

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

Les rayons lumineux traversent les **milieux transparents de l'œil** (d'avant en arrière : cornée, chambre antérieure, cristallin, vitré), sont transformés en signal électrique par la rétine puis transmis au cortex occipital par l'intermédiaire du nerf optique et des voies optiques.

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 traversent ainsi des **surfaces de réfraction** et des **milieux réfringents** dont l'ensemble constitue l'appareil dioptrique de l'œil. Les deux éléments réfractifs les plus importants de l'œil sont la cornée (45 dioptries) et le cristallin (environ 13 dioptries). L'œil est donc un système optique complexe composé de plusieurs

dioptries, dont la puissance totale de convergence est d'environ 60 dioptries.

Dans l'œil optiquement normal ou **emmétrope**, les rayons parallèles se concentrent sur la rétine, donnant spontanément une image nette. L'œil **amétrope** 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. Myopie et hypermétropie sont des amétropies dites sphériques, l'anomalie optique étant la même quel que soit le plan dans lequel se trouve le rayon lumineux.

Le **punctum remotum** est défini par le point le plus éloigné que peut voir l'œil de façon nette à l'infini pour l'œil emmétrope). Le **punctum proximum** est le point le plus proche que peut voir l'œil de façon nette en accommodant (de l'ordre de 7 cm pour l'œil emmétrope) (Fig.1).

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.

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.

L'acuité visuelle (AV) correspond au pouvoir de discrimination de l'œil et est définie par la plus petite distance entre 2 points (minimum séparable), c'est à dire l'inverse du pouvoir séparateur de l'œil exprimée en minute d'arc (angle minimum de résolution)(Fig. 2). L'AV est un des paramètres fonctionnels (avec la vision des couleurs et la vision des contrastes) propre à la macula. Cette AV est mesurée d'abord sans correction puis avec la correction optique qui donne la meilleure AV.

L'AV de loin est mesurée avec des échelles dont la plus utilisée en France pour la vision de loin est l'*échelle de Monoyer (1875)*, graduée en dixièmes. La taille des lettres est calculée de telle sorte qu'à 5 mètres de distance, la lecture des plus fins caractères corresponde à un pouvoir séparateur de 1 minute d'arc. 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. Cette échelle suit une progression décimale entre chaque ligne : l'écart en angle de résolution est plus petit entre 8 et 10/10 qu'entre 1 et 3/10. Cette échelle privilégie ainsi la mesure des bonnes AV au détriment des mauvaises AV. Des échelles similaires sont disponibles pour les gens illettrés (échelle des E de Snellen, échelle des anneaux brisés de Landolt). À l'inverse de nouvelles échelles d'AV à *progression logarithmique* entre chaque ligne sont actuellement privilégiées car passer d'une ligne à une autre (en haut ou en bas de l'échelle) correspond à une progression identique de la taille des lettres et donc de l'angle minimum de résolution.

L'AV de près, est mesurée sur l'*échelle de Parinaud* qui est lue à une distance de 33 cm et dont la taille des lettres est décroissante (échelle de Rossano-Weiss pour les gens illettrés). Parinaud 14

correspond à la lecture des lettres les plus grosses, Parinaud 2 et 1,5 à la lecture des lettres les plus fines (Fig.3).

II. ACCOMODATION

1. Physiologie

Le cristallin est suspendu à l'intérieur du globe par un ligament élastique, la *zonule*, qui s'insère en périphérie sur le muscle ciliaire. Lorsque celui-ci se contracte en vision de près, la zonule se relâche automatiquement, modifiant la forme du cristallin et augmentant son pouvoir de convergence ou de réfraction. Cette fonction essentielle permettant à l'œil normal de voir net à la fois de loin et de près s'appelle l'*accommodation*.

L'amplitude d'accommodation, définie par la différence du pouvoir dioptrique de l'œil de loin et de près, est importante chez l'enfant (environ 14 dioptries à 10 ans) et diminue progressivement avec l'âge pour disparaître vers l'âge de 70 ans. Cette perte de l'amplitude d'accommodation définit la *presbytie* qui est induite par le grossissement du cristallin, la faiblesse relative du muscle ciliaire et à la perte d'élasticité de la capsule ou enveloppe cristallinienne. La presbytie est responsable d'une baisse d'acuité visuelle de près. La lecture normale à 30 cm devient difficile, le sujet a tendance à éloigner le texte, il a besoin de lumière. Cet inconfort génère des signes de «fatigue» : céphalée, yeux rouges, picotements, ou larmoiement. La presbytie serait ressentie plus tôt chez l'hypermétrope et sera compensée par la myopie des individus myopes qui retireront alors leur lunette pour mieux voir de près.

La presbytie doit être compensée par l'adjonction d'une correction constituée de *verres sphériques convexes*. Si le patient a déjà une correction de loin, la correction de presbytie vient alors en addition de celle-ci. Il peut s'agir de verres correcteurs ne servant qu'à la vision de près (verre monofocal), ou de verres avec *doubles foyers* (bifocal : séparation nette entre vision de loin et de près) ou mieux 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. Cette correction peut également être réalisée par *lentilles de contact multifocales*, par chirurgie réfractive cornéenne (non encore validée) ou par la mise en place d'un implant cristallinien multifocal lors de la chirurgie de la cataracte. Cette addition augmente avec l'importance de la presbytie qui s'aggrave avec l'âge :

- à l'âge de 45 ans : addition de 1 dioptrie,
- à l'âge de 60 ans : addition de 3 dioptries.

2. Pathologie

En dehors de la presbytie, il existe des circonstances où la vision de près est diminuée alors que la vision de loin est conservée. Les paralysies de l'accomodation s'observent principalement au cas :

- de *prise médicamenteuse* : psychotropes anticholinergiques, substances atropiniques,
- de *paralysie oculo-motrice* : paralysie de la III^{ème} paire crânienne,
- de *maladies générales* : diphtérie, encéphalite, intoxication au plomb, botulisme.

À l'opposé, existent des spasmes de l'accomodation se traduisant par des céphalées, une vision trouble et une sensation de rapetissement des objets. Les spasmes de l'accomodation s'observent principalement en cas d'anomalies de la réfraction mal corrigées (hypermétropie) ou après un traumatisme.

III. ANOMALIES DE LA RÉFRACTION

1. ÉTUDE DE LA RÉFRACTION

Chez un sujet sain et emmétrope, l'AV est satisfaisante spontanément. Une mauvaise AV est due à :

- *une maladie de l'oeil ou des voies optiques* : l'AV n'est pas améliorable,
- *une anomalie de la réfraction* : l'AV est améliorable par le port d'une correction optique.

L'étude de la réfraction est donc essentielle à tout examen ophtalmologique en permettant de faire la distinction entre anomalie de l'appareil optique et pathologie oculaire. L'examen de la réfraction fait appel à des méthodes objectives :

- *kératométrie et mesure de l'astigmatisme* : le kératomètre ou *astigmatomètre de Javal* est un appareil qui étudie la réflexion sur la cornée de 2 mires placées concentriquement par rapport à elle. La mesure se fait d'abord dans un méridien après affrontement des mires, puis on étudie la variation de cet affrontement après rotation des mires de 90°. L'empiètement des mires (mesure en dioptries) définit l'*astigmatisme*. La mesure de l'astigmatisme au Javal ne permet que de mesurer l'astigmatisme cornéen, sans apprécier le rôle de l'astigmatisme d'origine cristallinienne. Cependant, en pratique, l'astigmatisme cornéen antérieur rend compte le plus souvent de l'astigmatisme total du globe oculaire (Fig.3).

- *réfractomètres automatiques* : ces appareils mesurent automatiquement la réfraction (amétropie et astigmatisme). Il s'agit d'un examen de routine, rapide, et très efficace. Quand la rétine maculaire du patient est alignée sur le système de mesure, l'appareil émet un faisceau infrarouge. La rétine illuminée émet à son tour un faisceau réfléchi qui est ainsi analysé par le système de détection, permettant ainsi la mesure de l'amétropie, de l'axe et la puissance des méridiens principaux (astigmatisme total).

À l'issue de la mesure de la kératométrie et de la réfractométrie automatique, des *verres sphériques* (convexes ou concaves) ou *cylindriques* (convexes ou concaves) de puissance variable sont interposés en avant de l'oeil pour permettre la **meilleure AV corrigée (méthode subjective)**.

Chez l'enfant, la *skiascopie* est un examen objectif permettant de connaître la réfraction globale de l'oeil, consistant à projeter un faisceau lumineux sur l'oeil à l'aide d'un miroir plan. Compte tenu du pouvoir d'accomodation important chez l'enfant, cet examen nécessite l'instillation préalable d'un cycloplégique (atropine ou cyclopentolate) pour paralyser l'accomodation.

2. MYOPIE

L'oeil myope est un oeil trop puissant par rapport à sa longueur. Cette anomalie intéresse 15 à 20% de la population dans les pays occidentaux (plus fréquente en Asie).

Ici le *punctum remotum* est à distance finie du globe oculaire (*vision de loin floue*) et l'image d'un point situé à l'infini de forme en avant de la rétine. Par contre, le *punctum proximum* est plus proche du globe oculaire que chez le sujet emmétrope et la *vision de près est nette* (Fig.4).

On distingue 3 types de myopie :

- *myopie d'indice*, par augmentation de l'indice de réfraction des milieux transparents (surtout le cristallin). Ce type de myopie est parfois observé au stade de début de la cataracte (cataracte nucléaire).

- *myopie de courbure*, par augmentation de la courbure cornéenne (ex. : 45 dioptries).

- *myopie axiale*, par augmentation de la longueur axiale antéro-postérieure de l'oeil.

En clinique, on sépare :

- le *myopie faible* (inférieure à 6 dioptries), qui n'est qu'une simple anomalie de la réfraction ou amétropie et qui se stabilise généralement chez l'adulte jeune,

- la *myopie forte* («myopie maladie», supérieure

à 6 dioptries ou longueur axiale ≥ 26 mm) est une affection héréditaire débutant dans l'enfance, évoluant sur plusieurs années, se manifestant par un allongement progressif du globe oculaire et une augmentation progressive de la myopie (myopie axiale). *L'AV corrigée du sujet myope est souvent réduite* (entre 1 et 5/10) du fait de l'atteinte rétinienne concomitante. La myopie forte s'accompagne de complications oculaires parfois graves, telles que le *glaucome chronique à angle ouvert*, la *cataracte* et surtout le *décollement de la rétine*. L'étirement chronique de la rétine par distension du globe oculaire peut se traduire par des zones d'atrophie, de rupture de la chorioretine et/ou d'hémorragie touchant préférentiellement la macula.

La correction de la myopie se fait par le port de lunettes composées de *verres sphériques concaves* (ou négatifs), de lentilles de contact (souples ou rigides) à bord périphérique plus épais qu'au centre (concave) (Fig.5).

La chirurgie réfractive par photo-ablation au *laser Excimer* est actuellement proposée pour les myopes faibles ou moyennes. Cette photo-ablation est réalisée sous anesthésie topique, en soins externes, après abrasion de l'épithélium cornéen ou réalisée après découpe d'un volet superficiel cornéen avec charnière (technique du LASIK). Ces techniques reposent sur la modification de la puissance réfractive de la surface de la cornée par le biais de la modification de sa courbure. Ces techniques sont également utilisées pour la correction de l'hypermétropie et de l'astigmatisme. Dans le cadre de la myopie forte, la correction optique peut être réalisée lors d'une *chirurgie du cristallin* (notamment quand celui-ci commence à s'opacifier) en adaptant ainsi la puissance de l'implant cristallinien. Les techniques de chirurgie réfractive évoluent très rapidement et font appel actuellement à des *lasers femtosecondes* pour obtenir une photodisruption et ainsi une ablation tissulaire par vaporisation, sans altérer l'épithélium cornéen ou la membrane de Bowmann.

3. HYPERMÉTROPIE

C'est une anomalie de la réfraction qui est très répandue, notamment chez l'enfant (voir chapitre «Strabisme de l'enfant») car la croissance du globe n'est pas achevée et l'œil est trop court pour son pouvoir de réfraction. À l'inverse de la myopie, l'image d'un point situé à l'infini se forme *en arrière de la rétine*. L'œil hypermétrope n'est pas

assez convergent et le punctum remotum est situé en arrière de la rétine (image virtuelle) : *la vision de loin est floue*. Le punctum proximum est plus éloigné du globe oculaire que chez le sujet emmétrope et la *vision de près est floue* (Fig.6).

En cas d'hypermétropie modérée, le sujet jeune peut pallier à son pouvoir de réfraction par augmentation de l'accommodation. Si l'effort d'accommodation se prolonge (lecture prolongée, travail sur ordinateur), le sujet hypermétrope souffre d'une *asthénopie accommodative* se traduisant par des céphalées et une sensation de trouble visuel de près.

La correction de l'hypermétropie se fait par le port de lunettes composées de *verres sphériques convexes* (ou positifs), de lentilles de contact (souples ou rigides) à bord périphérique convexe ou par chirurgie réfractive (Fig.7).

4. ASTIGMATISME

Dans cette anomalie de la réfraction oculaire, la cornée n'a plus la forme d'une calotte de sphère de courbure régulière. La cornée est une *surface torique* où les méridiens présentent des *rayons de courbure différents*.

L'astigmatisme est dit *régulier* lorsqu'il existe 2 méridiens principaux, perpendiculaires l'un à l'autre, et est dit *irrégulier* (plus rare) lorsqu'il n'existe pas de symétrie entre les 2 méridiens principaux.

L'image du point à l'infini n'est pas un point comme dans le cas des amétropies sphériques, mais 2 droites perpendiculaires appelées *focales*. Selon la position des focales, on distingue :

- les astigmatismes myopiques = focales en avant de la rétine
- les astigmatismes hypermétropiques = focales en arrière de la rétine
- les astigmatismes mixtes = focales de part et d'autre de la rétine.

La vision est floue de loin comme de près et d'accompagne d'une fatigue visuelle, en particulier lors de la lecture. L'astigmatisme peut également être responsable d'un dédoublement des images qui est assez évocateur.

La correction de l'astigmatisme se fait par le port de lunettes composées de *verres cylindriques convexes (ou positifs) ou concaves (ou négatifs)*, de lentilles de contact rigides («absorbant» l'astigmatisme). L'astigmatisme peut également se corriger chirurgicalement (photo-ablation par laser à excimètres ou technique LASIK).

POINTS FORTS

- ☞ **L'acuité visuelle** se mesure de loin (échelle de Monoyer) et de près (échelle de Parinaud)
- ☞ **L'étude de la réfraction** débute par la mesure de l'AV non corrigée, fait appel à des **techniques objectives** (skiascopie, mesure de l'astigmatisme au Javal, autoréfractométrie) suivies de l'interposition de verres sphériques (convexes ou concaves) ou cylindriques (convexes ou concaves) de puissance variable en avant de l'oeil pour permettre la **meilleure AV corrigée**.
- ☞ Dans l'**oeil normal ou emmétrope**, les rayons parallèles se *concentrent sur la rétine* donnant spontanément une image nette.
- ☞ Dans l'**oeil myope**, les rayons se concentrent *en avant de la rétine*
- ☞ Dans l'**oeil hypermétrope**, les rayons se concentrent *en arrière de la rétine*
- ☞ Dans l'**oeil astigmat**, la cornée présente des méridiens de puissance dioptrique différente
- ☞ Ces différentes anomalies de la réfraction peuvent se combiner
- ☞ **Correction optique de la myopie** = *verres sphériques concaves*, lentilles de contact à bords épais, chirurgie réfractive
- ☞ **Correction optique de l'hypermétropie** = *verres sphériques convexes*, lentilles de contact à bords fins, chirurgie réfractive
- ☞ **Correction optique de l'astigmatisme** = *verres cylindriques convexes ou concaves*, lentilles de contact rigides, chirurgie réfractive
- ☞ **La perte de l'accommodation avec l'âge** se traduit par une diminution de l'AV de près avec conservation de l'AV de loin chez le sujet emmétrope = **presbytie**
- ☞ **Correction de la presbytie** par lunettes, lentilles de contact ou chirurgie (implant cristallinien multifocal, chirurgie cornéenne)

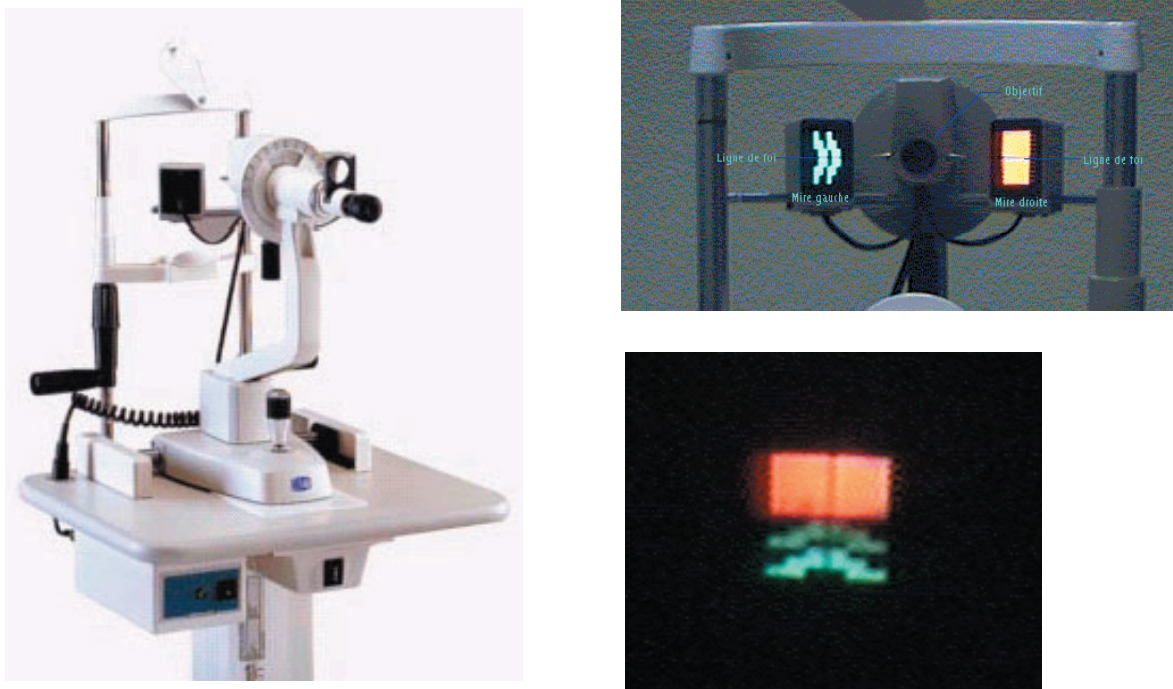


Fig. 3 - Astigmatomètre de Javal. Les mires sont projetées sur la cornée puis affrontées dans un méridien afin d'obtenir la valeur de la kératométrie sur l'axe principal. La même mesure est ensuite réalisée sur un axe à 90° : ces deux mesures permettent ainsi de connaître la kératométrie sur deux axes distants de 90°

Fig. 4 - foyer image F' de l'œil myope

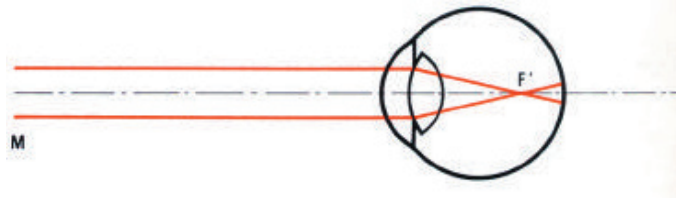


Fig. 5- correction optique par verre de l'œil myope

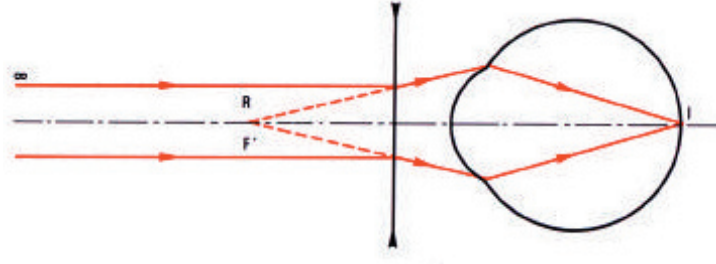


Fig. 6 - foyer image F' de l'œil hypermétrope

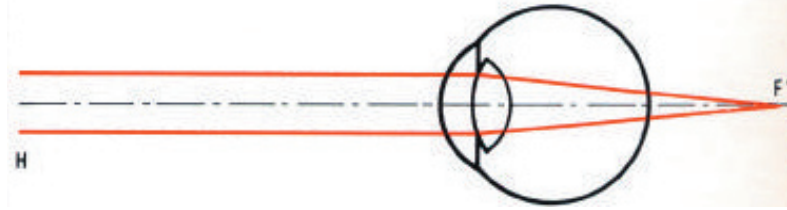


Fig. 7- correction optique par verre de l'œil hypermétrope

