

5. Œil Humain

5.1 Description anatomique et fonction :

5.1.1 Fonction :

L'œil est situé dans la cavité orbitale du crâne, **il se définit comme étant l'organe de la vision**. Il perçoit la lumière émise par les différents objets qui nous entourent, et dirige les rayons lumineux vers la rétine. Cette lumière reçue est transmise par le nerf optique vers le cerveau où se fait l'interprétation des différentes informations reçues.

En plus de cette fonction principale, il y a au centre du cerveau une toute **petite glande** dont l'importance dépasse son volume, **c'est l'épiphyse**. Comme une horloge qui nous indique l'heure du jour, cette glande fait office d'horloge biologique, elle règle l'alternance du cycle sommeil-éveil (régulateur hormonale). **Son activité dépend de l'intensité lumineuse qui pénètre dans l'œil**.

5.1.2 Description Anatomique De L'œil :

La longueur moyenne de l'œil est de (24 mm), son poids de (7 g), son volume approximatif est de (6,5 cm³). Il est de forme sphérique de diamètre (24 mm), complété vers l'avant par une autre sphère de (16 mm) de diamètre. Il est formé de trois enveloppes :

a- La sclérotique :

C'est une membrane externe (enveloppe externe) protectrice et qui forme le blanc de l'œil. Elle se **fond** avec la **cornée** à l'avant de l'œil.

b- La choroïde :

Membrane qui contient les **pigments** et les **vaisseaux** est située sous la **sclérotique**, elle se termine par **l'iris** qui détermine la couleur de l'œil. La choroïde assure la nutrition de l'iris et des cellules réceptrices de la rétine.

c- La rétine :

Membrane plus interne est constituée de **cellules sensibles** à la lumière, ces cellules transmettent la lumière au **nerf optique** sous forme de signal nerveux.

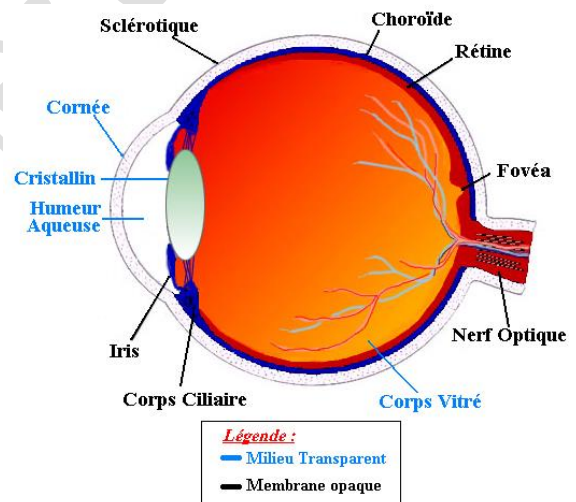
d- Le nerf optique :

Le point d'entrée du nerf optique **appelé papille** est insensible à la lumière. **La Tache Jaune** est le point le plus sensible de la rétine.

On trouve trois milieux transparents dans l'œil, **l'humeur aqueuse, le cristallin et l'humeur vitrée**. Ces trois milieux sont séparés par des dioptries sphériques.

Il est divisé en deux segments :

- **Le segment antérieur** : situé entre la cornée et le cristallin. Ce segment est divisé en deux chambres
 - i- **La chambre antérieure** en avant de l'iris, l'espace qui se trouve entre la cornée et l'iris.
 - ii- **La chambre postérieure** en arrière de l'iris, l'espace se trouvant entre l'iris et le cristallin.
- **Le segment postérieur** : situé en arrière du cristallin, **c'est l'humeur vitrée** appelé aussi le vitré.



5.1.3 La Marche Du Rayon Lumineux :

De l'extérieur vers l'intérieur, la lumière issue d'un objet forme une image sur la rétine en traversant :

a- La Cornée Transparente:

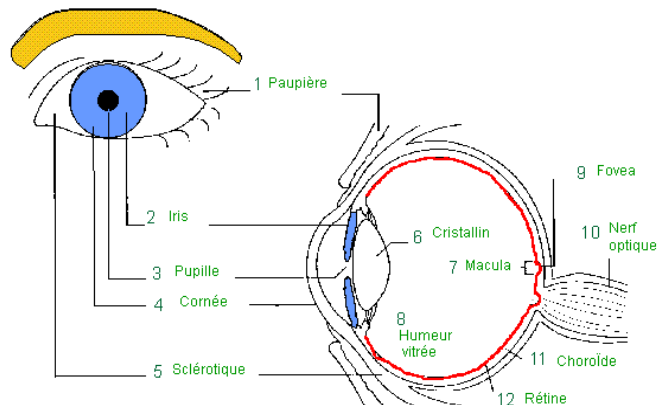
C'est une membrane transparente résistante et dure d'épaisseur (1 mm) et d'indice de réfraction ($n = 1,35$).

b- L'humeur Aqueuse:

C'est un liquide clair d'indice de réfraction ($n = 1,33$) traversé par la lumière sur une épaisseur de (4 mm).

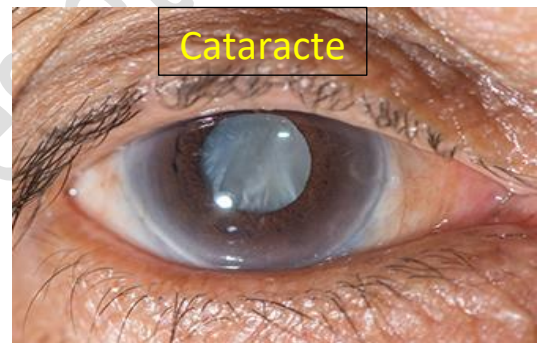
c- Le Cristallin:

Joue le rôle d'une lentille convergente, son épaisseur moyenne est de (4 mm) et son indice de réfraction ($n = 1,45$).



Le cristallin permet la mise au point grâce à sa souplesse. Transparent et élastique, le cristallin est situé à l'intérieur du globe oculaire entre l'humeur aqueuse et l'humeur vitrée. Ses rayons de courbures varient lors de l'accommodation.

Lorsque le cristallin devient opaque, la vision devient floue, l'œil est atteint de cataracte.



d- L'humeur Vitrée :

Est une substance gélatineuse, d'indice de réfraction ($n = 1,33$) traversé par la lumière sur une épaisseur de (15 mm).

e- La Rétine:

La membrane **neurosensorielle** qui tapisse le fond de l'œil, transparente très mince (0,5 mm), elle forme sur le fond du globe oculaire un véritable écran, et reçoit les images des objets examinés. Le point le plus sensible de la rétine est la **fovéa (Tache Jaune)**. Sur la rétine l'énergie des rayons lumineux incidents se transforme en influx nerveux, et sera transmis au cerveau par le biais du nerf optique.

f- L'iris:

L'iris est le diaphragme de l'œil, c'est la partie colorée de l'œil, sa couleur varie selon les sujets (noir, brun, bleu...). Il constitue une cloison opaque circulaire au centre duquel se trouve une petite ouverture appelé la **pupille**.

(Pupille dilatée)

g- La Pupille:

Est un véritable régulateur de l'intensité lumineuse qui pénètre dans l'œil. L'ouverture de la pupille s'adapte à la luminosité ambiante. Elle se **contracte** si l'intensité lumineuse est trop forte, se **dilate** quand la luminosité est trop faible.

Une pupille dilatée permet au médecin d'explorer le fond de l'œil.



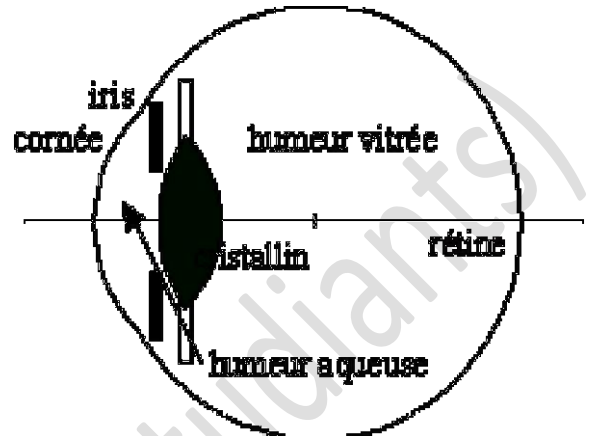
h- Centre Du Globe Oculaire :

En fin sur l'axe commun à l'ensemble des dioptries sphériques se trouve le centre (C) du globe oculaire, autour duquel l'œil peut tourner.

5.2 Schématisation Et Caractéristiques De L'œil Réduit.

5.2.1 Schématisation de l'œil réduit.

L'ensemble des dioptries sphériques que forme l'œil (dioptrie cornéenne antérieure, dioptrie cornéenne postérieure, dioptrie cristallin antérieure, dioptrie cristallin postérieure) définissent l'œil réduit. En optique géométrique, ils se comportent comme une lentille convergente particulière.



L'œil réduit est schématisé par :

a- Un Axe Principal Noté (x):

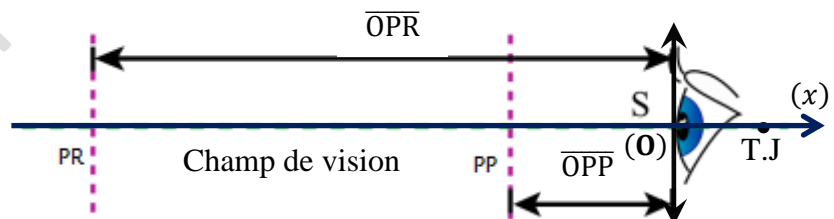
Cet axe est dirigé vers l'œil de l'observateur, il représente le sens de propagation de la lumière. Il est dit **axe optique** ou **axe visuel**. L'œil reçoit la lumière émise par les différents objets observés.

b- Une Lentille Convergente :

L'ensemble des dioptries sphériques sont schématisés comme une lentille mince convergente. Le centre optique (O) de l'œil est fixe au centre du globe oculaire (C), le foyer principal image (F') de l'œil réduit est variable. Il dépend de la position de l'objet observé.

c- La Tache Jaune Notée (TJ) :

Le point d'intersection de l'axe principal avec la rétine (**la fovéa**) est la tache jaune (T.J). Toutes les images formées de tous les objets observés doivent se trouver sur la tache jaune pour une vision nette.



d- Le champ visuel :

Le champ visuel est la portion de l'espace vue par un seul œil immobile regardant droit devant lui. Lorsque l'œil fixe un point, il est capable de détecter dans une zone d'espace limitée, des lumières, des couleurs et des formes. Il représente l'ensemble des objets observés pour lesquels l'image se forme sur la rétine.

Ces objets se trouvent sur le même axe (x) et forment un cône dont l'angle au sommet est circonscrit à la fovéa.

L'examen du champ visuel permet d'étudier la sensibilité de l'œil à la lumière se trouvant à l'intérieur de cet espace. L'interprétation des anomalies du champ visuel permet de diagnostiquer les dysfonctionnements ou les pathologies de la voie visuelle allant de la rétine au cortex visuel occipital.

5.2.2 Caractéristiques De L'œil Réduit :

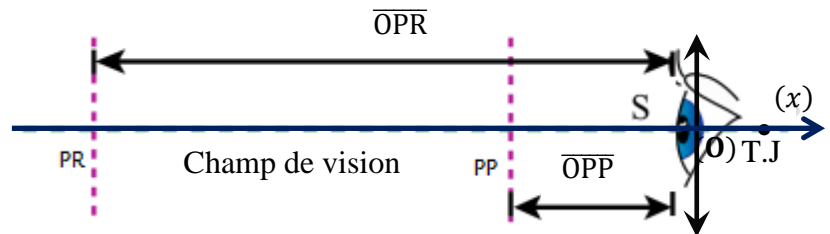
Dans la suite du cours, on va considérer que l'œil est fixe (vision monoculaire), et considérer que les objets se trouvent sur le même axe. Les objets lumineux vus nettement par l'observateur doivent se trouver entre deux positions limites. Ces positions sont le **Punctum Proximum**, et le **Punctum Remotum**.

5.2.2.1 Le Punctum Proximum.

La première position extrême de l'objet proche qui forme une image nette est appelé le **Punctum Proximum**, noté (PP).

La vision de cet objet se fait avec **fatigue** de l'œil, sa position **varie** d'un sujet à un autre, et varie aussi en fonction de l'**âge** de l'observateur.

La vision proche se fait avec une distinction maximale des détails de l'objet observé, par rapport à l'œil cette distance sera notée par : (\overline{OPP}).



5.2.2.2 Le Punctum Remotum.

La deuxième position de l'objet éloigné vu nettement par l'observateur est appelé le **Punctum Remotum** (PR). La vision de cet objet se fait **sans fatigue** de l'œil. Sa position **varie** d'un sujet à un autre et la vision éloignée se fait sans distinction des détails de l'objet observé, elle est notée (\overline{OPR}).

5.2.3 Puissance de l'œil réduit.

La puissance de l'œil réduit notée (**P**) caractérise l'œil du sujet. Elle met en évidence les troubles de la réfraction (**Amétropies**) de l'œil. Pour définir la puissance, l'œil du sujet doit être **au repos**. On doit se placer en vision éloignée (**vision au PR**).

Elle est définie par l'inverse de la position du (PR) de l'œil réduit au repos, son unité est la dioptrie.

$$P = \frac{1}{\overline{OPR}} \quad (\delta = m^{-1})$$

5.2.4 Accommodation :

5.2.4.1 Introduction :

Pour observer des objets à des distances différentes, il est nécessaire que le cristallin modifie sa distance focale en déformant les rayons de courbures du cristallin sous l'action de ses muscles ciliaires, on dit que le cristallin **accommode**.

En effet, la relation de conjugaison des lentilles minces étant applicable pour l'œil réduit :

$$\frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$$

Les images formées doivent toutes se trouver sur la tache jaune ($\overline{OA'} = \overline{OT} = \text{conste}$) pour une vision nette, et cela quel que soit la position de l'objet. Lorsque la position de l'objet (\overline{OA}) varie, la distance focale ($\overline{OF'}$) doit varier pour que la position de l'image ($\overline{OA'}$) soit fixe sur la tache jaune.

D'un autre côté l'œil réduit se comportant comme une lentille mince, sa distance focale dépend des rayons de courbure du cristallin, et doivent varier lorsque la focalité de l'œil varie.

$$\frac{1}{\overline{OF'}} = \left(\frac{n_{lent}}{n_{ext}} - 1 \right) \times \left(\frac{1}{R_{inc}} - \frac{1}{R_{éme}} \right)$$

On déduit que les rayons de courbure du cristallin dépendent de la position de l'objet.

5.2.4.2 Définition :

Le pouvoir que possède l'œil de faire **varier** sa distance focale, afin de fixer l'image sur la tache jaune définit **l'accommodation**. Pour cela le cerveau active les muscles ciliaires pour modifier les courbures du cristallin (opération est inconsciente).

La relation de conjugaison des lentilles minces appliquée à l'œil lorsqu'il fixe ces deux positions limites donnent :

5.2.4.3 Vision au PR :

Pour une vision au (PR) : $(\overline{OA} = \overline{OPR})$ et $(\overline{OA'} = \overline{OT})$.

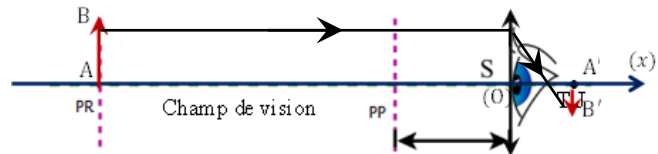
L'image rétinienne $(A'B')$ est réelle, renversée, plus petite que l'objet, vision sans distinction des détails de l'objet. Le cerveau la rétablit droite. Voir le schéma ci-contre

La relation devient :

$$\frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$$

$$\rightarrow C_{min} = \frac{1}{(\overline{OF'})_1} = \frac{1}{\overline{OT}} - \frac{1}{\overline{OPR}}$$

- $\overline{OA} = \overline{OPR}$: position de l'objet, la vision se fait sans fatigue de l'œil.
- $\overline{OA'} = \overline{OT}$: position de l'image, elle se trouve sur la tache jaune.
- $(\overline{OF'})_1$: première position du foyer image de l'œil au repos.
- C_{min} : la vergence minimale de l'œil au repos, vision au PR.



5.2.4.4 Vision au PP :

Pour une vision au (PP) : $(\overline{OA} = \overline{OPP})$ et $(\overline{OA'} = \overline{OT})$.

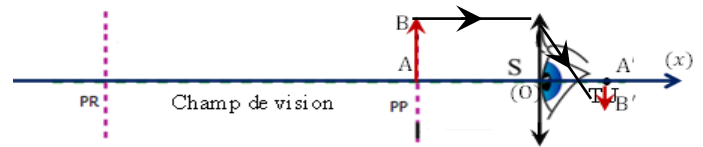
Cette deuxième position de l'objet donne aussi une image réelle, renversée, plus petite que l'objet, mais de taille plus importante que la précédente, vision des détails de l'objet.

La relation devient :

$$\frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$$

$$\rightarrow C_{max} = \frac{1}{(\overline{OF'})_2} = \frac{1}{\overline{OT}} - \frac{1}{\overline{OPP}}$$

- $\overline{OA} = \overline{OPP}$: deuxième position de l'objet, la vision se fait avec fatigue de l'œil.
- $\overline{OA'} = \overline{OT}$: position de l'image, elle doit se trouver sur la tache jaune.
- $(\overline{OF'})_2$: position du deuxième foyer principal image de l'œil.
- C_{max} : la vergence maximale de l'œil vision au PP. accommodation maximale.



5.2.5 Amplitude d'accommodation :

L'amplitude dioptrique d'accommodation dépend de l'âge du sujet. Sa valeur est de l'ordre de (14) dioptries pour un jeune enfant (10) ans, elle diminue jusqu'à (2,5) dioptries pour un adulte de (40) ans, voir moins. Notée(A), son expression est:

$$A = C_{max} - C_{min} = \frac{1}{\overline{OPR}} - \frac{1}{\overline{OPP}}$$

5.3 Amétropies, Défauts de l'œil :

L'amétropie n'est pas une maladie qui se traite par des médicaments, mais plutôt une malformation de l'œil. Ces malformations conduisent à des troubles de la réfraction de la lumière traversant l'ensemble de dioptries sphériques avant de se projeter sur la rétine. Cette projection sur la rétine donne une vision floue.

Les différentes amétropies sont définies par rapport à un œil de référence que l'on appelle œil normal ou emmétrope.

5.3.1 Œil Emmétrope, Œil Normal :

5.3.1.1 Définition De L'amétropie :

On appelle œil emmétrope (normal) un œil ne possédant pas de défaut visuel pour une observation de près ou de loin.

À l'inverse, en cas de présence d'un défaut visuel, on parle d'un œil **amétrope**.



5.3.1.2 Caractéristiques De L'œil Emmétrope.

La forme **géométrique** de l'œil **normal** est approximativement **sphérique**.

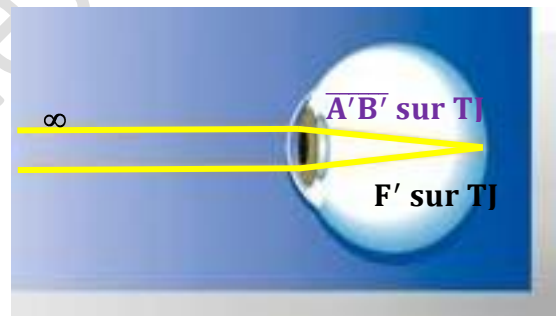
a- Vision éloignée, Punctum Remotum :

L'œil emmétrope est défini par une configuration optique telle qu'à l'état de repos, l'image d'un objet (\overline{AB}) rejeté à l'infini se forme directement sur la rétine.

C'est-à-dire que les rayons lumineux issus de cet objet, **convergent** sur la tache jaune et forment une image **réelle et ponctuelle**.

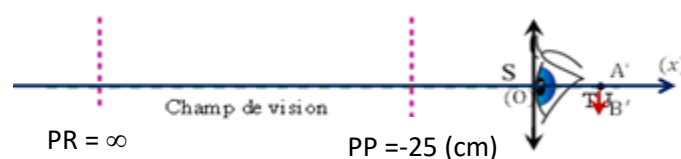
Le foyer principal image (F') de l'œil normal au repos se trouve sur la tache jaune.

La vision éloignée d'un œil emmétrope est caractérisée par un Punctum Remotum ($OPR = -\infty$).



b- Vision rapprochée, Punctum Proximum :

La distance minimale de vision distincte pour un sujet de 30 (ans) est de l'ordre de **(25 cm)**. En réalité l'œil peut accommoder jusqu'à ramener son PP à environ (15 cm) mais la fatigue résultant de cette accommodation ne permet pas une vision prolongée à cette distance.



5.3.2 La Myopie :

5.3.2.1 Définition :

La forme géométrique de l'œil myope n'est pas sphérique. Elle est ovale, étirée dans le sens antéro-postérieur.

Par conséquent les **objets éloignés ne se pas vus nettement**, vision flou de loin.

Cette myopie est souvent révélée chez les enfants (**myopie dite scolaire**) se **stabilise** ou **évolue peu à l'âge adulte**. Elle ne dépasse en général pas (-6) dioptries.

Les rayons lumineux issus d'un objet rejeté à l'infini, **convergent avant la tache jaune**. Ils forment un nuage de point sur la tache jaune.

Le foyer principal image (F') de l'œil myope au repos se trouve avant la tache jaune.

On distingue deux types de myopies.

a) la myopie d'indice.

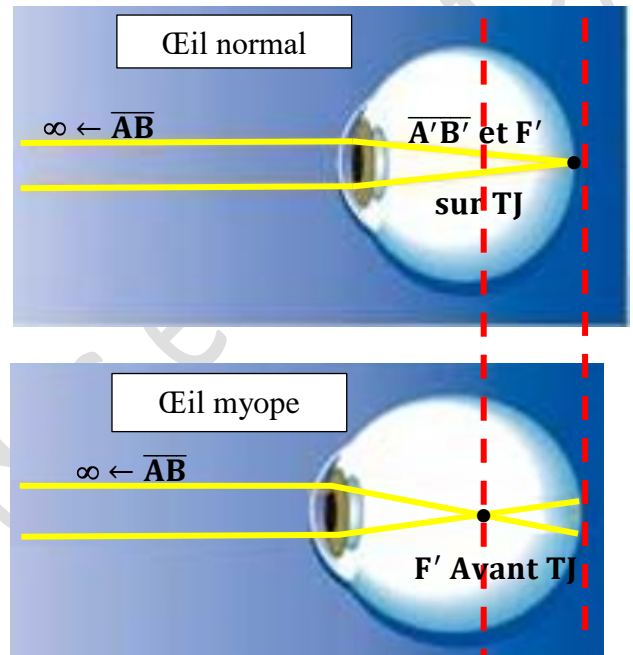
La diminution du rayon de courbure de la cornée (et/ou) la modification de réfringence (augmentation/diminution de l'indice de réfraction) d'un des milieux transparent peut générer une myopisation.

b) la myopie maladie ou myopie forte.

Myopie forte évolutive au-delà de ($-6,00$) dioptries. Elle débute précocement, et associe des altérations oculaires portant surtout sur la rétine, la choroïde (étirement des tissus, atrophie), et peut se compliquer notamment de décollement de la rétine, d'hémorragies maculaires et de glaucome.

Elle évolue malheureusement toute la vie. Elle peut atteindre ($-30,00$) dioptries ou davantage.

Vision d'un myope



5.3.2.2 Caractéristiques de l'œil myope.

a- Vision Éloignée (Punctum Remotum) :

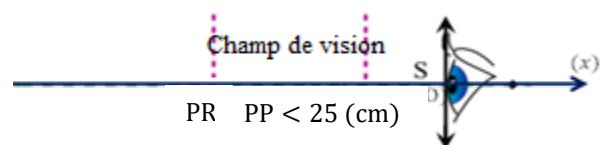
La vision éloignée du myope est caractérisée par un **Punctum Remotum Réel (OPR)** situé à une **distance finie**, il représente le point le **plus éloigné** que le myope **puisse voir nettement et sans accommoder**.

Sa distance varie de quelques centimètres à quelques mètres selon la sévérité de la myopie.

b- Vision rapprochée (Punctum Proximum) :

La position du **Punctum Proximum (PP)** dépend de l'amplitude d'accommodation du myope, il est toujours plus rapproché que celui de l'œil normal.

Selon la sévérité de la myopie, cette distance minimale varie de quelques centimètres à quelques millimètres (**OPP < -25 cm**).



5.3.3 L'Hypéropie, Hypermétropie.

5.3.3.1 Définition :

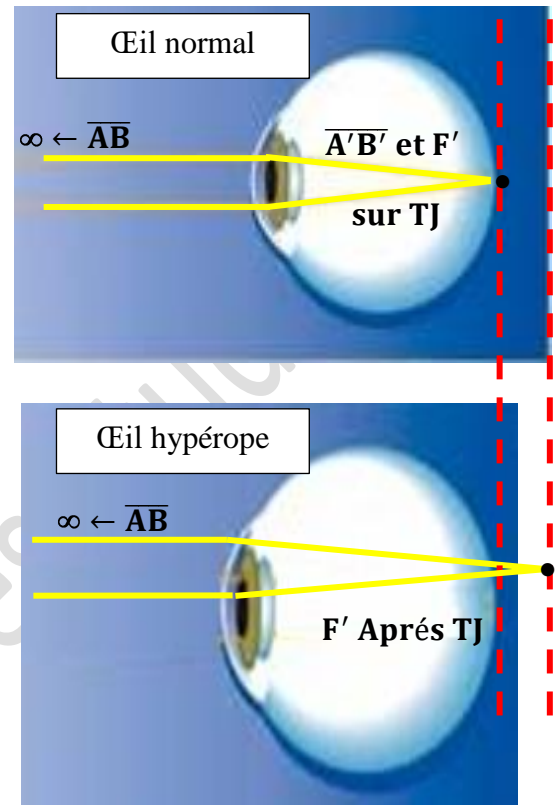
À l'inverse de l'œil myope, la forme géométrique de l'hypermétrope est aplatie dans le sens antéro-postérieur. C'est une **anomalie de la réfraction** très répandue chez l'enfant.

Chez l'**hypermétrope**, l'œil n'est pas assez convergent, et l'image d'un objet situé à l'infini se forme en arrière du plan rétinien, la vision est **floue**.

Par conséquent, les **objets éloignés** ne se pas **vus nettement** par l'œil hypérope au repos.

Cette vision peut cependant être **compensée** par l'**accommodation** qui va **ramener l'image sur le plan rétinien**. L'**hypérope doit accommoder** pour voir les objets éloignés. Cet effort d'accommodation peut entraîner une **fatigue visuelle** et des **maux de tête** (céphalées).

Lorsque le pouvoir d'**accommodation diminue**, vers quarante ans, la **vision devient plus faible de loin et de près**. Cela entraîne chez l'hypermétrope la **mise en jeu permanente de l'accommodation**, en vision de **loin** aussi bien qu'en **vision de près**.



On distingue trois types d'hypermétropie.

a) L'hypermétropie axiale.

Elle est de très loin, la **plus fréquente**. Cette anomalie porte sur la **longueur antéro-postérieure** de l'œil qui est **trop courte** pour son **pouvoir de convergence**.

À la **naissance**, il existe habituellement une **hypermétropie de ce type de (2 ou 3) dioptries** qui **diminue progressivement** jusqu'à disparaître à l'adolescence avec le développement de l'œil. Elle peut être plus importante et **persister à l'âge adulte**.

b) L'hypermétropie de courbure.

Dans ce cas, le défaut optique est une **insuffisance de la courbure cornéenne**.

c) L'hypermétropie d'indice.

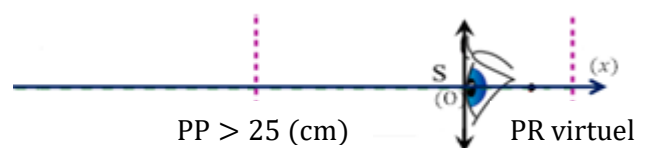
Elle est due à une **diminution de la réfraction** du cristallin, et peut apparaître de façon **très progressive** chez le sujet **âgé**; elle est beaucoup **plus rare** que la myopie d'indice.

5.3.3.2 Caractéristiques de l'œil hypermétrope :

a- Vision Éloignée Punctum Remotum :

La vision **éloignée** d'un œil Hypérope est **caractérisée** par une vision **avec accommodation**.

On lui définit, au repos, un PR virtuel. Le PR dépend de la **sévérité** de l'hypéropie, et **varie** d'un sujet à un autre.



b- Vision rapprochée Punctum Proximum :

Sa vision **rapprochée** est caractérisée par un (**PP > - 25 cm**). Selon la **sévérité** de l'hypéropie, il varie de quelques dizaines de centimètres à quelques mètres.

5.3.4 Œil Presbyte, Presbytie :

5.3.4.1 Définition :

La presbytie est un trouble de la vision qui rend difficile la vision de près, (lecture, ou effectuer un travail de près). Ce n'est pas une **maladie** mais un processus de **vieillesse normal** de l'œil et plus particulièrement du **cristallin**.

La presbytie se manifeste par une **diminution du pouvoir d'accommodation** de l'œil, elle **débute à (45 ans)** pour devenir **maximale à l'âge de (60 ans)**. Elle concerne **tous les individus**.

Les structures en cause de la presbytie sont :

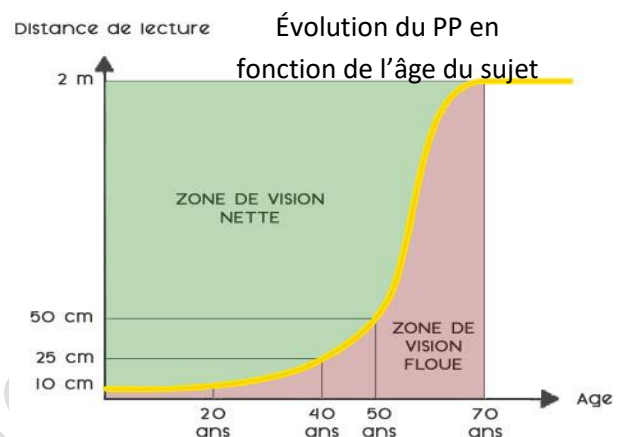
a- Le cristallin :

Le noyau se modifie, et la capsule perd son élasticité.

b- Le muscle ciliaire :

Les muscles ciliaires ne sont plus capables d'assurer le relâchement de la zonule.

L'évolution de la vision rapprochée, position du PP, en fonction de l'âge du sujet est donnée par la courbe ci-contre.



5.3.4.2 Caractéristiques De L'œil Presbyte.

Généralement la vision éloignée d'un sujet devenu presbyte ne change pas, car la vision éloignée se fait sans accommodation, donc le (PR) reste constant. La vision rapprochée est affectée. Le PP de l'œil presbyte devient plus éloigné.

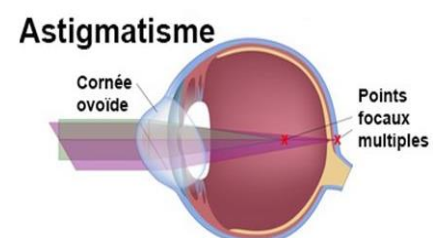
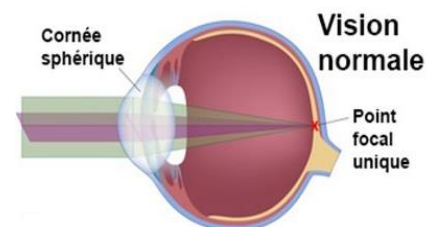
Il est malheureusement impossible de retarder la presbytie, ce trouble est relié au vieillissement du cristallin.

5.3.5 Œil Astigmat, Astigmatie :

5.3.5.1 Définition :

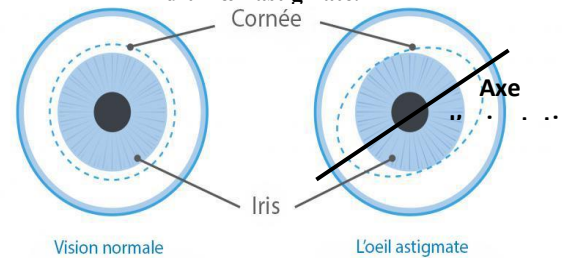
Un œil non-astigmat, possède une cornée de forme sphérique, cette particularité géométrique permet aux rayons lumineux de converger en un seul point sur la rétine.

Mais dans le cas de l'Astigmatie, la cornée n'a plus la forme d'une calotte sphérique, sa courbure n'est pas régulière, de forme ovoïde (forme d'un ballon de rugby). Cette forme peut être orientée à la verticale, à l'horizontale ou en oblique.



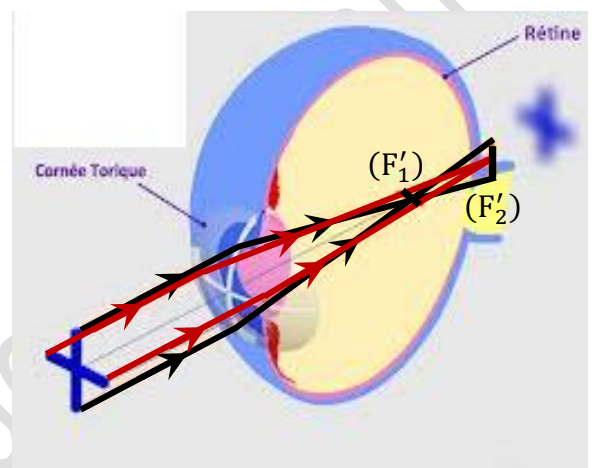
Le rayon de courbure la cornée varie de façon progressive entre deux valeurs qui correspondent à deux plans d'incidence, dit plans principaux définissant l'**astigmatisme**. Ces plans principaux sont habituellement perpendiculaires entre eux.

Comparaison entre la cornée d'un œil normal et celle d'un œil astigmat.



Afin de simplifier la compréhension de l'astigmatisme, considérons un objet en forme de (X) observé par l'œil atteint d'une Astigmatie. La lumière émise par l'objet qui arrive sur la cornée dans un plan horizontal schématisée par les rayons lumineux de couleur rouge converge en (F'_1), celle qui arrive dans le plan vertical (couleur noire) converge en un autre point (F'_2).

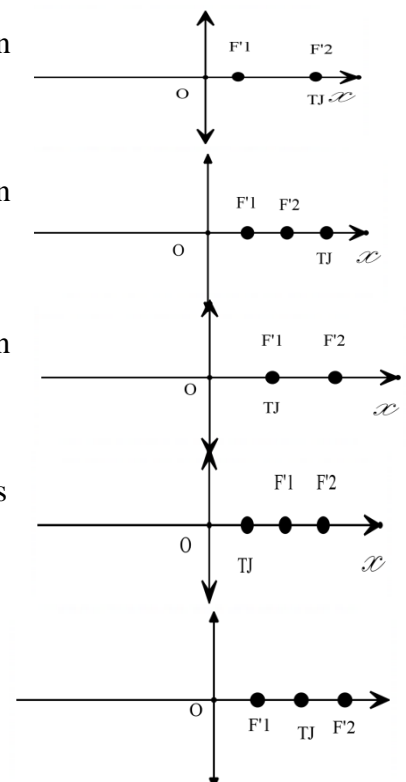
Ces deux foyers vont générer deux images différentes sur la rétine du même objet, ce qui génère des confusions de perception.



5.3.5.2 Différentes Types d'Astigmatie Régulière.

Dans le cas d'une cornée lisse et selon la position des deux foyers images (F'_1) et (F'_2) par rapport à la rétine, cinq cas de figures d'astigmatie régulière peuvent se présenter (cinq types d'astigmatisme).

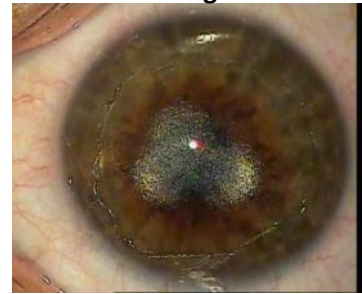
- Si l'un des foyers est situé avant la rétine et l'autre sur la rétine, on définit un **astigmatisme myopique-simple**.
- Si les deux foyers sont situés avant la rétine, on est dans un cas d'un **astigmatisme myopique-composé**.
- Si l'un des foyers est situé sur la rétine et l'autre derrière la rétine, on définit un **astigmatisme hyperopique-simple**.
- Si les deux foyers sont situés derrière la rétine, on est dans un cas d'**astigmatisme hyperopique-composé**.
- Si l'un des foyers est en avant de la rétine et le deuxième en arrière de la rétine, on parle d'**astigmatisme composé myopique-hyperopique (mixte)**.



Remarque :

Il faut noter aussi que si la cornée est rugueuse, l'astigmatie est irrégulière. La correction de l'Astigmatie irrégulière se fait par intervention chirurgicale.

Cornée rugueuse



5.4 Correction Des Amétropies De L'œil.

5.4.1 Principe de La Correction :

Le **principe de correction** consiste à **utiliser** des **lentilles minces** pour **corriger** la vision de l'œil amétrope. Le schéma suivant permet de simplifier le principe de la correction.

Ce principe de correction est le même pour toutes les amétropies.

$$\overline{AB} + L_1 \rightarrow (\overline{A'B'})_1 + L_2 \rightarrow (\overline{A'B'})_2$$

\overline{AB} : étant l'objet, il n'est pas vu par l'observateur amétrope sans ses lentilles correctrices (L_1).

$(\overline{A'B'})_1$: L'image de l'objet donnée par la lentille (L_1), considérée comme un objet pour l'œil, et doit se trouver dans son champ de vision.

$(\overline{A'B'})_2$: L'image finale donnée par l'œil (L_2), elle doit se trouver sur la tache jaune de l'œil.

5.4.2 Correction De La Myopie :

La myopie est caractérisé par une vue nette de près, mais floue de loin. D'un point de vue optique, ce trouble se produit lorsque le foyer image se forme en avant de la rétine pour une vision éloignée.

Vision d'un myope



5.4.2.1 Correction de la vision éloignée :

Le principe de correction consiste à utiliser des lunettes pour voir les images des objets éloignés. Cette correction permet de ramener le foyer image de l'œil sur la tache jaune en utilisant des lentilles divergentes.

5.4.2.2 Principe de correction :

La lumière issu d'un objet éloigné traverse la lentille correctrice, puis les milieux transparents de l'œil et se projette sur la rétine pour former une image nette sur la tache jaune.

$$(\overline{AB} \text{ sur le } PR_C) + L_1 \rightarrow ((\overline{A'B'})_1 \text{ sur le } PR_N) + L_2 \rightarrow ((\overline{A'B'})_2 \text{ sur la TJ})$$

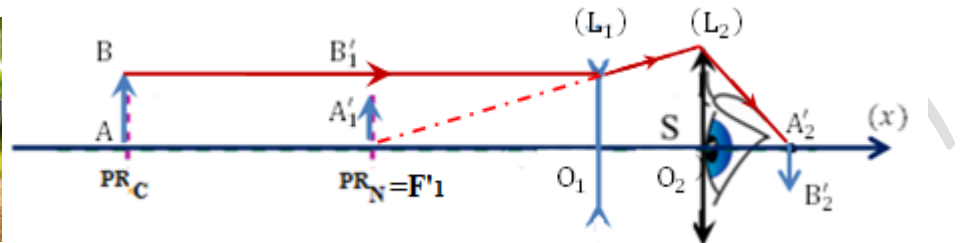
\overline{AB} : étant l'objet le plus éloigné (rejeté à l'infini) que le myope veut voir à travers ses lentilles correctrices. Cet objet n'est pas vu nettement par le myope sans ses lentilles correctrices (L_1). Cet objet est appelé le Punctum Remotum Corrigé, noté (\overline{PR}_C)

$(\overline{A'B'})_1$: L'image du (\overline{PR}_C) donnée par la lentille (L_1), et sera considérée comme objet pour l'œil, elle doit se trouver sur le Punctum Remotum naturel du myope.

$(\overline{A'B'})_2$: L'image finale donnée par l'œil (L_2), doit se trouver sur la tache jaune de l'œil.

La relation de conjugaison des lentilles minces appliquée à la lentille correctrice, vision éloignée, donne :

$$\begin{cases} \overline{OA} = \overline{O_1PR_C}: & \text{position de l'objet rejeté à l'infini.} \\ \overline{OA'} = \overline{O_1PR_N}: & \text{position de l'image intermédiaire.} \\ \overline{OF'} = \overline{O_1F'_1}: & \text{focalité de la lentille correctrice.} \end{cases} \rightarrow \frac{1}{\overline{O_1F'_1}} = \frac{1}{\overline{O_1PR_N}} - \frac{1}{\overline{O_1PR_C}}$$



La lentille correctrice du myope est divergente.

Remarque :

Le point le plus éloigné que le myope peut voir avec ses lentilles correctrices est rejeté à l'infini ($\overline{O_1PR_C} = \infty$), la distance focale de ses lunettes doit se trouver sur son Punctum Remotum.

5.4.2.3 Correction De La Vision Rapprochée :

Le même principe précédent est utilisé pour déterminer la position de l'objet le plus proche qu'il peut voir à travers ses lentilles correctrices. Ces objets sont vus avec accommodation maximale.

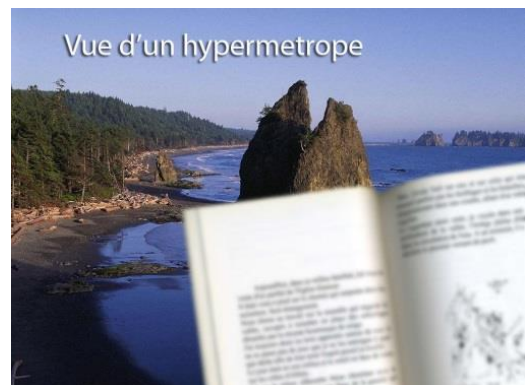
L'équation de conjugaison des lentilles minces donne pour la lentille correctrice, vision rapprochée :

$$\begin{cases} \overline{OA} = \overline{O_1PP_C}: & \text{position de l'objet le plus proche.} \\ \overline{OA'} = \overline{O_1PP_N}: & \text{position de l'image intermédiaire.} \\ \overline{OF'} = \overline{O_1F'_1}: & \text{focalité de la lentille correctrice.} \end{cases} \rightarrow \frac{1}{\overline{O_1F'_1}} = \frac{1}{\overline{O_1PP_N}} - \frac{1}{\overline{O_1PP_C}}$$

5.4.3 Correction De L'hypéropie.

L'hypermétropie est un défaut de la vision caractérisé par une **vue floue de près en particulier**. L'hypermétropie est en général bien tolérée chez les jeunes enfants qui compensent en accommodant. D'un point de vue optique, ce trouble se produit lorsque le foyer image se forme en arrière de la rétine pour une vision éloignée.

La correction va permettre à l'œil de se reposer.



5.4.3.1 Correction De La Vision Éloignée.

Le but de cette correction est de faire ramener le foyer image de l'œil sur la tache jaune en utilisant des lentilles convergentes, afin que les objets éloignés puissent être vus sans accommodation.

5.4.3.2 Principe De Correction :

Le principe de correction est le même que dans le cas du myope, le schéma de correction est :

$$(\overline{AB} \text{ sur le } PR_C) + L_1 \rightarrow ((\overline{A'B'})_1 \text{ sur le } PR_N) + L_2 \rightarrow ((\overline{A'B'})_2 \text{ sur la TJ})$$

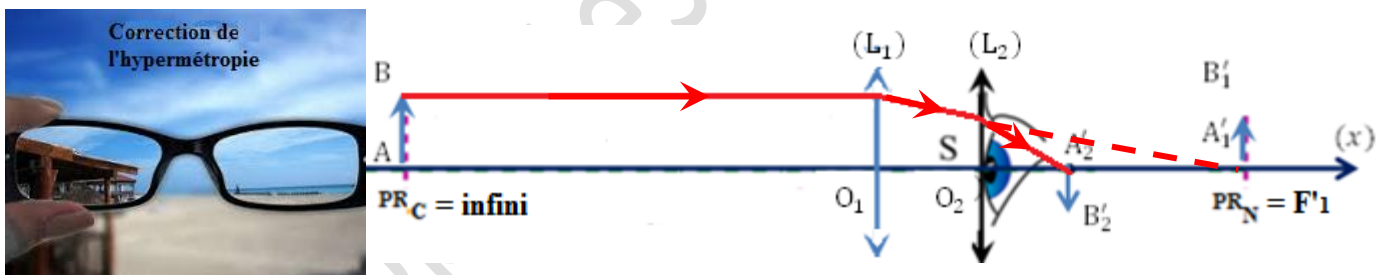
(\overline{AB}) : étant l'objet le plus éloigné que l'hypermétrope veut voir à travers ses lentilles correctrices sans accommodation. Il est vu par l'hypérope avec accommodation sans ses lentilles correctrices (L_1). Cet objet est appelé aussi le Punctum Remotum Corrigé, noté (\overline{PR}_C)

$(\overline{A'B'})_1$: L'image du (\overline{PR}_C) donnée par la lentille (L_1), et sera considérée comme objet pour l'œil, elle doit se trouver sur le Punctum Remotum naturel de l'hypérope.

$(\overline{A'B'})_2$: L'image finale donnée par l'œil (L_2) doit se trouver sur la tache jaune de l'œil.

La relation de conjugaison pour la vision éloignée donne :

$$\begin{cases} \overline{OA} = \overline{O_1 PR_C}: & \text{position de l'objet rejeté à l'infini.} \\ \overline{OA'} = \overline{O_1 PR_N}: & \text{position de l'image intermédiaire.} \\ \overline{OF'} = \overline{O_1 F'_1}: & \text{focalité de la lentille correctrice.} \end{cases} \rightarrow \frac{1}{\overline{O_1 F'_1}} = \frac{1}{\overline{O_1 PR_N}} - \frac{1}{\overline{O_1 PR_C}}$$



La lentille correctrice de l'hypérope est convergente. L'hypérope utilise ses lentilles pour voir les objets éloignés sans accommodation.

Remarque :

- Sachant que le point le plus éloigné que l'hypérope peut voir avec ses lentilles correctrices est rejeté à l'infini, la distance focale de ses lunettes doit se trouver sur son Punctum Remotum.
- L'hypermétrope doit maîtriser ses lentilles pour voir les objets proches et les objets éloignés.

5.4.3.3 Correction De La Vision Rapprochée :

Le même principe est utilisé pour déterminer la position du point objet le plus proche que l'hypérope peut voir nettement à travers ses lentilles correctrices.

La relation de conjugaison, vision rapprochée :

$$\begin{cases} \overline{OA} = \overline{O_1 PP_C}: & \text{la position de l'objet le plus proche.} \\ \overline{OA'} = \overline{O_1 PP_N}: & \text{la position de l'image intermédiaire.} \\ \overline{OF'} = \overline{O_1 F'_1}: & \text{la focalité de la lentille correctrice.} \end{cases} \rightarrow \frac{1}{\overline{O_1 F'_1}} = \frac{1}{\overline{O_1 PP_N}} - \frac{1}{\overline{O_1 PP_C}}$$

5.4.4 Principe De Correction De L'œil Presbyte.

La correction de la presbytie est assurée par des lentilles convergentes, quelle que soit l'amétropie du sujet.

Le but est de compenser la vergence de l'œil perdue et de permettre au presbyte de voir les objets proches à travers ses lentilles correctrices.

Remarque :

- Chez l'hypermétrope, la presbytie sera **ressentie** plus tôt, nécessité de rajouter des verres convergents.
- le myope (plus convergent que l'œil normal), **ressentira tardivement** les inconvénients de la presbytie.
- Lorsque le sujet possède **deux amétropies** (cas d'un myope devenu presbyte ou d'un hypérope devenu presbyte), la correction se fait avec des **verres ayant deux focalité différentes (verres bifocaux)**. Une des lentilles corrige la vision éloignée du sujet, l'autre corrige sa vision rapprochée. La **correction** de la presbytie doit donc toujours **tenir compte de la correction de loin** et vient en **addition** à celle-ci.

5.4.5 Principe De Correction De L'œil Astigmat.

Le but de la correction de l'œil astigmatique est de restituer les rayons de courbures de la cornée. Les de verres qui permettent cette correction sont appelés des verres toriques ou des verres sphéro-cylindrique.

Ils sont constitués d'une sphère pour corriger la vision éloignée, et d'un cylindre pour corriger les rayons de courbures de la cornée.

Remarque :

- Dans le cas d'une astigmatie myopique, la sphère est une lentille divergente. Elle permet de corriger la myopie (vision éloignée), le cylindre de restituer le rayon de courbure de la cornée afin d'éloigner le deuxième foyer image sur la rétine.
- Dans le cas d'une astigmatie hyperopique, la sphère est une lentille convergente qui corrige la vision éloignée de l'hypérope. Le cylindre, pour restituer le rayon de courbure de la cornée afin de rapproché le deuxième foyer image sur la tache jaune.
- **Le cas le plus difficile à corriger est l'astigmatie composée myopique hyperopique.** La technique de fabrication actuelle n'est pas en mesure de fabriquer des lentilles convergentes et divergentes en même temps.
- Enfin il faut noter que des progrès non négligeables dans la chirurgie réfractive permettent de rendre les patients indépendants d'une correction optique par des lunettes ou par des lentilles de contacts. Cette chirurgie par photo-ablation cornéenne est une chirurgie fonctionnelle et de confort permettant de corriger les défauts réfractifs de l'œil tels que la myopie, l'hypermétropie, l'astigmatisme et la presbytie.

