



Module : Biophysique

Basé sur : Le cours

-> Ce résumé est un complément de cours, il contient suffisamment d'informations, mais ne remplace pas le polycopié du professeur.

-> Merci d'envoyer toutes vos remarques via l'adresse mail suivante :

mahdikettani1@gmail.com

-> Bon courage et bonne lecture !

Auteur : Kettani El Mahdi, étudiant de la promotion médecine 2019

اللهم أستودعك ما قرأت و ما حفظت و ما تعلمت، فردّه عند حاجتي إليه، إنك على كل شيء قدير

OEIL ET VISION

I) La lumière et géométrie optique :

A) La lumière :

- > Définition de la lumière : superposition d'ondes électromagnétiques de λ différentes
- > Le spectre visible est : (UV) 400 - 780 nm (IR)
- > La lumière se propage en ligne droite dans un milieu : Transparent - Homogène - Isotrope
- C : célérité de la lumière dans le vide
- V : vitesse de la lumière dans le milieu
- n : indice de réfraction $n = \frac{c}{v}$
- > Exemple : $n_{air} = 1 / n_{œil} = 1,33$

-> La lumière se réfracte lorsqu'elle passe d'un milieu transparent à un autre milieu avec un indice de réfraction n différent

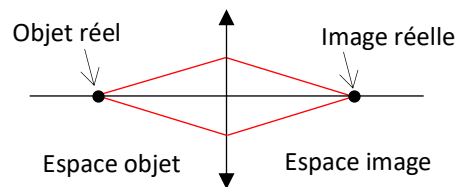
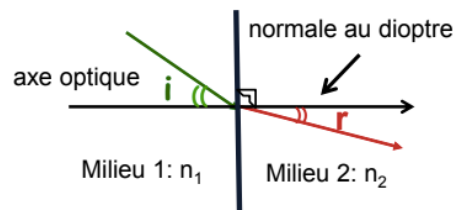
-> La surface de séparation des 2 milieux s'appelle le dioptre qui peut être plan ou sphérique

i : angle d'incidence

r : angle de réfraction

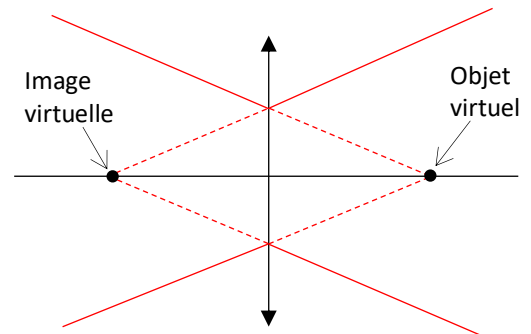
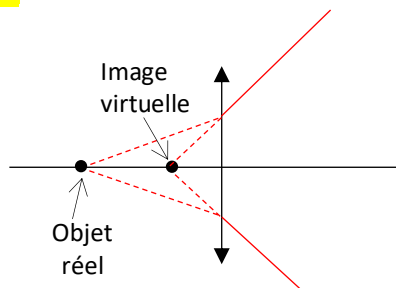
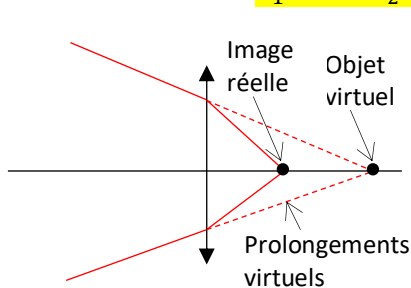
-> Si $i > r$ alors $n_1 < n_2$

-> Si $i < r$ alors $n_1 > n_2$



-> NB : L'angle est celui entre le faisceau lumineux et la normale (perpendiculaire) au dioptre

-> Loi de Descartes : $n_1 \sin i = n_2 \sin r$



-> Stigmatisme :

- image d'un point = point
- A et A' sont dits conjugués ou réciproque
- Ne dépend pas des angles i et r

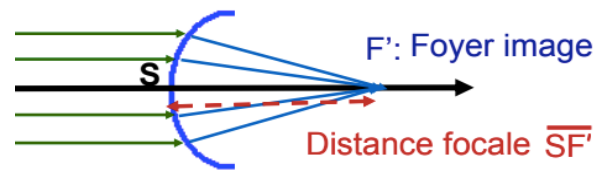
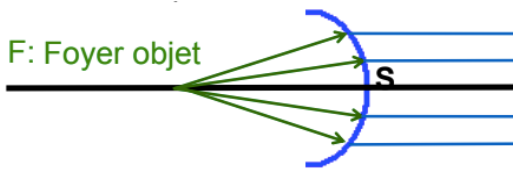
-> Astigmatisme :

- Image d'un point : plusieurs points
- Dépend des angles i et r

-> Conditions des Gauss : Stigmatisme approché :

- Faisceau incident étroit
- Objet très peu éloigné de l'axe optique
- Faisceau très peu incliné sur l'axe optique => i et r faibles

Puisque i et r sont faibles => $\sin a \approx \tan a$ et $\cos a = 1$ => formules avec des valeurs constante, or les valeurs ne seront pas exactes à 100% mais approximatives



F : foyer objet = position de l'objet dont les rayons incidents se réfractent parallèlement (image rejeté à ∞)
 F' : foyer image = position de l'image formée par la réfraction des rayons incidents parallèles (objet à ∞)
 SF' : Distance focale

-> Calcul de la puissance P pour dioptries sphériques : $P = \frac{n_2 - n_1}{SC} = \frac{n_2}{SF'} = \frac{n_2}{SA'} - \frac{n_1}{SA}$ (SC = rayon de courbure)

- Si $P > 0 \Rightarrow$ dioptre convergent
- Si $P < 0 \Rightarrow$ dioptre divergent

B) Les lentilles :

- > Association de 2 dioptries = lentille
- > Il existe différents types de lentilles :
 - Sphériques (convergente et divergente)
 - Cylindriques
 - Toriques

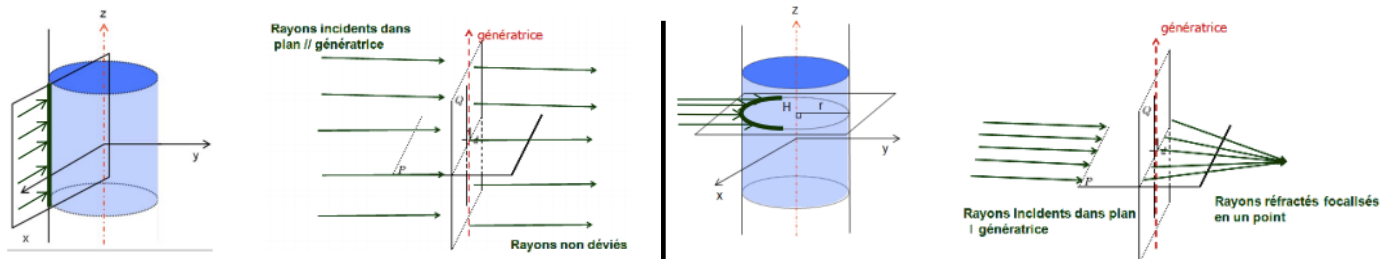
-> Calcul de la puissance P pour une lentille : $P = (n_2 - n_1) \left(\frac{1}{SC} - \frac{1}{SC'} \right)$

$$\frac{P}{n_1} = \frac{1}{SF'} = \frac{1}{SA'} - \frac{1}{SA}$$

1) La lentille sphérique :

- > A au moins une face sphérique
- > Si elle est mince $\Rightarrow S_1 S_2$ est négligeable devant les rayons de courbures

2) Lentille cylindrique :



Rayons parallèle à l'axe de révolution, ne se dévient pas

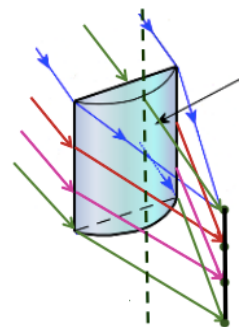
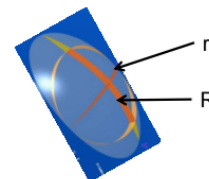
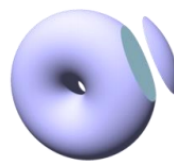
Rayons perpendiculaire à l'axe sont déviés

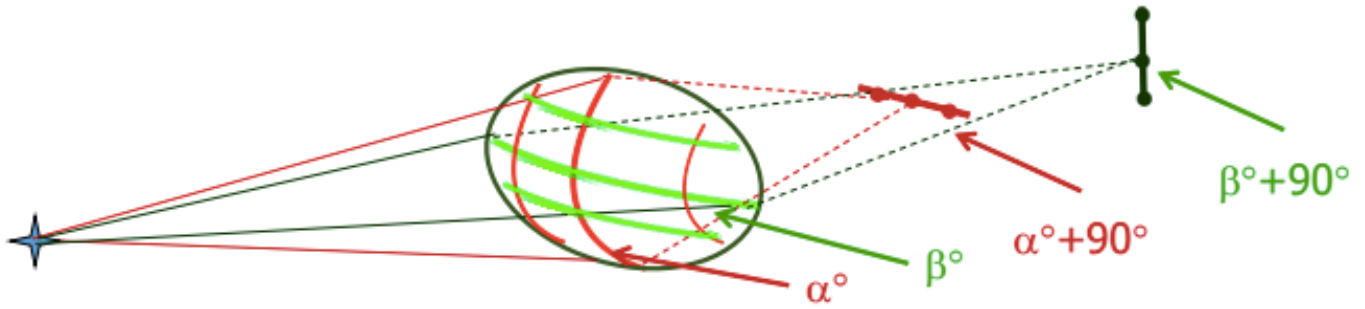
- > Lentille cylindrique plan convexe : un point objet éloigné $> 5 \text{ m} \Rightarrow$ image en focale (segment de droite // à l'axe de révolution et \perp aux faisceaux plans qui l'ont formé)
- > La lentille cylindrique est donc astigmatique

-> Pour associer 2 lentilles cylindriques : croiser leurs axes de révolution

3) Lentilles toriques :

- > Présente une face plane et une face courbée
- > Seule la face courbée qui réfracte la lumière
- > Possède 2 rayons ($R > r$)
- > Les rayons qui rencontrent le petit rayon se convergent et donne une focale antérieure
- > Les rayons qui rencontrent le grand rayon se convergent et donne une focale postérieure
- > Les focales sont perpendiculaires entre elles et perpendiculaire au faisceau incident qui l'ont formé
- > NB : Plus le rayon diminue plus la puissance augmente



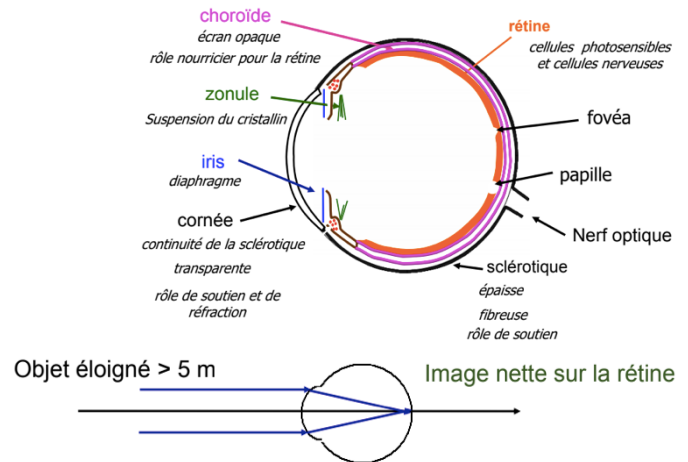


-> NB : On peut associer un dioptrie cylindrique et torique pour augmenter la puissance en superposant leurs axes principaux, la somme des puissances nous donnera la puissance finale

II) L'œil emmétrope et dioptrie oculaire :

A) Caractéristiques de l'œil normal :

- Dioptre unique avec surface sphérique idéale
- Rayon de courbure = 5,6 mm
- Diamètre antéro-postérieur = 22 mm
- Indice de réfraction $n = 1,33$
- Puissance (convergent) = 60 δ
- Foyer image sur la rétine

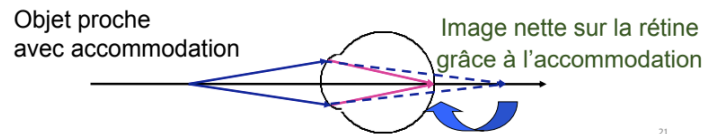


-> Pour un objet vu à l'infini (> 5 m), le foyer image se fait sur la rétine

-> Pour un objet proche (< 5 m), le foyer image se formerait après la rétine mais grâce à l'accommodation le foyer image revient jusqu'à la rétine pour voir nettement

-> L'accommodation : faculté de voir net quelque soit la distance qui sépare le sujet de l'objet, elle peut se faire par 3 mécanismes (triade de la vision de près) :

- Réduction du diamètre de la pupille
- Convergence des yeux vers l'objet observé
- Augmentation de la puissance du cristallin



La contraction du muscle ciliaire fait relâcher les fibres de la zonule ce qui rend le cristallin plus bombé et donc le rayon plus petit et ainsi la puissance augmente

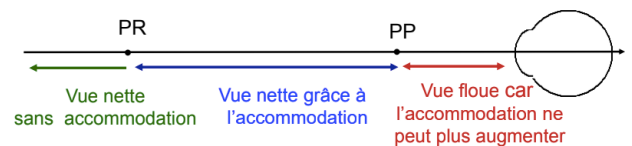
B) Punctum proximum PP et punctum remotum PR :

-> PP : distance minimale pour voir nettement avec le maximum d'accommodation

-> PR : distance maximale pour voir nettement sans accommodation

-> Avec l'âge le PP s'éloigne de l'œil

-> Proximité = inverse de la distance : $\pi_p = \frac{1}{PP}$ / $\pi_R = \frac{1}{PR}$



-> Personne de 20 ans : PP = -10 cm PR = $-\infty$ $\pi_p = \frac{1}{-0,1} = -10 \delta$ $\pi_R = \frac{1}{-\infty} = 0 \delta$

-> Personnes plus âgées : PP = -20 cm PR = $-\infty$ $\pi_p = \frac{1}{-0,2} = -5 \delta$ $\pi_R = \frac{1}{-\infty} = 0 \delta$

-> Le parcours d'accommodation : ensemble des points objet vu nettement = **SP - SR**

-> Si la personne a une vue normale (pas d'amétropie), le parcours d'accommodation ne change pas (= $+\infty$)

-> L'amplitude d'accommodation : l'augmentation de la puissance nécessaire pour voir net un objet plus proche que PR

-> Objets sur PP, l'œil accommode au maximum => puissance Pp

-> Objet sur PR, l'œil n'accommode plus => puissance Pr

-> L'amplitude maximale d'accommodation : L'augmentation maximale de la puissance lors de

l'accommodation : $A = P_P - P_R = \frac{1}{SR} - \frac{1}{SP} = \pi_R - \pi_P$

-> L'amplitude d'accommodation diminue avec l'âge cela se fait par : Déshydratation du cristallin => diminution de la plasticité du durcit => diminution de l'amplitude d'accommodation => A restante permet une vue nette à une distance plus éloignée => éloignement du PP => impossible de voir net de près

-> Exemple : 10 ans = 14 δ / 20 ans = 10 δ (avec SP = -10 cm) / 40 ans = 5 δ / 50 ans = 4 δ

-> Lorsque $A < 4 \delta$, c'est-à-dire $|5P| > 25 \text{ cm}$ = Presbytie

-> La presbytie n'est pas une amétropie, mais plutôt un phénomène physiologique qui survient avec l'âge

-> Correction de la presbytie : Verres convergents pour la vision de près (bas du verre) avec une puissance de = 4 δ - A restante

-> Exemple : Si A restante = 3 δ => la puissance du verre convergent devrait être de 1 δ

-> On rajoute 0,5 dioptrie tous les 5 ans

C) Acuité visuelle :

-> Est la faculté de l'œil à séparer 2 détails (pouvoir séparateur)

$$AV_{dixième} = \frac{1}{\alpha_{min}} \times 10 \quad / \quad \alpha_{min} = \frac{\overline{AB}_{min}}{D}$$

- AB : dimension minimale de l'objet que l'œil peut voir nettement
- D : distance à laquelle se trouve l'objet

III) Les amétropies :

-> Œil emmétrope : Il y'a harmonie entre :

- Courbure de l'œil
- Puissance
- Longueur antéro-postérieure de l'œil
- L'œil est bien proportionné = image sur la rétine

-> Œil amétrope : Pas d'harmonie :

- Augmentation ou diminution de la puissance
- Indice de réfraction haine plus ou moins différent
- Courbure et longueur antéro-postérieur de l'œil différente
- L'œil est alors mal proportionné, l'image n'est pas sur la rétine

A) Myopie :

-> Causes :

- Œil trop allongé
- Cristallin trop bombé
- Indice de réfraction élevé

-> Au repos :

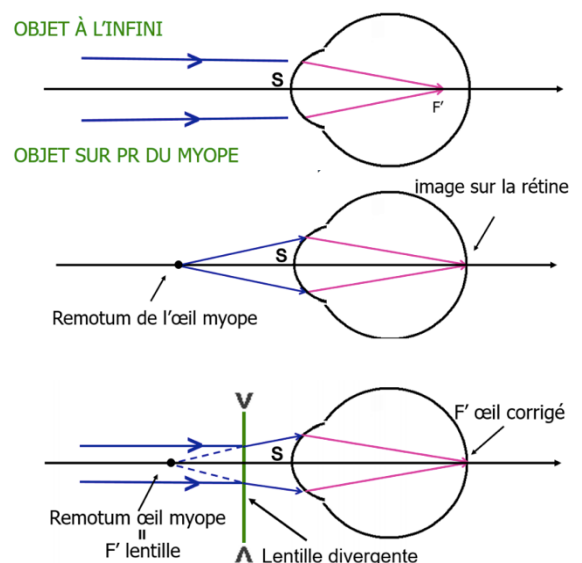
- Vue flou de loin
- Vue nette de près

-> Accommodation :

- Vue nette de très près

-> Correction de la myopie :

Utiliser une lentille divergente pour diminuer la convergence et ramener l'image sur la rétine de telle façon à ce que les rayons divergés proviennent du PR du myope. Le degré d'amétropie = $\pi_R = \frac{1}{SR}$ (négatif)



B) Hypermétropie :

-> Causes :

- Œil trop court
- Cristallin aplati
- Indice de réfraction diminué

-> Au repos :

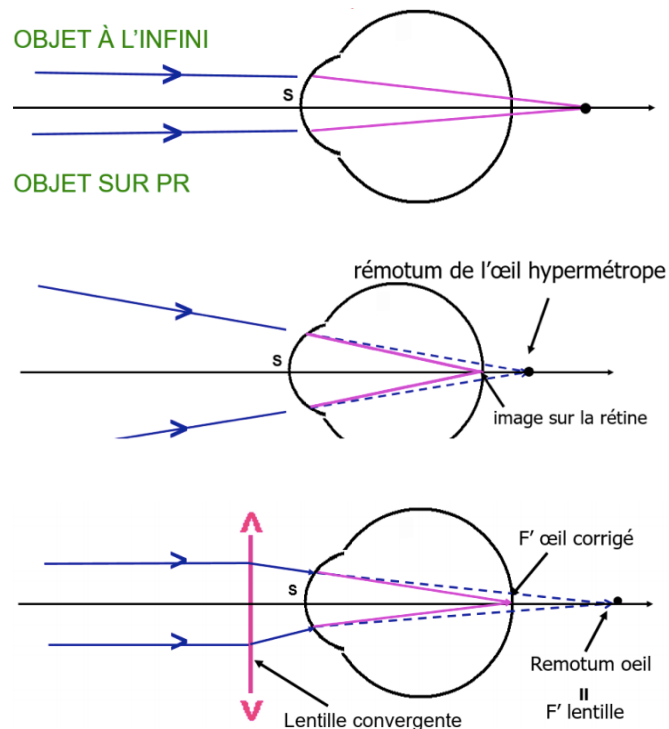
- Vue flou de loin
- Vue flou de près

-> Accommodation :

- Vue de loin amélioré ou mieux

-> Correction de l'hypermétropie :

Utiliser une lentille convergente pour augmenter la convergence et ramener l'image sur la rétine de telle façon à ce que les rayons convergés par la lentille proviennent du PR de l'hypermétrope, le degré d'amétropie = $\pi_R = \frac{1}{SR}$ (positif)



Correction de la presbytie en cas d'amétropie :

Correction de l'amétropie pour vision de loin (haut du verre) =>

+

Correction de la presbytie pour vision de près (bas du verre) =>

$$\pi_R + 4 - A \text{ restante}$$

Exemple : sujet avec une A restante = 2 δ

-> Myope de -1 δ :

- vision de loin : -1 δ
- vision de près : -1 + 4 - 2 = 1 δ

-> Hypermétrope de +2 dioptrie :

- vision de loin : 2 δ
- Vision de près : 2 + 4 - 2 = 4 δ

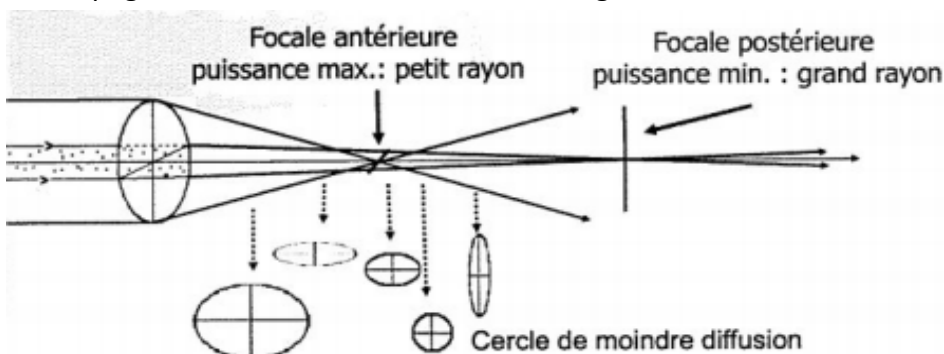
C) L'astigmatisme :

-> Point objet ne donne pas un point image

-> Causes : Défaut de courbure, non sphéricité de la face antérieure de la cornée, surface toriques donc un rayon maximal est un rayon minimal (R et r), les rayons qui rencontrent l'œil varient différemment selon le rayon traversé donc des puissances différentes. Plus le rayon diminue plus la puissance augmente ce qui donne une vue flou, déformé de loin comme de près

-> Degré d'astigmatisme : $A_S = P_{max} - P_{min}$

-> Propagation de la lumière dans un œil astigmatique



-> Dans un œil astigmatique, l'image d'un point = 2 focale, une antérieure et l'autre postérieure, perpendiculaire entre elles.

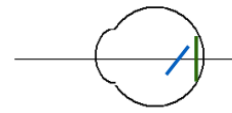
La distance entre les 2 focales est proportionnelle au degré d'astigmatisme, c'est-à-dire plus le degré d'astigmatisme

augmente plus la distance entre F1 et F2 augmente. Exemple : Si $A_S = 1 \delta$, La distance F1F2 = 0,37 mm

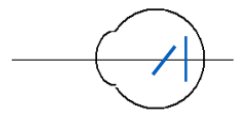
Réalisé par **Kettani Mahdi**

-> Différents types d'astigmatisme :

- Myopique simple, composé (correction lentille cylindrique)
- Hyperopique simple, composé
- Mixte (Correction lentille torique)



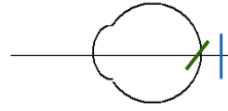
Myopique simple



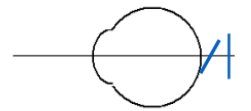
Myopique composé

-> Détection d'astigmatisme :

- Méthode subjective : fente sténopéique
- Méthode objective : ophtalmomètre de Javal (+ précis)



Hyperopique simple

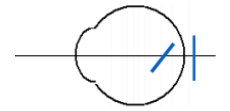


Hyperopique composé

-> Exemple de correction d'astigmatisme :

Sujet à :

- Degré d'astigmatisme $A_s = 1 \delta$
- Meilleur vue à 95°
- Moins bien vue à 5°



mixte

Correction :

- Puissance de la lentille = 1δ (Le même que celui du degré d'astigmatisme)
- Orienter la lentille sur le même angle ou la vue est meilleur c'est-à-dire 95°