A) Diamètre apparent de l'objet | 19 |
| B) Acuité visuelle AV (à distinguer de la vision nette) | 19 |
| C) Conditions de vision nette | 21 |
| V- Transduction | 23 |
| A) Introduction | 23 |
| B) Limites de fonctionnement de la rétine | 23 |
| C) La rétine | 23 |
| D) La neurorétine | 24 |
| E) La vision des couleurs | 26 |
| 1) Conditions d'éclairages | 26 |
| 2) Troubles de la vision en couleur : dyschromatopsies | 27 |
| F) Le champ visuel | 28 |

Rappels sur les caractéristiques d'un œil normal (cf. cours précédent : biophysique de la vision partie 1) :

- **Stigmatisme** : un point = un point. Un objet ponctuel doit donner une image ponctuelle. Le stigmatisme est assuré par la symétrie de révolution sphérique des dioptries oculaires, en particulier du dioptré cornéen antérieur.
- **Emmétropie** : La rétine et l'infini sont conjugués pour un dioptré donné. Un objet ponctuel à l'infini (= *rémotum*) doit donner une image ponctuelle sur la rétine, ni avant, ni après. Amétropie : le point donne une tâche.
- **Accommodation** : évolution du dioptré dans le temps. L'œil modifie sa puissance dans une situation donnée. Si on regarde de loin puis de près il faut accommoder mais il y a des limites. Le bombement du cristallin n'est pas infini c'est pour cela qu'il existe une zone très proche de l'œil qui ne permet pas à l'œil d'accorder afin de faire une image sur la rétine (= *promotum*).

Œil = puissance et longueur +++

Dioptré = courbure et indice +++

La longueur de l'œil étant invariable, la puissance de l'œil est donc reliée à la courbure et l'indice du dioptré optique !

Ex : l'accommodation joue sur la courbure du cristallin pour modifier la puissance de l'œil. Sur les verres de contact on ne peut pas jouer sur la courbure, mais sur l'indice du verre.

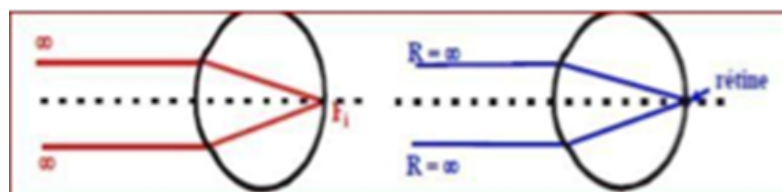
Partie 2 : Pathologies de la vision

I) Amétropies sphériques : un point = une sphère

Il existe 2 **amétropies fréquentes** qui sont **sphériques**, c'est-à-dire qu'on a une **déformation homogène sur l'ensemble des axes de l'objet**.

Il s'agit de la **myopie** et de l'**hypermétropie**. La myopie entraîne une vision floue de loin. Et l'hypermétropie est une pathologie où on voit mal de loin et de près.

Condition de vision normale : objet à l'infini = image sur la rétine. Le conjugué de la rétine est le remotum à l'infini.



A) Myopie : gêne à la vision de loin

La myopie est définie par une **puissance basale de l'œil qui est trop forte +++**. La focalisation est trop importante pour un objet à l'infini (foyer image de l'objet à l'infini se fait avant la rétine) : on voit donc flou de loin.

On a 2 facteurs qui peuvent entrer en compte :

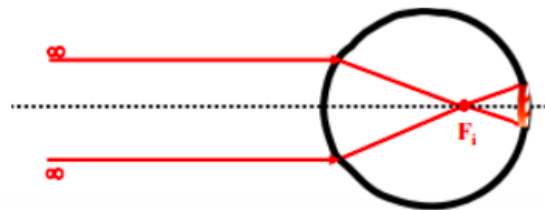
- **Longueur normale mais l'œil est trop puissant (> 60D)** : les rayons convergent et forment une image avant la rétine, on a une inversion de l'image. Cette déformation est homogène sur l'ensemble des directions et des axes du dioptre.

Œil trop puissant en cas de :

- Rayon de courbure trop important : cristallin trop bombé initialement, face antérieure de la cornée trop bombée.
- Indice trop important : cornée opacifiée (cataracte de myopie), kératite, néovascularisation liée aux lentilles de contact.

- **La puissance est normale mais l'œil est trop long** (augmentation antéro-postérieure). On a alors 60D de puissance de l'œil, mais la convergence ne sera pas adéquate pour avoir un remotum à l'infini au niveau de la rétine.

La notion de puissance basale de l'œil n'a d'intérêt que par rapport à la longueur de l'œil. Si l'œil est trop petit, il faudra une adaptation de la puissance de l'œil. Les 2 variables sont bien liées entre elles.

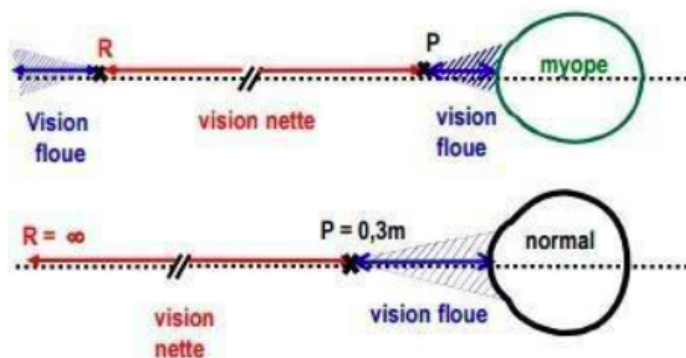


La création de l'image doit bien se faire sur la rétine (emmétropie), et si elle se fait en amont on aura un flou au niveau de la rétine.

Pour le myope, on a une vision entre le **remotum R qui s'est rapproché de l'œil, donc n'est plus à l'infini** (distance qui varie selon les degrés de myopie, mais qu'importe le degré de myopie : à quelques mètres on verra flou) et le **proximum qui s'est lui aussi rapproché**, car l'œil étant trop puissant on gagne en vision de près ce qu'on perd en vision de loin.

Vision de loin : vision floue au-delà du remotum : gêne à la vision de loin

Vision de près : proximum rapproché de l'oeil (vision de près performante)



Pour une accommodation identique, je vois plus près de mon œil en comparaison avec un œil normal. Les myopes ont donc un **proximum rapproché**. Ça permet de gagner une zone de vision nette plus près de l'œil (par agrandissement de l'image rétinienne) par rapport à une personne normale. Cela est intéressant pour les personnes myopes et presbytes

(accommodation défaillante du proche), ils auront une marge de manœuvre plus importante pour la vision de près.

Mais ceci n'est valable que pour des myopes qui n'ont pas de correction. Car s'il y a une correction, la capacité d'accommodation se dégrade et le proximum s'éloigne (pour revenir à une distance identique que celle des gens normaux). Ce n'est en aucun cas la myopie qui compense la presbytie. Car si on ne corrige pas la myopie, il voit bien de près certes, mais il ne voit plus de loin. Il faut donc penser à des solutions de corrections adaptées.

On déconseille les opérations pour la myopie (permettant d'enlever le port de lunettes/lentilles) au-delà de 30 ans car en tous les cas on sera impacté par la presbytie avec l'âge donc on sera toujours obligé de mettre des lunettes.

Le **remotum n'est plus à l'infini**, mais à une distance finie, il faut donc corriger la puissance basale de l'œil en mettant un **dioptre divergent pour compenser l'excès de convergence**.

Comment calculer ce degré de myopie ? *Ça se fait par rapport à la distance du remotum.*

Plus le remotum est loin, plus ça se rapproche d'une vision normale (car normalement à l'infini). Et plus le remotum se rapproche de l'œil, plus la myopie est importante.

Degré de myopie = $1/R$ (R : distance du remotum)

Exemple :

- Si position de R en avant de l'œil de 4 m, alors degré de myopie à $-0.25D$
- R à 1m, degré de myopie à $-1D$
- R à 0,5 m, degré de myopie à $-2D$
- R à 0,25 m, degré de myopie à $-4D$
- Si position de R en avant de l'œil de 0.1m alors degré de myopie de $-10D$

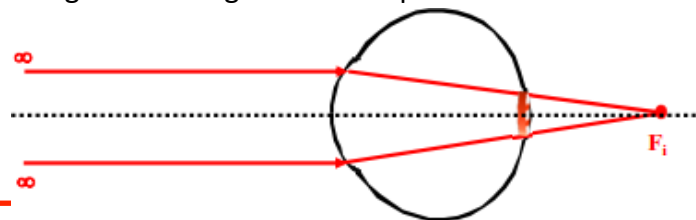
Important de calculer cette myopie car elle conditionne l'excès de puissance de l'œil, et ça va permettre d'adapter une correction pour cet excès de convergence et puissance.

B) Hypermétropie

La puissance basale de l'œil est trop faible, l'œil n'est pas assez convergent :

- **Soit insuffisamment puissant pour sa longueur** (sachant que la puissance est liée aux différences d'indice et au rayon de courbure)
- **Soit trop court pour sa puissance**

Il y a des gens qui ont des yeux un peu plus petits mais qui ont une vision nette, car ils augmentent leur convergence. L'image se forme après la rétine.



Deux points clés :

- **Le degré de convergence du dioptre est lié à son indice et son rayon de courbure +++.**
- **Toutes les amétropies sont liées à la fois à la longueur de l'œil et à la puissance globale de l'œil +++.**

Pour l'hypermétrope, le conjugué d'un objet à l'infini va se situer à l'arrière de l'œil, ce qui forme une image virtuelle. L'image créée sur la rétine donne une tache au lieu d'un point. Donc pour une vision de loin, l'hypermétrope ne verra rien (l'image rétinienne de l'infini est une tache de diffusion). En réalité l'hypermétrope s'accommode en permanence pour la vision de loin ce qui vient impacter sa vision de près.

L'hypermétrope voit mal de loin (fatigue pour accommoder) et voit mal de près (gène la vision).

Comment fait-il pour bien voir de loin sans correction ? Il se sert de son accommodation (mécanisme actif) qui va lui servir à augmenter la puissance de son œil pour arriver à avoir une image sur la rétine. Tant qu'il accommode, son remotum devient à l'infini et il voit bien, mais à ce moment-là il accommode déjà pour une vision de loin ! Donc pas de possibilité d'accommoder encore plus pour un objet proche.

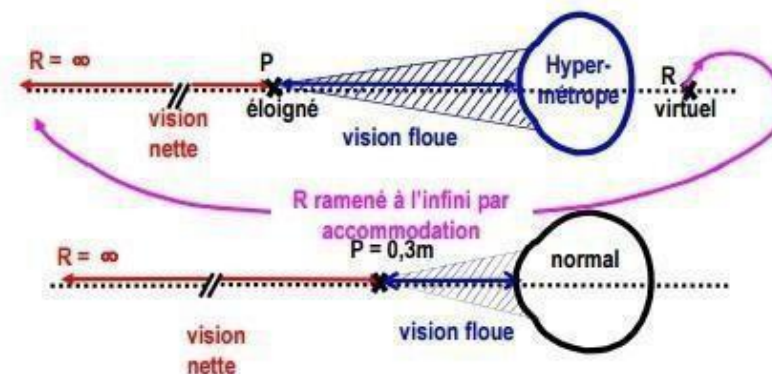
Ces personnes hypermétropes ont des céphalées car passent leur temps à accommoder pour voir bien de loin, et cela met en jeu tout le système musculaire de l'œil.

La capacité de l'hypermétrope à voir de loin se fait grâce à l'accommodation ++

Quand l'accommodation pour des objets proches devrait se mettre en place, son œil est déjà complètement accommodé, et l'hypermétrope n'a plus les capacités d'aller au-delà.

Quand il vieillit, l'hypermétrope dégrade sa vision de loin, car il a du mal à accommoder. Sa presbytie (perte d'accommodation due à la vieillesse) ne joue pas sur sa vision proche mais sur sa vision lointaine (car il utilise l'accommodation non pas pour voir de près mais pour voir de loin).

Le remotum est renvoyé à l'infini grâce à l'accommodation. Le **proximum est beaucoup plus éloigné**, donc l'hypermétrope aura alors une vision floue de près.



Comment calculer le degré d'hypermétropie ? C'est plus compliqué car il faut aussi prendre en compte le phénomène d'accommodation. En fonction de l'accommodation maximale et du degré de myopie, donc en fonction de la position du remotum, on pourra définir un degré d'hypermétropie.

Plus le remotum se rapproche en arrière de la rétine, plus le degré d'hypermétropie sera fort.

| position de R en arrière de l'œil | position de R en utilisant l'accommodation | Accommodation restante | position de P | Degré d'hypermétropie |
|-----------------------------------|--|------------------------|---------------|-----------------------|
| 1 m | à l'infini | $10 - 1 = 9D$ | 0,11 m | +1 D |
| 0,2 m | à l'infini | $10 - 5 = 5D$ | 0,11 m | +5 D |
| 0,11 m | à l'infini | $10 - 9 = 1D$ | 0,11 m | +9 D |
| 0,08 m | 0,5 m en arrière de l'oeil | $10 - 10 = 0D$ | l'infini | +12 D |

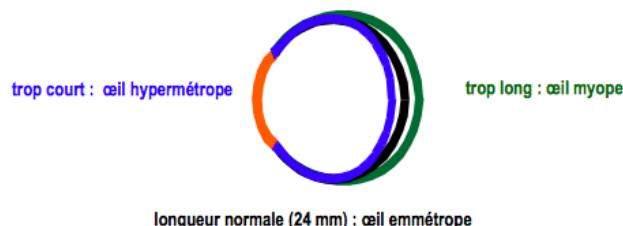
On ne peut pas être myope et hypermétrope en même temps, ou alors on est astigmat.

C) Causes et origines

- **Amétropies axiales** (myopie / hypermétropie) : œil trop long ou trop court pour sa puissance (60D), rayon impacté de la même façon dans toutes les directions.

Amétropies axiales

Puissance normale (60 D), longueur en cause



- **Amétropies de puissance** : modification de la courbure (souvent le cas) avec une cornée plus convergente (rayon de courbure diminué, myopie) ou cornée plus plate (rayon de courbure augmenté, hypermétrope).

En chirurgie, on joue sur ces rayons de courbure pour rétablir une puissance adéquate. Ça peut être aussi des problèmes d'indices. Il faut penser à tout cet ensemble.

- **Amétropies d'indice** : indice n du cristallin en cause
 - **Cataractes débutantes** : l'indice du cristallin est augmenté, ce qui entraîne une convergence plus importante du dioptré cristallinien et donc du dioptré global de l'œil (myopie).
 - **Aphakie** (= absence de cristallin) : cas extrême de destruction d'un des dioptrés, ce qui entraîne une diminution de puissance considérable par diminution de n (hypermétropie).

NB : Ces deux situations (cataracte débutante et aphakie) sont des amétropies d'indice qui font partie des amétropies de puissance. Car en modifiant l'indice on modifie la puissance ++ Exemple : en utilisant des lentilles de contact on joue plutôt sur l'indice du plastique de la lentille pour contrecarrer l'anomalie sphérique. Pour les lentilles plus rigides on jouait sur l'épaisseur aussi.

Ces amétropies peuvent être acquises ou constitutionnelles.

- **Acquises :**
 - Débutent à l'âge adulte
 - Liées à une pathologie oculaire ou générale (cataractes dans le diabète)
 - Evolutives avec le temps, qu'on peut qualifier de sénile
- **Constitutionnelles :**
 - Rapport puissance (rayon de courbure ou indice)/longueur en cause
 - Plus fréquentes (notamment la myopie) et débutent plus tôt
 - Moins évolutives (tendance à la stabilisation)

Les plus fréquentes :

- **Myopie simple :**
 - Excès de convergence qui est faible (qui n'excède pas -6D),
 - Corrigée facilement et n'entraîne pas de complication
 - Dépistée dans l'enfance, augmente et se stabilise à l'adolescence ou tout au début de l'âge adulte.
 - Fréquence croissante avec la taille de la population (œil + grand), avec une hérédité récessive
- **Myopie maladie :**
 - Anomalie morphologique de l'œil ou de sa puissance, plus prononcée (-10D voire moins)
 - Complications importantes : **risques accrus de déchirement et décollement de la rétine +++**. Ces décollements sont périphériques et peuvent être traités par laser au stade précoce sinon la chirurgie est beaucoup plus compliquée à un stade plus tardif.
 - Associée à des altérations oculaires (cataracte, vitré, rétine)

D) Correction des amétropies

On va s'intéresser aux corrections géométriques avec utilisation des dioptries, mais on peut aussi utiliser la modification des indices avec des lentilles de contact, ou modification des courbures par de la chirurgie.

1) Myopie

Maladie caractérisée par une inadéquation des valeurs de puissance du dioptre et de longueur de l'œil.

Les faisceaux lumineux sont focalisés en avant de la rétine sur l'axe optique. Il faudra alors une **correction avec des lentilles divergentes**. Une fois que l'excès de convergence de la myopie sera compensé par les lentilles divergentes, l'image se retrouvera sur la rétine.

Pendant avec cette correction, le myope **perdra sa capacité d'accommodation optimisée** (qui lui faisait voir de très près) mais il verra bien de loin. (perte de bénéfice de voir de près)
Toutes ces myopies vont être caractérisées par le degré de divergence des verres correcteurs ou des indices pour les lentilles de contact. La puissance de la lentille divergente est liée au degré de myopie : *Degré de myopie -3D correspond à des lentilles divergentes -3D.*



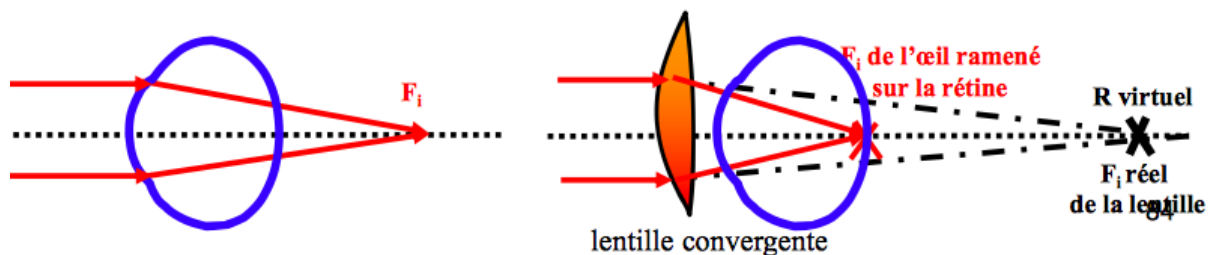
2) Hypermétropie

C'est un œil qui est trop divergent, ou trop court, dont la puissance est insuffisante par rapport à la longueur de l'œil. On va donc utiliser une **correction avec des lentilles convergentes** pour augmenter la puissance de l'œil. Le foyer image réel de la lentille coïncide avec le remotum virtuel de l'œil : celui-ci est rejeté à l'infini et le foyer image de l'œil est ramené sur la rétine. Le foyer image correspond alors bien à un objet à l'infini.

L'accommodation ne servira plus à compenser la difficulté de la vision de loin, mais bien d'améliorer la vision de près +++.

Les sujets seront alors moins fatigués, ils ne seront pas obligés d'accommoder pour la vision de loin, et ils pourront accommoder pour la vision de près.

La puissance de la lentille convergente est liée au degré de myopie (qui détermine la



vergence) : *degré d'hypermétropie + 2 D correspond à des lentilles convergentes de + 2 D.*

Il faut bien penser aux notions de puissance par rapport à une longueur, indices et rayons de courbures. On compense un excès de convergence ou de divergence par des lentilles opposées qui en fonction de leurs degrés vont s'adapter à la puissance basale de l'œil et vont permettre un retour à la normalité.

Ne pas oublier que l'hypermétrope voit bien de loin car il accomode +++.

Ces amétropies sphériques sont stigmatiques +++.

II) Astigmatisme : un point = un petit segment de droite

A) Définitions

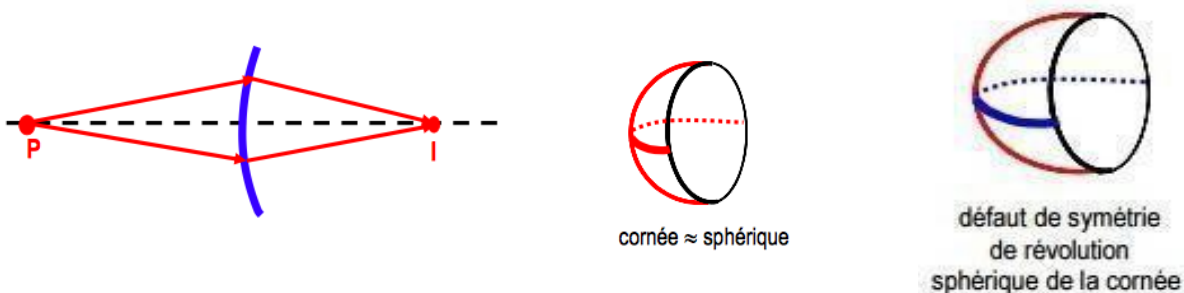
Un dioptré est dit stigmatique à partir du moment où on a une sphère de révolution. Il donnera alors une image ponctuelle d'un objet ponctuel.

Un œil est astigmatique, lorsque l'image d'un point ponctuel n'est pas une image ponctuelle mais un petit segment de droite : **I** ou **—**

- **Astigmatisme régulier** : phénomène homogène
- **Astigmatisme irrégulier** : phénomène beaucoup plus complexe (acide dans les yeux ou brûlure avec une cornée déformée) qui sera extrêmement difficile à corriger.

Cet astigmatisme est dû au fait que les dioptries oculaires n'ont pas la symétrie de révolution. Or si je déforme un des axes de révolution, on se retrouve non pas avec une sphère mais une ellipse (déformation elliptique). Dès que ce n'est pas sphérique on passe de stigmatique à astigmatique.

L'expérience montre que c'est presque exclusivement le dioptré cornéen qui est en cause.



L'astigmatisme cristallinien est plus rare.

B) Astigmatisme régulier

La cornée ne présente pas une symétrie de révolution sphérique. Régulier = passer de sphère à ellipse.

Elle présente cependant une forme d'organisation géométrique, avec **2 méridiens principaux** :

- **vertical** (plus courbe, donc le plus puissant) (plus fréquent)
- **horizontal** (moins courbe, moins puissant) (moins fréquent)

On aura sur un axe une convergence donnée, et sur l'autre axe une autre convergence.

Entre les 2 méridiens principaux existe de nombreux méridiens intermédiaires dont la courbure et la puissance varient progressivement.

On définit des astigmatismes réguliers : avec 2 grands axes qui n'ont pas le même rayon de courbures mais dont l'évolutivité des 2 rayons de courbures est quelque chose d'homogène. On aura une sorte d'ellipse ou de section d'ellipse. On pourra travailler sur la correction car on aura 2 méridiens principaux (un vertical et un horizontal) suffisants pour décrire l'ensemble de la forme du dioptré.



On décrit 2 types de possibilités +++ (à savoir, définition de base) :

- **Astigmatisme régulier direct**, conforme à la règle : **c'est le plus fréquent**. Le méridien **vertical est le plus courbe** (rayon de courbure le plus faible). On a alors une sorte d'ellipse horizontale. L'image va donner une ellipse qui s'étale latéralement car le méridien vertical est le plus courbe et le méridien horizontal est le moins aiguë. Ellipse allongée sur le plan horizontal.
- **Astigmatisme régulier inverse**, non conforme à la règle : le méridien **horizontal est le plus courbe**, le plus puissant. On aura donc une ellipse qui s'étale verticalement.



L'aspect régulier est le fait qu'on puisse le décrire par 2 axes seulement ++

C) Astigmatisme irrégulier

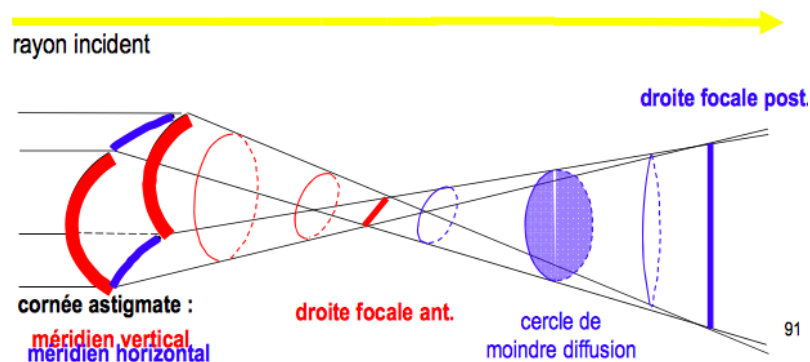
Astigmatisme irrégulier : la cornée est cabossée, altération de la sphéricité de la cornée ou du cristallin (mais plus rare), qui se fait de manière totalement aléatoire, ce qui fait qu'on ne puisse pas la corriger facilement.

- Affection lentement évolutive (comme le kératocône), ou malformations
- Traumatisme
- Brûlure
- Corps étranger
- Ulcération cornéenne à cause d'un port prolongé de lentilles

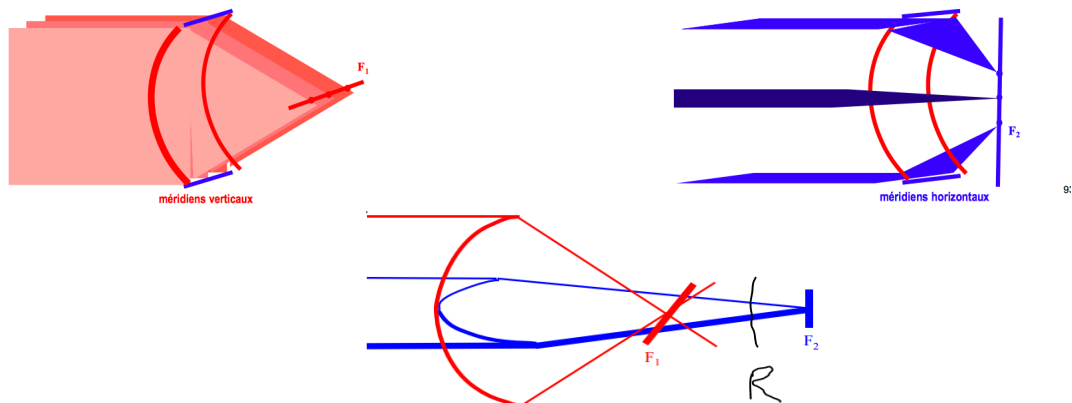
La réfraction des rayons lumineux se fait de manière anarchique, selon l'endroit où frappent les rayons. La correction de ces astigmatismes irréguliers est très complexe. On ne peut pas corriger sur des lunettes ou lentilles quelque chose de très complexe. On peut cependant évaluer des axes principaux de correction, ça améliorera la vision mais elle ne sera pas forcément nette.

D) Genèse des focales

Le rayon réfracté ne présente pas une forme conique (section circulaire, sommet ponctuel) comme l'œil stigmaté, mais une **forme conoïde** (section elliptique, sommet en arête).



Quand on a un astigmatisme régulier, on a une **genèse des focales qui va être double**. On a une genèse qui suit un le 1er rayon de courbure, et une 2ème genèse de focale qui suit le 2ème rayon de courbure. Cela nous donne au bout du compte une ellipse. On aura un axe qui aura sur le plan horizontal une taille et une autre taille sur le plan vertical.

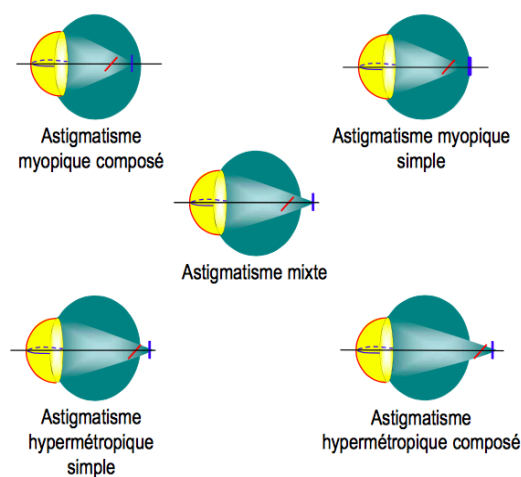


Par définition, comme les 2 degrés de convergences ne sont pas identiques, si il y a une focale sur la rétine alors l'autre ne le sera pas. La focalisation du rayon ne pourra pas se faire dans les 2 axes du dioptré sur la rétine. On aura des **méridiens verticaux et des méridiens horizontaux qui donnent 2 droites focales** (une verticale et une horizontale). **L'ensemble se situe à 2 endroits différents.**

On pourra avoir quelque chose de net sur la rétine dans un axe, mais on aura quelque chose de flou sur l'autre axe : par chance il y en a un sur la rétine, il faudra corriger que la 2ème. Si la rétine est entre les 2 focales : l'image sera floue sur le plan horizontal et vertical : aucun des 2 n'est sur la rétine, il faudra corriger les 2.

On ne corrigera plus de manière sphérique comme les amétropies sphériques, mais on corrigera les 2 axes différemment. L'association des 2 corrections qui seront différentes selon les méridiens principaux nous permettra d'avoir une image sur la rétine.

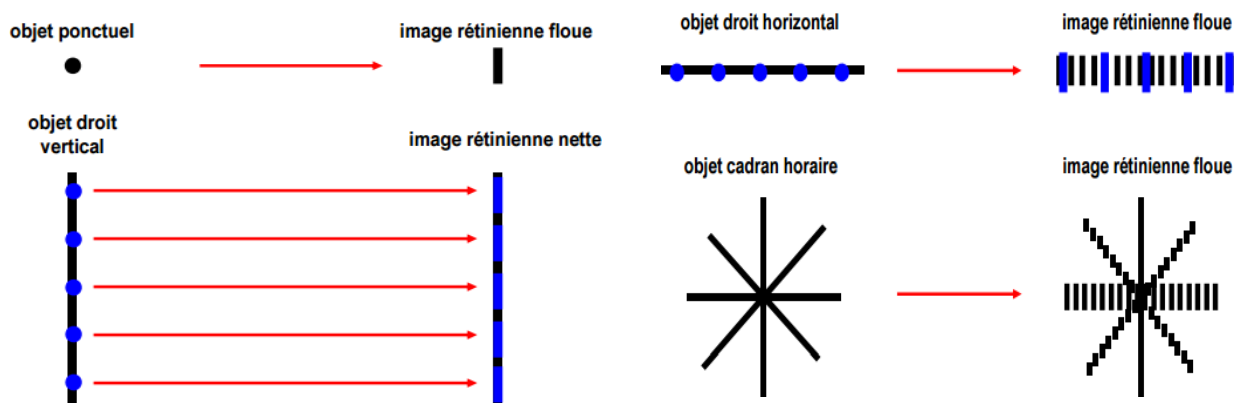
E) Classification des astigmatismes réguliers



- **Astigmatisme myopique composé** : les 2 méridiens sont en avant de la rétine, les 2 sont trop convergents.
- **Astigmatisme myopique simple** : un méridien est bien sur la rétine, mais l'autre est en avant (trop convergent).
- **Astigmatisme mixte** : aucun des méridiens ne se situent sur la rétine. Le conjugué de la rétine sera un remotum divergent et un remotum convergent.
- **Astigmatisme hypermétropique simple** : un méridien sur la rétine et l'autre en arrière de l'œil.
- **Astigmatisme hypermétropique composé** : les 2 méridiens sont en arrière de la rétine.

Soit on s'intéresse à l'objet et on regarde comment vont se focaliser ses rayons soit on s'intéresse à la rétine (où devrait-elle chercher son objet : en avant ou en arrière ?).

F) Vision de l'astigmate



Si on a un objet ponctuel qui, par l'astigmatisme, donne un bâtonnet sur la rétine, alors pour un astigmatisme (régulier direct) une barre sera vue comme une barre. En revanche si j'ai un objet horizontal, pour le même astigmatisme, j'aurais une accumulation de traits et une déformation complète de mon image.

Donc selon les lignes directrices des images, on a une déformation +/- déformée.

Un astigmatisme ne peut voir simultanément de façon nette 2 droites perpendiculaires, l'une horizontale, l'autre verticale

Les lignes principales de l'image ci-dessous sont verticales :



vision de structures horizontales et verticales par un sujet stigmaté



vision par un **sujet astigmaté** de type régulier, direct

Pour un astigmatisme de type régulier direct, les lignes verticales seront globalement conservées et il peut voir les formes principales alors que les lignes horizontales sont floues.

Si on était dans une situation de **sujet astigmatisme régulier non conforme à la règle (ou inverse)** on aurait eu une image complètement déformée, car pour lui ses lignes principales sont horizontales !

Dans ce contexte, il faut calculer le degré de correction qui dépend des 2 méridiens. On corrige dans un axe et dans l'autre, car on sait que l'astigmatisme est régulier.

G) Correction de l'astigmatisme

On utilisera un **dioptré torique** qui corrige que sur un axe uniquement, il est rectiligne d'un côté et courbe de l'autre.

Puis on associe un **dioptré sphérique pour compenser dans les 2 axes**, pour avoir une nouvelle focalisation.

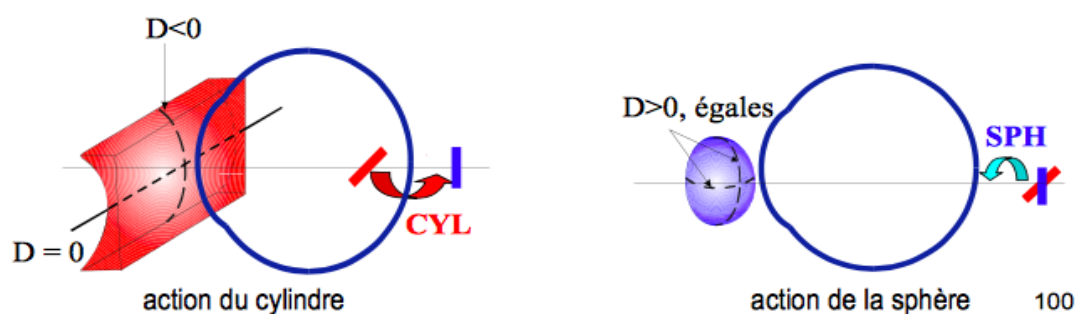
Degré de l'astigmatisme : différence de puissance dioptrique entre les 2 méridiens principaux.

$$D = \frac{n-1}{r_1} - \frac{n-1}{r_2} = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

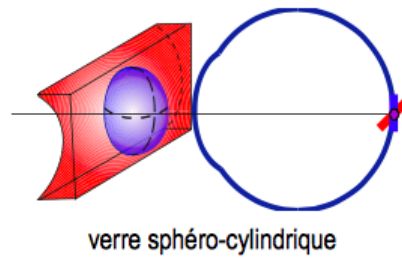
Mesure du degré d'astigmatisme par kératométrie, réfractométrie automatisée.

Association de lentilles :

- Le principe est dans un premier temps de corriger l'astigmatisme grâce à une lentille torique : qui vient restituer une réfraction égale selon les différents méridiens de la cornée (on remet les 2 focales au même endroit).
- Puis dans un second temps, en fonction de la pathologie, on utilise un dioptré sphérique pour fusionner les 2 focales en un point situé sur la rétine (restituer un foyer image d'emmétrope).



Avec ces 2 dioptrés (verre sphéro-cylindrique) on a une optimisation de la convergence ou divergence, d'abord en ayant restitué l'une des focales sur l'autre, puis en ramenant le tout sur la rétine.



NB : Si on a un **astigmatisme myopique simple** : on ne met que le dioptré torique cylindrique. Puisqu'on n'a qu'à faire revenir un méridien sur la rétine, l'autre est déjà bon.

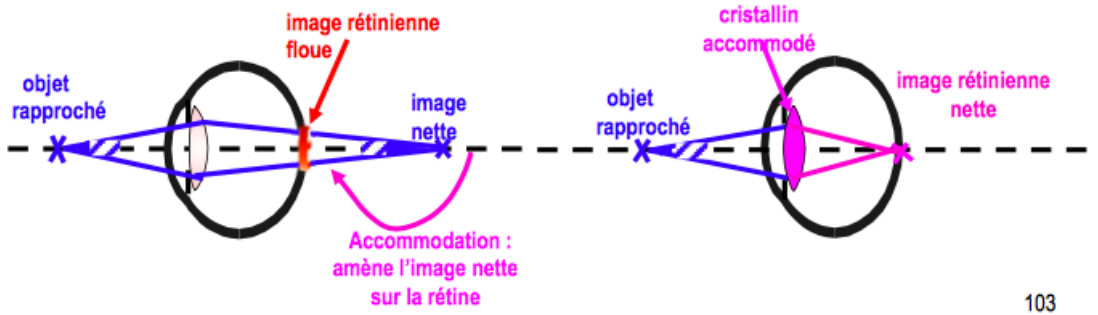
III) Accommodation presbytie

A) Introduction

Accommodation : pour amener l'image rapprochée sur la rétine, la puissance du cristallin augmente par une **augmentation de la courbure de sa face antérieure**. Accessoirement, on observe une réduction du réflexe du diaphragme pupillaire.

L'accommodation permet à l'œil normal de voir de près (en augmentant sa puissance), permet à l'œil hypermétrope de voir de loin (en augmentant sa puissance), et augmente la vision de près chez l'œil myope (qui est déjà trop puissant).

La zone de vision rapprochée est donc évolutive entre l'œil normal et l'œil complètement accommodé (= **proximum** : distance la plus proche avec l'œil accommodé pour laquelle le sujet peut voir net).



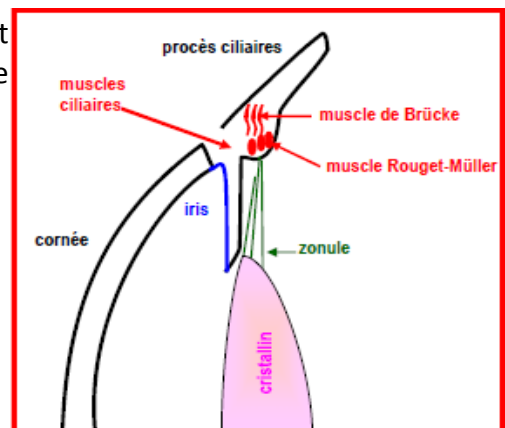
Quand la capacité d'accommodation est dépassée, on voit flou.

B) Mécanisme de l'accommodation

Le phénomène d'accommodation s'effectue uniquement au niveau du cristallin, en augmentant la puissance de l'œil quand la distance entre l'objet et l'œil diminue.

Cristallin :

- Capsule, structure lamellaire, noyau
- Périphérie reliée au corps ciliaire par un ligament (= **zonule** de Zinn)

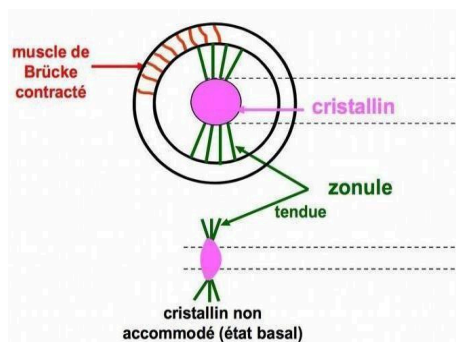


- Présence de muscles ciliaires (tendus au repos) :
 - De formes radiaires (muscle de Brücke)
 - De formes circulaires (muscle Rouget-Müller)

Le cristallin est tendu au repos +++

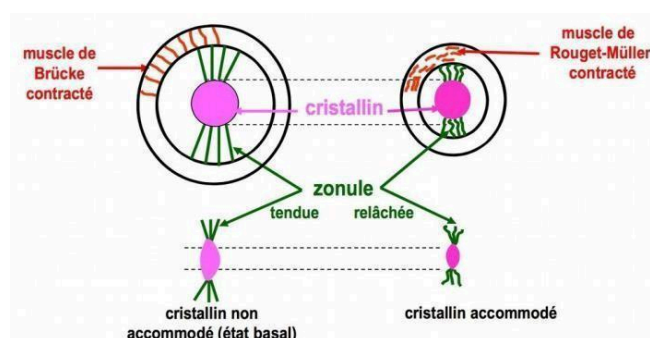
État basal (non accommodé) :

- Le muscle de Brücke met en tension la zonule : celle-ci exerce une traction importante sur la périphérie du cristallin.
- Le corps du cristallin ainsi tendu est biconvexe, asymétrique.



Accommodation : C'est la contraction réflexe du muscle Rouget-Müller pour bomber le cristallin. C'est donc une contraction musculaire qui entraîne la détente des fibres du cristallin.

- Elle entraîne une **diminution de la lumière centrale** et également de la tension exercée sur la périphérie du cristallin.
- Le cristallin **se détend et se recourbe** grâce à son élasticité → davantage biconvexe, presque symétrique (augmentation de sa puissance).



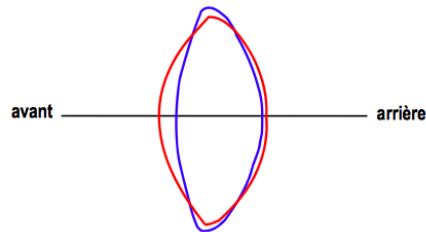
Le cristallin a donc deux formes extrêmes :

- Celle au repos : **non accommodée**
- Celle correspondant à une **accommodation maximum**

Entre les deux, on a toute une évolution linéaire de formes qui correspond à la vision nette de l'œil au repos jusqu'au proximum.

La capacité d'évolution de la puissance de l'œil est importante. Ceci permet à l'hypermétrope de ramener son remotum à l'infini et au myope d'avoir un proximum plus proche.

| crystallin | r face ant. | r face post. | n | puissance totale |
|-------------------|-------------|--------------|------|------------------|
| non accommodé | 10 mm | 6 mm | 1,42 | + 18 D |
| accommodation max | 6 mm | 5,5 mm | 1,44 | + 33 D |



107

Récap accommodation :

Les muscles ciliaires retiennent le cristallin via la zonule pour créer un anneau tout autour du cristallin avec les muscles radiaires et les muscles circulaires.

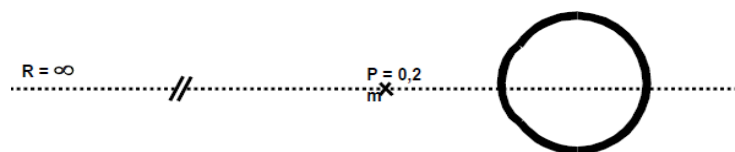
- A l'état basal (de repos) : les **muscles radiaires** (de Brücke) se contractent, **tendent la zonule** et le cristallin. Ce dernier s'aplatit, augmentation du diamètre du cristallin et une augmentation du rayon de courbure antérieure.
- A l'accommodation : contraction des **muscles périphériques** (Rouget-Müller), **détente de la zonule** et **bombement du cristallin** : diminution du rayon de courbure, avec convergence amplifiée des rayonnements.

C) Amplitude maximale d'accommodation

Accommodation maximale (en D) = proximité du remotum – proximité du proximum

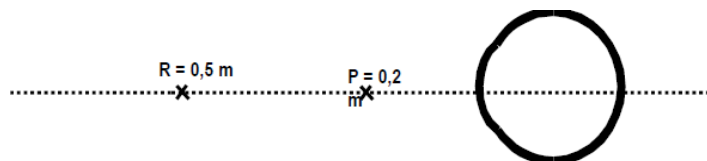
Exemples :

Le proximum d'un œil emmétrope est à 20 cm en avant de l'œil. L'amplitude d'accommodation est : $A_{max} = 0 - (1/-0,2) = 5$ dioptries.



NB : Le proximum pour un œil normal est environ à 30 cm.

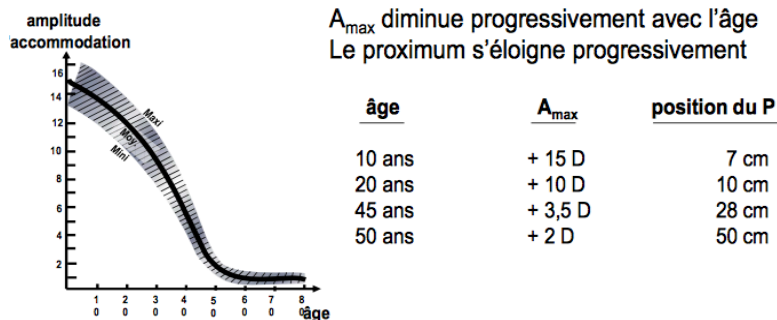
Le proximum d'un œil myope de 2 dioptries est à 20 cm en avant de l'œil. L'amplitude d'accommodation est : $A_{max} = -2 - (1/-0,2) = 3$ dioptries



Au cours de l'âge on voit qu'on a une altération :

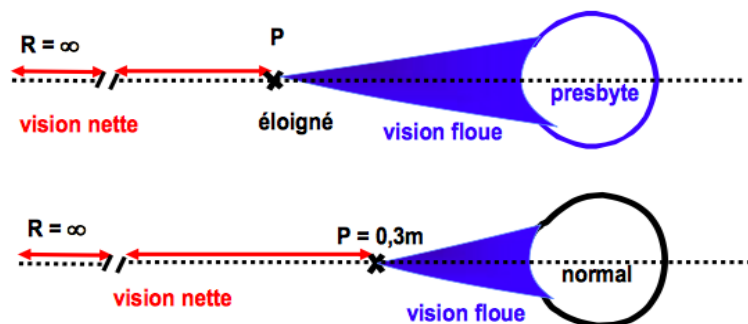
- 15D en amplitude maximale. Un enfant peut voir à 7cm au plus proche de l'œil.
- 2D en amplitude maximale pour une personne de 50 ans, avec 50cm de proximum.

On le remarque plus lorsque on a besoin d'écartier l'élément que l'on regarde, si on doit mettre ce qu'on lit sur un pupitre car les bras sont trop courts = besoin de correction.



D) Presbytie

L'accommodation maximale diminue progressivement avec l'âge (quasi inévitable mais avec une variabilité personnelle). Il s'agit d'une **diminution de la souplesse du cristallin**. La puissance n'est plus modifiée malgré la contraction des muscles associés. **Le proximum s'éloigne progressivement** (la presbytie n'a pas d'impact sur le remotum d'un œil normal).



La presbytie aura un effet global sur l'ensemble des autres pathologies (**si elles sont corrigées !!**) : **gêne progressive dans la vision de près** (le presbyte éloigne le texte pour lire).

- **Plus précoce et plus gênant chez l'hypermétrope** : troubles de la vision de loin car l'accommodation ne ramène plus le remotum à l'infini et augmente l'incapacité à voir de près.
- **Plus tardive et moins gênante chez le myope (non corrigé)** : la presbytie ne changera rien à son problème de vision de loin (le remotum reste à une distance finie) mais compensation de la presbytie grâce à l'excès de puissance de l'œil du myope pour la vision de près pour un œil myope non corrigé.

Si un myope voit bien de près jusqu'à 10 cm (proximum) de l'œil par exemple, quand il sera touché par la presbytie, il verra alors de près jusqu'à 15/20 cm : il se rapproche de la vision par l'œil normal (car un œil myope « accommode trop » et un œil presbyte « n'accommode plus assez »).

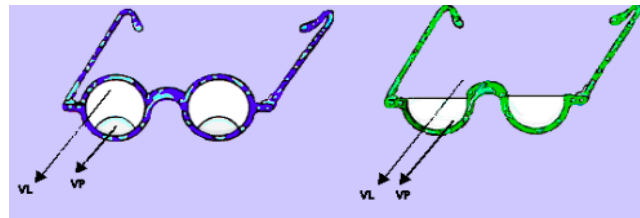
Un œil corrigé est comparable à un œil normal : les conséquences de la presbytie sont donc identiques chez un myope traité pour sa myopie et un sujet normal.

E) Correction de la presbytie

On dissocie au niveau des verres correcteurs dits bifocaux : la vision de près (VP) et la vision de loin (VL).

La vision de près est habituellement dirigée vers le bas :

- Foyer du bas : convergent, corrige la presbytie.
- Foyer du haut : inexistant chez l'emmetrope, corriger l'amétropie chez le myope ou l'hypermétrope.



On optera donc plutôt pour des verres demi-lunes, verres progressifs ou 2 paires de lunettes (une pour la vision de loin et l'autre pour la vision de près). Car sur des verres simples, la correction est valable pour un degré d'accommodation donné, donc si l'œil ne peut plus accommoder du tout au fil du temps, comme les verres ne sont pas évolutifs, le sujet devra placer ce qu'il regarde à une distance finie : au niveau du proximum corrigé.

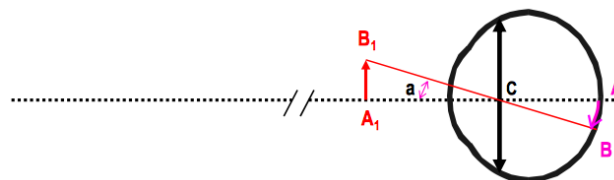
Il existe maintenant des implants oculaires à installer à la place du cristallin où quand l'œil se met dans une position donnée on arrive à voir de manière nette.

La **cataracte** est liée à un phénomène d'atténuation (loi de Beer-Lambert) : dès que le milieu n'est plus transparent, on a une atténuation plus élevée du rayonnement qui n'a plus une intensité suffisante, quand elle atteint la rétine, pour donner une image nette (→ jusqu'à l'opacification complète = pas de passage de lumière = personne aveugle).

IV) Image rétinienne

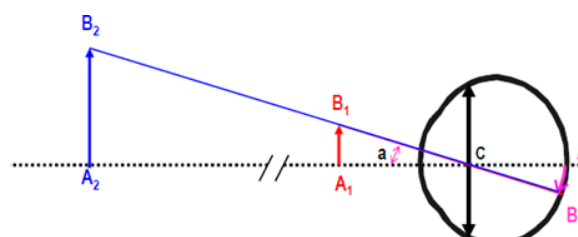
A) Diamètre apparent de l'objet

La distance à laquelle on voit un objet influe sur la taille perçue.



Diamètre apparent de l'objet : angle a sous lequel l'objet est vu, depuis le centre optique C. Il permet de calculer la taille de l'image rétinienne.

Deux objets de tailles différentes vus sous le même diamètre apparent ont des images rétiniennes de même taille. C'est le cerveau qui, dans un contexte donné, va compenser (de manière réaliste ou pas) grâce à l'apprentissage.



Un objet donne une image rétinienne, renversée et de petites dimensions.

Il existe un petit décalage entre les 2 yeux lorsqu'on regarde un objet, et c'est ce décalage qui permet d'avoir une notion de profondeur (impossible chez le sujet borgne).

Exemple : un homme de 1,80 m situé à 100m de l'œil donne une image rétinienne de 0,3mm, intéressant 1200 cônes environ.

B) Acuité visuelle AV (à distinguer de la vision nette)



L'**acuité visuelle** représente la **résolution spatiale de l'œil** (le minimum séparable) : la plus petite distance **d** séparant deux objets ponctuels dont les images sont séparées, distinctes. C'est une donnée propre à la rétine. En effet, les associations de cellules de la rétine sont un facteur limitant à la visualisation de petites structures qui ne seraient pas séparées l'une de l'autre. La rétine voit une image avec deux objets confondues alors qu'en réalité ils sont séparés.

Résolution spatiale : qualifie la capacité de distinguer 2 points, éloignés d'une distance donnée, comme différents (notion importante pour l'acuité visuelle).

→ Sur un plan physique, cela s'exprime par une gaussienne dont la largeur à mi-hauteur correspond à la distance entre les 2 points. C'est la réponse impulsionnelle, qui est la capacité minimale qu'à mon détecteur de distinguer 2 points.

L'acuité visuelle est donc la capacité de l'œil à voir des petites structures. Elle est exprimée par l'inverse du dixième minimum séparable représenté en minutes d'arc :

AV = 1/ minimum séparable (minute d'arc) (**1 mn d'arc = 1°/60**)

Une acuité visuelle de 10/10ème, c'est quelqu'un qui peut distinguer 2 points distants de 1 minute d'arc. Lorsque le minimum séparable est d'1 mn d'arc : AV = 1 = 10/10ème (vue normale, voit nette à l'infini).

Jusqu'à 20/10ème chez l'enfant (capable de voir des plus petits détails, au-delà de la vision nette à 10/10ème).

La mesure de l'acuité visuelle est un acte de pratique courante :

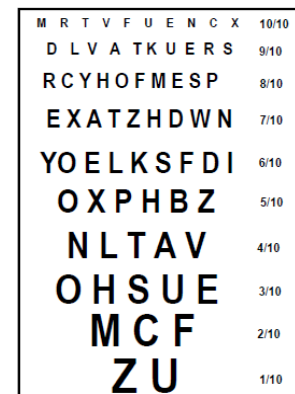
La distance œil-objet qui conditionne la valeur du diamètre apparent est fixée conventionnellement en ophtalmologie à 5 m pour la vision de loin et à 33 cm pour la vision de près. La mesure de l'acuité visuelle est intéressante pour les petites résolutions. Les anomalies dioptriques et les pathologies oculaires font chuter l'acuité visuelle. Exemple : myopie.

minimum séparable AV sans correction degré de myopie

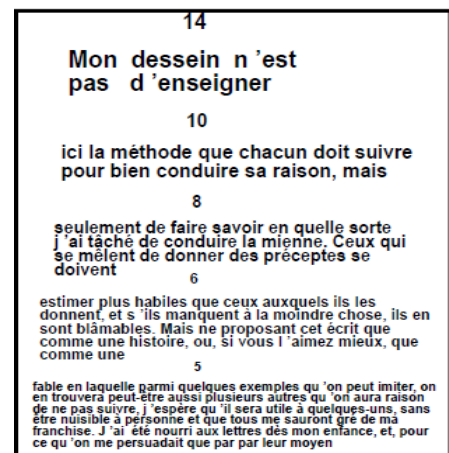
| | | |
|---------------|---------------------|----------|
| 10 mn d'arc | 1/10 ^{ème} | -3 D |
| 5 mn d'arc | 2/10 ^{ème} | -2 D |
| 2,5 mn d'arc | 4/10 ^{ème} | -1 D |
| 1,66 mn d'arc | 6/10 ^{ème} | -0,5 D |
| 1,11 mn d'arc | 9/10 ^{ème} | - 0,25 D |

Exemple : la myopie → pour une myopie à -3 D (très courant), le minimum séparable est à 10 mn d'arc et l'AV est à 1/10^{ème}. **Cette notion d'acuité visuelle n'a donc vraiment de sens que pour les gens ayant une bonne vision pour évaluer de manière globale la vision ou faire du dépistage mais en aucun cas pour quantifier le degré de myopie ou d'hypermétropie. En effet, les patients qui ont des myopies à -4,-5, -10 D ont tous une AV à 0 : non adapté pour la cotation.**

Échelle de Monoyer : elle permet de déterminer l'AV, à une distance donnée de 5m (au-delà les rayons sont considérés à l'infini), connaissant l'espace entre les lettres. Le niveau d'AV d'un patient est évalué par sa vision nette à telle ou telle taille de caractères. Permet de corriger une myopie pour obtenir une AV de 10/10 qui est la moyenne.



Échelle de Parinaud : on fait exactement la même chose. Chaque alinéa correspond à une valeur donnée de l'acuité visuelle, à une distance de 33 cm. Permet de révéler soit une hypermétropie soit une presbytie, selon le contexte dans lequel on se situe.



C) Conditions de vision nette

Stigmatisation, emmétropie, accommodation suffisante.

La taille de l'objet peut ne pas être limitante même s'il se situe à une bonne distance.

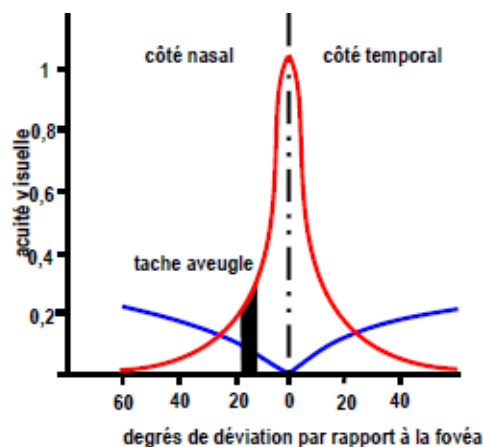
Conditions relatives à la taille des images rétinienne : la **taille des images doit être suffisante** (grain de la rétine). Nos deux yeux voient le même objet à 10 cm d'écart (vision binoculaire).

Les tailles de deux images d'un même objet doivent être sensiblement égales pour permettre le phénomène de fusion (par le cerveau) et donner la sensation d'image unique :

- Une très discrète différence de taille intervient dans la **perception du relief** (perception 3D)
Cette perception disparaît si on ferme un œil. On serait alors incapable de distinguer ce qui est devant ou derrière sans notre vécu (on arrive à savoir qu'une souris est plus proche qu'un éléphant si on les perçoit de la même taille alors qu'on ne pourra pas faire cette différence avec un cube et un triangle dont on ne connaît pas la taille).
- Une différence de taille plus importante empêche la fusion (phénomène de **diplopie, par accumulation** de la pathologie d'un œil [myopie, hypermétropie...] avec la normalité de l'autre).
- En cas de convergence ou de divergence des yeux qui dépassent les capacités du cerveau à associer 2 images, on a une **diplopie**.

Des facteurs physiologiques font varier l'acuité visuelle :

- **Les conditions d'éclairément** : détecteur non homogène sur toute sa structure :
La détection est **optimale au niveau de la macula** grâce à un grand nombre de détecteurs sensibles à ce niveau = **rétine centrale** → cellules en **cônes** ($6 \cdot 10^6$ au niveau de la fovéa, décroît vers la périphérie), impliquées dans la **vision fine, précise et active**.
Rétine périphérique : cellules en **bâtonnets** ($120 \cdot 10^6$, décroît vers la fovéa) impliquées dans la vision **grossière et passive**.



On y trouve la tâche aveugle qui correspond à la papille où arrivent les vaisseaux et le nerf optique. Le cerveau est capable de corriger l'absence d'information au niveau de cette zone.

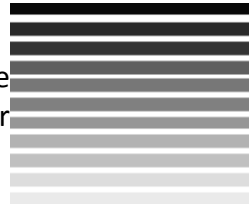
Rouge = cônes / bleu = bâtonnets

On distingue :

- Les conditions **diurnes** = **photopiques** : AV = 10/10ème (cônes)
- Les conditions **nocturnes** = **scotopiques** : AV = 2/10ème (bâtonnets)

Quand on oriente le regard dans une zone ou dans un axe, on optimise la vision par les détecteurs dans cette direction. Donc si on regarde dans un axe et que latéralement on place un crayon rouge et un crayon vert, on sera incapable de dire lequel est de quel côté car ce sont les bâtonnets qui prendront en charge cette vision latérale et qu'ils sont incapables de distinguer les couleurs.

- **Le contraste de l'objet** : défini par la différence d'intensité d'une raie par rapport à une autre sur l'intensité de référence.



$$C = \frac{L' - L}{L}$$

Il est plus facile de dissocier des zones avec des contrastes importants. (Ex: + difficile de voir du gris foncé sur du gris clair que du blanc sur du noir)

- **La forme de l'objet** : selon la forme, le cerveau est capable de reconnaître un objet, ce qui améliore son AV.
- **Temps de présentation de l'objet** (200ms) : qui au bout d'un certain temps permet d'accumuler suffisamment de photons, entraînant des réactions biochimiques cohérentes et complémentaires.
- **La couleur** : le cerveau prend en compte tous ces facteurs par l'analyse du signal qu'il reçoit et crée des amalgames qui peuvent parfois nous jouer des tours (trompe-l'oeil).



Ces facteurs permettent d'avoir des perceptions différentes pour une transmission d'information physique (rayonnement se focalisant sur la rétine) identique.

V) Transduction

A) Introduction

Par des phénomènes biochimiques, la rétine (cellules pigmentaires) transforme un **signal optique** de nature analogique (photons) en **signal électrique** de type numérique (potentiels d'action neuronaux).

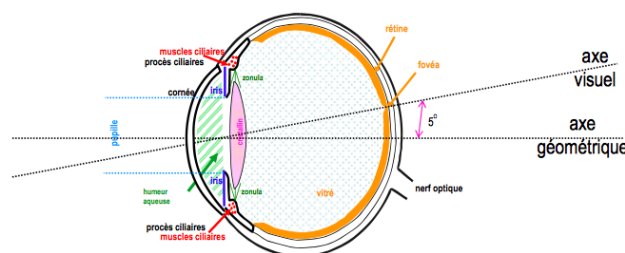
Signal optique de nature analogique (photons)

Phénomènes biochimiques

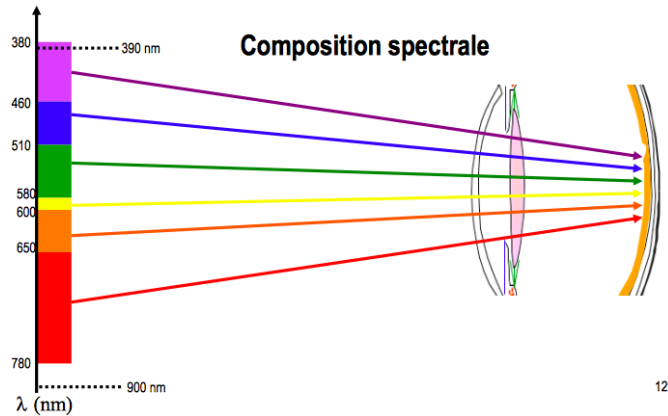
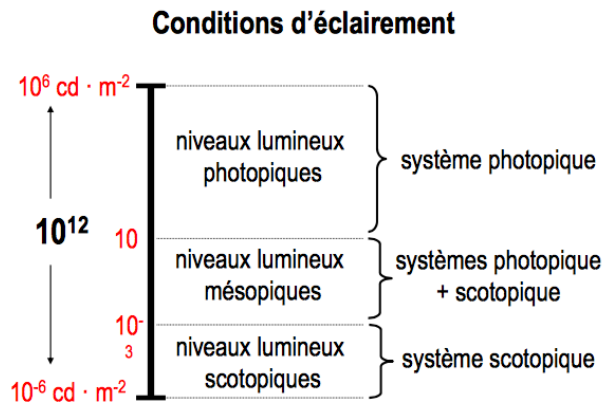
Signal électrique de type numérique (potentiels d'action)

B) Limites de fonctionnement de la rétine

Restreinte du champ de vision



D) La rétine



Cette rétine est soumise à un éclairage, qui traverse un milieu hétérogène : une zone sans détecteur (papille optique), une très riche en cônes (où les noyaux cellulaires s'écartent), une très riche en bâtonnets (périphérique). L'association d'un système photopique et d'un système scotopique donne un milieu mésopique.

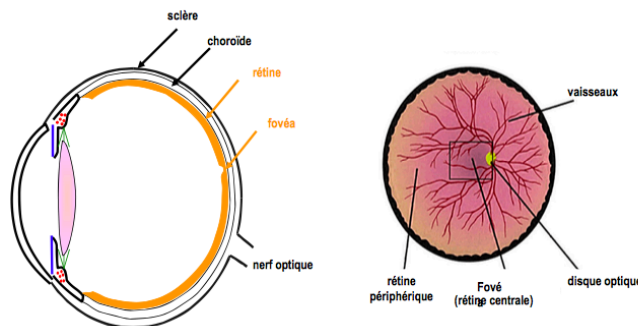
C'est l'association de l'ensemble de ces données au niveau de la neurorétine qui doit permettre le passage du rayonnement visible à travers les couches de neurones pour aboutir à la couche postérieure qui elle contient l'épithélium pigmentaire, à savoir les cellules à cônes ou à bâtonnets, qui sont les cellules photoréceptrices de l'imagerie qu'on peut avoir.

La détection se fait donc sur la **partie postérieure** de la rétine par 2 types de cellules réceptrices : les **bâtonnets** et les **cônes**.

Les rayons doivent donc traverser l'intégralité de la rétine pour être détectés.

Le reste de la rétine n'est composée que d'éléments cellulaires nucléés qui transmettent l'information nerveuse des cônes et des bâtonnets jusqu'aux fibres du nerf optique à la partie interne de la rétine. Ces cellules sont parasitantes lors de la transmission des rayons lumineux jusqu'aux détecteurs.

La vision est optimale au niveau de la fovéa : la couche atténuante de fibres de transmission neuronale est minimale à cet endroit. Cette couche est maximale et sans tissu détecteur au niveau de la papille du nerf optique.



D) La neurorétine

L'**épithélium pigmentaire** est à l'origine de la transformation entre l'information lumineuse et le pigment pour donner une information énergétique transmise par le système sous forme de potentiels d'action neuronaux regroupés au niveau du nerf optique.

Les cellules photoréceptrices ne reçoivent qu'une lumière indirecte, rétrodiffusée par l'épithélium pigmentaire.

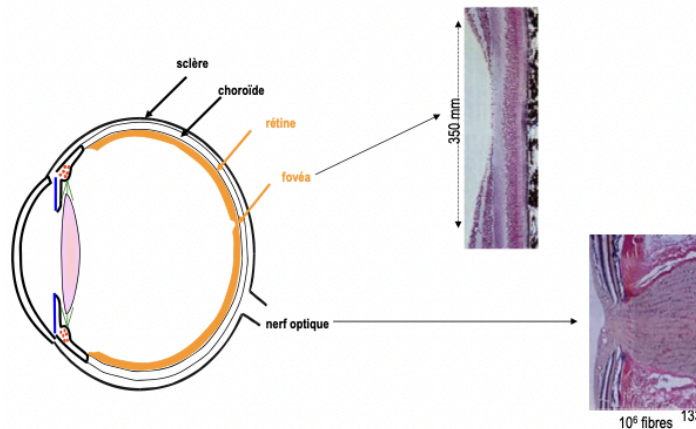
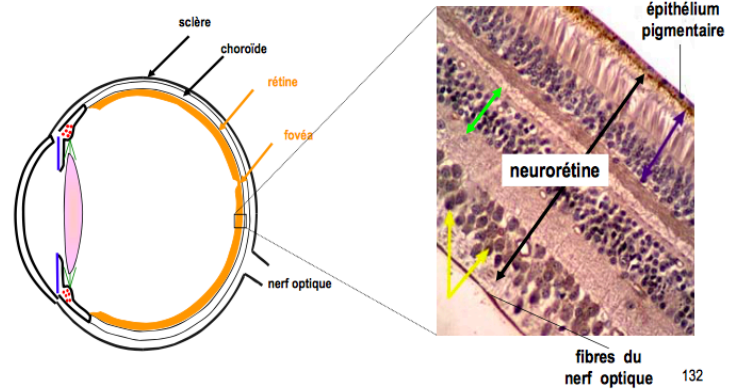
Première couche : photorécepteurs

- **Bâtonnets** : sensibles aux basses intensités mais faible pouvoir séparateur (2/10ème), détecteurs sensibles mais non spécifiques.

Vision nocturne (système scotopique)

- **Cônes** : sensibles aux fortes intensités (= 100 fois moins sensibles que les bâtonnets), mais excellent pouvoir séparateur des photons qui interagissent (10/10ème), permettent d'être sensibles à certaines zones du spectre plutôt qu'à d'autres.

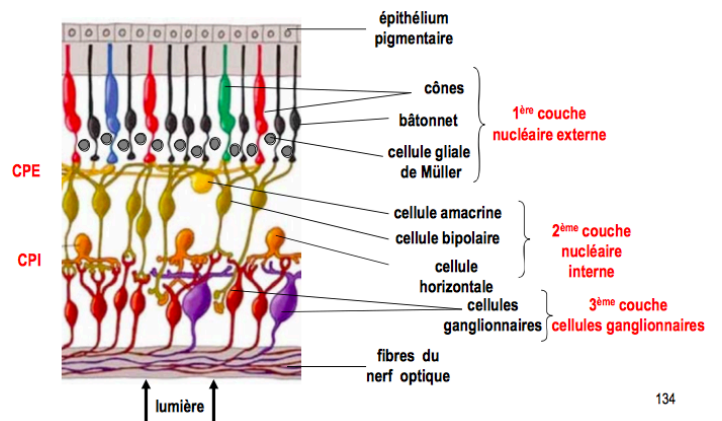
Vision diurne et couleur (système photopique) : a besoin de beaucoup plus de photons pour entraîner un potentiel d'action.

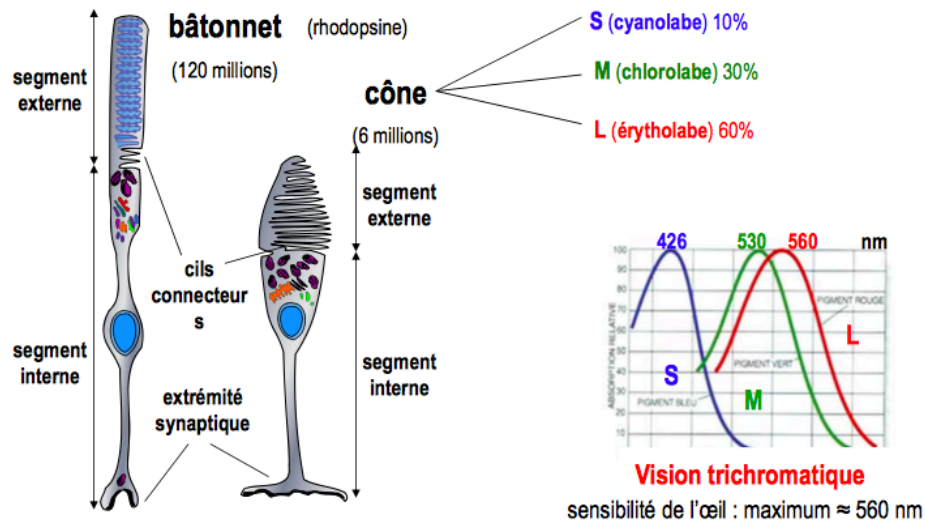


Il n'existe qu'un seul type de bâtonnets, qui traduit l'**intensité** des photons en un niveau de gris grâce à une échelle linéaire de gris.

En revanche, les cônes ont une couleur donnée et ne réagissent donc qu'à certaines longueurs d'onde. Il existe des cônes réagissant au bleu, au rouge, au vert : respectivement les cônes S, L et M.

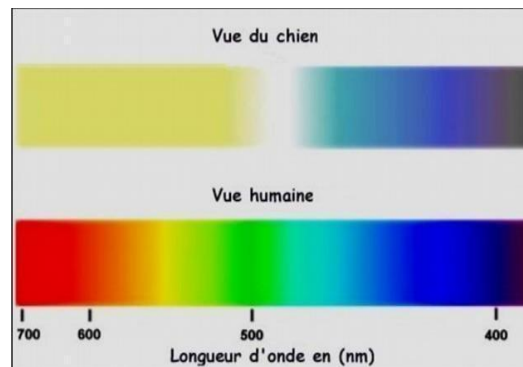
- S : bleu 10% → **cyanolabe**
- M : vert : 30% → **chlorolabe**
- L : rouge 60% → **erythrolabe**





On appelle ça la vision trichromatique puisqu'à partir de ces 3 cônes pigmentaires on est capables de reconstituer l'ensemble des couleurs, du moins qui correspondent à un niveau trichromatique. Les cônes pondèrent eux aussi en intensité (différentes intensités de rouge par exemple).

L'association des deux types de récepteurs permet de pondérer la vision en intensité, en finesse et en couleur.



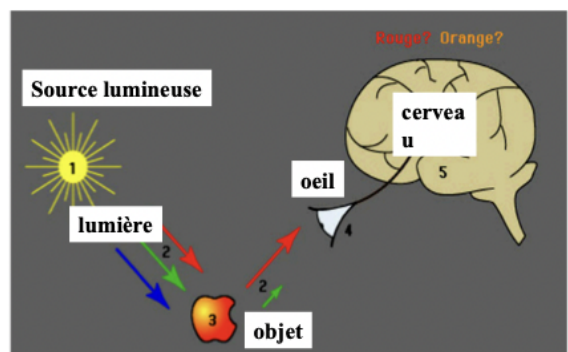
Certains animaux ont plus de types de cônes, comme les oiseaux (5 types), et ont une meilleure capacité de sélectionner les longueurs d'onde différentes, de manière beaucoup plus large, et auront une vision colorée beaucoup plus intense.

D'autres animaux ont 2 types de cônes, comme les chiens, qui verront les mêmes objets que nous mais avec une gamme de couleurs plus faible.

E) La vision des couleurs

1) Conditions d'éclairages

Une source lumineuse a un impact sur l'objet. À partir de l'objet, une partie de la lumière est transmise à l'œil, le reste est absorbé. C'est bien ce



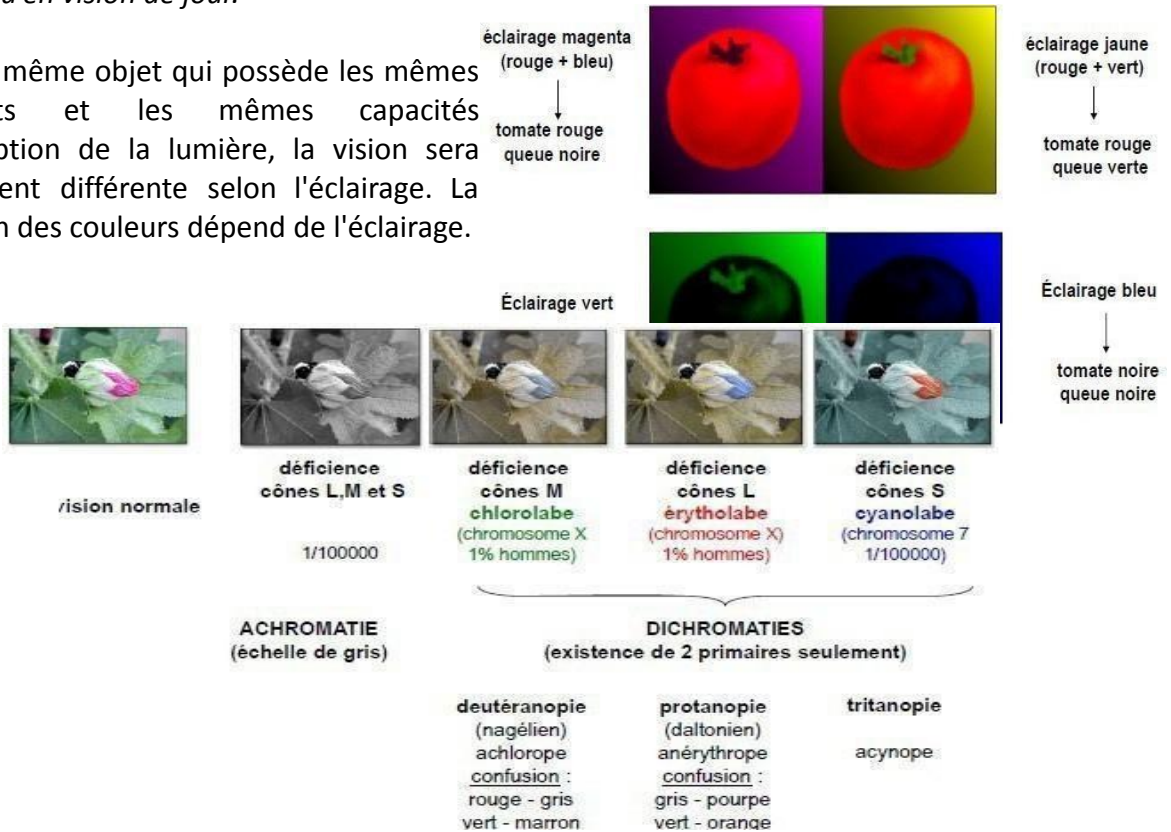
qui est réfléchi par l'objet qui contribue à former l'image.

Nous avons l'habitude d'avoir une lumière blanche avec un spectre total.

Si on voit un objet rouge, c'est que le bleu et le vert ont été absorbés. S'il est noir, tout a été absorbé : on a plus chaud avec une veste noire qu'avec une veste blanche (car en plus on absorbe les IR en noir), qui réfléchit la totalité du spectre lumineux.

Exemple : en boîte de nuit la vision des couleurs n'est pas la même car l'éclairage n'est pas le même qu'en vision de jour.

Pour le même objet qui possède les mêmes pigments et les mêmes capacités d'absorption de la lumière, la vision sera totalement différente selon l'éclairage. La réflexion des couleurs dépend de l'éclairage.



2) Troubles de la vision en couleur : dyschromatopsies

Déficiences dans l'ensemble des cônes (L, M et S) : **achromatie** (pathologie très peu fréquente). Le patient voit en noir et blanc (échelle de gris). Seule la sensibilité fonctionne.

Déficiences d'un seul type de cône : **dichromaties** : existence de 2 primaires seulement. Ce sont des maladies qui sont souvent récessives, ou dominantes, selon le chromosome auquel ils s'adressent. Et à ce moment-là, la vision des couleurs revient un peu à celle des animaux.

- **Protanopie : daltonien (la + fréquente)** = anérythrope (déficiency en cônes L, érytholabe) : confusion entre le gris et le pourpre, ainsi qu'entre le vert et le orange.
- **Deutéranopie** : nagélien = achlorope (déficiences en cônes M, chlorolabe) : confusion entre le rouge et le gris, ainsi qu'entre le vert et le marron.
- **Tritanopie** : acynope (déficiency en cônes S, cyanolabe) qui aura une vision différente dans le bleu.

Les daltoniens, nagéliens et acynopes ne sont pas capables de faire la différence entre certains jeux de couleurs car ils ne possèdent pas les détecteurs pour le faire. La problématique se posera si on leur demande de distinguer certaines couleurs, qui sont proches ou qui sont dans des gammes qui ont besoin d'une même zone.

Trichromaties : défaut relatif d'un des primaires (8% hommes). Ce sont des déficits intermédiaires d'un type de cônes :

- **Deutéranomalie** (nagélien, achlorope : confond rouge, gris, vert et marron)
- **Protanomalie** (daltoniens, anérythrope : confond gris, pourpre, vert orange)
- **Tritanomalie** (acynopes)

Dyschromatopsie peuvent être héréditaires, à transmission récessive pour le daltonisme par exemple.

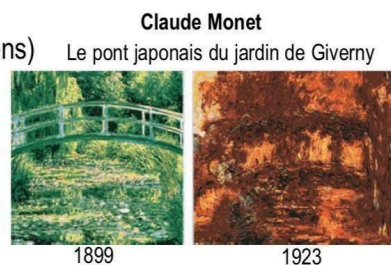
C'est quelque chose de fréquent (10% des hommes) mais peuvent aussi être acquises avec des troubles dégénératifs, iatrogènes selon des toxicités, des atteintes rétiniennes liées à la dégénérative ou au votre, des atteintes inflammatoires voir des cataractes jaunes où la problématique sera la filtration par la cornée.

Dyschromatopsies héréditaires :

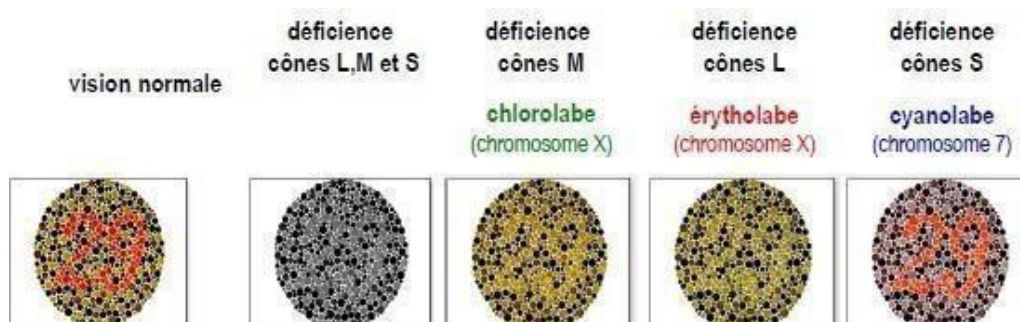
- * transmission récessive gonosomale (chromosome X, rouge et vert) ou autosomale (chromosome 7, bleu)
- * 10% des hommes (dichromaties + trichromaties)

Dyschromatopsies acquises :

- * dégénérative
- * iatrogène (antibactériens, antipaludéens)
- * toxique (digitaline, alcool, tabac)
- * atteinte rétinienne (type protan)
- * névrite optique (type deutan)
- * cataracte jaune



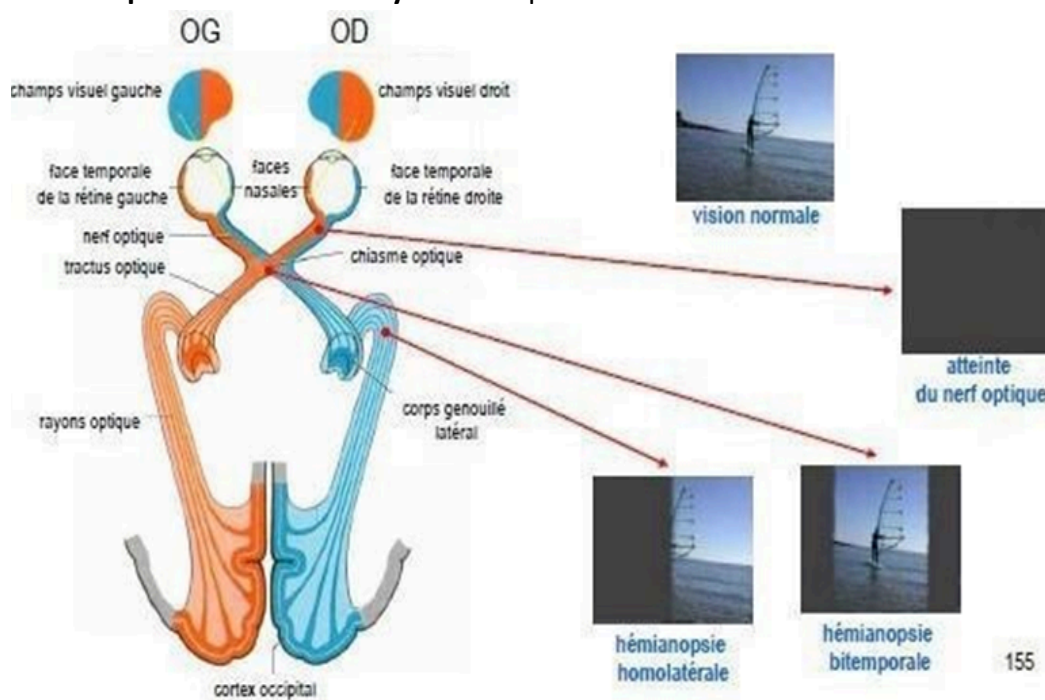
Diagnostic grâce aux **planches d'Ishihara** : on ne sélectionne dans une planche que des pigments proches. Les sujets malades ne distingueront pas le numéro dans la planche correspondant à leur pathologie.

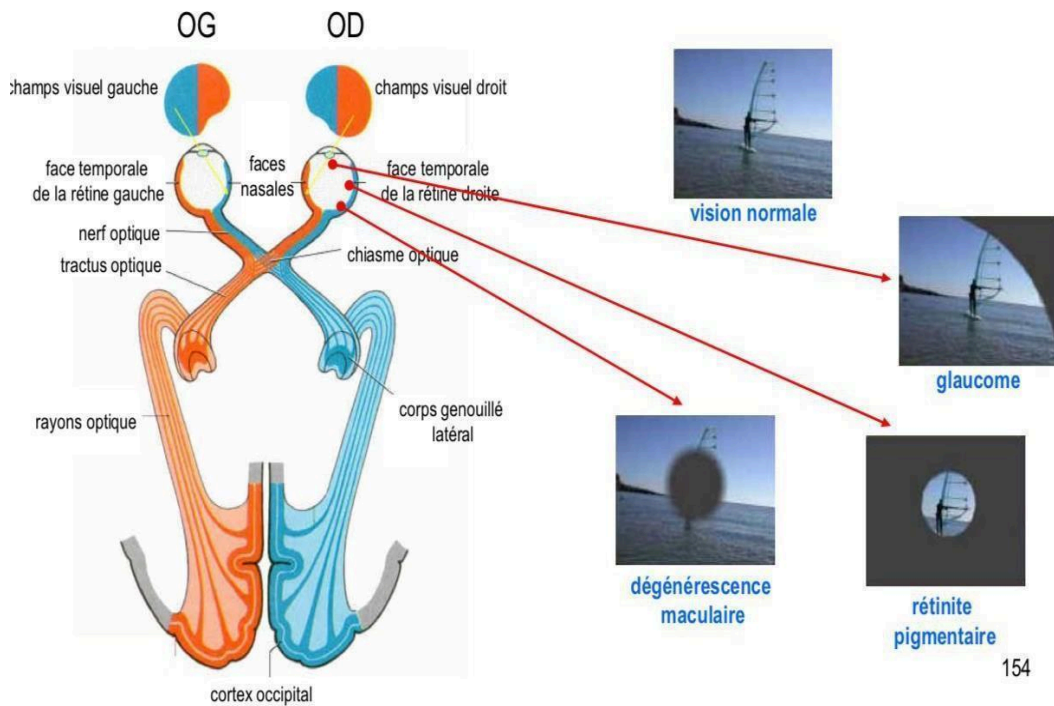


F) Le champ visuel

Lors d'une atteinte de la rétine, l'altération n'est pas toujours globale et homogène sur l'ensemble du champ.

- **Glaucome** : hypertension de l'humeur aqueuse dans la chambre antérieure qui entraîne selon comment ça se bombe une diminution du champ visuel, mais pas d'altération du champ visuel central.
- **Rétinite pigmentaire** : atteinte latérale de la rétine → diminution du champ de vision.
- **Dégénérescence maculaire** : « trou » au niveau de la macula. D'autant plus dur à compenser pour le cerveau que la vision est binoculaire.
- **Atteinte du nerf optique** : empêche la vision d'un seul œil.
- **Hémianopsie bitemporale** : quand les fibres ont décussé, au niveau du chiasma.
- **Hémianopsie latérale homonyme** : très postérieure.





154

QCM 1

- A) La myopie est définie par une puissance basale trop faible de l'œil.
 B) Pour un hypermétrope, l'œil n'est pas assez convergent à cause d'une puissance basale trop importante pour sa longueur, ou trop longue pour sa puissance.
 C) L'hypermétropie se corrige avec des lentilles convergentes.
 D) Chez un astigmatisme régulier direct, le méridien horizontal est le plus courbe.
 E) Toutes les propositions précédentes sont fausses.

Correction: C

- A) **FAUX**. La myopie est définie par une **puissance basale de l'œil qui est trop forte +++**. La focalisation est trop importante pour un objet à l'infini (foyer image de l'objet à l'infini se fait avant la rétine) : on voit donc flou de loin.
 2 facteurs qui peuvent entrer en compte : la **longueur normale mais l'œil est trop puissant (> 60D)**, ou la **puissance est normale mais l'œil est trop long** (augmentation antéro-postérieure).
- B) **FAUX**. C'est la définition de la MYOPIE ++. Pour un hypermétrope, la puissance basale de l'œil est trop faible, l'œil n'est pas assez convergent :
 - **soit insuffisamment puissant pour sa longueur** (sachant que la puissance est liée aux différences d'indice et au rayon de courbure)
 - **soit trop court pour sa puissance**
- C) **VRAI**.
- D) **FAUX**. Chez un **Astigmatisme régulier direct (le plus fréquent)**, le méridien vertical est le plus courbe (rayon de courbure le plus faible). On a alors une sorte d'ellipse horizontale. Tandis que chez l'**Astigmatisme régulier inverse**, le méridien horizontal est le plus courbe, le plus puissant. On aura donc une ellipse qui s'étale verticalement.
- E) **FAUX**

QCM 2 : B C

- A) L'aspect régulier de l'astigmatisme est le fait qu'on puisse le décrire par un seul axe uniquement.
- B) Le degré de convergence du dioptré est lié à son indice et son rayon de courbure.
- C) Chez un astigmatisme régulier, le méridien vertical est le plus courbe.
- D) Pour corriger l'astigmatisme, on utilisera un dioptré sphérique qui ne corrige que sur un axe uniquement.
- E) Toutes les propositions précédentes sont fausses.

Correction:

- A) **FAUX.** L'aspect régulier est le fait qu'on puisse le décrire par 2 axes seulement ++
- B) **VRAI.** Le degré de convergence du dioptré est lié à son indice et son rayon de courbure. Toutes les amétropies sont liées à la fois à la longueur de l'œil.
- C) **VRAI.** Astigmatisme régulier direct, conforme à la règle : c'est le plus fréquent. Le méridien vertical est le plus courbe (rayon de courbure le plus faible). On a alors une sorte d'ellipse horizontale. L'image va donner une ellipse qui s'étale latéralement car le méridien vertical est le plus courbe et le méridien horizontal est le moins aiguë. Ellipse allongée sur le plan horizontal.
- D) **FAUX.** Pour corriger l'astigmatisme, on utilisera un dioptré torique qui corrige que sur un axe uniquement, il est rectiligne d'un côté et courbe de l'autre. Puis on associe un **dioptré sphérique pour compenser dans les 2 axes**, pour avoir une nouvelle focalisation.
- E) **FAUX.**

QCM 3 : C D

- A) La notion d'acuité visuelle permet de quantifier la myopie.
- B) Les conséquences de la myopie sont différentes chez un patient traité pour sa myopie que chez un sujet normal.
- C) Le cristallin est tendu au repos.
- D) Pour corriger l'astigmatisme, il faut utiliser un dioptré torique.
- E) Toutes les propositions précédentes sont fausses.

Correction:

- A) **FAUX.** Cette notion d'acuité visuelle n'a donc vraiment de sens que pour les gens ayant une bonne vision pour évaluer de manière globale la vision ou faire du dépistage mais en aucun cas pour quantifier le degré de myopie ou d'hypermétropie.
- B) **FAUX.** Un œil corrigé est comparable à un œil normal : les conséquences de la presbytie sont donc identiques chez un myope traité pour sa myopie et un sujet normal.
- C) **VRAI.**
- D) **VRAI.** Pour corriger l'astigmatisme, on utilisera un dioptré torique qui corrige que sur un axe uniquement, il est rectiligne d'un côté et courbe de l'autre.
- E) **FAUX.**

Puis on associe un **dioptre sphérique pour compenser dans les 2 axes**, pour avoir une nouvelle focalisation.