



CHAPITRE 2 (ITEM 83)
REFRACTION ET ANOMALIES
DE LA REFRACTION

Collège des Ophtalmologistes Universitaires de France (COUF)

2017

TABLE DES MATIERES

I. Principales définitions	3
II. Accommodation	5
<i>A. Physiologie.....</i>	<i>5</i>
<i>B. Pathologie.....</i>	<i>6</i>
III. Anomalies de la réfraction	6
<i>A. Étude de la réfraction.....</i>	<i>6</i>
<i>B. Myopie.....</i>	<i>7</i>
<i>C. Hypermétropie.....</i>	<i>8</i>
<i>D. Astigmatisme.....</i>	<i>9</i>

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

NATIONAUX

- Diagnostiquer un trouble de la réfraction.

COUF

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

I. 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 (en moyenne 42 dioptries) et le cristallin (environ 20 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.

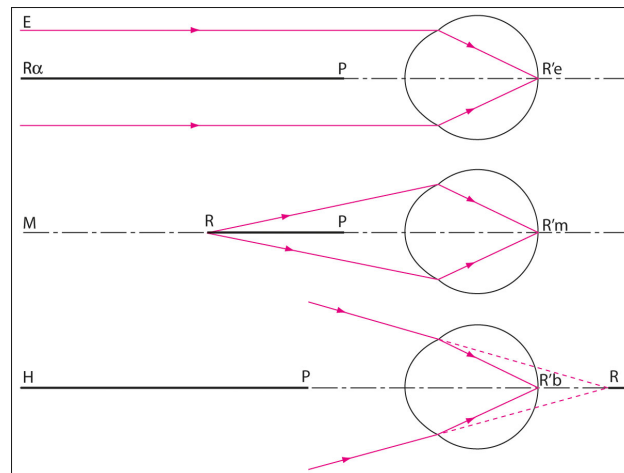
Le *punctum remotum* est défini par le point le plus éloigné que peut voir l'œil de façon nette sans accommoder (à l'infini pour l'œil emmétrope). Le *punctum proximum* est le point le plus proche que peut voir l'œil de façon nette en accommodant (de l'ordre de 7 cm pour l'œil emmétrope, fig. 2.1).

Les principales amétropies sont :

- 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 ;
- 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 ;

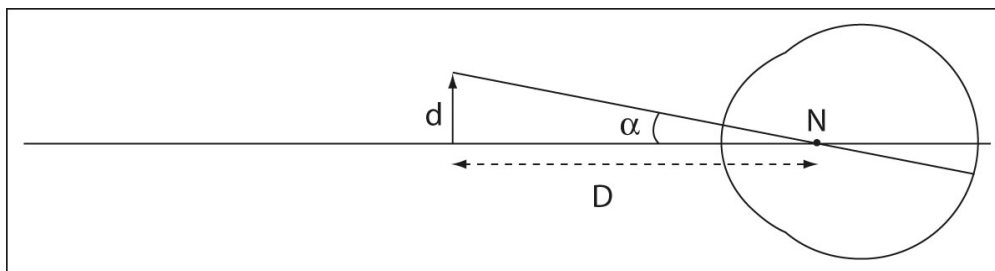
- *l'astigmatisme* : dans ce cas, la réfraction de l'œil n'est pas la même selon le plan dans lequel se trouvent les rayons incidents, le plus souvent par défaut de sphéricité de la face antérieure de la cornée (astigmatisme cornéen antérieur). Dans un œil astigmaté, l'image d'un point n'est pas punctiforme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

Fig. 2.1 : Punctum remotum et punctum proximum d'accommodation (P) de l'emmetrope (E), du myope (M) et de l'hypermétrope (H).



L'*acuité visuelle* (AV) correspond au pouvoir de discrimination de l'œil et est définie par la plus petite distance visible entre deux points (minimum séparable), c'est-à-dire l'inverse du pouvoir séparateur de l'œil exprimé en minute d'arc (angle minimum de résolution, fig. 2.2). L'AV est un des paramètres fonctionnels (avec la vision des couleurs et la vision des contrastes) propres à la macula. Cette AV est mesurée d'abord sans correction puis avec la correction optique qui donne la meilleure AV.

Fig. 2.2 : Acuité visuelle angulaire, notion de l'angle minimum de résolution.



$$\text{Angle } \alpha = (\text{distance } d \text{ entre deux points}) / (D : \text{distance d'observation}).$$

L'*AV de loin* est mesurée avec des échelles dont la plus utilisée en France est celle de *Monoyer* (1875), graduée en dixièmes. La taille des lettres est calculée de telle sorte qu'à 5 m de distance, la lecture des plus fins caractères corresponde à un pouvoir séparateur de 1 minute d'arc. Une acuité visuelle de $10/10^e$, qui est considérée comme normale en vision de loin, permet de distinguer deux points séparés par un angle de 1 minute d'arc. Cette échelle suit une progression décimale entre chaque ligne : l'écart en angles de résolution est plus petit entre 8 et $10/10^e$ qu'entre 1 et $3/10^e$. Cette échelle privilégie ainsi la mesure des bonnes AV au détriment des mauvaises. Des échelles similaires sont disponibles pour les gens illettrés (échelle des E de Snellen, échelle des anneaux brisés de Landolt). À l'inverse, d'autres échelles d'AV comme l'*échelle ETDRS* (early treatment diabetic retinopathy study) ont une *progression logarithmique* entre chaque ligne. Ainsi, 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. Ces échelles sont privilégiées dans les essais cliniques.

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 ou les enfants). 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. 2.3).

Fig. 2.3 : Échelle de Parinaud utilisée pour la mesure de la vision de près.



II. Accommodation

A. Physiologie

Le *crystallin* est suspendu à l'intérieur du globe par un ensemble de fibres constituant 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 en vision 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 70 ans. Cette perte de l'amplitude d'accommodation définit la *presbytie* qui est induite par le grossissement et la perte d'élasticité du cristallin, et la faiblesse relative du muscle ciliaire. Les symptômes de la presbytie commencent habituellement à apparaître chez les patients après l'âge de 40 ans. La presbytie est responsable d'une baisse d'acuité visuelle en vision de près. La lecture normale à 30 cm devient difficile, le sujet a tendance à éloigner le texte et à nécessiter plus de lumière. Cet inconfort génère des signes de « fatigue visuelle » : céphalée, yeux rouges, picotements ou larmoiement. La presbytie serait ressentie plus tôt chez

l'hypermétrope et est compensée par la myopie des individus myopes qui retireront alors leurs lunettes 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 en vision de loin, la correction de la 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 *double foyers* (bifocal : séparation nette entre vision de loin et de près) ou mieux de *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 avec des *lentilles de contact multifocales*, en réalisant une chirurgie réfractive cornéenne (non encore validée) ou avec 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.

B. 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. Ces *paralysies de l'accommodation* s'observent principalement en cas de :

- *prise médicamenteuse* : psychotropes anticholinergiques, substances atropiniques ;
- *paralysie oculomotrice* : paralysie de la III^e paire crânienne ;
- *maladies générales* : diphtérie, encéphalite, intoxication au plomb, botulisme.

De même, des *spasmes de l'accommodation* peuvent survenir, se traduisant par des céphalées, une vision trouble et une sensation de rapetissement des objets. Les spasmes de l'accommodation s'observent principalement en cas d'anomalies de la réfraction mal corrigées (hypermétropie) ou après un traumatisme.

III. Anomalies de la réfraction

A. 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'œil 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 lors de 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 tout d'abord à des méthodes objectives :

- les *réfractomètres automatiques* mesurent automatiquement la réfraction (amétropie et astigmatisme). Il s'agit d'un examen de routine, rapide, et très efficace. Le résultat est donné selon trois chiffres exprimés en dioptries : sphère (amétropie sphérique), cylindre et axe (astigmatisme) ;
- les mêmes appareils mesurent également la *kératométrie*, c'est-à-dire la courbure de la cornée. La kératométrie est utile avant la prescription de lunettes, lentilles de contact, ou lors du calcul de l'implant avant une chirurgie de la cataracte.

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

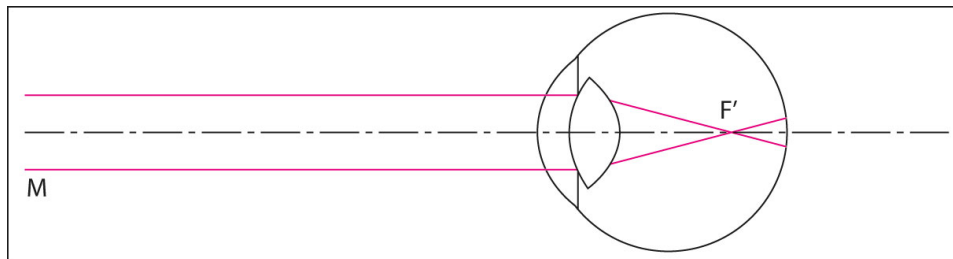
Compte tenu du pouvoir d'accommodation important chez l'enfant, cet examen nécessite l'instillation préalable d'un cycloplégique (atropine ou cyclopentolate – Skiacol®) pour paralyser l'accommodation.

B. Myopie

L'œil myope est un œil trop puissant (trop convergent) 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 se forme en avant de la rétine. En revanche, le punctum proximum est plus proche du globe oculaire que chez le sujet emmétrope et *la vision de près est nette* (fig. 2.4).

Fig. 2.4 : Foyer image F' de l'œil myope.



On distingue trois types de myopie :

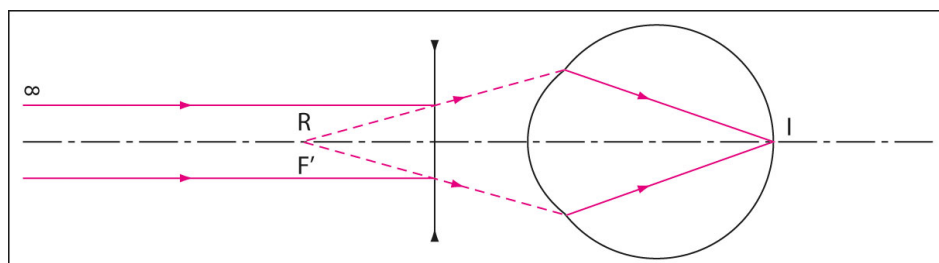
- la *myopie d'indice*, par augmentation de l'indice de réfraction des milieux transparents (surtout le cristallin). Ce type de myopie est parfois observé au stade de début de la cataracte (cataracte nucléaire) ;
- la *myopie de courbure*, liée à une courbure cornéenne excessive (par exemple, 45 dioptries) ;
- la *myopie axiale*, liée à une augmentation de la longueur axiale antéropostérieure de l'œil.

En clinique, on sépare :

- la *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), qui 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 fort 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 également par des zones d'atrophie, de rupture de la chorioretine, d'hémorragie ou de néovascularisation 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. 2.5).

Fig. 2.5 : Correction optique par verre de l'œil myope.



La chirurgie réfractive par photoablation au *laser excité dimère* ou *Excimer* peut être proposée pour les myopies faibles ou moyennes. Cette photoablation est réalisée sous anesthésie topique, en soins externes, après abrasion de l'épithélium cornéen ou après découpe d'un volet superficiel cornéen avec charnière (technique du

laser in situ keratomileusis ou 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. Elles sont également utilisées pour la correction de l'hypermétropie et de l'astigmatisme.

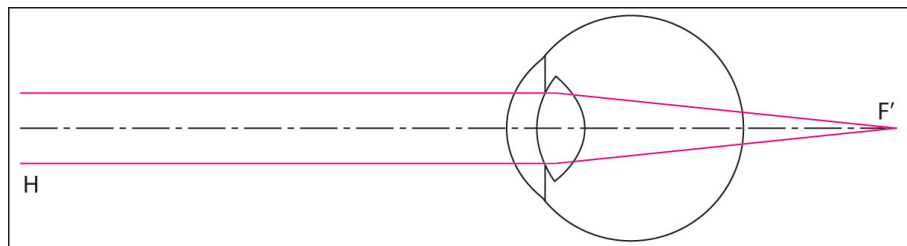
Dans le cadre de la myopie forte, la correction optique peut aussi être réalisée lors d'une *chirurgie du cristallin* (notamment quand celui-ci commence à s'opacifier) en adaptant ainsi la puissance de l'implant cristallinien. Les techniques de chirurgie réfractive évoluent très rapidement et font appel 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.

C. Hypermétropie

C'est une anomalie de la réfraction très répandue, notamment chez l'enfant (voir chapitre 4, 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 virtuellement situé en arrière de la rétine : *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. 2.6).

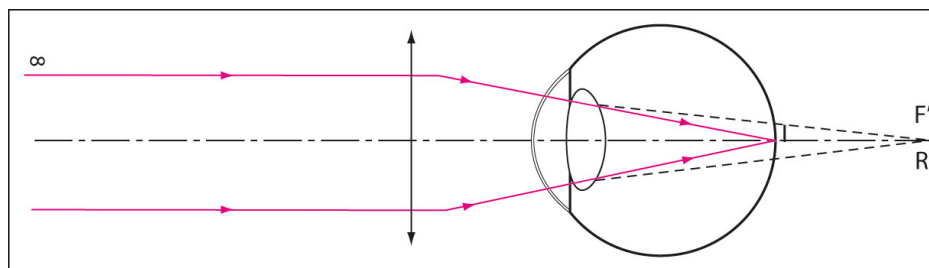
Fig. 2.6 : Foyer image F' de l'œil hypermétrope.



En cas d'hypermétropie modérée, le sujet jeune peut pallier le manque de pouvoir réfractif de son œil par accommodation. Si l'effort d'accommodation se prolonge (lecture prolongée, travail sur ordinateur), le sujet hypermétrope peut présenter une *asthénopie accommodative* se traduisant par des céphalées et une sensation de trouble visuel en vision 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. 2.7).

Fig. 2.7 : Correction optique par verre de l'œil hypermétrope.



D. Astigmatisme

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

L'astigmatisme est dit *régulier* lorsqu'il existe deux méridiens principaux, perpendiculaires l'un à l'autre (astigmatisme constitutionnel) ou *irrégulier* (plus rare) lorsqu'il n'existe pas de symétrie entre les deux méridiens principaux. Une cicatrice cornéenne peut ainsi provoquer un astigmatisme cornéen irrégulier.

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

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

En cas d'astigmatisme, la vision est floue de loin comme de près, et s'accompagne d'une fatigue visuelle, en particulier lors de la lecture. L'astigmatisme peut également être responsable d'un dédoublement des images (diplopie) 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 souples ou rigides, ou par chirurgie réfractive.

POINTS CLÉS

- 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* (autoréfractométrie) suivies de l'interposition de verres sphériques (convexes ou concaves) ou cylindriques (convexes ou concaves) de puissance variable en avant de l'œil pour permettre la *meilleure AV corrigée*.
- Dans l'œil normal ou emmétrope, les rayons parallèles se concentrent sur la rétine donnant spontanément une image nette.
- Dans l'œil *myope*, les rayons se concentrent en avant de la rétine.
- Dans l'œil *hypermétrope*, les rayons se concentrent en arrière de la rétine.
- Dans l'œil *astigmaté*, 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, chirurgie réfractive.
- Correction optique de l'hypermétropie = verres sphériques convexes, lentilles de contact, chirurgie réfractive.
- Correction optique de l'astigmatisme = verres cylindriques convexes ou concaves, lentilles de contact, 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 = lunettes, lentilles de contact ou chirurgie (implant cristallinien multifocal, chirurgie cornéenne).

MOTS CLÉS

Astigmatisme
Chirurgie réfractive : photokératectomie, LASIK
Hypermétropie
Lentilles de contact
Lunettes
Myopie
Presbytie