

287 – TROUBLES DE LA RÉFRACTION

Ce qu'il faut savoir

1. Savoir définir l'acuité visuelle tant sur le plan optique que physiologique. Connaître les modalités et les conditions de sa mesure.
2. A partir de notions simples d'optique, comprendre la réfraction, le rôle de l'œil dans la construction de l'image.
3. Savoir définir l'œil emmétrope.
4. Savoir expliquer en quoi consistent les amétropies :
 - a) la myopie et sa correction,
 - b) l'hypermétropie et sa correction,
 - c) l'astigmatisme.
5. Savoir définir la presbytie, ses conséquences, son mode de correction optique.
6. Connaître les principales modalités de traitement des troubles de la réfraction : lunettes – lentilles – chirurgie.

I - LES PRINCIPALES DÉFINITIONS

A. La réfraction

La lumière se propage en ligne droite dans l'espace, mais lorsqu'elle rencontre une surface séparant deux milieux transparents d'indice différent, sa direction se modifie : ce phénomène de déviation est appelé réfraction.

Les rayons lumineux pénétrant dans l'œil rencontrent plusieurs surfaces de réfraction : faces antérieure et postérieure de la cornée, faces antérieure et postérieure du cristallin. L'œil est donc un système optique complexe composé de plusieurs dioptries, dont la puissance totale de convergence est d'environ 60 dioptries.

B. Oeil emmétrope : c'est un œil qui est optiquement normal : les rayons lumineux pénétrant dans cet œil convergent sur la rétine et l'image est donc vue nette.

C. Oeil amétrope : c'est un œil porteur d'une anomalie de réfraction. L'image d'un objet situé à l'infini ne se forme pas sur la rétine et celui-ci est donc vu flou.

Les principales amétropies sont :

1) *la myopie* : c'est un œil qui est trop convergent ou trop long par rapport à sa convergence : l'image de l'objet observé se forme en avant de la rétine : il est donc vu flou.

2) *l'hypermétropie* : c'est un œil qui n'est pas assez convergent ou qui est trop court par rapport à sa convergence : dans ce cas, l'image se forme virtuellement en arrière de la rétine.

Ces deux amétropies : myopie et hypermétropie, sont dites sphériques, l'anomalie optique étant la même quel que soit le plan dans lequel se trouve le rayon lumineux incident à l'inverse de :

3) *l'astigmatisme* : dans ce cas, la réfraction de l'œil n'est pas la même selon le plan dans lequel

se trouvent les rayons incidents, le plus souvent par défaut de sphéricité de la face antérieure de la cornée (astigmatisme cornéen antérieur) : dans un œil astigmaté, l'image d'un point n'est pas punctiforme mais formée de deux lignes perpendiculaires : l'œil percevra donc une image floue.

4) **la presbytie** : c'est la perte progressive du pouvoir d'accommodation de l'œil. A l'état normal, celui-ci peut par un mécanisme qui est principalement une augmentation de la courbure de la face antérieure du cristallin, augmenter son pouvoir de convergence et voir ainsi net les objets rapprochés. L'amplitude de cette accommodation diminue progressivement avec l'âge et c'est ce que l'on appelle la presbytie.

D. L'acuité visuelle : c'est l'expression chiffrée de la valeur fonctionnelle de la macula (plus précisément de la fovéola).

Elle est mesurée avec des échelles dont la plus utilisée en France pour la vision de loin est l'*échelle de Monoyer*, qui exprime l'acuité visuelle en dixièmes. Une acuité visuelle de 10/10^{èmes} qui est considérée comme normale en vision de loin permet de distinguer deux points séparés par un angle d'une minute d'arc.

En vision de près, l'acuité est mesurée sur l'*échelle de Parinaud* qui est lue à une distance de 33 cm et faite de textes dont les caractères sont de plus en plus fins : Parinaud 14 correspond à la lecture des lettres les plus grosses, Parinaud 2 et 1,5 à la lecture des lettres les plus fines.

E. Ophtalmomètre de Javal : cet appareil permet de mesurer l'astigmatisme cornéen antérieur qui rend compte le plus souvent de l'astigmatisme total du globe oculaire.

F. Skiascopie : la skiascopie est un examen objectif qui permet de connaître la réfraction globale d'un œil, astigmatisme compris.

G. Réfractomètre automatique : c'est un appareil qui donne de façon entièrement automatisée une valeur théorique de la réfraction oculaire, astigmatisme compris.

H. Mesure subjective de l'acuité visuelle : c'est la dernière étape d'un examen de la réfraction oculaire. En plaçant devant l'œil sur une monture d'essai des verres concaves ou convexes, choisis selon les réponses de la skiascopie et/ou de la réfractométrie, on recherche ceux qui donnent la meilleure acuité visuelle et le meilleur confort visuel, et on détermine ainsi la formule de correction optique qui sera indiquée sur l'ordonnance.

I). Amblyopie : c'est l'état de diminution de l'acuité visuelle :

- fonctionnelle : l'œil est anatomiquement normal, mais « voit » mal.

- organique : il y a une cause anatomique : cataracte congénitale par exemple

J. Oeil phake : œil avec son cristallin

K. Oeil aphake : œil privé de son cristallin

L. Oeil pseudophake : œil porteur d'un cristallin artificiel

II. ÉPIDÉMIOLOGIE

A. Fréquence des troubles de la réfraction :

1. **myopie** : 15 à 20 % dans les pays occidentaux, et sa fréquence semble en augmentation.

2. **hypermétropie** : anomalie fréquente chez l'enfant (voir le chapitre «Strabisme de l'enfant»).

3. **astigmatisme** : fréquent également, souvent associé à une myopie ou une hypermétropie.

B. La presbytie

C'est une anomalie « physiologique » de la réfraction.

Elle touche tout individu après un certain âge quelle que soit son amétropie.

N.B. Les troubles de la réfraction représentent la 1^{ère} cause de consultation en ophtalmologie et touchent une personne sur deux, en moyenne.

III. PHYSIOPATHOLOGIE

L'essentiel du développement du globe se fait au cours des deux premières années de la vie, ce qui explique que l'emmétropie soit atteinte vers l'âge de 2 ou 3 ans.

Les différentes structures de l'œil qui interviennent dans la réfraction sont les milieux transparents, principalement la cornée et le cristallin : ceci explique les différentes techniques chirurgicales qui se sont développées pour modifier l'une ou l'autre de ces deux structures = chirurgie réfractive.

Le phénomène de la réfraction

♦ Chaque milieu transparent oculaire a un *indice de réfraction* qui lui est propre. La somme des pouvoirs de réfraction des différents milieux transparents permet à l'image de l'objet vu par l'œil

de se former dans le plan rétinien. L'œil est donc un système convergent dont la puissance peut être mesurée (skiascopie ou réfractomètres automatiques) et éventuellement modifiée (systèmes optiques ou chirurgie).

♦ L'*accommodation* permet la mise au point de l'image sur la rétine lorsque l'objet se rapproche ; elle est assurée par les modifications de forme du cristallin par l'action des corps ciliaires lors du passage de la vision de loin à la vision de près ; la perte du pouvoir accommodatif s'installe vers 45 ans et devient complète vers 65 ans ; elle correspond à ce stade à une puissance convergente de + 3 dioptries.

♦ Les défauts de réfraction génèrent des *signes fonctionnels* variables :

- baisse d'acuité visuelle, vision floue
- céphalées
- rougeur oculaire en fin de journée
- picotements
- larmoiement.

Ces signes disparaissent après correction de l'amétropie

IV – LA MYOPIE

A. Les différentes sortes de myopie

1. la myopie axiale

L'œil est trop long dans le sens antéro-postérieur.

Les rayons convergent en avant du plan rétinien, c'est donc, au lieu d'un point, un cercle de diffusion qui se projette sur la rétine : le sujet voit flou de loin.

Cette myopie souvent révélée vers l'âge de 10 ans (myopie dite « scolaire ») se stabilise ou évolue peu à l'âge adulte. Elle ne dépasse en général pas – 6,00 dioptries.

2. la myopie d'indice

La diminution du rayon de courbure de la cornée et/ou la modification de réfringence (augmentation) d'un milieu (cristallin) peut générer une myopisation.

Elle peut porter :

- sur la cornée : kératocône
- sur le cristallin : cataracte nucléaire.

3. la myopie maladie ou myopie forte

Myopie forte évolutive au-delà de – 6,00 dioptries.

Elle débute précocément, parfois de façon familiale ; elle associe des altérations oculaires portant surtout sur la rétine et 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.

B. Les signes fonctionnels

La vision du myope est floue de loin, mais nette de près (la presbytie sera perçue plus tardivement chez le myope).

Non ou mal corrigé, un myope présente une baisse d'acuité visuelle de loin, parfois accompagnée de céphalées.

Il faut s'attacher à rechercher à l'examen des *anomalies de la périphérie rétinienne* pouvant être à risque de décollement de la rétine (zones de dégénérescence palissadique ; voir *Décollement de la rétine* dans le chapitre « Anomalies de la vision d'apparition brutale »).

On peut retrouver en outre au cours de la myopie forte :

- des plages d'atrophie chorio-rétinienne du pôle postérieur (staphylome myopique),
- des hémorragies maculaires par ruptures de la choroïde (analogues aux ruptures traumatiques de la choroïde) ou néovascularisation choroïdienne (analogue à la néovascularisation choroïdienne maculaire de la forme exsudative de la DMLA ; on parle chez le myope fort de « tache de Fuchs »).
- un glaucome, fréquent chez le myope fort.
- une cataracte, fréquente également.

C. Principes de correction de la myopie

1) les lunettes :

Il faut placer devant l'œil des verres divergents.

Sur l'ordonnance, ces verres sont indiqués par un chiffre exprimant la puissance en dioptries précédé du signe – (exemple de prescription : OD = - 2, OG = - 3,50)

2) les lentilles de contact :

Déposées sur l'œil, elles permettent de minimiser la puissance de la correction et d'améliorer le champ visuel.

De nombreux matériaux permettent d'équiper des yeux myopes en respectant la physiologie de la cornée.

3) la chirurgie réfractive :

Actuellement dominée par la photo-ablation au *laser Excimer* pour les myopes faibles ou moyennes.

Pour la myopie forte, en l'absence de complications rétinienne, peuvent se discuter :

- extraction du cristallin clair avec remplacement par un implant intraoculaire de puissance adaptée à la fois au degré de myopie et à l'absence du cristallin (voir chapitre «Cataracte»)

- introduction dans l'œil phaké, sans extraction du cristallin, d'un implant intraoculaire de puissance négative équivalente au degré de myopie.

- ces techniques chirurgicales restent exceptionnelles, elles doivent être discutées.

V. L'HYPERMÉTROPIE

C'est une anomalie de la réfraction qui est très répandue, notamment chez l'enfant (voir chapitre «Strabisme de 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 et est donc vue floue ; ceci peut cependant être compensé par l'accommodation qui va ramener l'image sur le plan rétinien : cela entraîne chez l'hypermétrope la mise en jeu permanente de l'accommodation, en vision de loin aussi bien qu'en vision de près.

A. Les différents types d'hypermétropie :

1- L'hypermétropie axiale est de très loin, la plus fréquente. Dans ce cas, l'anomalie porte sur la longueur antéro-postérieure de l'œil qui est trop courte pour son pouvoir de convergence.

A 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. Mais l'hypermétropie peut être plus importante et persister à l'âge adulte.

2- L'hypermétropie de courbure : dans ce cas, le défaut optique est une insuffisance de la courbure cornéenne. Ce type d'hypermétropie est très rare :

- exceptionnelle anomalie cornéenne appelée cornea plana

- cicatrice d'un traumatisme.

3- L'hypermétropie d'indice, due à une diminution de la réfraction du cristallin, et qui peut apparaître de façon très progressive chez le sujet âgé ; elle est beaucoup plus rare que la myopie d'indice de la cataracte nucléaire.

B. Signes Fonctionnels :

L'hypermétropie, qui est donc un défaut de convergence du système optique de l'œil, peut être compensée par la mise en jeu de l'accommodation ;

celle-ci ramène sur la rétine l'image de l'objet observé qui est alors vu net, mais cette hyper-accommodation permanente en vision de loin et en vision de près peut entraîner des signes fonctionnels :

- céphalées en barre sus-orbitaires déclenchées par l'effort visuel surtout en vision rapprochée,

- hyperhémie conjonctivale, picotements, larmoiement (tableau de «pseudo-conjonctivite»),

- apparition prématurée d'une presbytie avant l'âge de 40 ans.

C. Cas particulier de l'enfant :

L'hypermétropie est comme nous l'avons dit très fréquente mais souvent méconnue. Elle est parfois responsable d'un strabisme convergent de type accommodatif dû à la sollicitation excessive de la synergie accommodation – convergence : ce réflexe lie la convergence des axes visuels à l'accommodation pour permettre la fixation par les deux yeux d'un objet rapproché.

Le strabisme dû à l'hypermétropie est dit accommodatif et caractérisé par son début tardif, vers l'âge de 3 ans, son caractère intermittent et progressif, et sa guérison par le simple port de la correction optique.

D. Correction de l'hypermétropie :

Elle est peut être réalisée :

- par le port de lunettes équipées de **verres convergents**. La puissance de ces verres est exprimée en dioptries précédée du signe + (ex : OD = + 1,50; OG = + 2,75).

- par le port de **lentilles de contact**.

- par la **chirurgie réfractive** à l'aide d'un laser Excimer : on peut modifier par photo-ablation au laser Excimer la courbure de la face antérieure de la cornée pour la rendre plus convergente. Les résultats de ce traitement chirurgical sont habituellement bons mais l'amélioration qu'il apporte est moins spectaculaire que dans la myopie et les résultats à long terme sont encore mal connus. L'indication opératoire doit donc être posée après une information très rigoureuse du patient sur les avantages et les incertitudes de ce mode de correction.

VI - L'ASTIGMATISME

Dans cette anomalie de la réfraction oculaire, la cornée n'a plus la forme d'une calotte de sphère de courbure régulière. Son rayon de courbure varie de façon progressive entre deux valeurs correspondant à deux plans d'incidence, dit plans principaux qui

définissent l'astigmatisme. Ces plans principaux sont habituellement perpendiculaires l'un à l'autre. L'œil astigmatique donnera d'un point objet deux images linéaires que l'on appelle focales situées dans ces plans principaux. L'image la plus antérieure correspond au plan le plus convergent. La focale postérieure est donnée par le plan le moins convergent. L'une de ces deux focales au moins n'est pas dans le plan rétinien et l'image est donc floue.

A. Différents types d'astigmatismes

Il existe ainsi plusieurs types d'astigmatisme selon la situation de ces deux images par rapport à la rétine :

- si l'une des deux focales est située sur la rétine, on parle d'**astigmatisme simple**. Il s'agira d'un astigmatisme myopique simple si la deuxième focale est en avant de la rétine, d'astigmatisme hypermétrope simple si la deuxième focale est en arrière de la rétine.
- si les deux focales sont en avant ou en arrière de la rétine, on parle d'**astigmatisme composé myopique** (deux focales en avant) ou **hypermétrope** (deux focales en arrière).
- si une focale est en avant et l'autre en arrière de la rétine, on parle d'**astigmatisme mixte**.

Pour connaître la valeur et l'axe de l'astigmatisme on peut utiliser l'*ophtalmomètre de Javal* et la *skiascopie*, mais l'utilisation d'un **réfractomètre automatique** qui avec les appareils actuels donne des résultats fiables se répand de plus en plus.

B. Signes fonctionnels :

Ils sont en général peu prononcés : un flou visuel variable, parfois une rougeur conjonctivale, souvent associés à des céphalées. L'apparition de ces signes lors d'un effort visuel prolongé de près ou de loin permettra de soupçonner leur origine réfractive. L'astigmatisme peut également être responsable d'une diplopie monoculaire.

C. Correction de l'astigmatisme :

- Correction par **lunettes** avec des **verres cylindriques** qui ont pour caractéristique de ne pas dévier un rayon lumineux situé dans un plan passant par leur axe (plan de puissance nulle), mais de dévier les rayons situés dans un plan perpendiculaire à cet axe, selon un angle fonction de la puissance exprimée en dioptries et le caractère convexe ou concave du verre.

Un verre cylindrique est donc défini par son axe et sa puissance positive ou négative : par exemple, **un verre correcteur de (90°+1)** (qui désigne un verre cylindrique d'axe vertical, de puissance verticale nulle correspondant au méridien emmétrope et convergent de une dioptrie dans le plan horizontal perpendiculaire) **corrige un astigmatisme hypermétrope de une dioptrie**.

Exemples de correction optique de l'astigmatisme :

- astigmatisme myopique simple : OD = (90° - 1,50), OG = (110° - 2,75)
- astigmatisme hypermétrope simple : OD = (90° + 2), OG = (125° + 3,50)
- astigmatisme composé myopique : OD = (90° - 2) - 1,50, OG = (140° - 1) - 3,50
- astigmatisme composé hypermétrope : OD = (90° + 2) + 1,50, OG = (135° + 1,50) + 2
- astigmatisme mixte : OD = (90° + 2,50) - 1,50, OG = (120° - 3) + 2

- Correction par **lentilles de contact**.

• Enfin, la **chirurgie réfractive** offre maintenant des possibilités de correction par photo-ablation cornéenne de surface au laser Excimer. Cette correction chirurgicale de l'astigmatisme est en fait souvent réalisée en complément du traitement d'une amétropie sphérique associée, notamment d'une myopie.

VII - LA PRESBYTIE

A. Définition :

C'est la diminution de l'accommodation avec l'âge (elle débute vers 45 ans pour devenir maximale à 60 ans). Elle concerne tous les individus.

Les structures en cause sont :

- le cristallin dont le noyau se modifie et dont la capsule perd son élasticité.
- le muscle ciliaire qui n'est plus capable d'assurer le relâchement de la zonule.

B. Signes fonctionnels

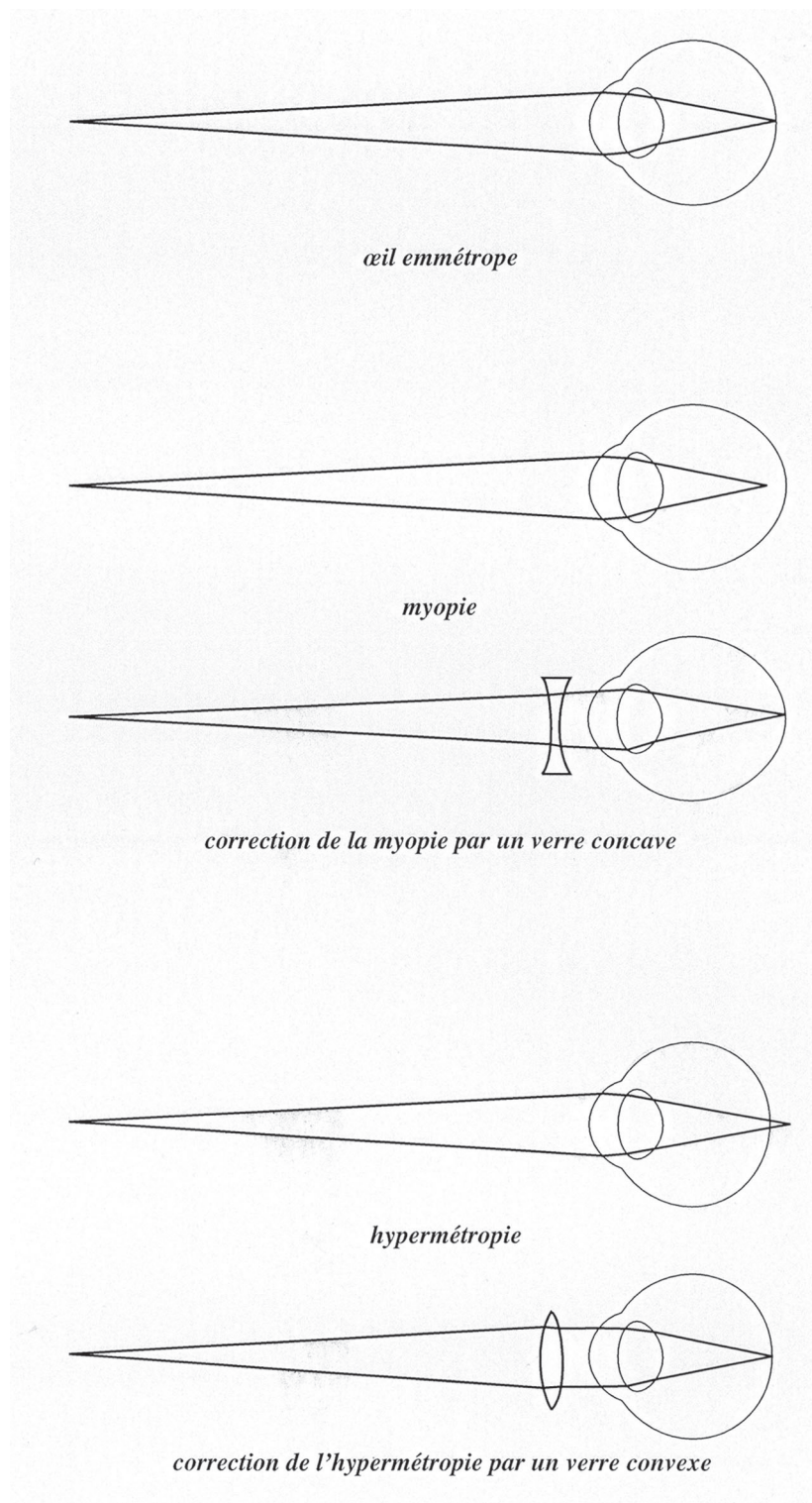
La presbytie est responsable d'une baisse progressive de l'acuité visuelle de près. La lecture normale à 30 cm devient difficile, le sujet a tendance à éloigner le texte, il a besoin de plus de lumière. Cet inconfort génère des signes de « fatigue visuelle » : céphalées, yeux rouges, picotements, et/ou larmoiement.

C. Correction

Elle est assurée par des verres convergents convexes (+), quelle que soit l'amétropie de loin.

La correction maximale nécessaire pour corriger la presbytie est de + 3,50 dioptries.

Fig.10 - Représentation schématique du trajet des rayons lumineux chez un sujet emmétrope, chez un sujet myope et chez un sujet hypermétrope avant et après correction optique.



Chez l'hypermétrope, la presbytie sera ressentie plus tôt : nécessité de rajouter des verres +.

Chez le myope, au contraire, cette addition + vient en compensation de la correction – et le myope qui retire ses lunettes pour lire ressentira plus tardivement les inconvénients de la presbytie.

Au total, la correction de la presbytie doit donc toujours tenir compte de la correction de loin et vient en addition de celle-ci.

Les verres correcteurs :

Il peut s'agir de verres ne servant qu'à la vision de près (verres monofocaux).

La correction de près peut être réalisée par des verres double foyers (verres bifocaux : séparation

nette entre vision de loin et vision de près) ou par des verres progressifs (la puissance du verre varie de façon progressive depuis sa partie haute qui correspond à la vision de loin jusqu'à sa partie basse qui permet la vision de près) par une addition qui augmente avec l'âge : + 1 à 45 ans, + 2 à 50 ans, + 3 ou + 3,50 à 60 ans.

Les lentilles de contact peuvent également être utilisées pour corriger la presbytie. Leur usage est moins répandu, il nécessite une sélection de bonnes indications et une adaptation stricte.

La chirurgie de la presbytie n'est pas encore validée.

Fig. 11 - Représentation schématique du trajet des rayons lumineux chez un sujet astigmatique et chez un sujet presbyte avant et après correction optique.

