



**HAL**  
open science

## Hypermétropie et troubles oculomoteurs

Élodie Renault

► **To cite this version:**

Élodie Renault. Hypermétropie et troubles oculomoteurs. Médecine humaine et pathologie. 2015. dumas-01237978

**HAL Id: dumas-01237978**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01237978>**

Submitted on 6 Jan 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

UNIVERSITE DE CLERMONT FERRAND I – FACULTE DE MEDECINE

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du certificat de capacité  
d'orthoptiste.

# Hypermétropie et troubles oculomoteurs



# Remerciements

---

A Madame le **Docteur DALENS**, directrice de l'école d'orthoptie, pour la richesse de ses enseignements, ses conseils et sa disponibilité. Elle a été une aide précieuse à l'élaboration de ce mémoire.

A Monsieur le **Professeur CHIAMBARETTA**, ophtalmologiste et chef de Service du CHU de Clermont-Ferrand, pour la qualité de son enseignement et son accueil au sein du service. Je remercie également **l'ensemble des ophtalmologistes** du service.

A **tous les orthoptistes** du service pour leur accompagnement et leurs conseils, Michèle NEYRIAL, Coralie COLLA, Sylvie MICHEL, Florie MOSNIER, Laurent PARIS, Jean-Jacques MARCELLIER, Hélène GRELEWIEZ, Nathalie MONNEYRON, Diane ARDUINI et Constance PELLETIER.

Aux **internes** du service pour leur bonne humeur et leur sympathie, ainsi que l'ensemble du personnel du service, **infirmières, aides-soignantes** et **secrétaires**, pour leur disponibilité.

Aux **orthoptistes du CHU de Limoges** pour leur accueil et la confiance qu'ils m'ont accordée durant les quatre semaines de stage.

A **l'ensemble des professionnels du CRDV et d'ABV**, plus particulièrement aux orthoptistes, pour leur chaleureux accueil et pour m'avoir fait découvrir le domaine de la déficience visuelle.

A **Agathe Boudon Cardinale** pour son accueil en libéral, son partage et sa gentillesse.

A **tous les étudiants orthoptistes** avec qui j'ai partagé ces trois années, et particulièrement **Tess, Julia, Eva, Marie et Emilie**. Merci pour tous ces bons moments.

A **Julia**, avec qui on a souvent débattu, échangé sur divers sujets et questions qui nous ont aidés à progresser.

A **Tess**, pour sa précieuse amitié durant ces trois ans.

Et pour finir un grand merci à **ma famille et mes amis** pour leur patience et leur soutien.

Et tout particulièrement merci à **Benjamin**, mon mari, pour sa patience, sa présence, sa bonne humeur et son amour.

# Table des matières

---

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Introduction .....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>1<sup>ère</sup> partie : Développement de la vision [1] [2] .....</b>  | <b>5</b>  |
| 1. Croissance du globe oculaire.....                                      | 5         |
| - Longueur axiale .....   | 5         |
| - Le volume du globe oculaire .....                                       | 6         |
| - La cornée .....   | 6         |
| - La chambre antérieure .....   | 6         |
| - Le cristallin .....   | 6         |
| 2. Evolution de la réfraction [3] [4].....                                | 8         |
| - Chez le prématuré.....  | 9         |
| - L'évolution de l'acuité visuelle .....                                  | 10        |
| 3. Evolution de l'accommodation [5].....                                  | 11        |
| - L'accommodation .....   | 11        |
| - La synergie accommodation convergence.....                              | 11        |
| - Le réflexe photomoteur .....  | 11        |
| 4. Le processus d'emmétropisation [6] .....                               | 12        |
| - Historique .....  | 12        |
| - Définition.....   | 12        |
| - Mécanisme.....  | 13        |
| - Concernant l'astigmatisme .....   | 15        |
| - Amétropies.....   | 15        |
| - Héritéité .....   | 15        |
| - Le maintien de l'emmétropie chez l'adulte .....                         | 15        |
| <b>2<sup>ème</sup> partie : Réfraction [7] [8] [9] [10].....</b>          | <b>17</b> |
| - Définition de la réfraction.....  | 17        |
| 1. Œil emmétrope .....  | 18        |
| - Définition.....   | 18        |
| - Aspects cliniques .....   | 19        |
| - Vision du sujet emmétrope .....   | 19        |
| 2. Œil hypermétrope .....   | 20        |
| - Définition.....   | 20        |
| - Différents types.....   | 20        |
| - Aspects cliniques .....   | 21        |
| - Correction .....  | 22        |
| - L'évolution de l'hypermétropie .....                                    | 25        |
| - Hypermétropie pathologique : HM forte et HM organique [11] .....        | 25        |
| <b>3<sup>ème</sup> partie : Accommodation [5] [7] [12] [13] [14].....</b> | <b>29</b> |
| - Définition de l'accommodation .....                                     | 29        |

|                        |  |           |
|------------------------|--|-----------|
| 1.                     | Mécanisme [15].....  | 29        |
| -                      | Rappel anatomique : le cristallin .....                                      | 29        |
| -                      | Les mécanismes de l'accommodation et de la désaccommodation.....             | 30        |
| -                      | L'action du muscle ciliaire.....   | 30        |
| -                      | Accommodation externe.....   | 31        |
| -                      | Accommodation interne .....  | 31        |
| -                      | Désaccommodation .....   | 32        |
| -                      | La neurophysiologie de l'accommodation .....                                 | 32        |
| 2.                     | Pouvoir accommodatif [16].....   | 34        |
| -                      | Quelques définitions .....   | 34        |
| -                      | Le pouvoir d'accommodation et sa latence .....                               | 34        |
| -                      | Effort accommodatif.....   | 36        |
| -                      | Repos ou tonus accommodatif.....   | 37        |
| -                      | Hystérèse accommodative .....  | 38        |
| 3.                     | Syncinésie de la vision de près [17] [18] .....                              | 39        |
| -                      | La convergence.....  | 39        |
| -                      | Neurophysiologie.....  | 40        |
| -                      | Déclenchement .....  | 40        |
| -                      | Un système en boucle fermée.....   | 41        |
| 4.                     | Rapport CA/A [17] [18] .....   | 42        |
| -                      | CA/A.....  | 42        |
| -                      | AC/C.....  | 43        |
| -                      | Le rapport CA/A.....   | 43        |
| -                      | Rapport CA/A élevé.....  | 43        |
| -                      | Mesure du rapport CA/A .....   | 44        |
| <b>4<sup>ème</sup></b> | <b>partie : Troubles oculomoteurs [7] [19] [20] [21] .....</b>               | <b>46</b> |
| 1.                     | Spasmes de l'accommodation .....   | 46        |
| -                      | Hystérèse et spasme de l'accommodation .....                                 | 46        |
| -                      | Les spasmes de l'accommodation de l'enfant phorique (non strabique).....     | 47        |
| -                      | Les spasmes de l'accommodation de l'adolescent et de l'adulte phorique ..... | 47        |
| -                      | Les spasmes de l'accommodation des sujets strabiques.....                    | 49        |
| 2.                     | Hétérophories [5].....   | 49        |
| -                      | Hypermétropie et esophorie.....  | 51        |
| -                      | Hypermétropie et exophorie .....   | 52        |
| 3.                     | Strabisme accommodatif [5] [12] [13] [14] [18].....                          | 53        |
| -                      | Classification .....   | 53        |
| -                      | Le strabisme convergent accommodatif pur avec rapport CA/A normal .....      | 54        |
| -                      | Le strabisme convergent accommodatif partiel avec rapport CA/A normal .....  | 55        |
| -                      | Le strabisme convergent accommodatif pur avec rapport CA/A élevé .....       | 56        |
| -                      | Le strabisme convergent accommodatif partiel avec rapport CA/A élevé .....   | 57        |
| -                      | Le microstrabisme convergent avec rapport CA/A élevé .....                   | 57        |
| -                      | Les excès de convergence.....  | 58        |
| -                      | Le strabisme divergent avec élément accommodatif.....                        | 59        |
| -                      | Réfraction des strabismes accommodatifs.....                                 | 60        |
| 4.                     | Prise en charge des troubles oculomoteurs [5] [12] [13] [14] [18] .....      | 61        |
| -                      | Prise en charge optique.....   | 61        |

|                        |  |            |
|------------------------|--|------------|
| -                      | Prise en charge des différentes formes de strabisme accommodatif ..... | 65         |
| <b>5<sup>ème</sup></b> | <b>partie : Etude clinique .....</b>                                   | <b>69</b>  |
| 1.                     | Présentation de l'étude .....  | 69         |
| 2.                     | Matériel et méthodes .....   | 69         |
| -                      | Traitement médical .....   | 71         |
| -                      | Traitement chirurgical.....  | 72         |
| 3.                     | Analyse générale des patients .....                                    | 73         |
| -                      | L'âge .....  | 73         |
| -                      | Le sexe.....   | 73         |
| 4.                     | Analyse des caractéristiques : hétérophories.....                      | 74         |
| -                      | Hypermétropie .....  | 74         |
| -                      | Amblyopie retrouvée .....  | 75         |
| -                      | Déviati on angulaire.....  | 75         |
| -                      | Correspondance rétinienne .....  | 77         |
| -                      | Stéréoscopie.....  | 78         |
| -                      | Traitement médical .....   | 78         |
| -                      | Traitement chirurgical.....  | 79         |
|                        | <b>STRABISMES : .....</b>  | <b>80</b>  |
| 5.                     | Analyse des caractéristiques : strabisme accommodatif pur .....        | 81         |
| -                      | Incomitance loin-près .....  | 81         |
| -                      | Hypermétropie .....  | 81         |
| -                      | Amblyopie retrouvée .....  | 84         |
| -                      | Déviati on angulaire.....  | 85         |
| -                      | Correspondance rétinienne .....  | 86         |
| -                      | Stéréoscopie.....  | 87         |
| -                      | Traitement médical .....   | 88         |
| -                      | Traitement chirurgical.....  | 89         |
| 6.                     | Analyse des caractéristiques : strabisme accommodatif partiel .....    | 90         |
| -                      | Incomitance loin-près .....  | 90         |
| -                      | Hypermétropie .....  | 90         |
| -                      | Amblyopie retrouvée .....  | 93         |
| -                      | Déviati on angulaire.....  | 94         |
| -                      | Correspondance rétinienne .....  | 96         |
| -                      | Stéréoscopie.....  | 97         |
| -                      | Traitement médical .....   | 98         |
| -                      | Traitement chirurgical.....  | 99         |
|                        | <b>Discussion.....</b>   | <b>100</b> |
|                        | <b>Conclusion.....</b>   | <b>104</b> |
|                        | <b>Bibliographie.....</b>  | <b>105</b> |

# Introduction

---

A la naissance, l'œil est un petit œil avec une puissance optique élevée et mal adaptée à sa longueur ; l'œil est donc hypermétrope. Toutefois, il va subir un phénomène physiologique, l'emmétropisation, afin de focaliser l'image sur le plan rétinien. Or, les anomalies sensorielles de la vision peuvent retentir sur le versant moteur. Nous verrons ici que l'hypermétropie peut être un facteur déclenchant de troubles oculomoteurs, qu'ils soient latents ou manifestes.

En effet, la théorie de Donders, selon laquelle l'hypermétropie non corrigée peut conduire à un strabisme convergent, constitue toujours une des pierres angulaires de la strabologie. Cependant, les avancées permettent aujourd'hui d'affirmer que l'hypermétropie n'est plus l'unique déclencheur mais un facteur de risque majeur. Le strabisme accommodatif regroupe ainsi un ensemble d'entités physiologiques différentes, dans lesquelles le rôle de l'hypermétropie est certain. Le diagnostic du type de strabisme accommodatif est une condition nécessaire à la réussite du traitement, car le traitement d'une esotropie accommodative pure ne sera pas le même que pour un strabisme accommodatif partiel.

Nous allons tout d'abord décrire le développement de la vision chez l'enfant en développant particulièrement la réfraction, l'accommodation et les structures anatomiques dont elles dépendent, puis le processus d'emmétropisation. Nous étudierons ensuite les aspects cliniques de l'hypermétropie et sa correction ; puis l'accommodation, sa physiologie et plus particulièrement la convergence accommodative qui joue un rôle important dans les troubles oculomoteurs. Ensuite, nous étudierons les troubles oculomoteurs associés à l'hypermétropie, en développant le spasme d'accommodation, les hétérophories et les strabismes accommodatifs, ainsi que les prises en charge de ces derniers.

Pour finir, notre étude clinique s'intéressera à décrire les différents troubles oculomoteurs rencontrés, les caractéristiques de ces derniers ainsi que l'hypermétropie associée. Elle se consacrera également à comparer les traitements entrepris et l'évolution de l'hypermétropie et de la déviation.

# 1<sup>ère</sup> partie : Développement de la vision <sup>[1] [2]</sup>

## 1. Croissance du globe oculaire

Lors de la croissance du globe oculaire, les trois parties anatomiques de la réfraction qui vont se développer sont la longueur axiale du globe et les puissances de convergence de la cornée et du cristallin. La croissance suit deux phases ; la première phase, pendant les trois premières années de la vie, est très rapide, mais correspond à 80% de la croissance totale de l'œil. La deuxième phase est beaucoup plus longue et moins importante, et dure environ 10 ans supplémentaires.

Ainsi le processus d'emmétropisation se fait principalement au cours des deux premières années de la vie, grâce à la mise en place d'un équilibre entre la puissance réfractive totale, c'est-à-dire la puissance réfractive de la cornée et celle du cristallin, et la longueur axiale du globe oculaire.

### - Longueur axiale

La longueur axiale est, chez le nourrisson, de 16,8 +/- 0,6 mm ; elle atteint à 2 mois 20 mm, puis dépasse 23 mm à partir de 2 ans, pour aboutir à 23,5-24 mm vers l'âge de 13 ans, ce qui est la longueur axiale d'un œil emmètrepe adulte. Chaque millimètre d'allongement compense environ 3 dioptries de pouvoir dioptrique. Chez le myope, la croissance de l'œil est plus longue et cela nécessite 1 à 2 années de plus pour connaître la réfraction à peu près définitive. L'augmentation de la longueur du globe se fait essentiellement par une croissance du segment postérieur de l'œil ; le vitré se modifie également et devient de plus en plus liquide avec l'âge.

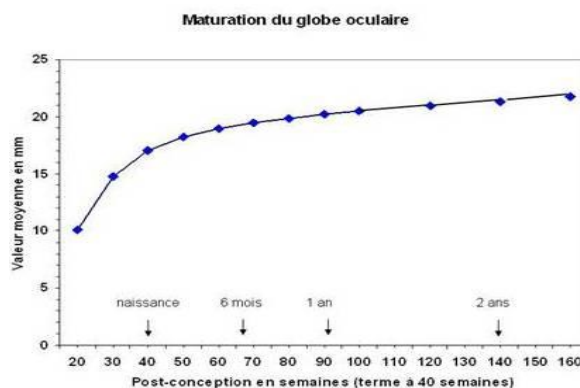


Figure : Evolution de la longueur axiale en millimètres.

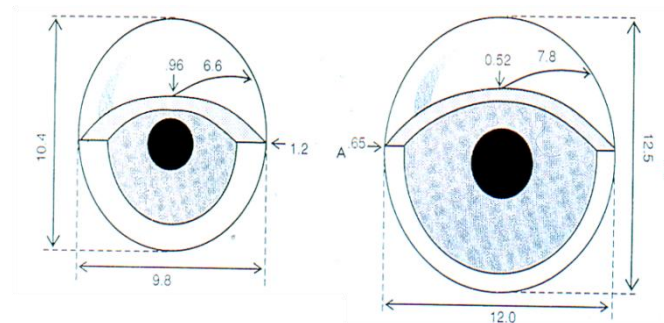


### - Le volume du globe oculaire

Le volume du globe oculaire du nourrisson est de 2,3 mL, ce qui équivaut à 35% du volume adulte. Il est multiplié par deux entre la naissance et l'âge de 2 ans, en raison de la croissance de la sclère et du vitré principalement, ce qui explique entre autres la croissance rapide de la longueur axiale jusque vers 2 ans.

### - La cornée

La puissance réfractive de la cornée est, chez le nourrisson, de 48,4 +/- 1,7 dioptries, et d'environ 43 dioptries à l'âge adulte. En effet, la cornée subit une augmentation de son diamètre ; celui-ci passe de 9,5-10 mm à 11,5 mm, et cela entraîne une augmentation de son rayon de courbure antérieure ; il est de 6,35 mm chez le nouveau-né, et passe à 7,7 mm chez l'adulte. La puissance réfractive de la cornée adulte représente les deux tiers de la puissance totale de l'œil. L'épaisseur de la cornée ne varie pas beaucoup, elle passe de 0,54 mm à la naissance à 0,52 mm chez l'adulte.



*Figure : Développement de la cornée, à gauche cornée chez le nouveau-né, à droite cornée chez l'adulte.*

### - La chambre antérieure

La chambre antérieure, qui se situe entre la cornée et le cristallin, se modifie elle aussi. Sa profondeur est de 2,5 mm à la naissance et de 3,1 mm à l'âge adulte.

### - Le cristallin

Le cristallin va se modifier tout au long de la vie. Chez le nouveau-né, le cristallin est plus sphérique que chez l'adulte, il n'est composé que du noyau fœtal entouré de la capsule. Sa

puissance réfractive dépasse 34,4 dioptries chez le nourrisson, et atteint 18,5 à 22 dioptries chez l'adulte. En effet, bien que le volume du cristallin augmente toute la vie à cause des fibres protéiques produites qui vont former les différents noyaux retrouvés chez l'adulte, le cristallin s'aplatit, ce qui entraîne une augmentation des rayons de courbure. Le diamètre axial, ou l'épaisseur du cristallin, qui est de 3,8 mm chez le nourrisson, diminue jusque vers l'âge de 10 ans où il est de 3,5 mm, puis augmente en vieillissant et atteint 5,2 mm à 80 ans. Le diamètre équatorial du cristallin, est de 5,8 mm chez le nourrisson et atteint 10 mm chez l'adulte ; il augmente particulièrement rapidement durant les 5 premières années, puis augmente de 20  $\mu\text{m}$  par an, et cela toute la vie. Ainsi, la puissance réfractive du cristallin adulte représente un tiers de la puissance de l'œil. Le cristallin est capable de modifier cette puissance en faisant varier son rayon de courbure, ce sont les processus d'accommodation et de désaccommodation.

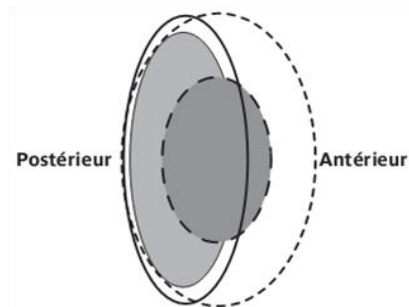


Figure : Développement du cristallin : en traits continus, cristallin du nouveau-né ; en traits discontinus, cristallin adulte.

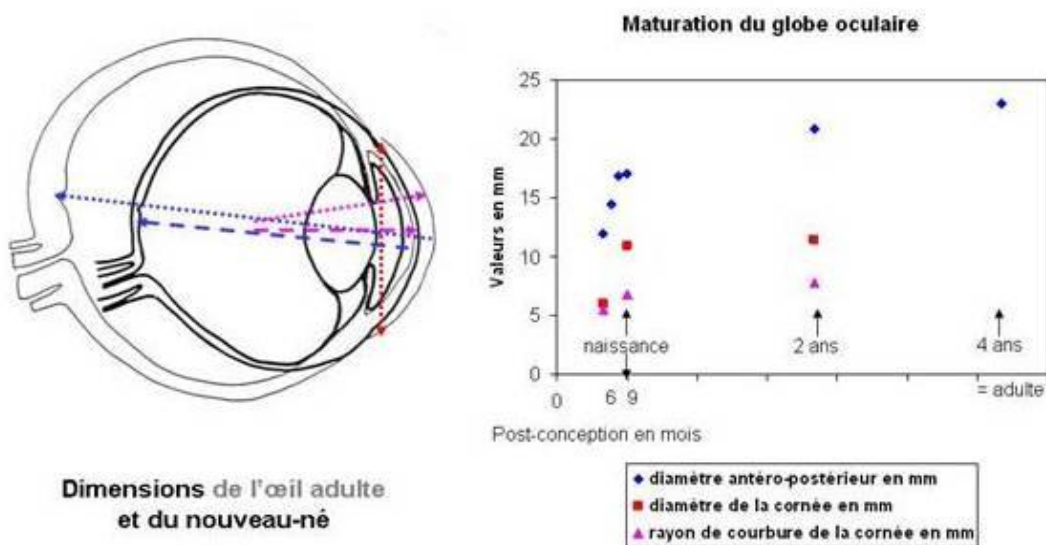


Figure : Maturation du globe oculaire : comparaison des dimensions du nouveau-né et de l'adulte.

| Âge (mois) | Longueur axiale (mm) | Kératométrie (δ) | SRK modifiée (δ) |
|------------|----------------------|------------------|------------------|
| Nouveau-né | 16,8                 | 51,2             | 34,4             |
| 0-1        | 19,2                 | 45,2             | 28,7             |
| 1-2        | 20,2                 | 44,9             | 26,4             |
| 2-3        | 21,4                 | 44,1             | 23,0             |
| 3-4        | 21,8                 | 43,7             | 22,1             |
| 4-5        | 22,3                 | 43,2             | 20,9             |
| 5-6        | 22,7                 | 43,7             | 19,5             |
| 6-7        | 22,9                 | 43,4             | 18,7             |
| 7-9        | 22,6                 | 44,2             | 19,3             |
| 10-15      | 23,8                 | 43,5             | 18,9             |

Figure : Evolution des paramètres biométriques.

## 2. Evolution de la réfraction [3] [4]

A 6 mois de gestation, on retrouve une myopie de 6 dioptries. A la naissance à terme, l'œil est un petit œil avec une puissance optique élevée et mal adaptée à sa longueur, due aux rayons de courbure de la cornée et du cristallin, ainsi qu'à la faible distance qui les sépare. Ainsi, la dissociation entre le plan focal image des dioptries et le plan rétinien induit une hypermétropie moyenne de 4,5 dioptries.

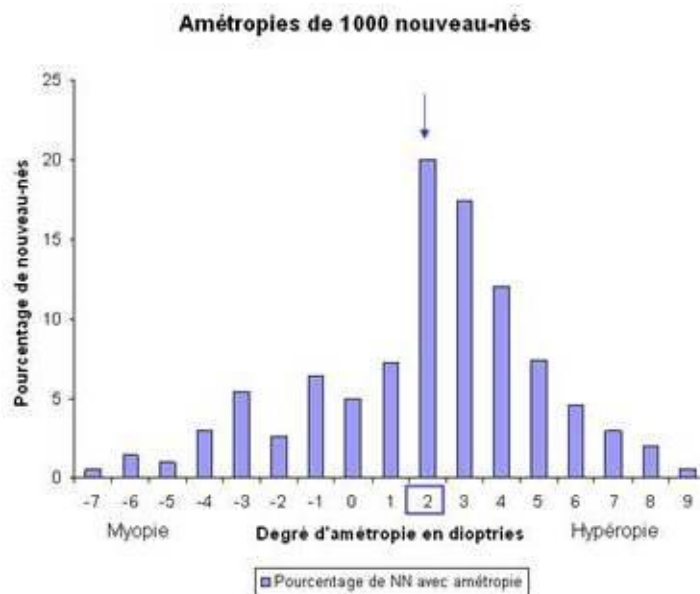


Figure : Amétropies retrouvées sur une population de 1000 nouveau-nés.

Cette hypermétropie diminue très rapidement durant la première semaine de vie pour atteindre environ 2-3 dioptries. Elle continue de diminuer rapidement au cours des 6-8 premiers mois, pour aboutir à une hypermétropie beaucoup plus modérée vers 9 mois. En effet, on passe alors

de +3,5 à +1,5 dioptries d'équivalent sphérique. Mais elle peut aussi se maintenir jusqu'à l'âge de 3 ans. L'astigmatisme, présent fréquemment chez le nouveau-né et maximal vers 4-5 mois, rejoint lui aussi des normes correctes ; il évolue de la même façon mais plus lentement et moins amplement.

Puis une deuxième phase plus lente suit cette phase rapide, c'est une phase de régression ou d'ajustement lent entre 4 et 7 ans. Ainsi à la fin de cette phase, l'emmétropie est dite physiologique, puisque l'hypermétropie n'est plus que de +0,75 dioptries. Cela continue de régresser à un rythme plus faible, parfois jusqu'à l'adolescence ; mais l'emmétropie est atteinte en général avant l'âge de 10 ans.

Les amétropies initialement moyennes (de -1 à +3) ont réellement des chances d'évoluer à terme vers une situation proche de l'emmétropie, alors que les amétropies initiales plus fortes peuvent régresser ; mais le processus d'emmétropisation reste très partiel pour la majorité d'entre elles.

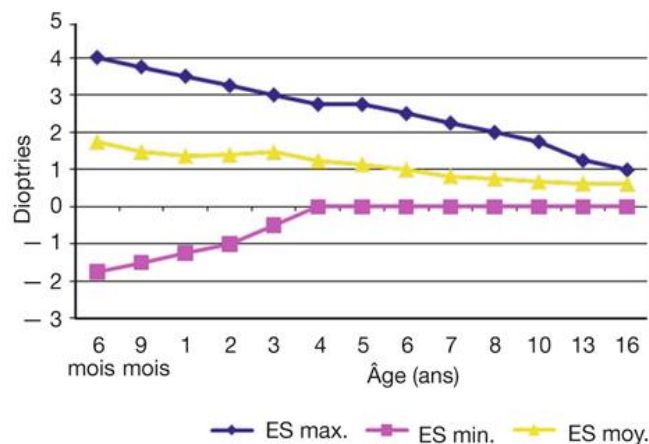


Figure : Evolution de l'équivalent sphérique entre 6 mois et 16 ans.

#### - Chez le prématuré

Etant donné qu'à 6 mois de gestation on retrouve une myopie de 6 dioptries, on penserait que c'est ce qui engendre la myopie chez le prématuré. Or le développement d'une rétinopathie du prématuré serait plutôt le facteur significatif de myopie. L'astigmatisme est présent chez le prématuré, son importance semble être liée au degré de prématurité. Les paramètres biométriques suivent une croissance progressive. La longueur axiale, le rayon de courbure de la cornée et l'épaisseur du cristallin augmentent, et la chambre antérieure et le vitré s'approfondissent. Cependant la tendance à la myopie décrite chez le prématuré paraît être

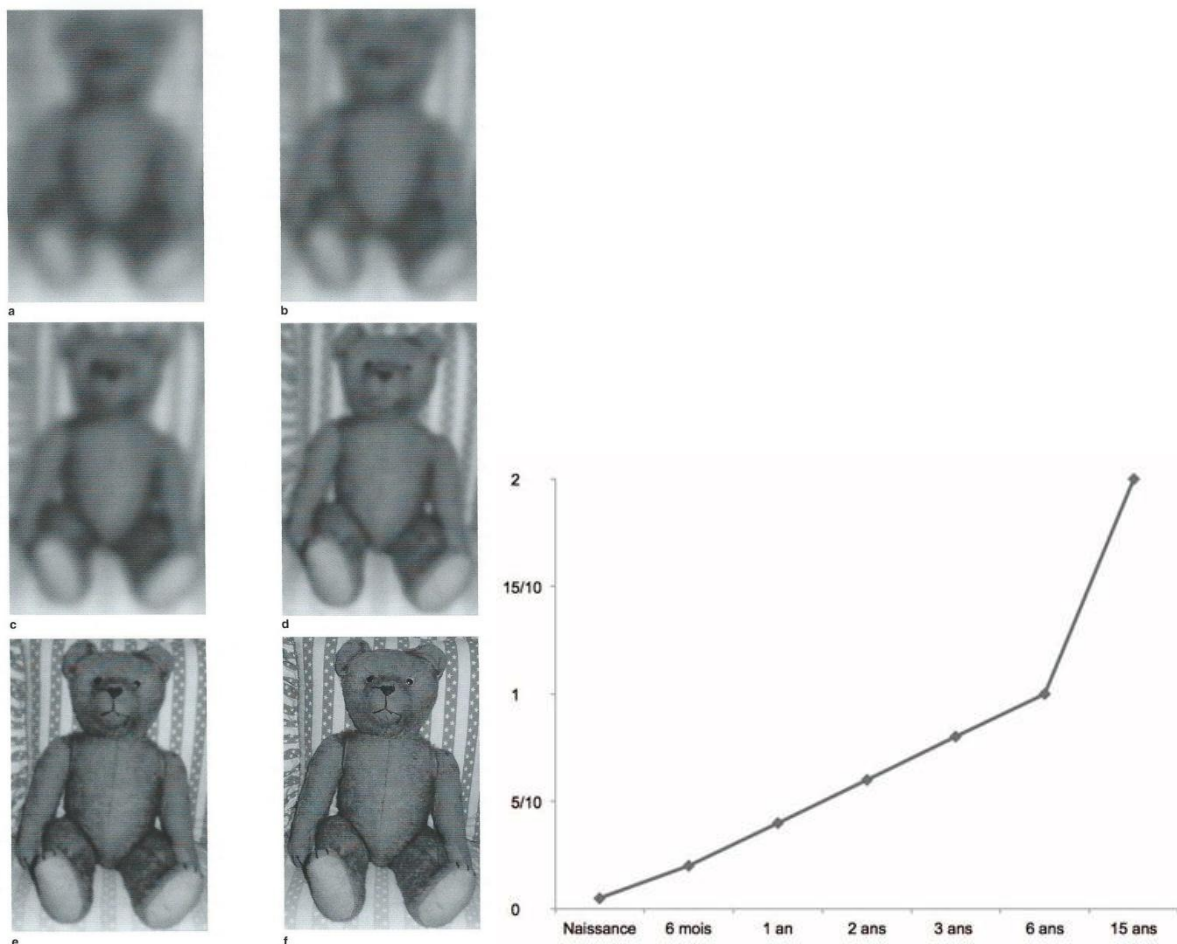
plutôt la conséquence d'une situation pathologique liée à la prématurité que celle d'un développement normal anatomique de l'œil in utero.

- **L'évolution de l'acuité visuelle**

Le nouveau-né a une acuité très faible, que l'on peut chiffrer à  $1/20^{\text{ème}}$  ; cependant la prise de fixation n'est présente qu'à partir de 4 semaines de vie. A 3 mois on atteint  $1/10^{\text{ème}}$ , puis  $2/10^{\text{ème}}$  à 6 mois, et  $4/10^{\text{ème}}$  à 1 an, pour obtenir vers 4-5 ans  $10/10^{\text{ème}}$ .

Entre 3 et 18 mois, on peut utiliser la technique du regard préférentiel pour chiffrer l'acuité visuelle, mais cela reste très qualitatif ; on mesure alors une acuité de résolution.

Lors de la maturation visuelle, d'autres paramètres entrent en jeu, c'est le cas de la maturation rétinienne, de la vision stéréoscopique et de la période de plasticité neuronale.



Figures : Evolution de l'acuité visuelle. A gauche : Illustrations de l'acuité visuelle (a) à la naissance  $1/20^{\text{e}}$ , (b) à 1 mois  $0,75/10^{\text{e}}$ , (c) à 3 mois  $1/10^{\text{e}}$ , (d) à 6 mois  $2,5/10^{\text{e}}$ , (e) à 3 ans  $5/10^{\text{e}}$ , (f) à 5-6 ans  $10/10^{\text{e}}$ .

### **3. Evolution de l'accommodation** [5]

#### **- L'accommodation**

L'accommodation est peu précise à la naissance, mais se développe rapidement entre 2 et 3 mois pour être adulte vers 4-5 mois. Cependant, chez le très jeune enfant, il faut noter le mauvais traitement de l'image rétinienne et la limite de son attention visuelle. Il existerait malgré tout un mécanisme permettant l'accommodation pour les cibles proches à la naissance. Puis entre 6 semaines et 3 mois, la focalisation de l'image sur la rétine serait stimulée par le flou rétinien et fonctionnerait de façon conjointe avec la maturation de la fonction motrice de convergence binoculaire.

L'amplitude d'accommodation est importante chez l'enfant, elle atteint 6 à 10 dioptries vers 5 ans, 5 à 8 dioptries vers 10 ans, puis elle diminue d'environ 3 dioptries par an.

Un parallélisme existe entre l'accommodation et la convergence ; en effet le développement des voies motrices et des voies sensitives se fait simultanément.

#### **- La synergie accommodation convergence**

La synergie accommodation convergence se développe au cours des 4 premiers mois. La convergence s'établit de la naissance à l'âge d'1 mois, et cela en fonction de la distance de l'objet. Elle va être de plus en plus précise jusqu'à 3 mois. La vergence accommodative apparaît vers 2 mois, et la vergence fusionnelle vers 4 mois ; avant cela elle est lente et d'amplitude limitée.

Entre 0 et 2 mois, la vision est sous-corticale. Les axes visuels s'alignent vers 3-4 semaines de vie. La fixation ou la reprise de fixation sur une cible est possible vers 6-8 semaines de vie. La vision binoculaire apparaît vers 2-3 mois. Les 3 premiers mois, il n'y a pas vraiment de fusion binoculaire. Ce n'est qu'à partir de 3 mois que les performances binoculaires s'améliorent de façon notable, et vers 4 mois on peut trouver une stéréoscopie.

#### **- Le réflexe photomoteur**

A la naissance, le réflexe photomoteur est présent et de faible amplitude, en effet le diamètre pupillaire est faible à cet âge-là physiologiquement, environ 2 mm.

Pour conclure, cet équilibre reste très labile jusqu'à 3-4 ans. On peut cependant noter que l'accommodation et la binocularité apparaissent de façon simultanée ; tout déséquilibre de l'une retentit donc sur l'autre, et cela de façon d'autant plus radicale qu'il survient tôt.

#### 4. Le processus d'emmétropisation [6]

##### - Historique

Un processus d'emmétropisation a été mis en évidence suite à une étude comparant les données réfractives chez des adultes et chez des nourrissons. Les erreurs réfractives sont donc un phénomène qui évolue au cours de la vie.

En effet, à la naissance, les erreurs réfractives sont réparties selon une courbe gaussienne dont le sommet se situe vers +2 et dont la déviation standard est de 2,75. Tandis que chez l'adulte, la variabilité est réduite. On obtient une courbe pointue et étroite dont le sommet se situe entre 0 et +1 et dont la déviation standard est de 1.

L'emmétropisation est donc cette évolution naturelle d'un état variable, amétropique, à devenir un état moins variable, emmétropique.

##### - Définition

C'est un phénomène physiologique durant lequel l'œil va subir des modifications, afin de focaliser l'image sur le plan rétinien, pour qu'elle soit vue nette, c'est l'emmétropisation.

L'hypermétropie ainsi que l'astigmatisme présents à la naissance, diminuent rapidement durant les premières années de vie, puis suit une phase d'ajustement plus lente pour atteindre l'emmétropie vers l'âge de 10 ans.

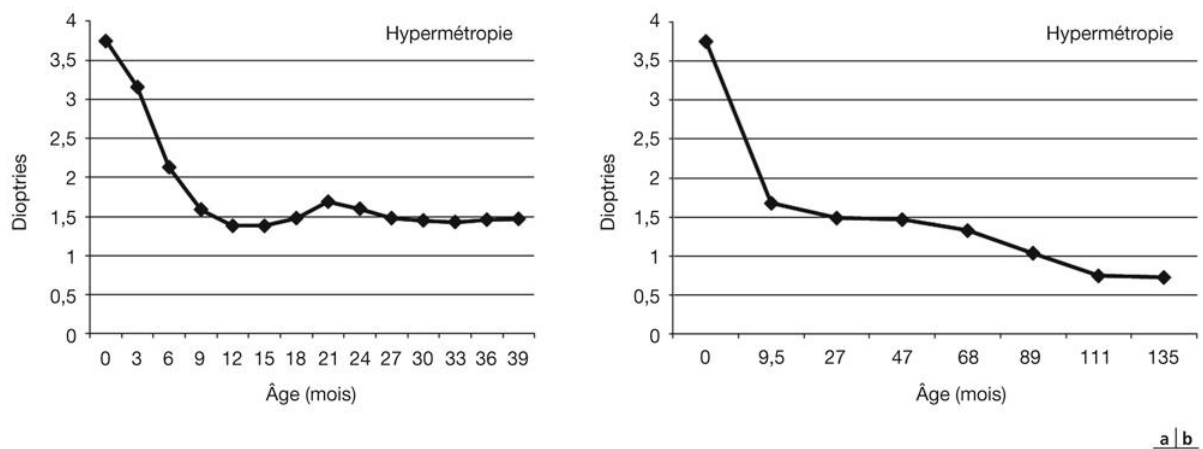


Figure : Processus d'emmétropisation : Evolution de l'hypermétropie en fonction de l'âge.

- **Mécanisme**

L'emmétropisation est atteinte grâce à deux phénomènes : un phénomène passif et un phénomène actif.

Phénomène passif :

Le phénomène passif est dû à la croissance de l'œil. En raison de la relation entre la puissance réfractive cornéenne et la longueur du globe, celui-ci croît en compensant une myopisation relative par un aplatissement de la cornée. La croissance de l'œil diminue le pouvoir réfractif de son système dioptrique proportionnellement à l'augmentation de sa longueur axiale. Ainsi la puissance dioptrique de la cornée et du cristallin est réduite par l'augmentation de leur rayon de courbure, et l'action du cristallin est réduite par l'augmentation de la profondeur de la chambre antérieure. Lorsque cette croissance n'est pas proportionnelle, il y a amétropie.

Cependant ce phénomène passif reste insuffisant pour expliquer l'emmétropie à l'âge adulte.

Phénomène actif :

Le phénomène actif est lié à l'expérience visuelle ; cela implique une information de feedback de l'image focalisée sur le plan rétinien, avec en conséquence un ajustement de la longueur axiale, dans le but d'obtenir une image de meilleure qualité, ce qui joue sur la netteté. Les mécanismes accommodatifs sont donc sous l'influence du stimulus visuel.

Cela explique le fait que des anomalies réfractives importantes dans les premiers mois de vie peuvent avoir régressé totalement à un an, ce que le phénomène passif ne peut pas expliquer à lui seul.

Le phénomène actif complète le phénomène passif, ils se déroulent tous deux durant l'enfance. L'œil reste cependant malléable par l'environnement jusqu'à la fin de l'adolescence.

➔ **Mise en évidence d'un phénomène actif d'emmétropisation**

Le phénomène d'emmétropisation est rapide durant la première année de vie ; les modifications apportées sont d'autant plus importantes que l'amétropie initiale est forte. Ce processus d'emmétropisation ajuste les différents dioptries de l'œil en réponse à la qualité de l'image rétinienne, afin d'obtenir la meilleure qualité possible.



L'emmétropisation est surtout active avant l'âge de 6-8 ans. Cependant l'influence du travail en vision de près impacte la réfraction de personnes de plus de 8 ans, ce qui démontre que l'œil, et en particulier les éléments réfractifs, sont encore façonnables après cet âge-là.

Toutefois, l'emmétropisation ne se définit pas comme un processus de croissance qui aboutirait à la focalisation à l'infini (le zéro réfractif), mais une régulation de la croissance d'un œil qui agit pour que sa réfraction se modifie en l'état le mieux adapté aux habitudes visuelles de cet œil.

Ainsi, du travail en vision de près résulterait une myopisation par augmentation de la longueur axiale. Cette cause est utilisée pour justifier la myopie plus fréquente chez les jeunes Inuits scolarisés, par rapport à leurs parents plus âgés possédant le même bagage génétique mais n'ayant pas fréquenté l'école.

Il est nécessaire que des images d'une certaine précision puissent se former sur la rétine pour que l'emmétropisation se fasse correctement. Des expériences altérant la formation des images sur la rétine perturbent l'emmétropisation et engendrent donc des amétropies, myopie ou hypermétropie.

Une myopie peut être induite par une lumière permanente, par une privation importante des formes sans privation lumineuse, comme la suture des paupières ou opacité cornéenne, ou encore par une privation affectant la périphérie rétinienne. Un enfant porteur d'un ptôsis unilatéral ou dont un œil présente une opacité cornéenne ou cristallinienne, ou une hypoplasie du nerf optique développera une myopie axiale de cet œil.

Une hypermétropie peut être induite par une obscurité permanente, ou par une privation affectant la fovéa.

Un défaut d'emmétropisation peut être la conséquence d'une déficience dans l'information visuelle. Ce qui pourrait alors expliquer les fortes amétropies constatées dans les rétinopathies congénitales comme l'albinisme ou l'achromatopsie.

De plus, il faut noter que le blocage de l'accommodation et la section du nerf optique ne stoppent pas l'emmétropisation.

Cette évolution rapide vers l'emmétropisation pendant les trois premières années de vie est expliquée par la croissance de la sclère. Le facteur de croissance de la sclère serait la dopamine sécrétée par la rétine au cours de l'éclairement, et dont le taux serait modulé par l'activité rétinienne.

Plusieurs éléments interviennent dans l'emmétropisation : l'optimisation du contenu en fréquence spatiale ou en contraste de l'image rétinienne, la concordance entre la défocalisation et l'état réfractif, et l'existence d'un cycle où alternent des périodes d'éclairage et d'obscurité. En effet, comme vu plus haut, l'exposition à un éclairage permanent, donc également durant la nuit, pendant les deux premières années de vie, semble favoriser l'apparition d'une myopie plus tard. Cependant, ces observations sont à nuancer par les résultats d'autres enquêtes.

- **Concernant l'astigmatisme**

Le nourrisson présente un astigmatisme, celui-ci diminue voire disparaît vers 1 an et demi. Cela s'expliquerait probablement par un déséquilibre des forces musculaires extra-oculaires, qui déformerait la cornée et en serait alors responsable ; l'astigmatisme cristallinien ne semble pas être en cause.

- **Amétropies**

Ainsi un œil myope sera un œil trop convergent par rapport à sa longueur, et un œil hypermétrope sera un œil pas assez convergent par rapport à sa longueur. Il faut noter que le port de la correction optique totale n'entrave ni ne modifie le processus d'emmétropisation.

- **Hérédité**

Le facteur de l'hérédité et de l'environnement sont indissociables. L'hérédité joue un rôle dans l'emmétropisation passive, elle définit la tendance de l'œil à atteindre certaines proportions. L'environnement intervient dans l'action des mécanismes d'emmétropisation active.

- **Le maintien de l'emmétropie chez l'adulte**

Durant l'âge adulte, le rayon de courbure cornéen et la longueur axiale ne se modifient pas, contrairement au cristallin et à la chambre antérieure. En effet, la croissance du cristallin

continue de manière constante toute la vie, ainsi son épaisseur augmente d'environ 0,02 mm par an ; de nouvelles fibres cristalliniennes viennent s'apposer et le noyau se compacte. L'augmentation de l'épaisseur du cristallin est asymétrique, elle s'accompagne d'une diminution de la profondeur de la chambre antérieure, la chambre postérieure n'est pas modifiée. L'augmentation de l'épaisseur du cristallin n'entraîne cependant pas une augmentation de son diamètre équatorial. Elle engendre donc une augmentation de son rayon de courbure, ce qui devrait entraîner une myopisation progressive. Pourtant, cette myopisation n'est retrouvée que chez certaines personnes développant une cataracte nucléaire, l'œil de la personne âgée évoluant plutôt vers l'hypermétropisation.

Le maintien de l'emmétropie chez l'adulte, voire l'hypermétropisation relative de l'œil sain vieillissant, malgré la croissance constante du cristallin et l'augmentation de son rayon de courbure, est décrit comme étant le paradoxe cristallinien. Il s'explique par des modifications d'index de réfraction au sein de la substance cristallinienne qui compensent cette augmentation. Ces changements peuvent découler de différences entre le noyau et le cortex cristallinien, ou de modifications de l'index de réfraction dans le cortex. Le mécanisme exact en est encore obscur.

## 2<sup>ème</sup> partie : Réfraction <sup>[7] [8] [9] [10]</sup>

### - Définition de la réfraction

En optique, la réfraction correspond au changement de la direction de propagation d'une onde électromagnétique ou acoustique passant d'un milieu à un autre. C'est donc ici le changement de direction du rayon lumineux lors de la traversée d'un dioptre.

L'œil est une lentille convergente d'environ 60 dioptries, et il comporte quatre dioptries : la face antérieure et la face postérieure de la cornée, ainsi que la face antérieure et la face postérieure du cristallin.

La cornée représente les deux tiers de la puissance réfractive de l'œil et le cristallin le dernier tiers. Le cristallin peut modifier sa puissance réfractive grâce aux processus d'accommodation et de désaccommodation.

Ces quatre dioptries vont réfracter la lumière afin qu'elle soit focalisée sur la rétine et que l'image soit vue nette, lorsque l'objet se situe à l'infini et lorsqu'il est plus proche ; ce dernier cas étant permis par l'accommodation. Ces lentilles donnent une image inversée sur la rétine ; le cerveau l'interprète et la remet à l'endroit.

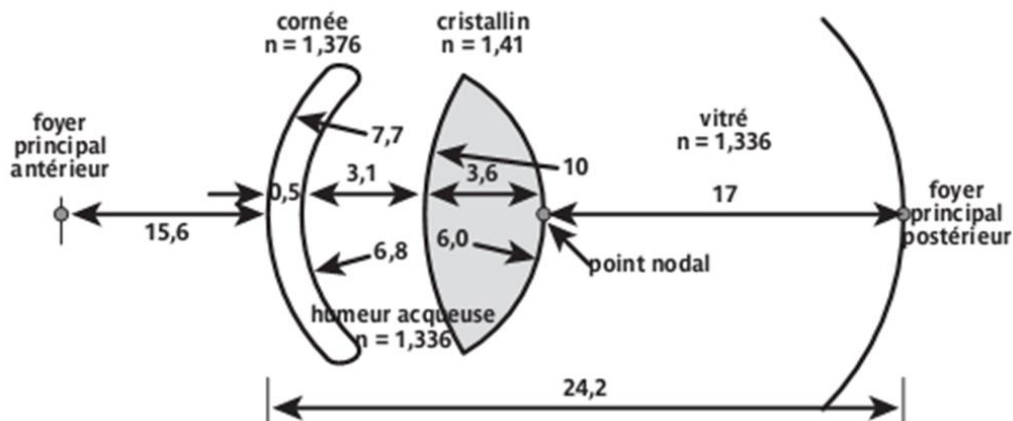


Figure : Coupe de l'optique oculaire et indices de réfraction des milieux oculaires.

En clinique, on parle de réfraction pour désigner l'évaluation du système optique oculaire et de la compensation de ses défauts. On appelle réfraction l'examen qui consiste à mesurer la

réfraction de l'œil. La réfraction de l'œil désigne le pouvoir réfractif total de l'ensemble des milieux oculaires traversés.

Pour le clinicien, le terme de réfraction est donc utilisé pour décrire le rapport entre la réfraction de l'œil, c'est-à-dire la puissance dioptrique, et la longueur de l'œil. Ces données répondent à une moyenne biométrique et une certaine variance autour de cette moyenne. Ainsi, si elles correspondent parfaitement, l'œil est dit emmétrope. Sinon, l'œil est amétrope, soit myope soit hypermétrope avec ou sans astigmatisme surajouté. Les amétropies, sauf les amétropies fortes, ne sont donc pas des états pathologiques, mais des variantes autour d'une moyenne biologique.

### 1. Œil emmétrope

#### - Définition

Un œil emmétrope est un œil dont la puissance réfractive totale et la longueur axiale sont en adéquation selon tous les méridiens ; ainsi l'image d'un objet situé à l'infini est focalisée sur la rétine sans que l'œil n'ait besoin d'accommoder.

L'emmétropie est indépendante de la taille du globe oculaire ; en effet le globe peut être un petit peu plus petit ou un petit peu plus grand et être emmétrope, car la puissance réfractive est proportionnelle à la longueur axiale.

Dans une population de sujets normaux entre 20 et 30 ans, on ne retrouve pas des sujets emmétropes, mais ayant une petite hypermétropie comprise entre 0 et 0,50 dioptries.

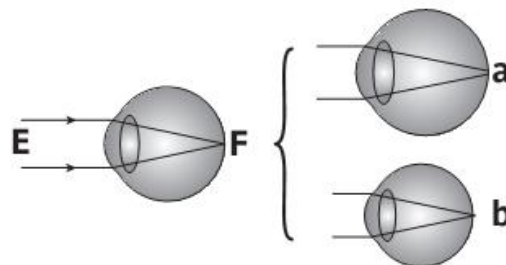


Figure : Œil emmétrope, dont la taille peut varier.

### - Aspects cliniques

Le punctum remotum (PR) de l'œil emmétrope se situe à l'infini, c'est le point le plus éloigné vu net en l'absence d'accommodation. Ainsi l'œil emmétrope voit net de loin sans aide optique ; il est donc gêné si l'on place devant lui une lentille, ne serait-ce que de 0,25 dioptries.

Un sujet emmétrope n'a pas toujours été emmétrope et ne le restera pas, puisqu'il n'est probablement pas né emmétrope et puisque le cristallin perd son élasticité ; c'est l'apparition de la presbytie vers 45 ans.

Le punctum proximum d'accommodation (PPA) de l'œil emmétrope se trouve à 10 cm vers l'âge de 10 ans. C'est le point le plus proche vu net en accommodant au maximum. Il augmente petit à petit et se situe alors à plus de 30 cm vers la quarantaine. Ainsi l'œil emmétrope a le plus grand parcours accommodatif.

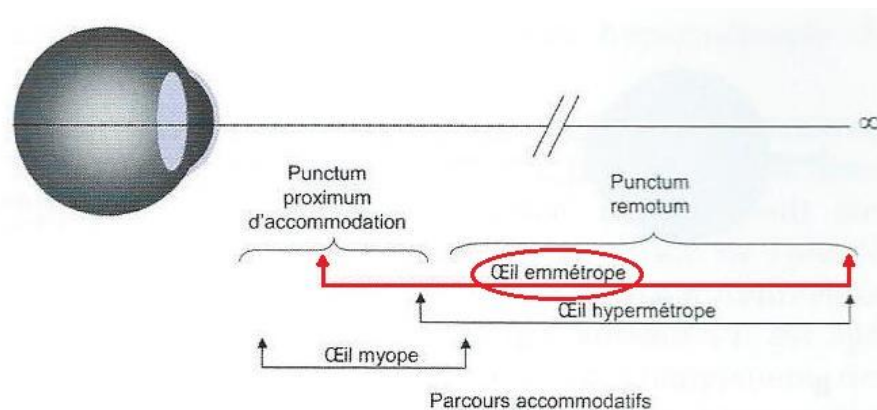


Figure : PPA, PR et parcours accommodatif de l'œil emmétrope.

### - Vision du sujet emmétrope

Avec deux yeux emmétropes, le sujet a une bonne vision sans difficultés à toute distance, jusqu'à ce qu'il devienne presbyte. Cependant la nuit, il décrit une légère myopie nocturne ; celle-ci est due à la mise en position de repos accommodatif de l'œil à l'obscurité, ou encore quand les objets visuels présentent peu de contraste. Cette position de repos accommodatif se situe entre l'état d'accommodation et l'état de désaccommodation, et équivaut à une myopie entre -1,50 et -2 dioptries environ.

Un déséquilibre entre la puissance réfractive de l'œil et sa longueur axiale représente une amétropie.

## 2. Œil hypermétrope

### - Définition

Un œil hypermétrope est un œil dont la puissance réfractive totale est trop faible par rapport à la longueur axiale, ou un œil trop court par rapport à la puissance réfractive ; ainsi l'image d'un objet situé à l'infini se forme en arrière de la rétine quand l'œil n'accommode pas pour compenser.

A cela peut s'ajouter un astigmatisme. En effet, l'œil est astigmatique lorsque la réfraction totale varie progressivement selon les méridiens, en allant d'une valeur minimale à une valeur maximale. Ces méridiens sont les axes de l'astigmatisme et sont perpendiculaires entre eux si l'astigmatisme est régulier.

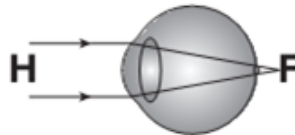


Figure : œil hypermétrope, focalisation en arrière de la rétine.

### - Différents types

Il existe différents types d'hypermétropie :

L'hypermétropie axiale représente l'hypermétropie la plus fréquente et elle est caractérisée par un œil trop court.

L'hypermétropie de puissance est définie par un œil pas assez puissant, donc pas assez convergent ; c'est le cas lorsque la cornée est trop plate ou chez l'aphake.

L'hypermétropie d'indice est retrouvée lorsqu'il y a une diminution de la puissance du cristallin par son aplatissement avec l'âge, c'est-à-dire une augmentation du volume.

### De plus :

On nomme hypermétropie totale la somme de l'hypermétropie manifeste et de l'hypermétropie latente, mais on peut aussi la décomposer en :

Une hypermétropie obligatoire est l'hypermétropie qui doit être corrigée pour que le sujet puisse avoir une vision maximale de loin. Cette part augmente avec l'âge et avec la diminution de la capacité de compensation accommodative.

Une hypermétropie manifeste est révélée par la réfraction subjective, l'hypermétropie maximale retrouvée cliniquement.

Une hypermétropie facultative est la différence entre l'hypermétropie manifeste et l'hypermétropie obligatoire ; c'est l'hypermétropie retrouvée, mais qu'on n'est pas forcé de corriger.

Une hypermétropie latente n'est pas décelée à l'examen de réfraction subjective, car elle est masquée par le tonus du muscle ciliaire. Mais on peut la calculer à partir de l'hypermétropie totale retrouvée à l'examen de la réfraction objective sous cycloplégique. Elle peut être présente chez l'enfant, l'adolescent et jusqu'à l'âge de 50 ans, en particulier dans les strabismes convergents.

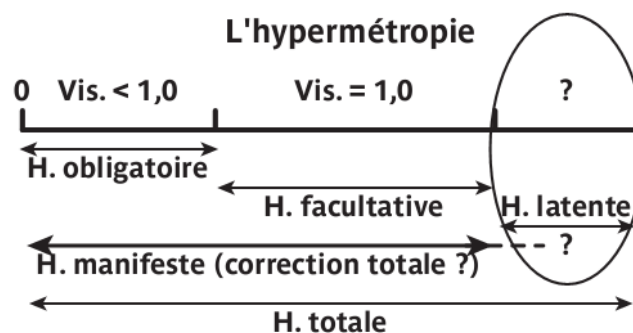


Figure : L'hypermétropie.

### - Aspects cliniques

Le punctum remotum de l'œil hypermétrope est au-delà de l'infini, c'est-à-dire qu'il se situe derrière le sujet, et le punctum proximum est plus éloigné de l'œil que normalement.

Le parcours accommodatif est par conséquent plus court que pour l'œil emmétrope d'un sujet du même âge.

Un œil hypermétrope a alors constamment besoin d'accommoder pour voir net, il accommode d'autant plus que l'objet est proche.



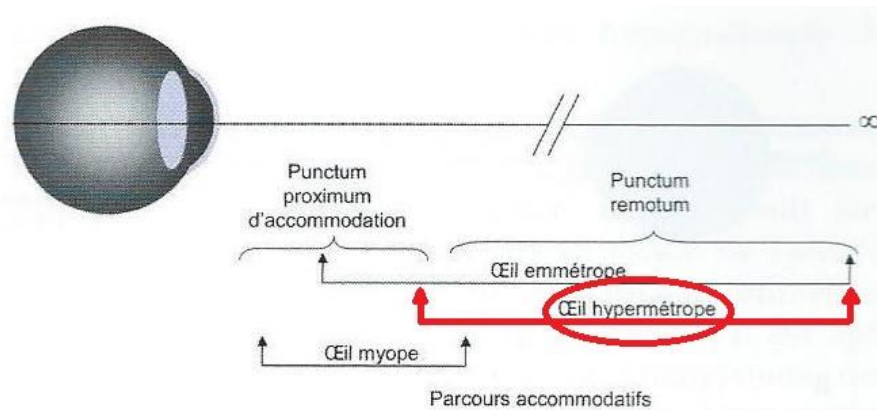


Figure : PPA, PR et parcours accommodatif de l'œil hypermétrope.

### La vision de l'œil hypermétrope :

Sans correction et sans hypermétropie obligatoire, l'œil hypermétrope voit donc net en vision de loin, car il réussit à corriger le défaut de réfraction en accommodant. En vision de près, l'effort accommodatif est encore plus important pour réussir à compenser cette hypermétropie. Ainsi cette accommodation permanente peut entraîner des spasmes accommodatifs et être la cause de troubles asthénopiques.

Avec la correction optique totale, l'œil est emmétropisé. La taille de l'image rétinienne est agrandie avec une correction par verres de lunettes. Plus la puissance du verre est forte et plus celui-ci est porté loin de l'œil, plus l'image est agrandie. La taille de l'image rétinienne n'est pas modifiée avec une correction par lentilles de contact.

Quand le sujet hypermétrope déplace son regard derrière ses lunettes, il voit l'environnement se déplacer en sens opposé ; il ne s'en rend pas compte car le déplacement apparent est compensé par le système visuel. Cependant, un sujet myope devenu brusquement hypermétrope en sera gêné, car ce déplacement apparent est l'inverse de celui auquel il était adapté, étant myope. Un sujet hypermétrope qui devient myope s'adaptera quant à lui sans difficulté.

Quand l'hypermétropie devient manifeste, c'est tout d'abord en vision de près. Corriger la vision de loin soulage la vision de près chez l'hypermétrope non presbyte.

### - Correction

Pour compenser l'hypermétropie, on utilise un verre convergent ou convexe, qui est donc mince au bord et plus épais au centre. Ce verre s'exprime en dioptries de puissance positive.

Plus la puissance du verre est importante et plus celui-ci est placé loin de l'œil, plus l'image rétinienne est augmentée. Les lentilles de contact ne la modifient pas.

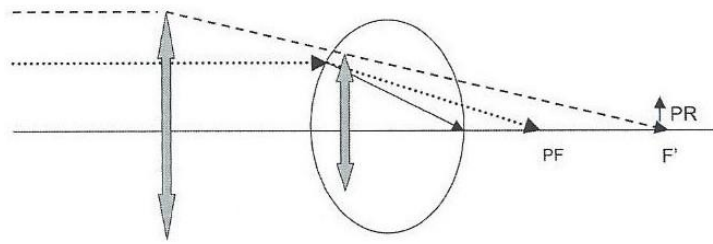


Figure : La correction de l'œil hypermétrope.

Un œil hypermétrope, même corrigé par un verre de lunettes, accomode davantage qu'un œil emmétrope pour fixer un objet rapproché. Cela s'explique par l'effet du verre qui rapproche l'image de l'objet et non l'objet lui-même ; l'œil voit ainsi à travers le verre de lunettes l'image de l'objet plus proche, ce qui est la cause d'une accommodation supplémentaire. Le verre correcteur situé devant l'œil hypermétrope représente une sorte de lunette de Galilée. Ce surplus d'accommodation prend de l'importance lorsque l'hypermétropie bilatérale est supérieure à 4 dioptries ou lorsqu'elle est unilatérale dans les anisométries.

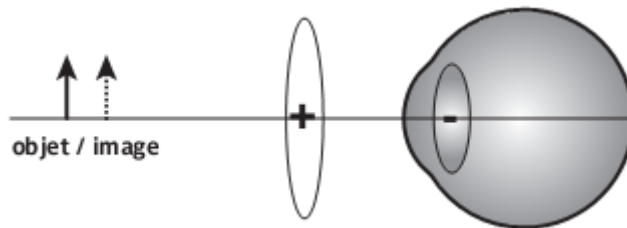


Figure : Rapprochement de l'image par le verre convexe.

Un effet prismatique circulaire, dont la base est au centre, est induit par le verre de lunettes. Le champ de vision est donc rétréci, ce qui n'est pas dérangeant pour les verres de faible ou moyenne puissance. Au contraire, des verres de fortes puissances provoquent un scotome circulaire gênant, entre le champ de vision vu net et agrandi à travers le verre, et le champ de vision périphérique vu flou sans agrandissement au-delà du verre.

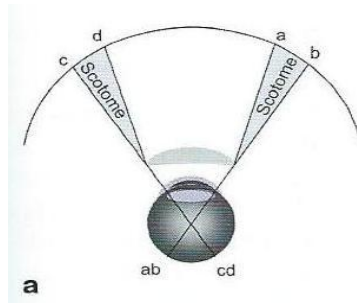


Figure : Scotome circulaire provoqué par le verre convexe.

### Le port de la correction optique :

Chez le nourrisson ou jeune enfant, la correction optique totale est de mise. Elle est nécessaire chez le nourrisson ou très jeune enfant chez qui est découverte une hypermétropie moyenne ou forte, chez l'enfant âgé de 6 à 9 ans présentant une pseudo-myopie scolaire, ou quand le sujet présente un déséquilibre binoculaire, tropie ou phorie. En cas de strabisme convergent, la correction optique de l'hypermétropie doit aussi être totale, ainsi que chez un enfant non strabique mais avec des antécédents familiaux de strabisme convergent, car il y a un risque de survenue de strabisme à prendre en considération. En cas d'exotropie, une légère sous-correction peut aider le sujet hypermétrope à converger et donc à réduire son angle. La correction optique totale est définie à partir d'une réfraction faite sous cycloplégie. Il est important de la prescrire le plus tôt possible. Chez le nourrisson et le très jeune enfant, l'adaptation se fait alors très facilement, car ils ressentent le bénéfice visuel que leur apporte l'équilibre accommodatif.

En revanche, chez l'adulte ainsi que l'enfant plus âgé la correction optique totale de l'hypermétropie n'est pas supportée. En effet, ces sujets ont eu l'habitude de suraccommoder pour compenser leur hypermétropie ; ils ne parviennent donc pas à relâcher leur accommodation et sont gênés par la correction optique totale. Elle est donc corrigée lorsque le sujet n'a pas une acuité visuelle maximale de loin sans correction, lorsqu'il présente donc une hypermétropie obligatoire, et/ou lorsqu'il ne compense plus son hypermétropie en vision de près. Elle est corrigée également lorsque le sujet possède des signes fonctionnels, fatigue visuelle, douleurs oculaires, orbitaires, périorbitaires et/ou frontales, rougeurs oculaires. La correction optique de l'hypermétropie doit être maximale ; on prescrit la lentille la plus convexe possible permettant la vision maximale de loin. Une hypermétropie encore plus forte peut être révélée du fait du relâchement de l'accommodation par le port de la correction optique maximale de l'hypermétropie.

Dans chacun de ces cas, la correction prescrite doit être portée en permanence afin de relâcher au mieux l'accommodation.

Il est nécessaire de corriger également l'aphakie. Cependant quand l'aphakie est unilatérale, la correction par un verre engendre une anisétropie à cause de l'augmentation de la taille de l'image rétinienne. Lorsqu'elle est bilatérale, elle peut être difficile chez le sujet âgé. En effet, celui-ci peut présenter des difficultés d'adaptation au changement des valeurs spatiales ; les objets semblent agrandis de 30 % et le champ de vision est plus petit, et le scotome circulaire peut être gênant.

### - L'évolution de l'hypermétropie

L'hypermétropie présente chez le nourrisson tend à baisser pendant les premières années de vie, pour atteindre l'emmétropie vers 6 à 10 ans. Lorsque l'hypermétropie est moyenne ou forte, on observe le plus souvent une persistance de celle-ci, et plus ou moins une diminution après 10 ans. (Cf processus d'emmétropisation)

L'hypermétropie est minimale vers 15 ans et jusqu'à 35 ans. Cependant, à partir de 35-40 ans, plusieurs effets s'ajoutent.

Tout d'abord, l'hypermétropie augmente progressivement à cause de la diminution de la puissance réfractive du cristallin. Celle-ci s'explique par l'homogénéisation optique et la diminution des courbures antérieure et postérieure du cristallin, en raison de sa croissance.

Puis le sujet hypermétrope ne réussit plus à fournir l'effort accommodatif nécessaire à la compensation, son punctum proximum étant plus éloigné et s'éloignant toujours davantage. Ainsi il est forcé de porter, pour la vision de près au moins, la correction de son hypermétropie uniquement, avant la presbytie.

Mais la presbytie n'apparaît que vers 45 ans, comme tout sujet.

### - **Hypermétropie pathologique : HM forte et HM organique** [11]

#### **Hypermétropie forte :**

Une hypermétropie forte est une hypermétropie de plus de 6 dioptries ; elle est moins fréquente que la myopie forte. L'hypermétropie située entre +6 et +10 dioptries est

d'observation relativement courante, mais celle qui est supérieure à +10 dioptries et qui peut aller jusqu'à +20 dioptries est beaucoup plus exceptionnelle.

- Aspects cliniques :

Un œil hypermétrope fort est de dimensions plus ou moins réduites selon le degré de l'hypermétropie. La microphthalmie est un globe dont la longueur axiale est inférieure à 20 mm, cela peut être une microphthalmie postérieure si elle porte uniquement sur le segment postérieur de l'œil. Elle peut être isolée, mais est souvent associée à d'autres anomalies oculaires, comme un colobome, une cornea plana, une cataracte congénitale, une malformation vitréo-rétinienne, et également à des malformations générales. Elle peut être associée à un glaucome, dû à la faible profondeur de la chambre antérieure. Le fond d'œil peut montrer une pseudopapillite hypermétropique, des tortuosités vasculaires inhabituelles, et des reflets rétiniens moirés.

- La vision de l'hypermétrope fort :

Le sujet hypermétrope fort bilatéral non corrigé est gêné par une vision trouble et des céphalées. Il réussit à compenser son hypermétropie jusqu'au seuil de l'hypermétropie obligatoire. La gêne est plus importante en vision de près. Le sujet peut parfois diminuer la distance de lecture pour compenser le flou par le grandissement de l'image rétinienne.

L'enfant ou le jeune adulte réussit parfois à compenser l'hypermétropie ; mais la compensation peut brusquement lâcher et simuler une baisse brutale de l'acuité visuelle.

L'hypermétropie forte bilatérale est un des éléments qui peuvent déclencher un strabisme convergent, avec ou sans amblyopie. Le strabisme est plus rarement divergent, lorsque le sujet a cessé d'accommoder.

L'hypermétropie forte unilatérale présente un risque majeur d'amblyopie fonctionnelle unilatérale et de strabisme. Lorsqu'il n'y a pas de strabisme manifeste, elle peut passer inaperçue.

Un sujet hypermétrope fort sous corrigé est capable de compenser l'hypermétropie facultative grâce à un effort accommodatif important et permanent jusqu'à tard, et il peut lui être ensuite impossible de relâcher cette accommodation. Cependant lorsque son pouvoir accommodatif

devient insuffisant pour cette compensation et pour l'accommodation en vision de près, il nécessite le port d'une addition pour la vision de près bien avant l'âge de la presbytie. Son accommodation-désaccommodation est comme figée, puisqu'il est incapable de désaccommoder en vision de loin et d'accommoder en vision de près.

La skiascopie révèle une hypermétropie supérieure à la correction portée. Cependant s'il la supporte en vision de près, il reste très gêné en vision de loin. La meilleure prescription est donc la correction maximale acceptée de loin avec l'addition minimale nécessaire pour la vision de près. Ce tableau clinique est appelé « rigidité accommodative ». Elle représente la situation extrême du spasme accommodatif.

- Port de la correction optique :

L'hypermétropie forte nécessite le port de la correction optique totale dès le plus jeune âge. Il améliore nettement le confort visuel et supprime la gêne et les troubles associés à l'hypermétropie forte. L'examen sous cycloplégique répété permet d'obtenir le relâchement aussi complet que possible de l'hypermétropie latente restante.

Elle peut être corrigée par lunettes ou lentilles de contact. Toutefois l'effet prismatique des verres restreint le champ de vision et provoque un scotome circulaire gênant lors des déplacements du sujet.

- Evolution :

L'hypermétropie forte n'a pas tendance à diminuer au cours de la croissance, de l'adolescence notamment.

**Le cas de la nanophthalmie : [11]**

C'est une pathologie congénitale très rare, bilatérale. Elle est caractérisée par un œil de très petite taille, ayant une longueur axiale réduite (de 14 à 17 mm), une microcornée, une chambre antérieure étroite, et engendrant donc une très forte hypermétropie. De plus, le rapport volume cristallin/œil est élevé ; il est quatre à huit fois plus grand que chez le sujet normal, car le cristallin est de taille normale mais disproportionné par rapport à la taille très

réduite de l'œil ; on retrouve également une sclère épaissie. La maladie évolue alors inexorablement vers un glaucome par fermeture de l'angle dont l'évolution est favorable à condition d'être correctement traité. Cette pathologie est cécitante par ses complications.

La nanophthalmie peut être traitée par chirurgie (iridotomie, iridoplastie, chirurgie filtrante de glaucome et extraction du cristallin), mais il existe des risques de complications, à cause de la diminution de la perméabilité sclérale : un glaucome malin, une effusion uvéale, un décollement de rétine non rhégmato-gène et une hémorragie expulsive. Une sclérectomie doit être envisagée avant toute intervention intraoculaire, afin de prévenir ces complications.

### **Hypermétropie organique :**

Une hypermétropie peut apparaître dans des conditions pathologiques. Séparément de la réfraction de l'œil, l'apparition d'une hypermétropie signale un épaississement, qui peut être œdémateux ou autre, ou un soulèvement maculaire, ou encore une compression du pôle postérieur de l'œil (1 dioptrie d'hypermétropie équivaut à un raccourcissement de la longueur axiale de 0,35 à 0,4 mm). On retrouve des chorio-rétinites séreuses centrales (CRSC) dans des cas d'hypermétropisations.

Pour un œil aphake, l'hypermétropie est d'environ 22 dioptries ; cela correspond à 12-13 dioptries en correction par lunettes, pour une longueur axiale moyenne. En effet, dans ce cas la puissance réfractive totale est uniquement celle de la cornée, c'est-à-dire deux tiers de la puissance réfractive totale d'un œil phake, puisque le cristallin est absent. De plus il n'y a pas d'accommodation possible.

# 3<sup>ème</sup> partie : Accommodation [5] [7] [12] [13] [14]

---

## - Définition de l'accommodation

L'accommodation est le mécanisme permettant la mise au point d'un objet lorsqu'il se rapproche de l'œil ; elle désigne donc la capacité des yeux d'augmenter de façon synchrone leur pouvoir dioptrique, afin de donner l'image la plus nette possible d'un objet situé en avant du punctum remotum. Ainsi cela assure la netteté permanente de l'image rétinienne, quelle que soit la distance de l'objet fixé, ce qui est rendu possible entre le punctum remotum et le punctum proximum. Elle se mesure en dioptries.

La fixation d'un objet rapproché déclenche en réalité trois actions motrices : une augmentation du pouvoir dioptrique du cristallin, l'accommodation ; une contraction pupillaire, le myosis ; ainsi qu'un mouvement de vergence, la convergence. A l'inverse, la fixation d'un objet éloigné entraîne une désaccommodation, un relâchement de la contraction pupillaire et un mouvement de divergence. C'est la syncinésie ou la triade de la vision de près.

## 1. Mécanisme [15]

### - Rappel anatomique : le cristallin

Le cristallin est composé de deux faces : la face antérieure en rapport avec la chambre postérieure et l'humeur aqueuse, et la face postérieure en rapport avec le vitré. Il provient de l'ectoderme ; il est composé de protéines solubles organisées autour d'un noyau puis d'un cortex, entouré d'une capsule élastique plus épaisse en avant ; l'épithélium cristallinien est présent uniquement sur sa face antérieure. Les fibres cristalliniennes qui le composent peuvent glisser les unes sur les autres. Il s'agit d'une structure déformable sphérique. Son volume augmente durant toute la vie. Le cristallin est avasculaire, nourri par l'humeur aqueuse et non innervé, ce qui assure sa transparence. Il est maintenu en position par les fibres zonulaires qui le relient au corps ciliaire. Elles s'insèrent sur les deux faces du cristallin et entre les procès ciliaires jusqu'au niveau de la pars plana. Le muscle ciliaire est responsable de l'accommodation et de la désaccommodation. Il est formé de deux sortes de fibres



musculaires lisses disposées en V : les fibres longitudinales, externes, forment un V à angle aigu, et les fibres circulaires, internes, forment un V à angle obtus.

#### - **Les mécanismes de l'accommodation et de la désaccommodation**

L'accommodation pourrait être engendrée par plusieurs mécanismes. En optique, soit une augmentation de la puissance dioptrique de l'œil, soit une modification de la position des éléments constituant le système optique de l'œil permettraient de réduire la distance focale afin de focaliser l'image d'un objet rapproché sur la rétine. L'augmentation de la puissance dioptrique de l'œil est possible par l'augmentation de la courbure cornéenne, ou par l'augmentation des courbures et de l'indice de réfraction du cristallin. La modification des distances peut se faire par l'allongement de la longueur axiale et/ou par le déplacement du cristallin vers l'avant. Souvent plusieurs mécanismes fonctionnent ensemble afin de produire l'accommodation. En réalité, elle est principalement due au changement de la courbure antérieure et de l'indice de réfraction du cristallin ; il y a également un léger déplacement du cristallin vers l'avant et une très faible augmentation de la longueur axiale de l'œil dont les rôles ne sont cependant qu'accessoire. L'accommodation et la désaccommodation sont régies par l'action du muscle ciliaire.

#### - **L'action du muscle ciliaire**

Au repos, à l'état désaccommodé, le muscle ciliaire est relâché ; il maintient les fibres radiales de la zonule cristallinienne sous tension. Celles-ci exercent alors une traction centrifuge sur l'équateur et la périphérie de la capsule du cristallin ; elles aplatissent ainsi les courbures de celui-ci, principalement la courbure antérieure.

Lors de l'effort d'accommodation, lorsqu'à l'inverse le muscle ciliaire se contracte, le diamètre du cercle musculaire zonulaire diminue, relâchant la tension sur les fibres de la zonule ; le cristallin n'étant plus soumis à leur traction, peut alors, grâce à son élasticité et en particulier à celle de sa capsule, prendre une forme plus sphérique ; il augmente principalement le rayon de courbure de sa face antérieure.

Certains auteurs attribuent l'accommodation à la contraction des fibres circulaires du muscle ciliaire, faisceaux de Rouget-Müller, qui jouent le rôle de sphincter, refoulant la zonule vers le centre et permettant au cristallin d'augmenter sa convexité par son élasticité. Les fibres

radiaires du muscle de Brucke, à l'inverse, tendent la zonule et par conséquent tendent le cristallin. Mais cette théorie est discutée.

Au repos, le rayon de courbure antérieur du cristallin est de 10 mm et le rayon de courbure postérieur du cristallin de 6 mm ; à l'état d'accommodation maximale, ils passent respectivement à 6 mm et 5,5 mm.

L'accommodation comprend une part d'accommodation externe et une part d'accommodation interne.

#### - **Accommodation externe**

Lors de l'accommodation, le cristallin subit des changements de forme et accessoirement de position, cela représente l'accommodation externe. Celle-ci constitue les 2/3 de l'accommodation totale. La contraction du corps ciliaire engendre une augmentation de la courbure antérieure du cristallin ; accessoirement, la pression que l'iris en myosis exerce sur le cristallin accentue encore sa courbure antérieure. Dans une moindre mesure, l'augmentation inégale des courbures, plus importante pour la courbure antérieure, déplace le centre optique du cristallin vers l'avant, ce qui intensifie l'effet optique de celui-ci. De plus, en se contractant, le corps ciliaire dont le point fixe est l'éperon scléral, se déplace légèrement vers l'avant. Le cristallin est entraîné avec lui vers l'avant, augmentant encore son effet optique. Secondairement, à cause du relâchement de la zonule, le cristallin subit l'effet de la pesanteur et se déplace très légèrement vers le bas, mais sans que cela ait une répercussion optique.

#### - **Accommodation interne**

L'accommodation interne représente environ 1/3 de l'accommodation totale et traduit des modifications internes du cristallin lors de l'accommodation. La puissance réfractive du cristallin est également augmentée par la modification de son indice global de réfraction. Cette augmentation de l'indice de réfraction est due au glissement centripète des fibres cristalliniennes, principalement celles du cortex antérieur, plus réfringentes. Ainsi l'équateur du cristallin se trouve dans une position plus antérieure que celui de son noyau. L'augmentation de l'indice de réfraction s'ajoute à l'effet, déjà mentionné, de la translation antérieure du centre optique du cristallin, due à l'allongement vers l'avant de son diamètre antéro-postérieur.

- **Désaccommodation**

La désaccommodation correspond anatomiquement aux phénomènes inverses. Elle se fait par le relâchement du muscle ciliaire, le recul de celui-ci sous l'effet de la tension élastique de son attache postérieure, la membrane élastique, la mise sous tension des fibres zonulaires, l'aplatissement et le recul du cristallin ainsi que le glissement vers la périphérie des fibres cristalliniennes. Le pouvoir dioptrique du cristallin en est alors diminué.

- **La neurophysiologie de l'accommodation**

L'accommodation est à la fois un mécanisme rapide (latence : 400 ms), mais pouvant se maintenir de façon prolongée.

L'effecteur de l'accommodation/désaccommodation est le muscle ciliaire, un muscle lisse dont les fibres sont très riches en mitochondries. Il contient des fibres longitudinales qui sont phasiques et se contractent de façon rapide, ce qui provoque des modifications brusques de la tension sur le cristallin, ainsi que des fibres circulaires toniques qui se contractent plus lentement mais maintiennent une tension permanente des fibres zonulaires.

Son innervation est particulièrement dense. Elle est assurée par le système nerveux autonome, c'est donc un mécanisme réflexe. Le muscle ciliaire est innervé d'une part par le parasympathique. Provenant du noyau d'Edinger-Westphal, il fait relais dans le ganglion ciliaire et atteint le globe oculaire par les nerfs ciliaires courts. Il provoque alors la contraction du muscle ciliaire. Celui-ci reçoit 30 fois plus de fibres que l'iris qui est, lui aussi, innervé par le système nerveux autonome. D'autre part, il est innervé par le sympathique, par des fibres faisant relais dans le ganglion cervical supérieur, et provoquant son relâchement.

L'accommodation est assurée par le parasympathique et la désaccommodation par le sympathique. Celle-ci est un processus actif, sans quoi elle aurait une inertie qui gênerait le passage d'une fixation rapprochée à une fixation éloignée.

Les parasympathomimétiques provoquent une contraction du muscle ciliaire et du sphincter de l'iris ; les parasympatholytiques (Atropine®, cyclopentolate comme le Skiacol®...) inhibent le muscle ciliaire et le sphincter de l'iris.

L'accommodation et la désaccommodation sont des réflexes optico-moteurs automatiques permanents consensuels, passant par les centres effecteurs et de régulation. Ils sont indissociables, dans les conditions normales, de la perception visuelle. L'accommodation est déclenchée par le flou de l'image rétinienne dans une zone de 30' autour de la fovéola.

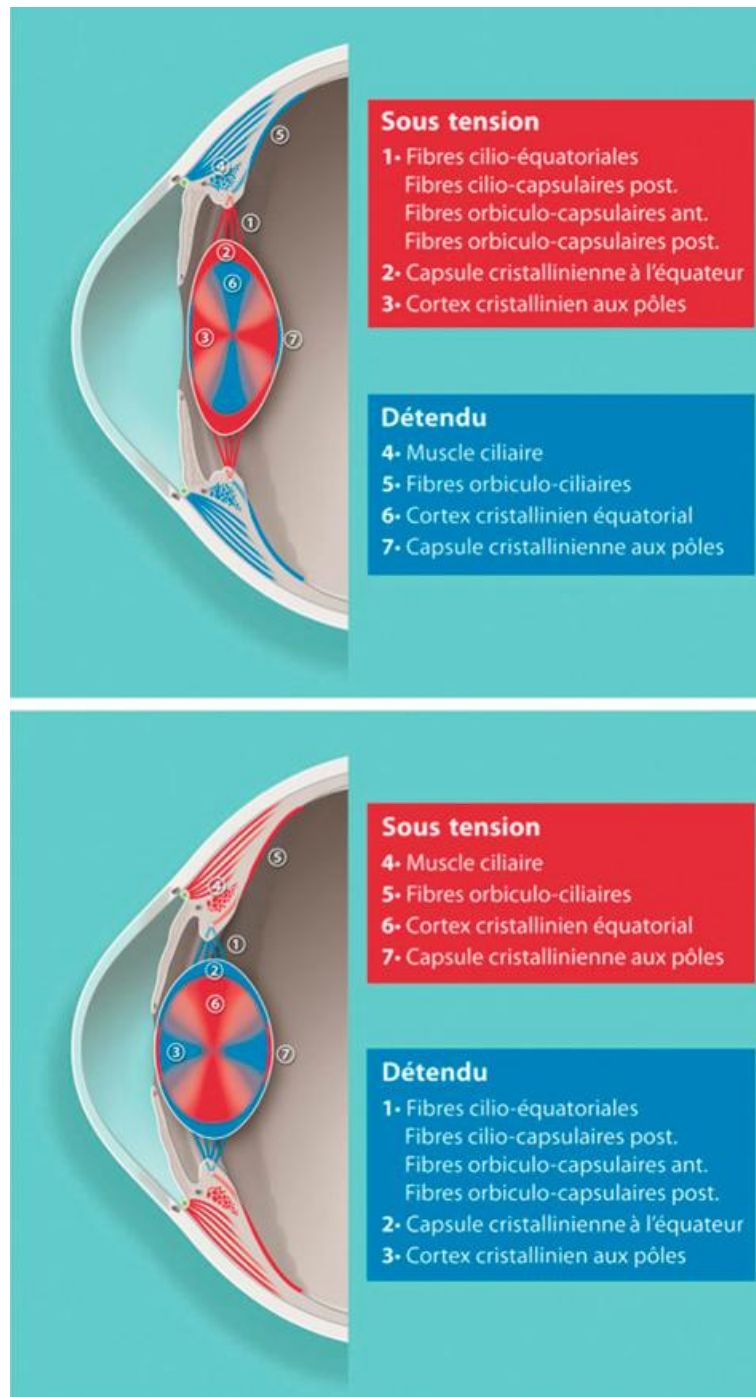


Figure : Représentation anatomique de la désaccommodation (schéma du haut) et de l'accommodation (schéma du bas).

## 2. Pouvoir accommodatif [16]

### - Quelques définitions

Le punctum proximum d'accommodation (PPA) est le point le plus proche vu net en accommodant au maximum ; il se situe environ à 30 cm. S'il est supérieur à 33 cm, on parle de presbytie. Sa recherche se fait en rapprochant d'un sujet un test de vision de près. Il se définit par le point le plus rapproché où le test est vu net.

Le punctum remotum (PR) est le point le plus éloigné vu net alors que l'accommodation est nulle. Pour un œil emmétrope, il se situe à l'infini. Pour un œil myope, il se situe entre l'œil et l'infini, il est d'autant plus proche que la myopie est forte. Pour un œil hypermétrope, il est virtuel et est placé en arrière de l'œil ; en effet l'hypermétrope accommode en permanence pour voir net.

### Le parcours accommodatif :

La distance entre le punctum remotum et le punctum proximum représente le parcours accommodatif et est exprimé en mètres. L'inverse de cette valeur représente le pouvoir accommodatif ou l'amplitude d'accommodation.

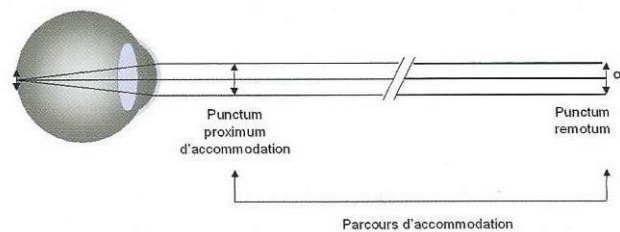


Figure : PPA, PR et parcours d'accommodation en cas d'emmétropie.

Le pouvoir accommodatif, ou l'amplitude d'accommodation, correspond à la différence entre l'accommodation maximale et l'accommodation minimale. Il s'exprime en dioptries et se mesure par la détermination du punctum proximum d'accommodation en vision monoculaire et, en cas d'amétropie, avec le port de la correction optique totale.

### - Le pouvoir d'accommodation et sa latence

Les capacités d'accommodation se mettent en place dans les trois premiers mois ; l'enfant âgé de 1 mois ½ à 3 mois accommode déjà. Son accommodation est assez précise pour la vision

de près, elle se développera progressivement pour des distances plus éloignées, en parallèle avec le développement de l'enfant dans son environnement.

Le pouvoir d'accommodation est maximal et diminue progressivement tout au long de la vie, passant progressivement de 18,5 dioptries à l'âge d'un an, à 14 dioptries à l'âge de 15 ans, à 2-3 dioptries vers 40 ans, à moins de 1 dioptrie après 60 ans. Cette diminution progressive est principalement due au durcissement du cristallin. Il ne s'annule pas tout à fait grâce aux mécanismes annexes (binocularité, myosis, déplacement antérieur du cristallin). Autrement dit, le punctum proximum s'éloigne de l'œil selon une progression qui s'accélère légèrement entre 35 et 50 ans.

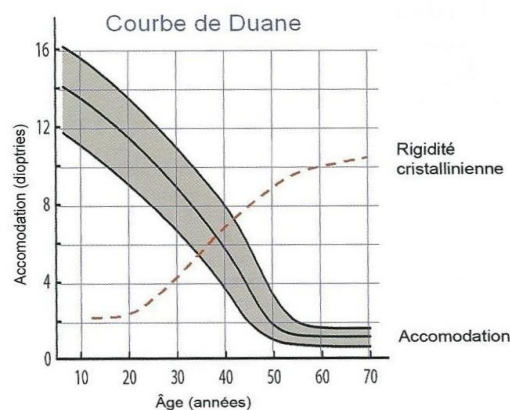


Figure : Courbe d'accommodation selon l'âge d'après Duane.

### La presbytie :

Lorsque cette perte d'accommodation devient symptomatique aux environs de 45 ans, c'est l'apparition de la presbytie ; généralement quand le pouvoir accommodatif devient inférieur à 3 dioptries ; le punctum proximum d'accommodation, ou la distance normale de lecture, est alors supérieur à 33 cm.

La presbytie signifie étymologiquement que l'œil, tout comme le sujet, est « vieux » ; entrent alors en jeu le vieillissement du cristallin, et accessoirement de la zonule et du corps ciliaire. Le cristallin perd son élasticité, ce qui réduit l'amplitude des variations de sa courbure antérieure et de son indice de réfraction. La diminution de l'indice de réfraction et l'homogénéisation optique du cristallin sont dues à l'augmentation relative des protéines cristalliniennes hydrosolubles avec l'âge. La traction des fibres de la zonule et le corps ciliaire ont une incidence moins favorable sur le cristallin du fait de sa croissance et de sa perte d'élasticité ainsi que du vieillissement du muscle ciliaire.

La mesure et le temps de latence de l'accommodation :

Pour un sujet emmétrope ou emmétropisé, la vision nette d'un objet situé à 1 mètre nécessite une accommodation de 1 dioptrie ; si l'objet est approché à 50 cm, l'accommodation doit être de 2 dioptries ; et à 33 cm, l'accommodation requise est de 3 dioptries. La quantité d'accommodation requise en dioptries est mesurée par la formule :  $A = 1 / D$  ; D représentant la distance œil/objet en mètres.

|   | À 33 cm           | À 50 cm           | À 1 mètre         |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Sujet emmétrope</b>                            | 3 $\delta$        | 2 $\delta$        | 1 $\delta$        |
| <b>Sujet myope de 1<math>\delta</math></b>        | -1+3 = 2 $\delta$ | -1+2 = 1 $\delta$ | -1+1 = 0 $\delta$ |
| <b>Sujet hypermétrope de 2<math>\delta</math></b> | 2+3 = 5 $\delta$  | 2+2 = 4 $\delta$  | 2+1 = 3 $\delta$  |

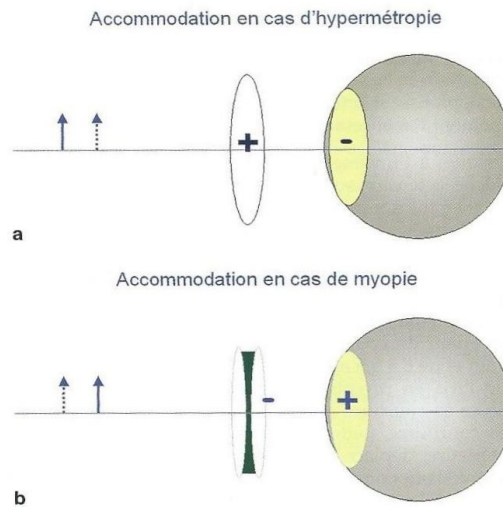
*Figure : Accommodation nécessaire en fonction de la distance et de l'amétropie.*

L'accommodation est un mécanisme précis et rapide ; en effet sa vitesse atteint dès l'enfance 4,6 dioptries/seconde et elle peut être maintenue de façon prolongée. Son temps de latence est très court, de l'ordre de 0,4 s. L'accommodation se fait avec une très grande précision dans les conditions optimales de luminosité et de contraste. Mais sa précision diminue et le temps de latence augmente lorsque la luminosité ambiante et le contraste lumineux diminuent. A l'extrême, l'ajustement accommodatif devient incertain et peut nécessiter plus de 10 secondes. On parle alors de presbytie nocturne.

#### - **Effort accommodatif**

L'effort accommodatif effectué se distingue du gain accommodatif obtenu ; même si leurs valeurs sont très proches, l'écart augmente avec l'importance de l'amétropie. L'effort accommodatif nécessaire pour fixer un objet dépend de la distance de cet objet et de la valeur de l'amétropie, lorsque celle-ci est corrigée par des verres de lunettes ; la variation est significative en cas d'amétropie marquée. En effet le système optique, constitué par un œil hypermétrope et la correction de l'hypermétropie par une lentille placée à distance devant l'œil, représente une lunette de Galilée. Celle-ci rapproche l'image de l'objet fixé ; de ce fait l'œil hypermétrope devra accommoder un peu plus que l'œil emmétrope. Inversement la correction de la myopie par un verre de lunettes, constitue une lunette de Galilée inversée qui éloigne l'image de l'objet fixé. De ce fait, l'œil myope devra accommoder un peu moins que l'œil emmétrope. La différence est négligeable pour les amétropies faibles ou modérées, surtout en cas d'anisométrie. En revanche, il faut en tenir compte en cas d'amétropie forte,

surtout si elle est unilatérale, pour la prescription de l'addition pour le près. Cette différence n'apparaît pas si l'amétropie est corrigée par des lentilles de contact.



*Figure : L'œil hypermétrope doit faire un effort accommodatif accru et l'œil myope un effort moindre pour une même distance de fixation en vision de près, puisque l'image est respectivement plus proche (a) et plus éloignée (b).*

L'effort accommodatif peut être maintenu de façon prolongée aux deux tiers de sa capacité maximale.

#### - Repos ou tonus accommodatif

La fixation d'un fond uniforme (effet de Ganzfeld) ou la fixation dans le noir met les yeux en position de repos accommodatif. Toutefois celui-ci ne correspond pas à l'état de désaccommodation totale (c'est-à-dire de relâchement maximum du corps ciliaire), mais à un tonus accommodatif intermédiaire de 1 à 1,5 dioptrie, équivalent par conséquent à un « foyer à l'obscur » myopique ou myopie nocturne de -1 à -1,5 dioptrie. L'état de repos accommodatif équivaut donc à un certain équilibre entre le système sympathique et parasympathique, et au tonus accommodatif correspondant. Cet état représente un effort minimum, c'est-à-dire une dépense énergétique minimale.

L'état de repos accommodatif varie en fonction de l'effort accommodatif ou désaccommodatif que le sujet vient d'effectuer du fait d'un phénomène d'hystérèse.



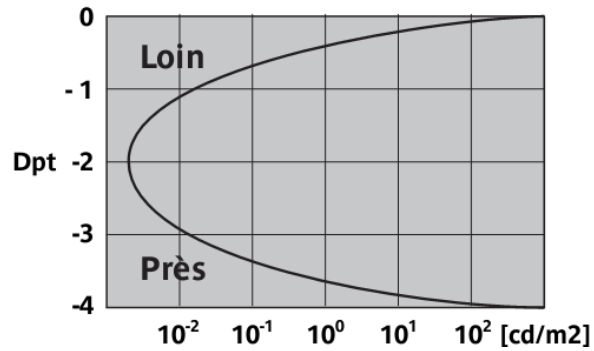


Figure : L'accommodation et la désaccommodation en fonction de la luminosité, position de repos accommodatif = -1 à -1,5 dioptrie.

#### - Hystérèse accommodative

Après le maintien prolongé d'un niveau d'accommodation donné, il persiste une variation résiduelle correspondante du tonus accommodatif.

Chez le sujet emmétrope, après une fixation de 8 minutes, de loin, on observe une hypermétropisation de la position de repos, c'est-à-dire du foyer à l'obscur myopique vu précédemment. De près, on observe en revanche une myopisation de la position de repos. Ainsi, en vision de loin, le sujet est moins myope et en vision de près, il est plus myope.

Le retour à la position de départ se fait progressivement : en 72 minutes après la fixation au loin, mais bien plus lentement en 10h30 seulement après la fixation de près.

Cette persistance résiduelle très prolongée d'un tonus accommodatif accru après une fixation de près, autrement dit cette hystérèse, révèle la forme la plus simple de l'hypermétropie latente.

Le tonus accommodatif varie également sous l'effet de certaines substances pharmacomimétiques. L'instillation d'une goutte de timolol (bêtabloquant) provoque une myopisation de -0,85 dioptrie ; à l'inverse, celle d'une goutte de tropicamide (parasympatholytique) provoque une hypermétropisation de +1,24 dioptrie. Les myotiques cholinergiques et anticholinestérasiques provoquent des spasmes d'accommodation jusque vers la cinquantaine. Les variations interindividuelles du tonus accommodatif relèvent surtout de l'action du parasympathique. Des mesures échographiques ont montré que l'amplitude accommodative est à peine diminuée sous l'effet de la phényléphrine, qu'elle n'est que

partiellement diminuée sous l'effet du tropicamide (Mydriaticum®) ; l'accommodation est en revanche quasi totalement abolie sous cyclopentolate (Skiacol®).

### 3. *Syncinésie de la vision de près* [17] [18]

L'effort de focalisation d'un objet en vision de près déclenche une cascade de réflexes syncinétiques, provoquant simultanément une accommodation des deux yeux, une convergence des axes oculaires et un rétrécissement des diamètres des pupilles. Cette syncinésie est dénommée « triade accommodative » ou « syncinésie de la vision de près ». Elle permet de maintenir nette l'image d'un objet se rapprochant : la convergence oriente les deux axes visuels, la déformation cristallinienne focalise l'image sur la rétine et le myosis augmente la profondeur de champ.

#### - **La convergence**

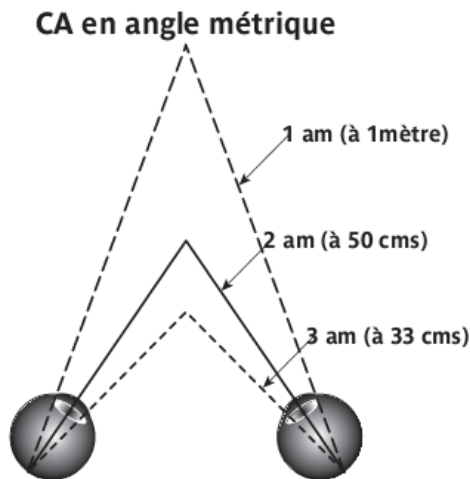
Elle se mesure en angle métrique, en dioptrie ou en degré, et correspond au rapprochement des axes visuels. Elle est nécessaire lors de la fixation d'un objet rapproché, afin de permettre une vision binoculaire simple. L'angle de convergence dépend de la distance de l'objet fixé et de l'écart interpupillaire. Le punctum proximum de convergence est la distance mesurée lors de l'effort de convergence maximale.

Plusieurs mécanismes de convergence interviennent ensemble :

La convergence volontaire permet de converger à la demande, elle peut se développer par des exercices.

La convergence proximale est inconsciente et déclenchée par le rapprochement d'un objet fixé, et donc par la perception égocentrique de la distance.

La convergence accommodative est couplée à l'effort accommodatif, déclenchée par une incitation accommodative. La relation entre l'accommodation et la convergence peut se démontrer par l'interposition d'une lentille de -3 dioptries devant un œil d'un sujet orthoporique emmétrope (ou emmétropisé), l'autre œil étant caché. Il fixe un objet à distance, l'accommodation requise pour continuer à voir l'objet net va déclencher une convergence de l'œil oclus. Ce même phénomène se produit s'il fixe (toujours en monoculaire) un objet rapproché.



*Figure : convergence accommodative en angle métrique*

La convergence tonique est le tonus de base de la convergence qui permet de maintenir le parallélisme des deux yeux. Elle disparaît pendant le sommeil et sous anesthésie générale.

La convergence fusionnelle est un phénomène réflexe déclenché par la diplopie hors de l'horoptère.

#### - Neurophysiologie

Le support neurologique de cette syncinésie provient des fibres parasympathiques du noyau d'Edinger-Westphal. Une partie des fibres est destinée, via le ganglion ciliaire et les nerfs ciliaires courts, au muscle sphincter de l'iris qui permet le myosis et au muscle ciliaire qui permet l'accommodation. Une autre partie interagit avec les motoneurones des muscles oculomoteurs, permettant la convergence par la contraction des deux muscles droits médiaux. Cette réaction est neurologiquement couplée, c'est-à-dire que la stimulation accommodative ou vergentielle monoculaire provoque une réponse des deux yeux.

#### - Déclenchement

L'accommodation/désaccommodation est déclenchée par des stimuli visuels, principalement par le flou des images rétinienne, mais aussi par les aberrations sphériques et chromatiques. Mais elle est également déclenchée par la disparité des images rétinienne par le biais du mouvement de vergence. La sensation de proximité provoque à la fois une accommodation et un mouvement de convergence.

À l'inverse, le mouvement de vergence fusionnelle est provoqué par la disparité des images rétiniennes ; mais il l'est aussi à partir du flou des images rétiniennes, par le biais de l'accommodation (la convergence accommodative) et de la sensation de proximité (la convergence proximale).

- Un système en boucle fermée

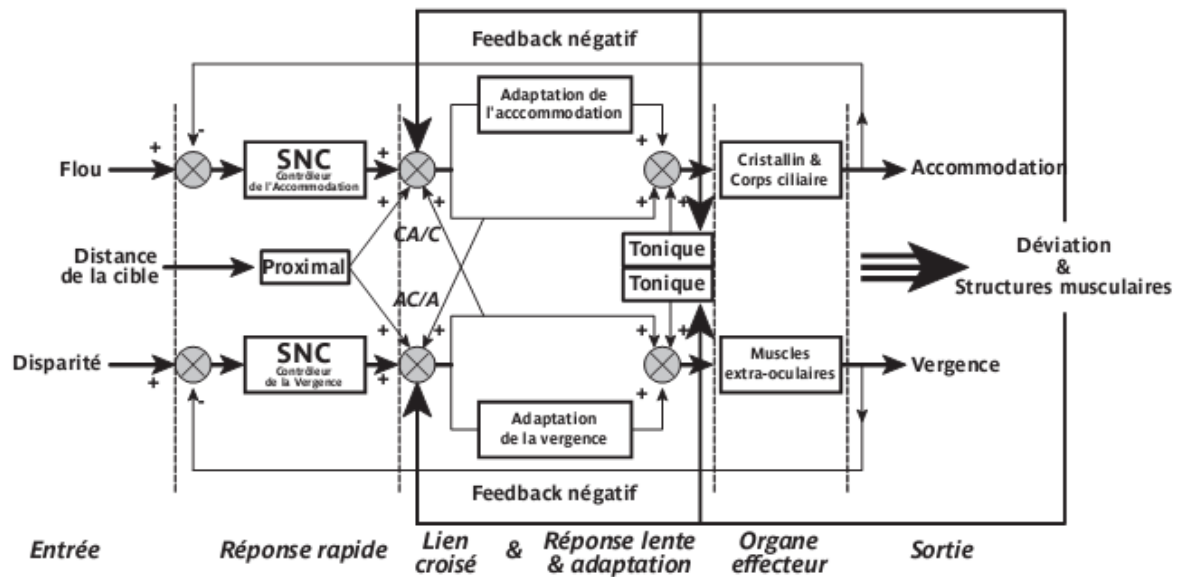


Figure : Régulation schématique de l'accommodation et de l'ensemble des vergences.

Il existe donc un système complexe, en boucle fermée, d'éléments interactifs entre l'accommodation et la convergence. L'action réalisée est contrôlée par un feedback négatif : le flou rétinien provoque l'accommodation jusqu'à ce que l'image soit nette, la disparité rétinienne provoque un mouvement de vergence jusqu'à ce que les images soient superposables. La convergence induit une certaine quantité d'accommodation et inversement l'accommodation provoque un mouvement de convergence. Cette synchronisation s'exerce de façon très rapide et fine, de quelques minutes d'arc, afin d'obtenir en permanence, à quelque endroit de l'espace visuel, en association avec les mouvements de version, une image nette et unique.

Quant au mouvement pupillaire déclenché par la synchronisation accommodation-convergence, il présente une cinétique très différente du myosis provoquée par une brusque illumination. Sa contraction et son relâchement apparaissent beaucoup plus toniques et lents.

Accommodation et convergence sont proportionnelles, selon la ligne de Donders ; ce lien comporte cependant une certaine flexibilité : un certain ajustement de la convergence reste possible pour une accommodation donnée et réciproquement un ajustement de l'accommodation pour une convergence donnée. Il est ainsi possible de calculer un rapport entre l'accommodation et la convergence en fonction de la distance de fixation, le rapport CA/A.

#### 4. Rapport CA/A [17] [18]

Les deux systèmes vus plus haut fonctionnent comme deux boucles fermées avec rétrocontrôle négatif. Deux relations syncinétiques (CA/A et AC/C) lient les deux circuits entre eux. La vergence proximale intervient également.

##### - CA/A

Il existe une première relation syncinétique qui peut être étudiée entre la convergence induite par l'accommodation, c'est-à-dire la convergence accommodative (CA), et l'accommodation (A), exprimée par le rapport CA/A. Ce rapport représente la quantité de convergence accommodative (exprimée en dioptries prismatiques) induite pour chaque dioptrie sphérique d'accommodation.

Cette relation peut être représentée sur un système de coordonnées où l'accommodation en dioptries est reportée en ordonnée et la convergence en angles métriques en abscisse. La ligne de convergence qui en résulte est la ligne de Donders et présente une pente de 45°.

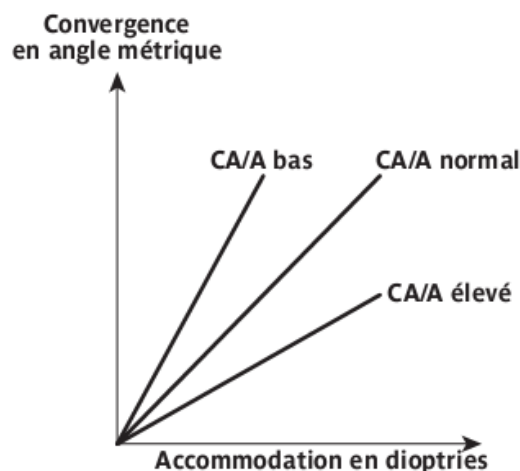


Figure : Ligne de Donders : convergence accommodative en fonction de l'accommodation (rapport CA/A).

- **AC/C**

À l'inverse, il existe également une seconde relation syncinétique entre l'accommodation induite par la convergence, c'est-à-dire l'accommodation convergentielle (AC), et la convergence (C). Le rapport AC/C exprime ainsi la quantité d'accommodation (en dioptries sphériques) provoquée par dioptrie prismatique de convergence. Ce rapport est compris en général entre 0,08 et 0,15 mais apparaît bien supérieur chez les sujets jeunes.

- **Le rapport CA/A**

Le rapport CA/A est acquis tôt dans la vie et il est fixe. Sa valeur normale se situe entre 3 et 5, c'est-à-dire que chaque dioptrie d'accommodation provoque une convergence accommodative de 3 à 5 dioptries. La quantité de vergence induite par l'accommodation permet en tout point la fixation binoculaire. En vision de près, l'orientation des axes visuels dépend également d'autres mécanismes, en particulier de la vergence fusionnelle. Un rapport CA/A supérieur à 5 est trop élevé, d'où une hyperconvergence pour une accommodation donnée ; et un rapport CA/A inférieur à 3 est trop faible, d'où une hypoconvergence pour une accommodation donnée. Il varie grandement d'un sujet à l'autre. Le rapport CA/A est susceptible de s'adapter ; il le fait normalement au moment où apparaît la presbytie. C'est pour cela que sa mesure n'a qu'un intérêt clinique limité et ses anomalies s'évaluent en fait par la mesure de l'incomitance loin-près.

- **Rapport CA/A élevé**

Si une quantité donnée d'accommodation entraîne une part excessive de convergence accommodative, le rapport CA/A est élevé. Cet excès de convergence se manifeste par un angle de strabisme plus marqué en fixation rapprochée, réalisant une incomitance loin-près, qui doit être égale ou supérieure à 10 dioptries pour être pathologique. La disparition de cette différence loin-près après addition, pouvant aller jusqu'à 3 dioptries, confirme la nature accommodative du phénomène. Au contraire, une persistance de l'angle de près, malgré l'ajout de l'addition, révèle un excès de convergence non accommodatif. L'excès de convergence accommodatif peut résulter de deux mécanismes différents.

Forme hypercinétique :

C'est la plus fréquente. Dans ce cas l'accommodation est normale, mais le tonus de convergence est augmenté. A toute sollicitation normale de l'accommodation correspond une réponse de convergence anormalement élevée.

Forme hypoaccommodative :

Beaucoup plus rare, elle se caractérise par un pouvoir accommodatif faible, comparable à une presbytie juvénile. La capacité accommodative réduite sollicite une innervation élevée entraînant une hyperconvergence.

- **Mesure du rapport CA/A**

Plusieurs méthodes permettent de mesurer le rapport CA/A : on retient la méthode de l'hétérophorie et la méthode du gradient qui sont les mieux connues. La mesure, pour être valable, doit s'effectuer avec la correction totale de l'amétropie.

Méthode de l'hétérophorie :

C'est la mesure de la différence d'hétérophorie selon la distance de fixation. L'hétérophorie est mesurée à la barre de prismes au test de l'écran alterné en vision de loin, c'est-à-dire sans accommodation, et en vision de près à 33 cm, avec théoriquement une accommodation de 3 dioptries.

Le rapport est donné par la formule  $CA/A = DIP + (\Delta P - \Delta L)/A$ .

DIP = distance inter-pupillaire en cm ;  $\Delta$  = hétérophorie mesurée ; A = accommodation en fonction de la distance de fixation exprimée en dioptries (ici à 33 cm = 3 dpt).

On considère comme normal un rapport égal à 5. Il est plus élevé s'il existe une ésoptropie ou ésoptropie de près ; à l'inverse, il est abaissé s'il existe une exoptropie ou exoptropie de près.

Méthode du gradient :

C'est la mesure de la différence d'hétérophorie selon la puissance de la lentille placée devant les yeux. La distance de fixation reste constante durant l'examen. L'hétérophorie est mesurée en vision de loin avec interposition de verres concaves (-1 et -3), puis en vision de près avec interposition de verres convexes (+1 et +3). Les lentilles concaves stimulent l'accommodation

et les lentilles convexes la relâchent. On mesure également l'hétérophorie avec la seule correction de l'éventuelle amétropie.

Le rapport est donné par la formule  $CA/A = \Delta_1 - \Delta_2/D$ .

D = puissance de la lentille L ;  $\Delta$  = hétérophorie mesurée, la déviation 1 avec lentille, la déviation 2 sans lentille, les deux déviations étant mesurées à la même distance.

#### Avantages :

La recherche du rapport CA/A permet de compléter l'examen orthoptique ; en effet ce rapport est stable dans le temps, alors que l'amplitude d'accommodation diminue avec l'âge, et il permet de faire ressortir le rôle de la convergence accommodative dans chaque cas. Ainsi un rapport élevé signe un excès de convergence, et un rapport faible montre une insuffisance de convergence. Il peut guider dans le traitement des différents types de strabismes accommodatifs. La méthode de l'hétérophorie est probablement la plus proche de la réalité, parce qu'elle met en jeu une différence de proximité, mais elle induit la convergence proximale.

#### Inconvénients :

Bien que sa mesure soit relativement facile dans les insuffisances de convergence ou les hétérophories, son étude reste difficile dans les strabismes où le résultat est très approximatif, et elle est impossible dans le cas d'angles variables. Ce rapport reste peu employé. En effet, le résultat est variable selon la méthode utilisée et plusieurs facteurs interviennent dont le degré de coopération, la stabilité de la fixation fovéolaire, la qualité de la vision binoculaire, la mesure de ce rapport nécessite une correspondance rétinienne normale, et le myosis qui augmente la profondeur de champ et diminue le besoin d'accommodation.

#### **En pratique :**

On estime souvent ce rapport en comparant la déviation en vision de près avec la correction optique totale, et celle obtenue avec une addition de +3 dioptries. Si l'ajout de verres convexes réduit de façon significative l'angle de déviation, on peut considérer que le rapport CA/A est élevé.



# 4<sup>ème</sup> partie : Troubles oculomoteurs [7] [19] [20] [21]

---

## *1. Spasmes de l'accommodation*

L'hypermétropie manifeste correspond à la somme de l'hypermétropie obligatoire (hypermétropie qu'il est nécessaire de corriger pour que le sujet atteigne l'acuité visuelle maximale de loin) et de l'hypermétropie facultative ; cependant il est probable qu'elle ne représente qu'une partie de l'hypermétropie totale. En effet, un spasme de l'accommodation peut masquer partiellement l'hypermétropie, il peut donc rester une hypermétropie latente non reconnue.

Le spasme d'accommodation est un phénomène fréquent chez les sujets jeunes et jusqu'au-delà de la cinquantaine, même chez les sujets phoriques. Il a un effet myopisant qui peut se manifester de façon très différente et peut passer inaperçu ; c'est pourquoi il faut constamment penser à le rechercher, qu'il y ait ou non gêne visuelle et troubles asthénopiques.

Le spasme d'accommodation proprement dit se différencie toutefois du dérèglement de la convergence accommodative en cas d'amétropie non corrigée, ce qui provoque une ésophorie chez l'hypermétrope, une exophorie chez le myope, ou un dérèglement inverse au moment où l'on fait porter la correction, lorsque le rapport CA/A est normal. Il faut également le différencier de la convergence accommodative qu'un sujet peut utiliser pour compenser une insuffisance de la vergence tonique et rendre latente son exotropie (le besoin de binocularité l'emporte sur le besoin de vision nette). L'acuité visuelle binoculaire de loin de ce sujet sera inférieure à son acuité visuelle monoculaire à cause de l'accommodation vergentielle. Ces dérèglements cependant peuvent être à l'origine des mêmes troubles fonctionnels que le spasme d'accommodation proprement dit.

### **- Hystérèse et spasme de l'accommodation**

Comme vu précédemment, le tonus accommodatif de repos varie selon l'activité accommodative que vient d'avoir le sujet, en raison d'un phénomène d'hystérèse accommodative, dont l'origine est innervationnelle et dépend du système autonome sympathique/parasympathique. Ces variations, non pathologiques, du tonus accommodatif de repos sont normalement asymptomatiques.

Le spasme de l'accommodation maintient un tonus accommodatif augmenté ; il majore donc l'hystérèse en durée et/ou en intensité. Il peut être passager, ou plus ou moins durable, voire permanent, et d'intensité variable. Il peut être entretenu par une correction optique inadaptée, en particulier par une sous-corrrection d'hypermétropie ou d'astigmatisme, ou une sur-corrrection de myopie. Plus rarement, c'est l'hystérèse elle-même qui est exagérée. Le spasme d'accommodation est à l'origine de troubles visuels, de céphalées péri-orbitaires et frontales, et d'irritations oculaires. Le tableau clinique varie avec l'âge.

Le spasme de l'accommodation peut également être dû à la fatigue ou au stress.

#### - Les spasmes de l'accommodation de l'enfant phorique (non strabique)

Le travail scolaire sollicite l'accommodation de l'enfant probablement au-delà de ce que le programme du développement physiologique normal a prévu, et peut conduire à la pseudo-myopie scolaire. Celle-ci apparaît le plus souvent à l'âge de l'école primaire, entre 6 et 8 ans. L'enfant se plaint de ne pas voir au tableau. A l'examen, l'acuité visuelle sans correction œil par œil ne dépasse pas 4 ou 5/10<sup>e</sup>. Avec une lentille de +0,50 dioptrie devant l'œil examiné, l'enfant voit encore moins. Avec des lentilles négatives, sa vision s'améliore, mais elle ne dépasse guère 8 ou 9/10<sup>e</sup>, même en augmentant la correction au-delà de -1 dioptrie (qui devrait largement suffire compte tenu de l'acuité sans correction). La réfraction obligatoirement sous cycloplégique révèle en fait une légère hypermétropie de l'ordre de +0,50 à +1,0 dioptrie. Cette hypermétropie légère, lorsqu'elle n'est pas corrigée, exige de l'enfant un effort accommodatif accru, ce qui provoque un spasme d'accommodation et se traduit par la pseudo-myopie. Le traitement consiste donc à prescrire la correction optique totale.

#### - Les spasmes de l'accommodation de l'adolescent et de l'adulte phorique

La persistance d'un excès de tonus accommodatif après un effort prolongé en vision de près, de lecture, de travail à l'ordinateur, etc. s'observe bien au-delà de l'enfance. Elle se traduit par des spasmes accommodatifs passagers. C'est pourquoi certains sujets sont apparemment moins hypermétropes le soir après le travail que le matin, à cause d'un spasme d'accommodation persistant, majorant l'hystérèse. Ce phénomène s'observe même en cas d'emmétropie ou d'amétropie totalement corrigée. Cependant, il est plus fréquent lorsque la

correction d'une hypermétropie, même légère, est incomplète ou non portée. Pour relâcher le spasme, il suffit en général de faire lire les optotypes à 5 m en débutant par les caractères les plus grands, sinon en utilisant la méthode du brouillard, ou au besoin par un examen sous cycloplégie.

Il est également fréquent de découvrir un spasme d'accommodation chez le sujet presbyte débutant. Il s'observe à la recherche de l'hypermétropie totale, base de l'addition pour le près. On s'aperçoit que l'on peut augmenter la puissance du verre convexe au-delà de la limite indiquée de prime abord par le sujet, et que la véritable limite se trouve en réalité une demie ou une dioptrie au-delà. La lecture en salle d'attente suffit à provoquer ce spasme par le jeu de l'hystérèse accommodative, et cela d'autant plus que le sujet est plus hypermétrope. En effet, il accommode plus que l'emmétrope pour des raisons optiques, c'est l'effet de lunette de Galilée. Plus l'hypermétropie est importante, plus il peut y avoir des fluctuations ou des spasmes accommodatifs survenant au cours des essais de réfraction subjective, même chez des sujets déjà presbytes.

Ces spasmes d'accommodation sont à l'origine d'inconfort visuel. La vision des sujets est donc nettement améliorée par la correction optique totale, immédiatement ou éventuellement après une courte période d'adaptation.

**L'inertie accommodative, ou viscosité accommodative,** désigne une lenteur anormale de l'accommodation et de la désaccommodation, malgré des conditions suffisantes de luminosité et de contraste. Elle constitue une gêne visuelle majeure. La correction totale est alors indispensable, même si elle n'est pas toujours suffisante. Des verres progressifs sont souvent nécessaires (avec l'addition minimale nécessaire chez le sujet non presbyte).

Plus rarement, un sujet, n'ayant pas porté la correction totale de son hypermétropie jusqu'à un âge avancé, compense l'hypermétropie facultative par un effort accommodatif accru permanent, et peut alors être incapable de relâcher cette accommodation compensatrice. Cette situation devient gênante lorsque le pouvoir d'accommodation du sujet devient insuffisant pour compenser l'hypermétropie facultative et donc pour accommoder en vision de près, et cela bien avant l'âge de la presbytie. Le sujet a besoin alors d'une addition pour la vision de près, malgré le port de la correction optique apparemment totale de son hypermétropie moyenne ou forte. En réalité, la skiascopie montre que son hypermétropie est supérieure à la correction portée, celle-ci n'est donc pas la correction totale. Si la correction totale est

prescrite, le sujet la supporte en vision de près, mais pas en vision de loin. La prescrire en l'aidant d'un cycloplégique peut suffire à faire lâcher petit à petit le spasme d'accommodation. Cependant, la plupart du temps, le patient est gêné de près par la cycloplégie, ou retrouve sa gêne de loin dès que l'effet de la cycloplégie se dissipe. La seule solution est donc de prescrire la correction maximale convexe acceptée en vision de loin et l'addition minimale nécessaire pour la vision de près. En effet, un tel sujet est devenu incapable de relâcher son accommodation en vision de loin et également incapable de suraccommoder suffisamment en vision de près. Son accommodation/désaccommodation est comme figée. Ce tableau peut être désigné du terme de « **rigidité accommodative** », qui représente la situation extrême du spasme d'accommodation.

Le spasme d'accommodation peut être **pharmacogénique** : il est majeur sous pilocarpine ; en effet, elle provoque une myopisation de plusieurs dioptries chez l'adulte jeune. L'instillation de timolol provoque également une myopisation de 0,85 dioptrie.

#### - **Les spasmes de l'accommodation des sujets strabiques**

Selon la théorie de Donders, l'hypermétropie ne représente pas la cause des ésootropies, mais un facteur déclenchant possible. En effet, un surcroît d'accommodation peut compenser l'hypermétropie facultative sans rompre l'équilibre binoculaire. Néanmoins dans d'autres cas, cette compensation provoque la rupture de cet équilibre, Donders parle alors d'hypermétropie relative. Alors le spasme d'accommodation et l'excès de convergence se majorent réciproquement et plusieurs tableaux d'ésotropie peuvent s'observer depuis le strabisme accommodatif réfractif jusqu'au strabisme sans excès de convergence.

## ***2. Hétérophories*** [5]

Les vergences, c'est-à-dire la vergence tonique et les vergences d'ajustement, vergences accommodative, fusionnelle et proximale, maintiennent l'équilibre binoculaire. Les vergences d'ajustement sont sollicitées lors de la fixation d'un objet à une distance en deçà de l'infini.

Les amétropies non corrigées, en décalant le parcours accommodatif, déstabilisent l'équilibre binoculaire par une stimulation inappropriée de la convergence accommodative afin d'aligner

les axes visuels sur l'objet fixé. Le déséquilibre ainsi causé peut rester latent, c'est-à-dire se traduire par une hétérophorie, ou devenir manifeste. De plus, un affaiblissement de la vergence fusionnelle, coresponsable ou consécutif au déséquilibre, y est souvent associé. La correction optique normalise l'état accommodatif et rétablit en principe l'équilibre binoculaire. Cependant elle peut, à l'inverse, rompre l'équilibre auquel le sujet a pu parvenir en l'ajustant à son état amétropique.

Il existe normalement une certaine flexibilité réciproque entre l'accommodation et la convergence accommodative nécessaires pour fixer un objet à une distance donnée. De plus, le rapport CA/A est variable d'un sujet à l'autre, et capable d'adaptation progressive, de sorte qu'un même effort accommodatif n'entraîne pas systématiquement, chez tous les sujets, la même convergence accommodative. C'est pourquoi, selon les valeurs propres à chaque individu, un effort accommodatif accru ou réduit peut être toléré et maintenu, sans nécessairement entraîner de déséquilibre binoculaire.

Lorsqu'en revanche, la flexibilité est insuffisante, l'hétérophorie résultant de l'excès ou de l'insuffisance de convergence accommodative, peut être symptomatique et se manifester par des troubles asthénopiques. Elle provoque une asthénopie et/ou des céphalées lors d'une fixation prolongée due à un effort accommodatif excessif ou insuffisant. Lorsque l'hétérophorie est due à une trop faible convergence fusionnelle, elle provoque une gêne ou un flou visuel, ou un petit dédoublement des images, une diplopie intermittente dans les cas les plus sévères. Selon les sujets, les deux mécanismes peuvent être plus ou moins associés.

Il faut différencier le spasme de l'accommodation du dérèglement de la convergence accommodative en cas d'amétropie non corrigée. Ce dérèglement provoque une esophorie chez l'hypermétrope, une exophorie chez le myope, ou un dérèglement inverse au moment où l'on fait porter la correction, lorsque le rapport CA/A est normal. Les mêmes signes fonctionnels que pour le spasme d'accommodation peuvent être engendrés par ces dérèglements.

Il faut également différencier le spasme de l'accommodation de la convergence accommodative avec laquelle un sujet compense une insuffisance de la vergence tonique et rend latente son exotropie.

L'effort accommodatif qu'exige une hypermétropie non ou sous-corrigée pénalise le sujet plus particulièrement à trois étapes importantes de sa vie : la période de scolarité et d'études,

l'entrée dans la vie active si son travail sollicite fortement la vision de près, et l'approche de la presbytie.

### - **Hypermétropie et esophorie**

L'hypermétrope non corrigé sollicite son accommodation de façon excessive, dans les limites de son parcours accommodatif, afin de rendre l'image de l'objet fixé la plus nette possible. Ce qui entraîne alors une stimulation donnée de la convergence accommodative. L'esophorie peut découler de l'excès accommodatif seul ou de la combinaison de plusieurs mécanismes physiopathologiques différents, selon le rôle respectif joué par les différentes vergences et le rapport CA/A.

Tous les sujets hypermétropes non corrigés ne sont pas également esophoriques. Par exemple, un sujet hypermétrope non corrigé de +2 dioptries peut être asymptomatique en vision de près et de loin, avec une vision binoculaire stable, alors qu'un autre, hypermétrope de seulement +0,75 dioptrie peut être gêné par son esophorie.

Lorsque l'hypermétropie n'est pas corrigée mais que le rapport CA/A est normal, on retrouve deux tableaux.

Le déséquilibre peut être uniquement d'origine réfractive. C'est-à-dire que la vergence accommodative, stimulée de façon inappropriée par l'effort accommodatif accru, est responsable de l'esophorie. Ainsi, la correction optique, en réduisant la sollicitation de l'accommodation et de la CA, normalise la relation accommodation-convergence, et l'esophorie est corrigée. Le patient comprend aisément que son confort binoculaire est au prix du port des lunettes.

L'esophorie peut également être due à un excès de la vergence tonique, souvent majoré par une faiblesse de la vergence fusionnelle, auxquels s'ajoute l'effet de l'hypermétropie. Dans ce cas, l'esophorie persiste, malgré l'indispensable correction optique totale, et un traitement orthoptique, renforçant la vergence fusionnelle, est nécessaire pour aider le sujet à mieux contrôler sa vergence tonique. Parfois une correction chirurgicale pourra être nécessaire.

Lorsque le rapport CA/A est trop élevé, il persiste, malgré la correction optique totale de l'hypermétropie, une esophorie en vision de près, qui peut être alors compensée par une addition pour la vision de près par verres progressifs ou bifocaux Franklin.

### - **Hypermétropie et exophorie**

L'hypermétropie, souvent et logiquement responsable d'une esophorie, peut parfois aussi s'accompagner d'une exophorie. Cette tendance à l'exodéviatation est due à un dérèglement de la vergence tonique et/ou de la relation accommodation-convergence avec un rapport CA/A anormalement bas.

Lorsque l'exophorie résulte d'une insuffisance de la vergence tonique, mais que le sujet possède un rapport CA/A normal, il peut compenser sa déviation grâce à sa convergence accommodative, c'est-à-dire en accommodant plus que ne l'exige la distance de l'objet fixé, afin de redresser les axes visuels. Son acuité visuelle binoculaire de loin sera alors inférieure à l'acuité visuelle monoculaire, le besoin de binocularité l'emportant sur le besoin de vision nette. Le port de la correction optique est mal supporté, puisqu'elle empêche cette possibilité de compensation. Il est nécessaire le plus souvent d'associer au port de cette correction optique un traitement orthoptique, une compensation prismatique, voire une cure chirurgicale.

L'exophorie peut également être engendrée par un rapport CA/A insuffisant. Non corrigé, le sujet réussit à ajuster sa convergence accommodative. Celle-ci, étant trop faiblement sollicitée et ayant perdu de sa puissance, se révèle insuffisante lors de la mise en place de la correction optique. De plus, l'amplitude de fusion, en convergence et en divergence, peut être nettement diminuée et l'acuité stéréoscopique, affaiblie. Le port de la correction optique s'accompagne alors d'un traitement de l'insuffisance de convergence. En l'absence d'asthénopie seulement, une petite sous-correction temporaire de l'hypermétropie peut être utile, dans le cas où elle apporte un confort binoculaire appréciable, en permettant de compenser la tendance à l'exophorie, sans pour autant gêner la vision de près.

|                                      | Hypermétropie      |                    |
|--------------------------------------|--------------------|--------------------|
| Déséquilibre<br>ou à :               | Ésophorie          | Exophorie          |
| la seule amétropie                   | Sans correction    | Avec correction    |
| la vergence tonique<br>± l'amétropie | Vergence tonique ↑ | Vergence tonique ↓ |
| le rapport CA/A<br>± l'amétropie     | CA/A ↑             | CA/A ↓             |

L'amétropie (ou sa correction) peut être seule responsable du déséquilibre oculomoteur ou ajouter son effet à un déséquilibre de la vergence tonique, à la faiblesse de la vergence fusionnelle et/ou à une anomalie du rapport CA/A.

*Figure : Mécanismes physiopathologiques des hétérophories en relation avec l'hypermétropie.*

### 3. *Strabisme accommodatif* [5] [12] [13] [14] [18]

Une esotropie provoquée par un effort accru d'accommodation ou un rapport CA/A anormalement élevé est appelée une esotropie accommodative. Le strabisme accommodatif fait partie des strabismes acquis. L'hypermétropie ne constitue pas la cause des strabismes convergents, mais un facteur déclenchant possible. L'hypermétropie facultative peut être compensée par un surcroît d'accommodation sans rompre l'équilibre binoculaire. Dans d'autres cas cependant, cette compensation provoque la rupture de l'équilibre. Plus l'hypermétropie ou l'équivalent sphérique de l'astigmatisme hypermétropique est élevé, plus le risque de rupture est grand. Il est de 4% si l'hypermétropie est inférieure à +2,5 dioptries, de 30% si elle est supérieure à +2,5 dioptries, de 50% si elle est supérieure à +3,5 dioptries et de 68% si elle est supérieure à +4 dioptries. La part de l'hypermétropie est donc à rechercher et à neutraliser par la correction optique totale dans toutes les formes de strabismes.

On distingue deux catégories dans le strabisme accommodatif : le type réfractif, qui retrouve un strabisme convergent par hypermétropie non corrigée, et le type innervationnel, par excès de convergence accommodatif, quelle que soit l'amétropie du sujet.

#### - **Classification**

Le type réfractif se subdivise en deux formes : le strabisme convergent accommodatif pur et le strabisme convergent accommodatif partiel.

Le type innervationnel comprend également deux formes : l'excès de convergence accommodatif hypercinétique et l'excès de convergence accommodatif hypo-accommodatif.

Mais les types réfractifs et innervationnels peuvent se combiner, de telle sorte qu'en clinique on distingue six groupes :

- Le strabisme convergent accommodatif pur avec rapport CA/A normal
- Le strabisme convergent accommodatif partiel avec rapport CA/A normal
- Le strabisme convergent accommodatif pur avec rapport CA/A élevé
- Le strabisme convergent accommodatif partiel avec rapport CA/A élevé
- Le microstrabisme convergent avec rapport CA/A élevé
- Le strabisme divergent avec rapport CA/A élevé

Le type réfractif et le type innervationnel se rencontrent avec une fréquence équivalente ; cependant la forme partielle recouvre la majeure partie des strabismes accommodatifs.



L'état sensoriel de ces strabismes accommodatifs est variable. En effet, la vision binoculaire peut être normale, mais se détériorer en cas d'augmentation de l'angle de déviation, de l'installation d'une amblyopie en cours d'évolution, ou de retard à la prise en charge thérapeutique. Elle peut également être anormale dans les cas précoces, ou survenant sur un microstrabisme passé inaperçu et décompensé, ou dans les cas précédents dégradés du fait d'une prise en charge déficiente (strabismes accommodatifs atypiques).

### **STRABISMES ACCOMMODATIFS SANS EXCES DE CONVERGENCE**

Ces deux formes présentent un rapport CA/A normal.

#### **- Le strabisme convergent accommodatif pur avec rapport CA/A normal**

Il apparaît vers 2-3 ans par une esotropie intermittente ou une occlusion palpébrale unilatérale intermittente qui témoigne d'une diplopie. On retrouve une hypermétropie à l'étude de la réfraction sous cycloplégique qui varie selon les cas entre 2 et 6 dioptries, mais la déviation n'est pas proportionnelle à l'importance de l'hypermétropie. Le port de la COT supprime la déviation, à toute distance de fixation et dans toutes les directions du regard. Le diagnostic se pose ainsi après correction optique totale de l'hypermétropie.



*Figure : Strabisme accommodatif pur avec rapport CA/A normal, Et sans correction, rectitude avec correction.*

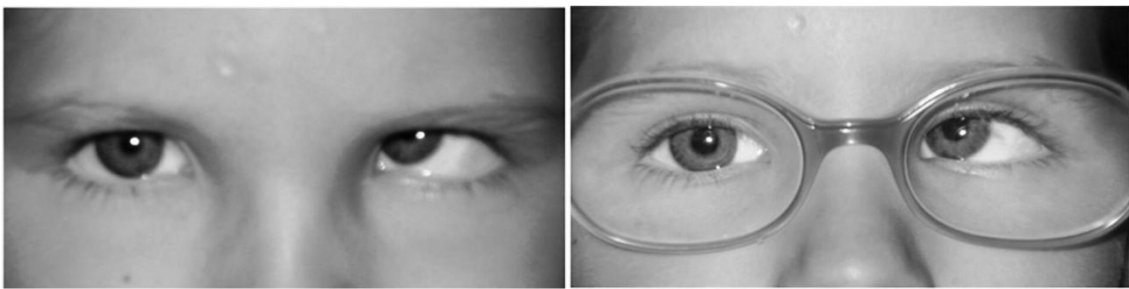
Examen clinique : Au test de l'écran, on retrouve un angle variable sans correction, et une orthotropie de loin et de près avec correction optique totale. La motilité peut être normale sans correction, mais on retrouve souvent un syndrome de type V. Avec correction, elle est normale. Les tests de détente sont toujours positifs ; la déviation présente sans correction disparaît au test de l'éblouissement et aux écrans translucides.

Etat sensoriel : On a une vision binoculaire normale avec une correspondance rétinienne normale, car c'est un strabisme tardif, le lien binoculaire s'est donc développé normalement ;

cela explique que le début se manifeste souvent par une diplopie intermittente. L'amplitude de fusion est plus ou moins bonne, mais présente dans l'espace et au synoptophore. La vision stéréoscopique existe avec une acuité stéréoscopique plus ou moins fine. La vision binoculaire peut se dégrader si le strabisme est pris en charge plus tardivement. La déviation devient alors de plus en plus fréquente jusqu'à être permanente, car l'enfant dont l'hypermétropie est non corrigée a besoin d'accommoder pour avoir une vision nette, et donc converge en proportion. Une neutralisation se met en place pour supprimer la diplopie engendrée, et par conséquence, on retrouve une amblyopie et une dégradation de la vision binoculaire.

- **Le strabisme convergent accommodatif partiel avec rapport CA/A normal**

Dans ce cas, la correction optique totale ne fait pas disparaître la déviation, mais elle la réduit sensiblement. L'angle résiduel est le même en vision de loin et en vision de près. La date d'apparition du strabisme est mal définie.



*Figure : Strabisme accommodatif partiel. Et diminuée avec la correction.*

Examen clinique : Au test de l'écran avec la correction, la déviation résiduelle varie peu et elle est identique en vision de loin et en vision de près. Si la déviation n'est pas importante, la motilité peut rester normale ; toutefois elle dépend également du type de strabisme sur lequel l'élément accommodatif est venu se greffer. Les tests de détente sont partiellement positifs. Dans 50% des cas, la déviation diminue, mais ne disparaît pas.

Etat sensoriel : On retrouve une correspondance rétinienne anormale, qui témoigne d'un trouble binoculaire apparu précocement, sur lequel est venu se greffer l'élément accommodatif, ou du fait de la détérioration d'un strabisme accommodatif pur, non ou trop tardivement, ou mal traité. Elle peut être harmonieuse en cas de petit angle avec une union binoculaire, ou dysharmonieuse avec un angle important et une grosse neutralisation.

## STRABISMES ACCOMMODATIFS AVEC EXCES DE CONVERGENCE

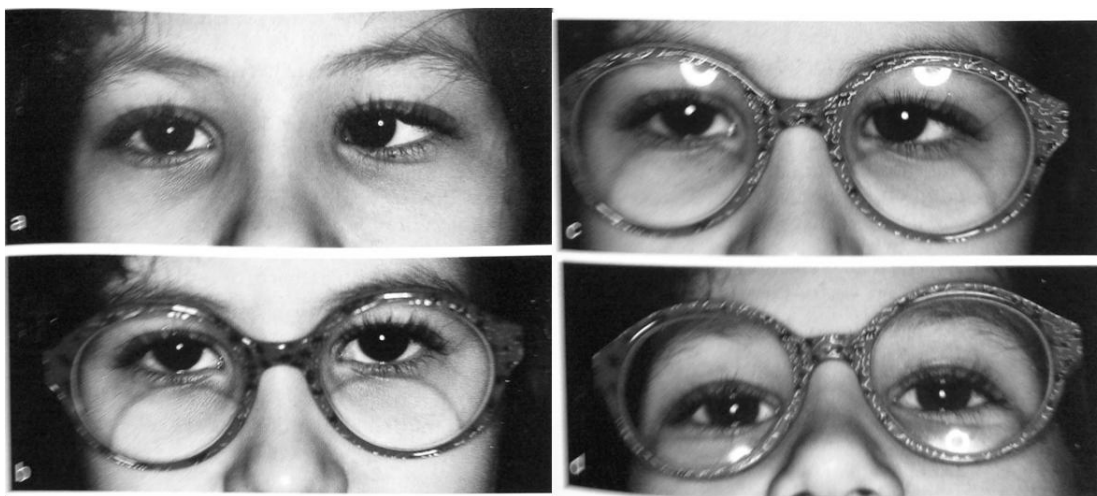
L'excès de convergence, élément innervationnel, peut s'ajouter à toute forme de strabisme, mais en particulier aux formes réfractives, pour constituer le groupe majoritaire des strabismes accommodatifs à rapport CA/A élevé. Le diagnostic d'excès de convergence se vérifie dans la plupart des cas, mais il faut toujours se demander si celui-ci n'est pas dû, en partie ou en totalité, à un spasme d'accommodation lié à une hypermétropie latente non révélée.

### Diagnostic différentiel avec le syndrome V :

Les syndromes V sont parfois physiologiques. En effet, si l'angle de près est mesuré dans le regard naturel de près (en bas), il existe physiologiquement une augmentation de la convergence. Il faut donc mesurer l'angle de près comme de loin par une fixation en position primaire.

#### - Le strabisme convergent accommodatif pur avec rapport CA/A élevé

La correction optique totale de l'hypermétropie entraîne une orthotropie en vision de loin, mais un angle de déviation subsiste en vision de près, il témoigne d'un excès de convergence. La nature accommodative de celui-ci est démontrée par sa suppression avec une addition pour la vision de près. L'addition nécessaire est déterminée lors de l'examen, et se situe entre +1 et +3 dioptries.



*Figure : Strabisme accommodatif pur avec rapport CA/A élevé. Et sans correction et centrée avec correction de loin (à gauche), Et de près et centrée avec addition (à droite).*

Examen clinique : Au test de l'écran sans correction, on retrouve une esotropie de 30 à 40 dioptries en vision de loin avec une incomitance loin-près, l'angle étant plus important de près. Avec correction, le sujet est centré de loin, mais en vision de près on note une esotropie de 10 à 20 dioptries, qui disparaît à l'ajout d'une addition. On détermine la quantité d'addition suffisante afin de placer le sujet en rectitude. La motilité est normale avec correction, mais on note la présence d'un syndrome V sans correction. Les tests de détente sont positifs.

Etat sensoriel : La vision binoculaire est encore normale si la prise en charge du strabisme est faite à temps ; elle justifie d'autant plus l'intérêt de l'addition pour la vision de près.

- **Le strabisme convergent accommodatif partiel avec rapport CA/A élevé**

Dans ces cas très fréquents, la correction optique totale de l'hypermétropie réduit sensiblement l'angle de strabisme, mais laisse persister une esotropie résiduelle avec incomitance loin/près, l'angle de près étant plus important. La déviation de près doit être supérieure d'au moins 10 dioptries à l'angle de loin pour être pathologique, et donc pour que le rapport CA/A soit considéré comme élevé. Cette incomitance atteint et dépasse souvent 25 dioptries.

Examen clinique : Il retrouve les mêmes caractéristiques que le strabisme convergent accommodatif partiel avec rapport CA/A normal, en ajoutant une incomitance loin-près avec un angle de près plus important. Au test de l'écran, l'angle résiduel est identique en vision de près et de loin avec correction et addition pour la vision de près.

Etat sensoriel : La binocularité est perturbée, avec une correspondance rétinienne anormale harmonieuse ou dysharmonieuse selon la taille de l'angle de déviation.

- **Le microstrabisme convergent avec rapport CA/A élevé**

Il est relativement fréquent et représente une variante du strabisme accommodatif partiel avec rapport CA/A élevé. L'excès de convergence se greffe sur une microtropie primaire souvent passée inaperçue, et la petitesse de l'angle, difficile à repérer chez le sujet très jeune, est souvent source de confusion avec l'esotropie accommodative pure avec rapport CA/A élevé. Le facteur accommodatif non ou insuffisamment corrigé favorise la décompensation du microstrabisme. On retrouve fréquemment une anisométrie hypermétropique avec

amblyopie et microtropie de l'œil le plus hypermétrope. L'angle du strabisme se révèle généralement vers 2-3 ans ; la déviation est unilatérale et n'entraîne aucune diplopie. L'amblyopie unilatérale est donc très fréquente dans ce cas.

Examen clinique : Il rejoint l'examen clinique du strabisme accommodatif partiel avec rapport CA/A élevé. Il nécessite cependant une attention particulière, afin de noter le mouvement de redressement de l'œil dévié à l'écran unilatéral avec la correction optique totale, permettant le diagnostic qui est confirmé, quand l'âge de l'enfant le permet, par l'épreuve maculo-maculaire de Cüppers. En effet, dans les microstrabismes, on retrouve fréquemment une fixation excentrique, ce qui fausse les résultats aux tests de correspondance rétinienne. Cette épreuve permet donc de déterminer la correspondance rétinienne. De plus, une hétérophorie surajoutée est souvent présente, révélée par l'écran alterné.

Etat sensoriel : La binocularité est anormale avec une correspondance rétinienne anormale et une stéréoscopie plus ou moins élaborée.

#### - **Les excès de convergence**

##### Excès de convergence hypercinétique :

L'excès de convergence hypercinétique est le plus représenté ; il est présent dans les strabismes accommodatifs avec excès de convergence et un rapport CA/A élevé. L'accommodation est normale, mais le tonus de convergence est augmenté, et à une stimulation normale de l'accommodation correspond une convergence excessive. Le traitement se fait par correction optique totale avec une addition pour la vision de près, allant de +1 à +3 dioptries, en verres bifocaux Franklin. L'addition peut souvent être réduite progressivement à partir de 11 ans, ce qui peut correspondre à une normalisation de cet excès de convergence, mais peut également être lié à l'accroissement de l'écart interpupillaire diminuant la convergence.

##### Excès de convergence hypoaccommodatif :

L'excès de convergence hypoaccommodatif est très rare, mais doit être reconnu car il constitue une contrindication chirurgicale. Le pouvoir accommodatif du patient est réduit, comme s'il était atteint de presbytie précoce. On observe un mouvement de recul

caractéristique lors de la présentation rapprochée d'un optotype de petite taille, et l'effort accommodatif intense se traduit par une forte contraction pupillaire. L'excès d'influx accommodatif pour stimuler une accommodation déficiente, du fait de la relation accommodation-convergence, entraîne une hyperconvergence. Le traitement est essentiellement optique par la correction optique totale et une addition de +3 dioptries en verres bifocaux Franklin ou progressifs selon l'âge de l'enfant. La chirurgie musculaire n'a donc pas d'impact et entraîne des incomitances motrices.

#### Excès de convergence non accommodatif :

Une addition à la correction optique totale n'influence pas l'incomitance loin-près et on n'observe pas de myosis en fixation rapprochée. Cela élimine donc l'origine accommodative à cet excès de convergence, le rapport CA/A n'est pas élevé. Ces formes ne répondent qu'au traitement chirurgical, par myopexie des droits médiaux, fortement réductrice de l'incomitance loin-près.

#### - **Le strabisme divergent avec élément accommodatif**

Cette situation, en apparence paradoxale, peut exister sous forme essentielle ou secondaire.

Dans certains cas, les patients compensent leur exodéviations en stimulant leur convergence, ce qui entraîne une accommodation, à l'origine d'une myopisation de leur amétropie. Ce processus ne peut durer longtemps, car l'enfant se plaint de fatigue visuelle liée à cette nécessité d'accommoder, de céphalées, alors que le contrôle de sa réfraction sous cycloplégique atteste de la fausse myopie par accommodation. Seul le traitement chirurgical permet la guérison.

La forme essentielle, strabisme divergent avec rapport CA/A élevé, n'est pas rare, et se traduit par une exodéviations en vision de loin, et une déviation nettement moins importante ou absente en vision de près. Cet excès de convergence, avec rapport CA/A élevé, est masqué par la divergence, il se manifeste alors en postopératoire. Le tableau est constant, contrairement à celui du strabisme divergent intermittent. Les verres bifocaux Franklin sont indiqués ; quant

au traitement chirurgical, il est plus complexe : recul d'un ou des deux droits latéraux, associé à une myopexie équatoriale ou fils de Cüppers.

Examen clinique : Au test de l'écran, on retrouve une exotropie de loin et une orthotropie de près, voire une petite exotropie. L'augmentation du rapport CA/A s'étudie lorsque l'angle en vision de loin est supérieur à l'angle en vision de près, et ce malgré une occlusion monoculaire prolongée. Une addition de +3 dioptries en vision de près majore ou révèle alors l'exotropie. On retrouve donc un pseudo-excès de divergence.

Etat sensoriel : On retrouve parfois une correspondance rétinienne normale de près, et on retrouve une neutralisation en vision de loin du fait de l'exodéviations.

Les cas secondaires sont des situations iatrogènes. La chirurgie intempestive appliquée aux strabismes accommodatifs ou à l'excès de convergence hypoaccommodatif produit des exotropies consécutives, avec incomitance loin-près.

#### - **Réfraction des strabismes accommodatifs**

Il est classiquement admis que les formes réfractives s'accompagnent d'une hypermétropie plus élevée que les formes à rapport CA/A élevé.

Les cas accommodatifs partiels et les microstrabismes présentent souvent une anisométrie et un astigmatisme unilatéral. L'absence ou la sous-correction de la correction optique engendre une amblyopie de l'œil le plus amétrope.

Le diagnostic des différents tableaux que l'on vient de décrire se pose après mise en place de la correction optique totale. Il faut noter qu'il n'y a pas de corrélation entre la valeur de la déviation et l'importance de l'hypermétropie, ni entre l'importance de la correction optique et le degré de réduction angulaire.

#### 4. *Prise en charge des troubles oculomoteurs* [5] [12] [13] [14] [18]

Le traitement médical comprend le traitement optique et le traitement de l'amblyopie. Ce dernier peut se faire par occlusion, par pénalisation optique ou par ryser de l'œil dominant.

Concernant les hétérophories en particulier, le traitement orthoptique est de mise lorsque les signes fonctionnels sont présents. La rééducation orthoptique est proposée après prescription et port de la correction optique.

##### - **Prise en charge optique**

###### Correction optique totale :

Le port de la correction optique totale est la clé incontournable du traitement de toutes les formes de troubles sensoriomoteurs. Elle seule permet de remettre le parcours accommodatif dans sa plage normale, c'est-à-dire de la désaccommodation en vision de loin à l'accommodation proportionnée en vision de près, et de désamorcer ainsi les effets perturbants d'une accommodation inappropriée sur la vergence.

Ce n'est que sur la base de l'état oculomoteur évalué avec la correction optique totale, que les autres mesures conservatives ou chirurgicales à prendre, si nécessaires, sont déterminées et décidées. La correction optique totale est, par conséquent, un temps essentiel du traitement médical préopératoire des esotropies ; en effet, la part de la déviation corrigée par la correction optique totale n'est pas prise en compte lors de la chirurgie. Elle est tout aussi essentielle au cours du suivi postopératoire, même et peut être surtout si l'orthoposition a été rétablie ou s'il ne persiste qu'une microtropie résiduelle.

Elle a un effet moteur, puisqu'elle met l'accommodation au repos, ce qui permet une réduction angulaire en soulageant la convergence accommodative. Elle a un effet antispasmodique, et lutte contre la variabilité angulaire.

Elle a également un effet sensoriel, par égalisation des images rétiniennes ; elle est donc le préalable indispensable au traitement ou à la prévention de l'amblyopie.

La correction optique totale est bien portée si elle est prescrite tôt et doit être portée en permanence. Il est important également d'avertir les parents sur le port de la correction optique ; en effet c'est au retrait des lunettes que l'esotropie apparaît ou augmente, à cause de la nécessité de voir net et de l'effort accommodatif induit.



La correction optique totale se fait par lunettes avec des verres unifocaux, bifocaux Franklin ou progressifs, ou encore par lentilles de contact unifocales en général. La monture des lunettes est déterminante, étant à la base du traitement. Elle doit couvrir le champ du regard, du sourcil à la pommette, elle est en plastique avec un pont bas.

La correction optique totale est de détermination extrêmement simple, par étude de la réfraction sous cycloplégique et peut apporter la guérison. Elle évite alors la chirurgie si elle permet de réduire la déviation à orthotropie ou une microtropie inférieure à 8 dioptries, permettant l'utilisation de la vision binoculaire ou l'installation d'une union binoculaire dans les cas de correspondances rétinienne anormales.

#### L'intérêt de l'étude de la réfraction sous cycloplégie :

On utilise le Skiacol® ou l'Atropine® pour bloquer le processus d'accommodation, on obtient ainsi la correction optique totale. Cependant une hypermétropie latente peut rester masquée, d'où l'intérêt des réfractations sous cycloplégique répétées pour la révéler. Le spasme d'accommodation qui en résulte explique la réapparition fréquente de la déviation dans le strabisme accommodatif pur, malgré la correction portée. C'est pourquoi elle est réajustée au fur et à mesure des réfractations sous cycloplégique, afin de toujours corriger l'hypermétropie manifeste. Le port de la correction optique totale est donc le seul moyen disponible pour sortir du cercle vicieux des spasmes d'accommodation et de convergence.

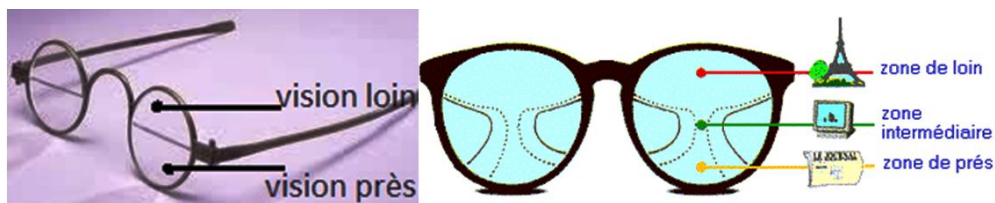
#### Verres bifocaux Franklin ou progressifs :

La correction optique totale est toujours prescrite en un premier temps. Ce n'est qu'en cas d'incomitance loin-près avec rectitude ou microtropie en vision de loin avec la correction optique totale, qu'on examine la déviation de près avec une addition. Cette addition est comprise entre +1 et +3 dioptries. Les essais sont faits pendant l'examen, visant à rechercher l'addition suffisante réduisant l'angle de près à une orthotropie, voire une microtropie dans le cas des strabismes accommodatifs partiels avec excès de convergence. L'addition est prescrite à condition d'avoir une isoacuité.

Cela est réalisé par des verres bifocaux Franklin chez les petits enfants, qui baissent la tête pour la vision de près, et ne savent pas baisser le regard. Ces verres sont à séparation horizontale, centrée sur le bord inférieur de la pupille, voire au centre de la pupille, en position primaire.

Puis vers l'âge de 7-8 ans, les verres bifocaux Franklin peuvent être remplacés par des verres progressifs, possibles, car l'enfant commence à utiliser son regard en bas, au lieu de baisser la tête. Ils sont très bien tolérés par l'enfant et outre l'avantage esthétique, ils prennent en compte la vision intermédiaire, alors que les verres bifocaux Franklin ne traitent la déviation qu'en vision de loin et de près.

Chez l'enfant, ces corrections avec addition en vision de près nécessitent des impératifs optiques par un parfait centrage des verres. Pour les verres bifocaux Franklin, la séparation entre le foyer du bas pour la vision de près et le foyer du haut pour la vision de loin doit être située au centre de la pupille. Pour le verre progressif, la progression doit débuter dès le centre de la pupille, car c'est la progression qui doit aller chercher l'œil et non l'inverse, l'enfant n'étant pas presbyte.



*Figures : Verres bifocaux Franklin à gauche, verres progressifs à droite.*

L'intérêt de ces corrections est indiscutable en cas de strabisme accommodatif pur avec rapport CA/A élevé, mais il est discuté en cas de strabisme accommodatif partiel avec rapport CA/A élevé.

Vers l'âge de 11 ans, l'addition de près doit commencer à être diminuée. Il est possible que le sujet rechute à la diminution de l'addition de près ; l'alternative possible est alors une Fadenopération ou une adaptation en lentilles de contact qui, dans la plupart des cas, absorbe l'incomitance loin-près.

#### Lentilles de contact :

Les lentilles de contact peuvent remplacer les lunettes vers l'adolescence. En effet, elles suppriment la distance verre-œil, et par conséquent chez l'hypermétrope, elles diminuent l'effort accommodatif, et donc la convergence qui lui est associée, sous réserve d'une réfraction rigoureuse et d'une correction optique totale.

Elles sont indiquées lorsqu'il y a persistance de troubles oculomoteurs, surtout s'il s'agit de phories, retrait intempestif des lunettes, incomitance loin-près ou demande esthétique formulée par l'enfant.

Les résultats bénéfiques sur la réduction de l'angle de déviation sont généralement modérés en vision de loin, mais beaucoup plus évidents en vision de près, et ceci d'autant plus que l'hypermétropie est importante.



*Figure : Effet bénéfique des lentilles sur l'incomitance loin-près, (en vision de près, avec correction à gauche et avec lentilles à droite).*

Les lentilles diminuent l'accommodation réelle dans la vision rapprochée, et suppriment les effets prismatiques des verres de lunette lors de la convergence. Cela provoque une diminution de la convergence associée, et cette amélioration est d'autant plus importante que l'hypermétropie est élevée.

Le protocole d'adaptation respecte les techniques habituelles d'adaptation. La correction optique totale reste garante du meilleur résultat sur l'accommodation, ainsi que d'une bonne tolérance aux lentilles. Il est nécessaire que l'hygiène de l'enfant soit compatible avec un équipement en lentilles sans risque, et qu'il soit capable de les assumer. Les lentilles rigides sont idéales pour la physiologie cornéenne ; en effet, elles présentent l'avantage de gommer les aberrations de la surface cornéenne, supprimant ainsi l'astigmatisme s'il est cornéen pur. Elles sont parfois difficiles à supporter à cet âge, tandis que les lentilles souples hydrophiles à renouvellement fréquent sont plus simples d'utilisation, et permettent d'avoir un stock personnel en prévision ; de plus les lentilles souples journalières ne nécessitent pas d'entretien.

Pourtant, parfois il persiste une déviation avec les lentilles monofocales. Un port de lentilles multifocales peut permettre de la supprimer. La plasticité cérébrale de l'enfant lui permet d'acquérir en quelques jours son acuité visuelle optimale, de loin comme de près. Les résultats sur l'oculo-motricité sont obtenus en vision de loin comme en vision de près, avec

l'avantage sur les verres progressifs que cette amélioration par les lentilles multifocales existe dans toutes les positions du regard, et pas uniquement dans le regard vers le bas. Dans ces conditions, il est souvent possible d'éviter une intervention chirurgicale qui aurait été nécessaire avec un port de lunettes.

- **Prise en charge des différentes formes de strabisme accommodatif**

Le strabisme convergent accommodatif pur avec rapport CA/A normal :

La forme pure du strabisme accommodatif constitue une contre-indication chirurgicale, puisque la déviation est supprimée par la correction optique totale ; une chirurgie entraînerait une exotropie consécutive. Cependant, s'il persiste une esophorie gênante, celle-ci peut faire l'objet d'un traitement chirurgical. Généralement, le traitement de cette forme de strabisme accommodatif est donc uniquement le port de la correction optique totale.

Le dépistage de la fratrie avec réfraction sous cycloplégie est également important pour prévenir l'apparition de strabisme accommodatif chez les frères et sœurs. Une hypermétropie inférieure à 3 dioptries n'est pas corrigée en présence d'une acuité visuelle et d'un bilan orthoptique normaux, mais elle fait l'objet d'une surveillance et d'une prescription dès anisoacuité, dégradation de la vision binoculaire, ou asthénopies. Une hypermétropie supérieure à 3 dioptries est corrigée totalement en cas de strabisme accommodatif dans la famille, car le risque de développer un strabisme accommodatif est élevé. Cette correction prescrite doit être portée en permanence et peut induire une esodéviations au retrait des lunettes du fait de l'effort accommodatif rendu alors nécessaire pour la vision nette.

Le strabisme convergent accommodatif partiel avec rapport CA/A normal :

Cette forme partielle regroupe des esotropies précoces et des strabismes accommodatifs purs détériorés. L'importance de l'hypermétropie et la réduction angulaire qu'entraîne la correction optique totale sont très variables d'un cas à l'autre. Le traitement de l'amblyopie et de la dominance, fréquentes dans ces cas, est une condition préopératoire incontournable.

Le geste chirurgical est ensuite indiqué si la déviation horizontale persistante est supérieure à 8-10 dioptries. La chirurgie reste prudente et le dosage opératoire s'aligne sur l'angle minimal. Selon l'importance de l'angle résiduel, un traitement chirurgical peut être proposé par une technique conventionnelle : double recul des droits médiaux ou opération combinée par recul-

résection des droits horizontaux d'un œil. L'enjeu du traitement n'est pas ici la restitution d'une vision binoculaire, mais une correction esthétique avec conservation d'une vision simple.

Le strabisme convergent accommodatif pur avec rapport CA/A élevé :

La correction optique bifocale ou progressive est une prise en charge efficace, pour autant que le centrage des verres soit bien effectué. Ces patients demandent une surveillance étroite, car les décompensations sous correction optique totale par verres bifocaux Franklin ou progressifs ne sont pas rares. Les réfractions sous cycloplégie sont donc répétées, ainsi qu'une vérification régulière de l'acuité visuelle pour dépister toute amblyopie.

Plus rarement, le traitement chirurgical peut être proposé en cas d'esophorie persistante et gênante sous écran alterné avec orthotropie en vision de loin et décompensation du strabisme en vision de près. Reposant sur le principe du raccourcissement du bras de levier au point d'ancrage, la myopexie rétro-équatoriale de Cüppers sur les deux droits médiaux entraîne une forte diminution de l'incomitance loin-près.

Le strabisme convergent accommodatif partiel avec rapport CA/A élevé :

Le traitement de ces cas est difficile. La correction optique totale avec une addition de près par verres bifocaux Franklin ou progressifs est prescrite. La prévention ou le traitement de l'amblyopie peuvent se faire par pénalisation optique unilatérale alternée, permettant dans certains cas de réduire ou de supprimer l'incomitance loin-près.

On peut alors proposer la correction chirurgicale de l'angle de base, mesuré en vision de loin après correction optique totale ; l'incomitance loin-près relève de la chirurgie par le fil de Cüppers. En réalité, l'enjeu est essentiellement esthétique et le choix du traitement se fait au cas par cas. Quoi qu'il en soit, le traitement chirurgical n'est proposé qu'une fois l'amblyopie et la dominance traitées.

Le microstrabisme avec rapport CA/A élevé :

L'objectif du traitement est de restituer la situation initiale, à savoir la microtropie avec correspondance rétinienne anormale harmonieuse, permettant une union binoculaire. Le traitement de ces patients relève, comme tous les cas d'excès de convergence, de la correction optique totale. Il relève également du traitement de l'amblyopie, de la dominance et de la fixation excentrée très fréquentes ;, celui-ci se fait par occlusion du bon œil. Les verres bifocaux Franklin et, dans une plus faible mesure, le traitement chirurgical (fils de Cüppers

sur les droits médiaux) sont parfois associés. L'intervention chirurgicale n'est proposée que si la déviation dépasse la microtropie.

Le strabisme divergent avec élément accommodatif :

On traite la forme essentielle par des verres bifocaux Franklin. Le traitement chirurgical est plus complexe et propose en général un recul des droits latéraux, associé à l'opération du fil sur les droits médiaux.

**Les myotiques** étaient utilisés pour stimuler intrinsèquement le muscle ciliaire et diminuer le besoin accommodatif et donc la CA, mais ils induisent un dérèglement supplémentaire, outre leurs risques propres et ont donc été abandonnés.

**La toxine botulique** a été proposée dans le traitement des spasmes accommodatifs et certains dérèglements du rapport CA/A ; cependant son effet est temporaire et nécessite des injections répétées.

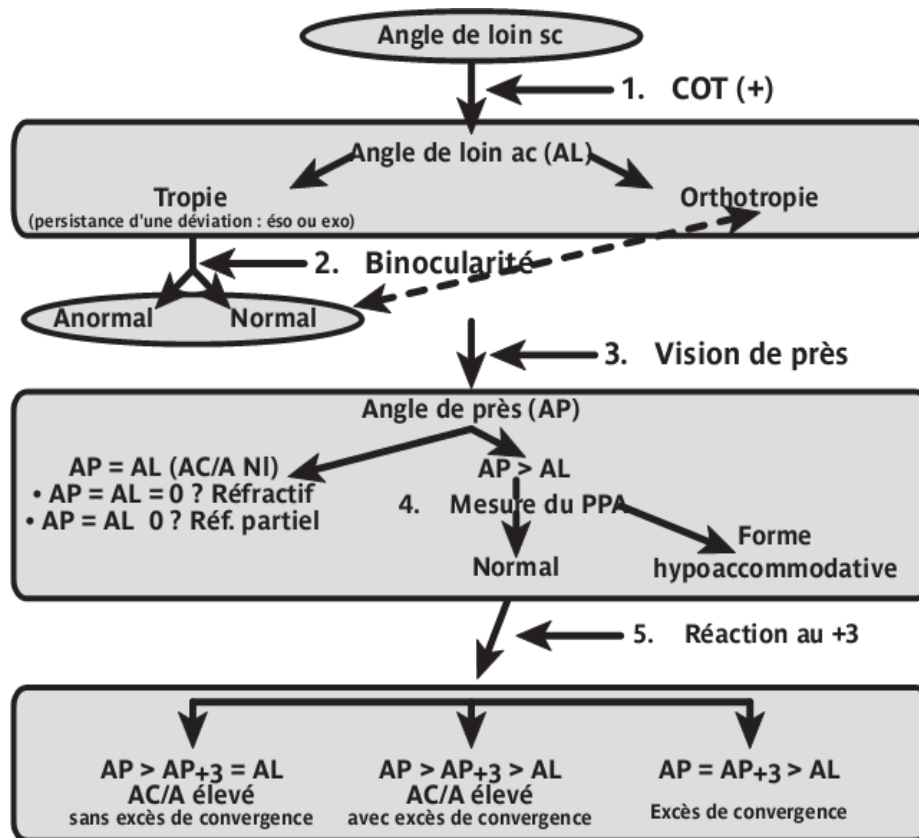


Figure : 5 questions à se poser pour évaluer l'élément accommodatif devant tout strabisme.

Pour conclure, voici les cinq questions à se poser devant tout strabisme avec élément accommodatif :

- Quelle est la réaction à la correction optique totale en vision de loin ?
- Quelle est la binocularité ?
- Quelle est la déviation en vision de près en la comparant à la déviation en vision de loin ?
- Quel est le punctum proximum d'accommodation ?
- Quelle est la réaction à une addition de +3 dioptries en vision de près ?

# 5<sup>ème</sup> partie : Etude clinique

---

## *1. Présentation de l'étude*

L'étude s'est déroulée dans le service ophtalmologie du CHU Gabriel Montpied de Clermont-Ferrand sur environ 14 ans. C'est une étude rétrospective qui prend en compte 56 jeunes patients tous hypermétropes et présentant un trouble oculomoteur associé. L'étude a pour but de mettre en évidence la relation entre l'hypermétropie et les troubles oculomoteurs retrouvés, mais aussi de comparer l'acuité visuelle, le degré d'hypermétropie et son évolution, la sensorialité, la motricité, l'acuité stéréoscopique et la prise en charge de ces derniers. Tous les patients présentent un fond d'œil normal et aucune anomalie organique du segment antérieur et postérieur.

## *2. Matériel et méthodes*

Il s'agit d'analyser les résultats obtenus aux bilans couramment effectués dans le service ophtalmologie ainsi que de comparer les prises en charge des différents troubles oculomoteurs.

Les comparaisons entre la première et la dernière consultation permettent de montrer une évolution ; la dernière consultation correspond à la consultation la plus récente pour chacun des patients.

Le bilan effectué comprend un interrogatoire, un bilan orthoptique sensoriel et moteur, un examen ophtalmologique :

- L'interrogatoire permet de recueillir plusieurs informations telles que : l'âge et le sexe du patient, la date et le motif de première consultation, les antécédents personnels et familiaux, les traitements déjà réalisés, au niveau médical ou chirurgical, ainsi que les plaintes du patient.
- Le bilan orthoptique récolte les informations nécessaires afin de déterminer le type de trouble oculomoteur, les traitements à mettre en place, en examinant la motricité et la sensorialité.



Le bilan sensoriel consiste à la mesure de l'acuité visuelle, l'étude de la correspondance rétinienne et à la mesure de l'acuité stéréoscopique:

- La mesure de l'acuité visuelle permet de déterminer et de mettre en évidence une éventuelle amblyopie, elle nécessite une bonne coopération. La mesure est effectuée en vision de près avec l'échelle de Rossano-Weiss (dessins), les E de Snellen, l'échelle de Parinaud pour les plus grands et avec l'échelle de Monoyer pour la vision de loin. Pour les enfants de moins de 2 ans, nous utilisons la technique du regard préférentiel par les cartons de Teller.

L'amblyopie est absente en cas d'isoacuité normale pour l'âge. Elle est légère si l'acuité visuelle de loin est supérieure à  $6,3/10^{\text{ème}}$ , moyenne si l'acuité visuelle de loin est comprise entre  $4/10^{\text{ème}}$  et  $6,3/10^{\text{ème}}$ , et profonde si l'acuité visuelle de loin est inférieure à  $4/10^{\text{ème}}$ .

- La correspondance rétinienne est déterminée grâce aux verres striés de Bagolini, avec et sans correction, et en vision de loin comme en vision de près. C'est un test qui s'effectue dans l'espace, c'est donc celui qui se rapproche le plus des conditions physiologiques de vision. C'est le test le moins dissociant, et qui met également en évidence la neutralisation.

Elle peut également être évaluée au synoptophore, c'est un test beaucoup plus dissociant et qui s'effectue uniquement en vision de loin avec la correction. Le synoptophore permet également de mesurer la fusion en cas de perception simultanée.

- La stéréoscopie est mesurée en seconde d'arc grâce aux tests de Lang et de Wirt placés à 40 cm dans le plan frontal.

Le test de Lang teste la stéréoscopie globale, il s'appuie sur le principe des nappes de points aléatoires. Elle est considérée comme bonne si les formes sont nommées, moyenne si les formes sont montrées et mauvaise si les formes ne sont pas détectées.

Le test de Wirt est utilisé avec un dispositif de lunettes polarisées et s'appuie sur le principe de la parallaxe oculaire. La vision stéréoscopique est bonne si le score au test de Wirt est d'au moins 80'', moyenne si le score est entre 100 et 200'', absente si le score est supérieur ou égal à 400''.

Le bilan moteur est constitué par le test de Hirschberg et le test de cover-test, ainsi qu'un test de Maddox.

- L'angle de la déviation est mesuré aux reflets de Hirschberg, avec et sans correction, en vision de près et en vision de loin. Ce test met en évidence des déviations manifestes.

Nous considérons qu'il y a une incomitance loin-près lorsque l'angle en vision de près est supérieur d'au moins 10 dioptries à l'angle en vision de loin. Nous en déduisons alors que le rapport CA/A est élevé.

Le test de Hirschberg peut également être effectué avec une addition de +3 dioptries en vision de près en cas d'incomitance loin-près, pour essayer de la supprimer.

- En cas de correspondance rétinienne normale, un examen au Maddox est pratiqué ensuite, c'est un test très dissociant et qui révèle l'hétérophorie maximale ; les amplitudes de fusion aux prismes sont également mesurées. La fusion est bonne si la divergence de loin est de 6-8 dioptries, de près de 8-10 dioptries, et la convergence de loin de 20-25 dioptries, et de près de 30-35 dioptries.
- L'examen ophtalmologique a ensuite pour but de mettre en évidence des anomalies du segment antérieur et postérieur, ainsi que de déceler des anomalies de réfraction, en réalisant une mesure de la réfraction sous Skiacol et un fond d'œil afin de pouvoir par la suite réaliser une bonne prise en charge médicale et chirurgicale.

#### - **Traitement médical**

### **Réfraction et prescription**

Dans notre service, la correction optique totale est prescrite. Elle est déterminée à partir d'une réfraction sous cycloplégique avec instillation de Skiacol® (protocole d'une goutte dans chaque œil à T0, T10 mn, et avec une mesure de la réfraction automatique ou manuelle à T45 mn), parfois l'atropine est utilisée lors de spasmes importants.

Nous exprimerons ici l'amétropie en équivalence sphérique et nous évaluerons le degré d'hypermétropie : l'hypermétropie est forte si elle est supérieure ou égale à +6 dioptries, elle est moyenne si elle est comprise entre +2,50 et +6 dioptries, et elle est faible si elle est strictement inférieure à +2,50 dioptries. En comparant ces valeurs entre la première et la dernière consultation, nous pourrions ainsi étudier l'évolution de l'hypermétropie.

### Verres bifocaux / lentilles de contact

Les verres bifocaux sont prescrits lorsqu'il y a une importante incomitance loin-près et qu'avec un essai de +3 dioptries, l'angle réduit sensiblement.

Les verres progressifs sont généralement proposés à partir de l'âge de 10 ans. Toutefois, au maximum, des essais sont faits pour réduire l'addition jusqu'à la supprimer.

Les lentilles de contact sont proposées soit à la demande du patient, soit à partir d'un certain âge. Une adaptation est obligatoirement faite auparavant.

### **Traitement de l'amblyopie**

L'amblyopie est traitée par occlusion, parfois par pénalisation optique ou ryser. Nous exerçons l'occlusion ou la pénalisation de l'œil sain pour le traitement d'attaque et d'entretien de l'amblyopie, pour la prévention de l'amblyopie ainsi que pour le traitement de la dominance. C'est le traitement indispensable avant toute chirurgie.

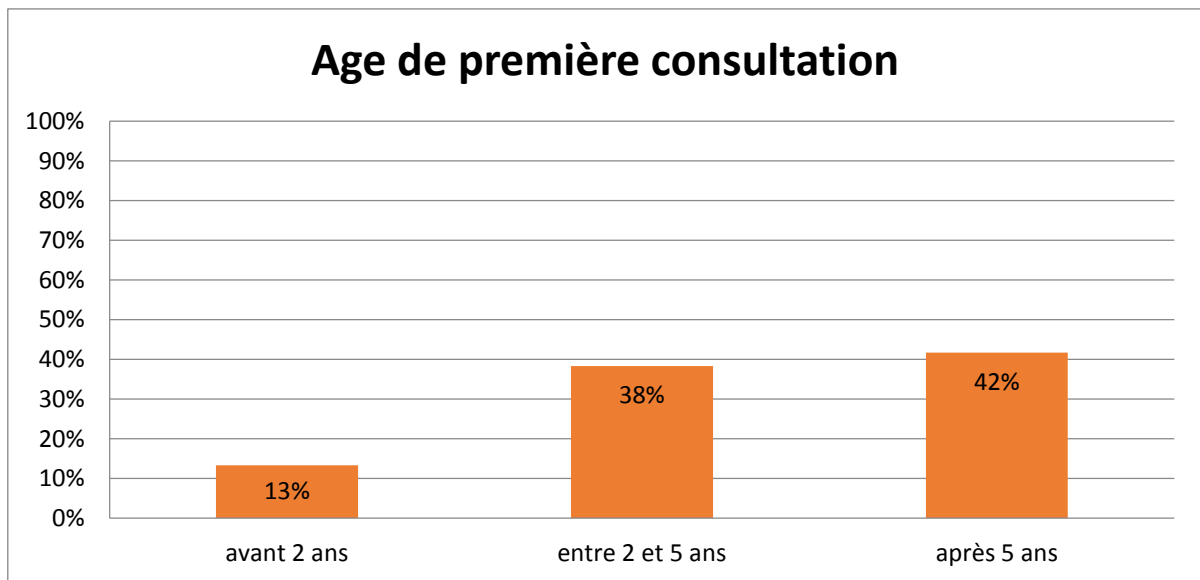
#### **- Traitement chirurgical**

La chirurgie n'est proposée qu'en cas de strabisme accommodatif partiel, après avoir établi une isoacuité et une bonne alternance ainsi qu'un angle stable. Le traitement chirurgical est applicable en cas d'angle inesthétique avec la correction optique totale portée.

Toutefois, une bonne prise en charge médicale permet déjà de traiter la majeure partie du strabisme et dans la plupart des cas de réduire suffisamment l'angle de déviation pour ne pas avoir besoin de recourir à la chirurgie.

### 3. Analyse générale des patients

#### - L'âge



La majorité des patients a consulté pour la première fois dans notre service après 5 ans. L'âge moyen des patients lors de leur première consultation dans notre service est de 4 ans et 5 mois, les extrémités allant de 2,5 mois à 10 ans.

#### - Le sexe

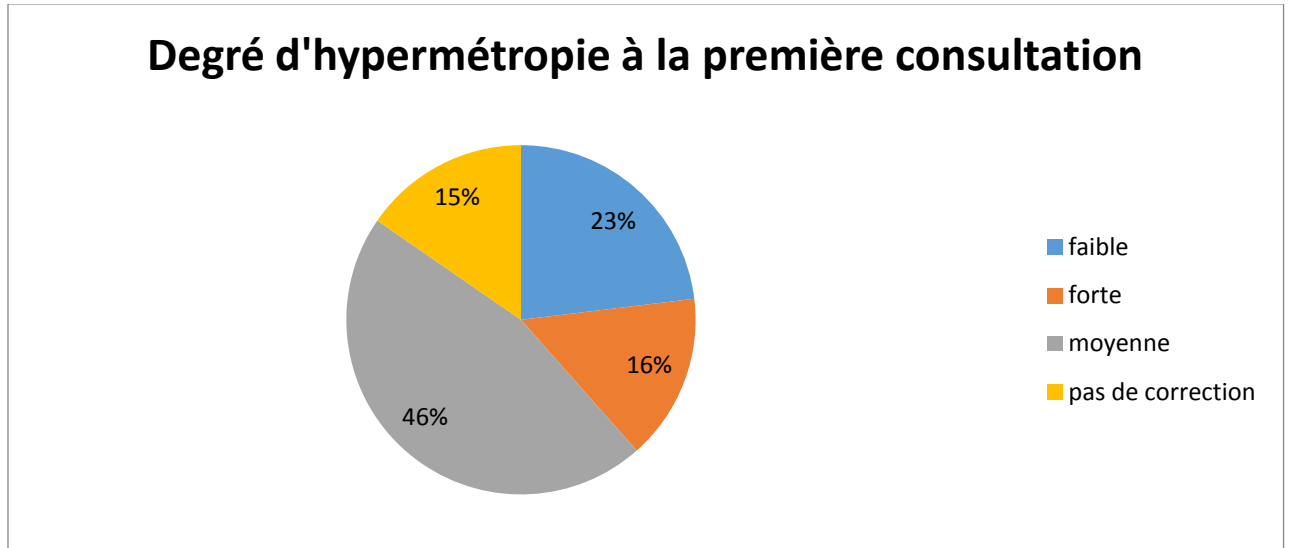
Notre étude comporte 56 patients comprenant 29 garçons et 27 filles. La répartition est donc à peu près équivalente.

Nous allons tout d'abord étudier les hétérophories retrouvées, et ensuite nous étudierons le strabisme accommodatif, en décomposant les cas purs et partiels.

#### 4. Analyse des caractéristiques : hétérophories

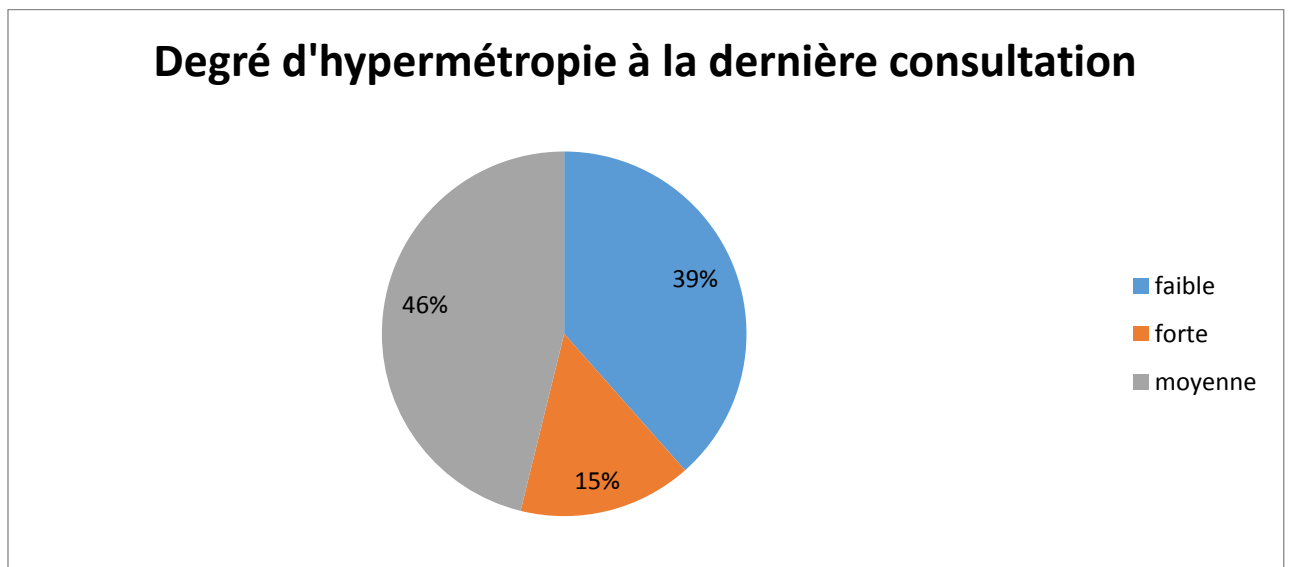
##### - Hypermétropie

Degré d'hypermétropie retrouvé à la première consultation :



A la première consultation, l'équivalent sphérique moyen était de +2,84, les extrémités allant de 0 à +9,75. Nous observons ici une majorité d'hypermétropie moyenne avec 46%, 16% d'hypermétropie forte, 23% d'hypermétropie faible, et 15% de non corrigé.

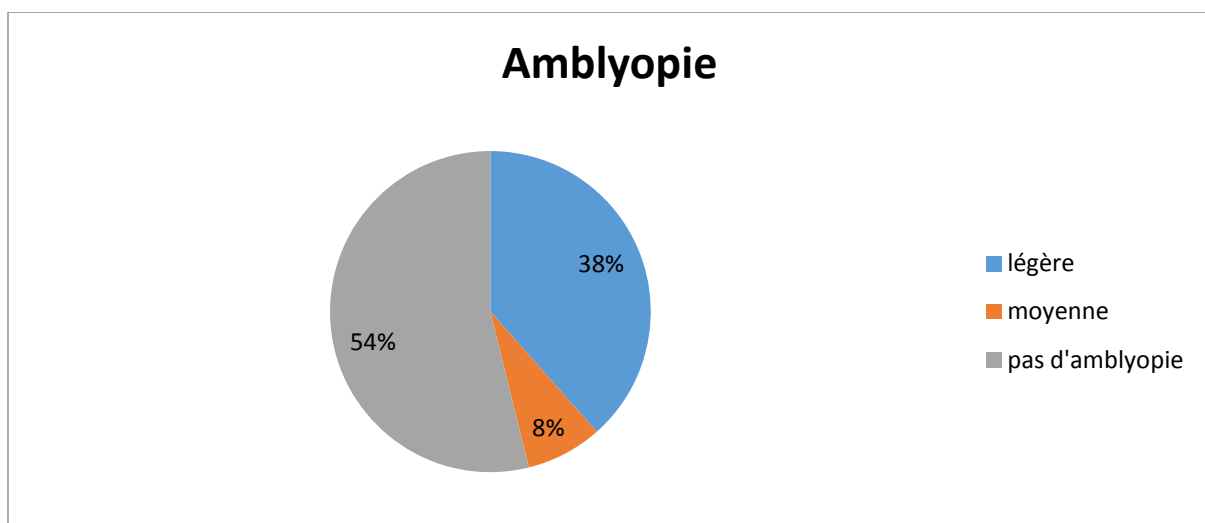
Degré d'hypermétropie retrouvé à la dernière consultation :



A la dernière consultation, l'équivalent sphérique moyen était de +2,68, les extrémités allant de +0,25 à +7,88. Il y a toujours 46% d'hypermétropie moyenne et 15% d'hypermétropie forte. Cependant il y a 39% d'hypermétropie faible et plus d'hypermétropie non corrigée.

Nous notons donc une évolution entre la première et la dernière consultation, l'équivalent sphérique moyen a légèrement diminué, toutefois, **toutes les hypermétropies ont été corrigées.**

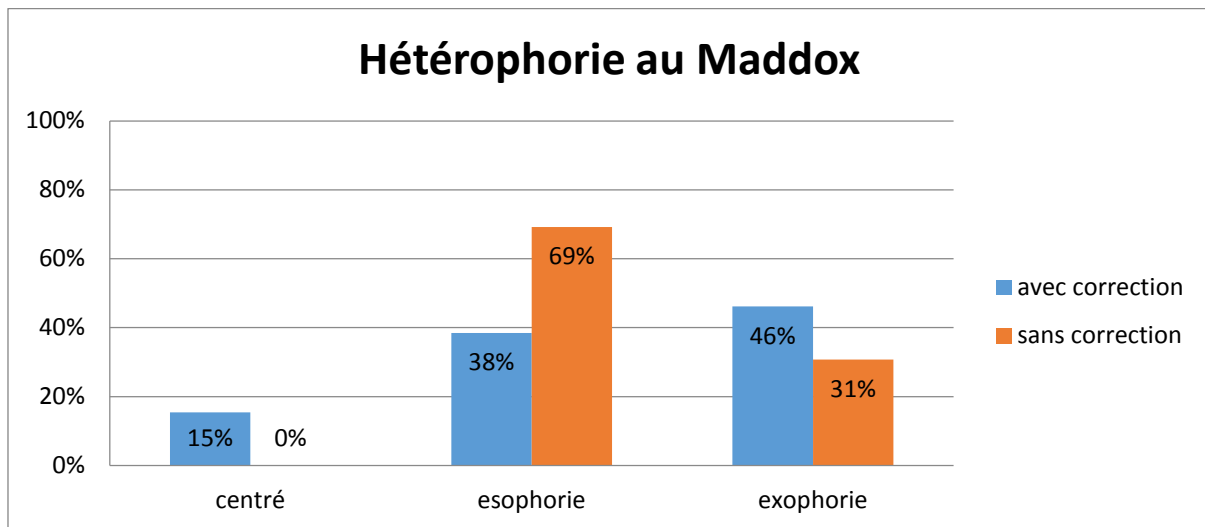
#### - Amblyopie retrouvée



Dans 54% des cas, il n'y a pas d'amblyopie, 38% ont une amblyopie légère, et 8% une amblyopie moyenne, ce dernier chiffre est expliqué par une anisométrie importante, avec un équivalent sphérique retrouvé à droite de +3,875 et à gauche de +7,875.

#### - Déviation angulaire

Tous les reflets sont centrés au test des reflets de Hirschberg, le Covertest et, dans ce cas plus particulièrement, le Maddox, permettent alors de mettre en évidence le trouble latent, que nous allons comparer avec et sans correction.

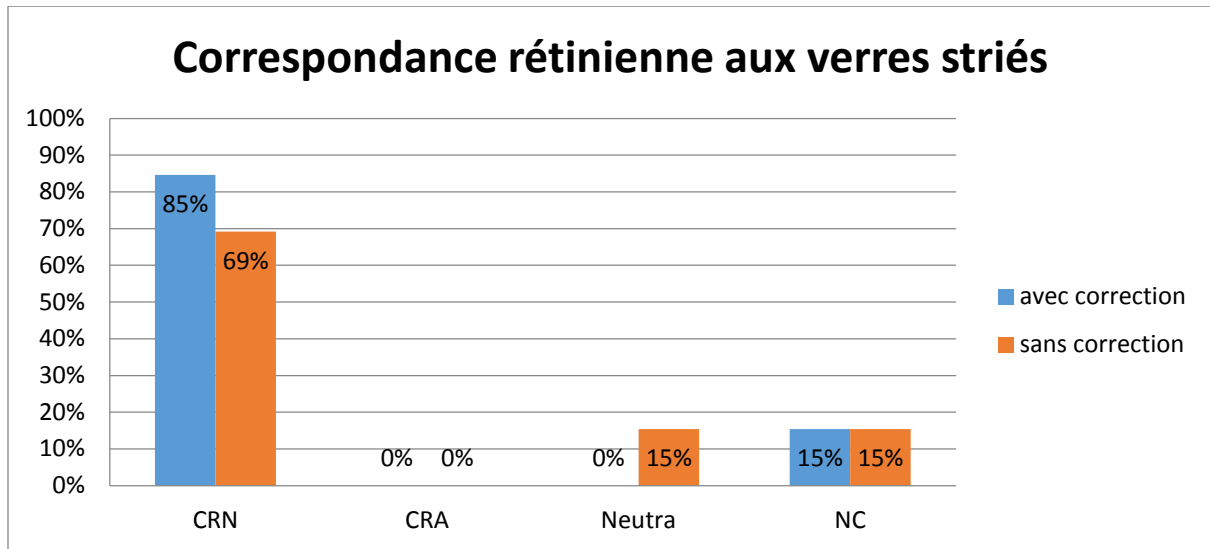
Au Maddox :

Sans correction, nous observons une majorité d'esophories, 69%, et 31% d'exophories, aucun patient n'est centré sans sa correction.

Avec correction, nous retrouvons 15% des patients qui sont centrés, 38% en esophorie et 46% en exophorie. **Nous constatons donc que le nombre d'esophories diminue avec la correction, toutefois le nombre d'exophories augmente légèrement. La correction permet de mettre en rectitude 15% des patients.**

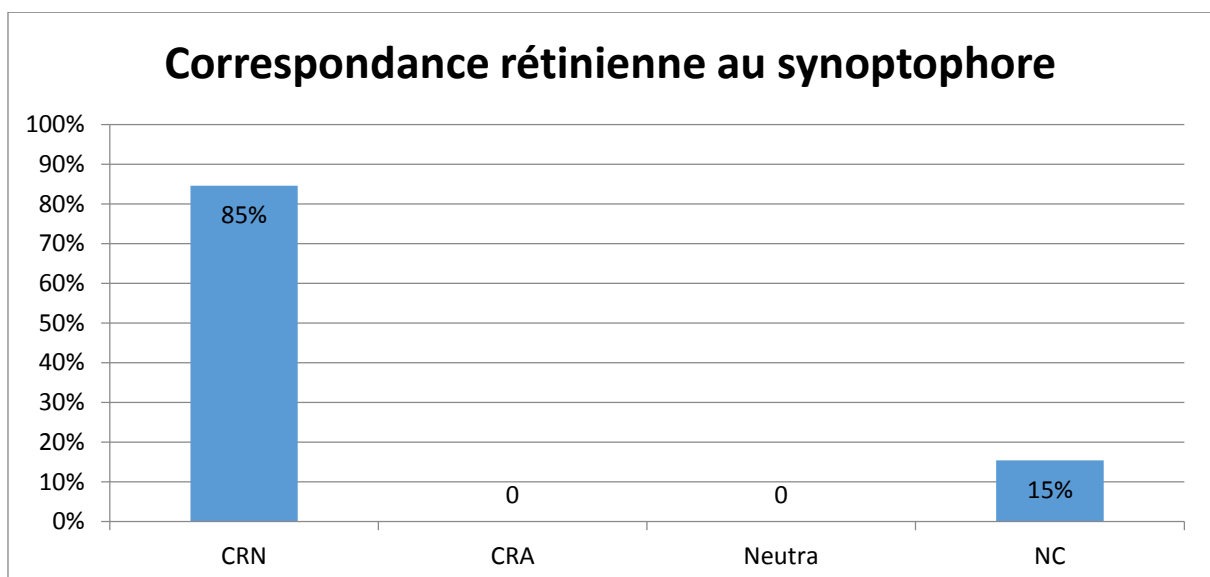
Pour 38% des patients, l'esophorie est présente avec et sans correction, mais elle diminue nettement avec la correction, quasiment 10 dioptries de différence entre la mesure avec correction et sans correction, elle est dans la plupart des cas plus importante de près que de loin. Pour 31% des patients, l'exophorie est présente avec et sans correction. Pour 15% des patients, l'esophorie présente sans correction se centre avec la correction. Pour 15% des patients, l'esophorie présente sans correction devient une exophorie avec correction.

De plus, nous retrouvons 16% d'insuffisances de convergence, qui n'ont pas nécessité de traitement orthoptique. En effet, la correction a permis de réduire voire supprimer les signes fonctionnels présents. Elles sont associées pour la plupart à des exophories.

- **Correspondance rétinienne**Verres striés :

Tous les patients sont en correspondance rétinienne normale avec la correction ; sans la correction, 15% des patients neutralisent. La neutralisation retrouvée sans la correction aux verres striés peut s'expliquer par une amblyopie décelée chez ces patients, ce sont également des patients qui présentent une forte hypermétropie.

Les 15% de non communiqués sont dus soit au manque de l'examen dans le bilan, soit à un manque de coopération de la part du patient pour cet examen.

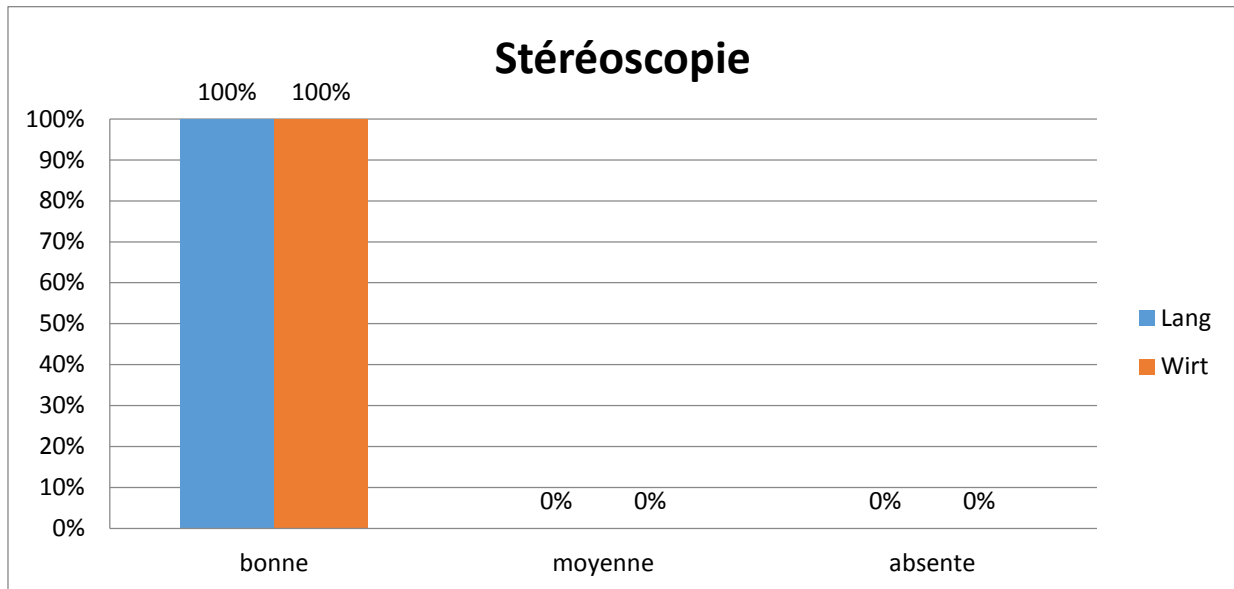
Synoptophore :



Au synoptophore, tous les patients sont en correspondance rétinienne normale. La fusion est également bonne au synoptophore pour tous ces patients.

Les 15% de non communiqués sont dus, comme précédemment, soit au manque de l'examen dans le bilan, soit à un manque de coopération de la part du patient pour cet examen.

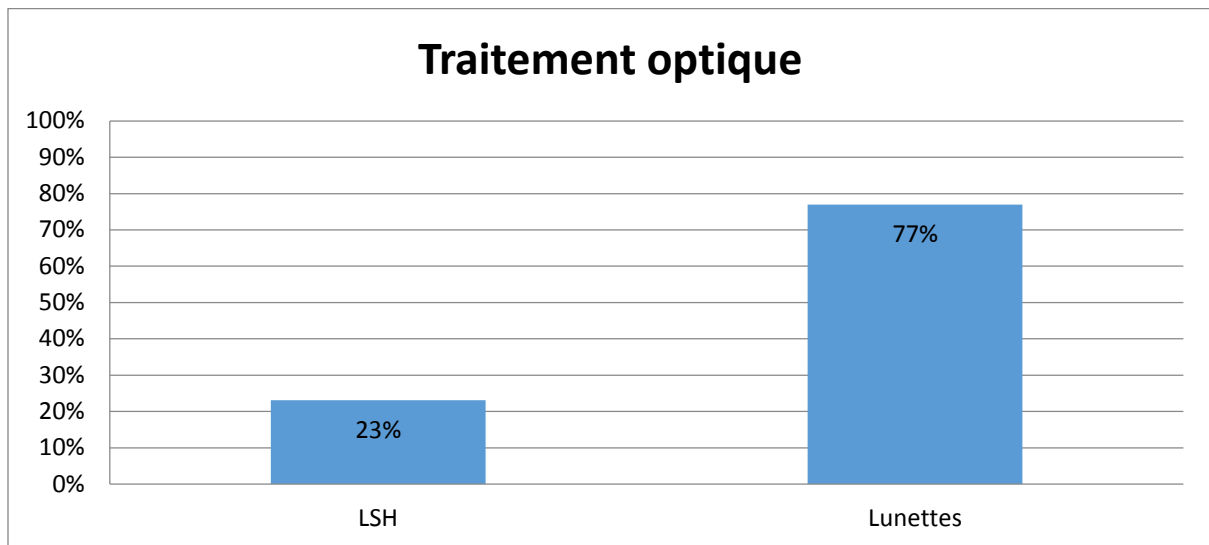
#### - Stéréoscopie



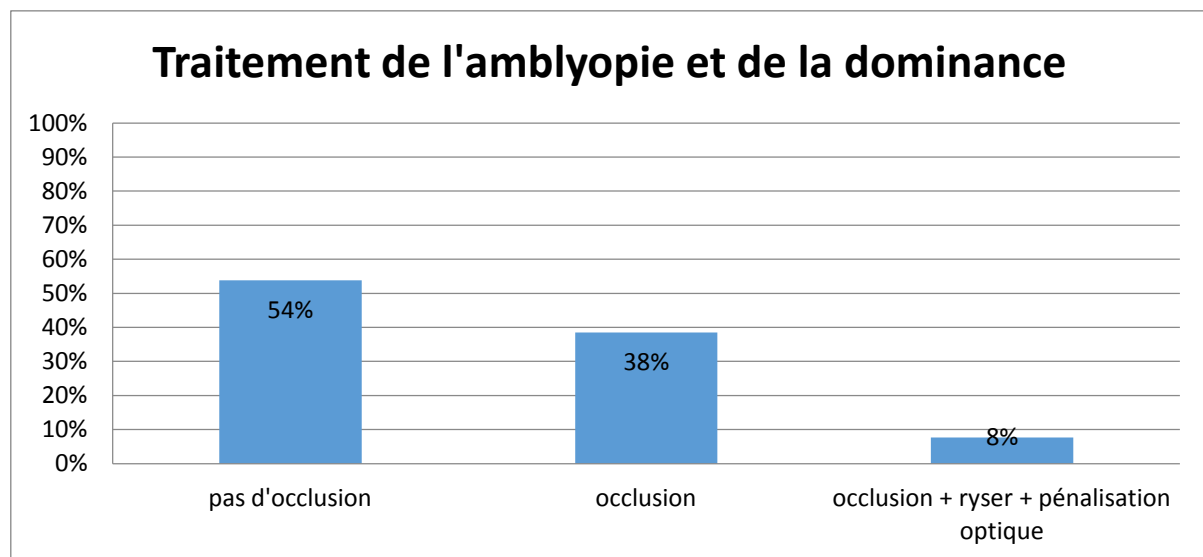
Au Lang comme au Wirt, la stéréoscopie est bonne pour tous les patients.

#### - Traitement médical

**Aucun de ces patients n'a eu recours à la rééducation orthoptique. La correction optique a permis dans tous les cas de supprimer les troubles asthénopiques présents.**

Traitement optique :

Tous ces patients ont subi une réfraction sous cycloplégie et portent la correction optique totale. 23% des patients ont été adaptés en lentilles de contact.

Traitement de l'amblyopie et de la dominance :

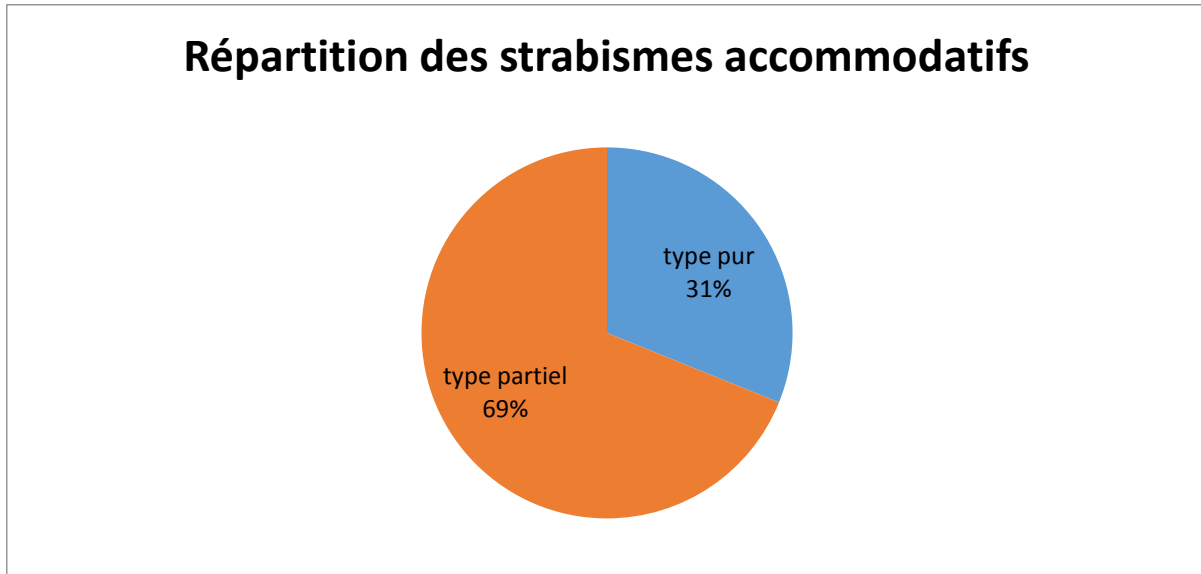
54% des patients n'ont pas eu d'occlusion. Toutes les amblyopies présentes ont été traitées et résolues par occlusion ; 8% des patients ont également subi un traitement par ryser et pénalisation optique.

- **Traitement chirurgical**

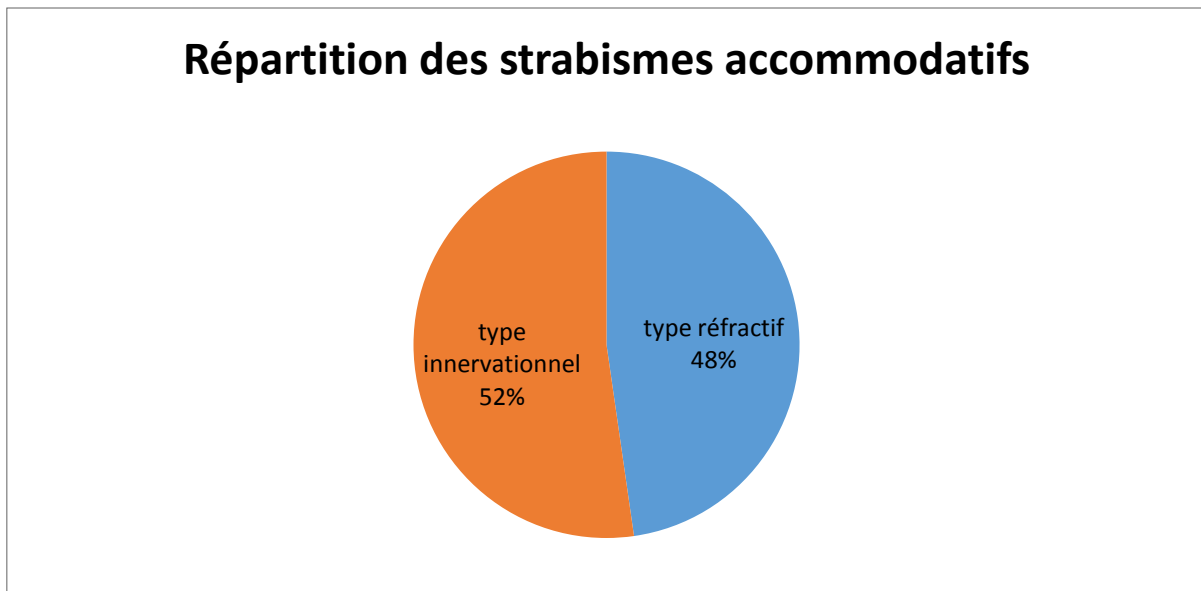
Aucun des patients n'a subi de chirurgie, ne présentant pas de déviation manifeste.

**STRABISMES :**

Nous allons étudier séparément le strabisme accommodatif pur et le strabisme accommodatif partiel. Auparavant, nous allons constater la répartition des différents types de strabismes accommodatifs.



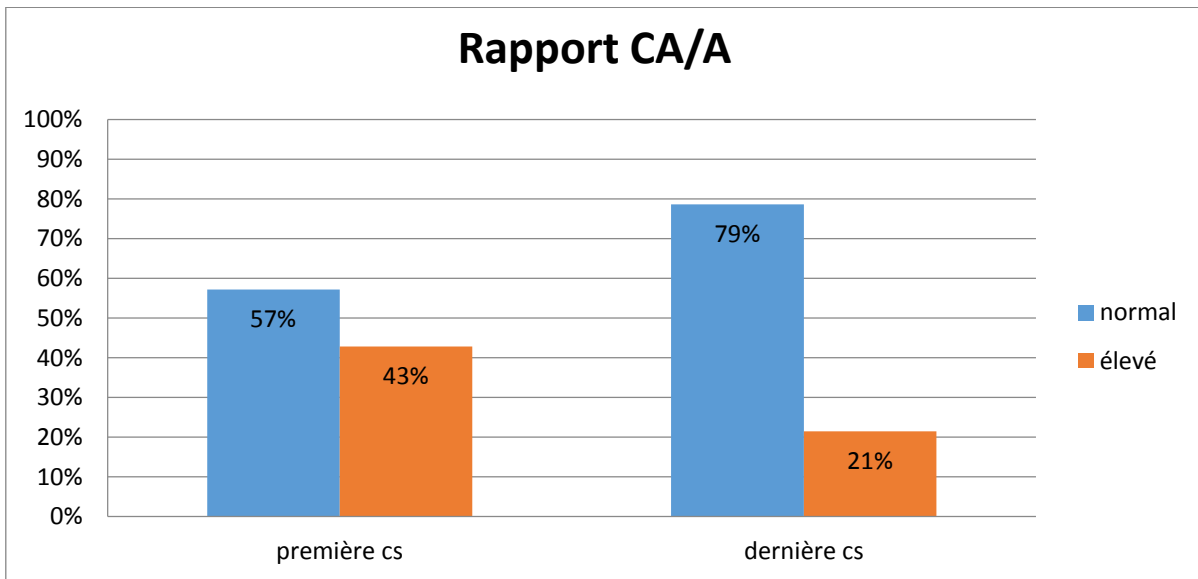
Nous retrouvons une majorité de strabismes accommodatifs partiels par rapport aux strabismes accommodatifs purs avec 69% contre 31%.



Nous constatons que le type innervationnel (rapport CA/A élevé ou présence d'une incomitance loin-près) et le type réfractif (rapport CA/A normal ou absence d'incomitance loin-près) se rencontrent en fréquence quasiment équivalente, avec 48% de type réfractif et 52% de type innervationnel.

## 5. Analyse des caractéristiques : strabisme accommodatif pur

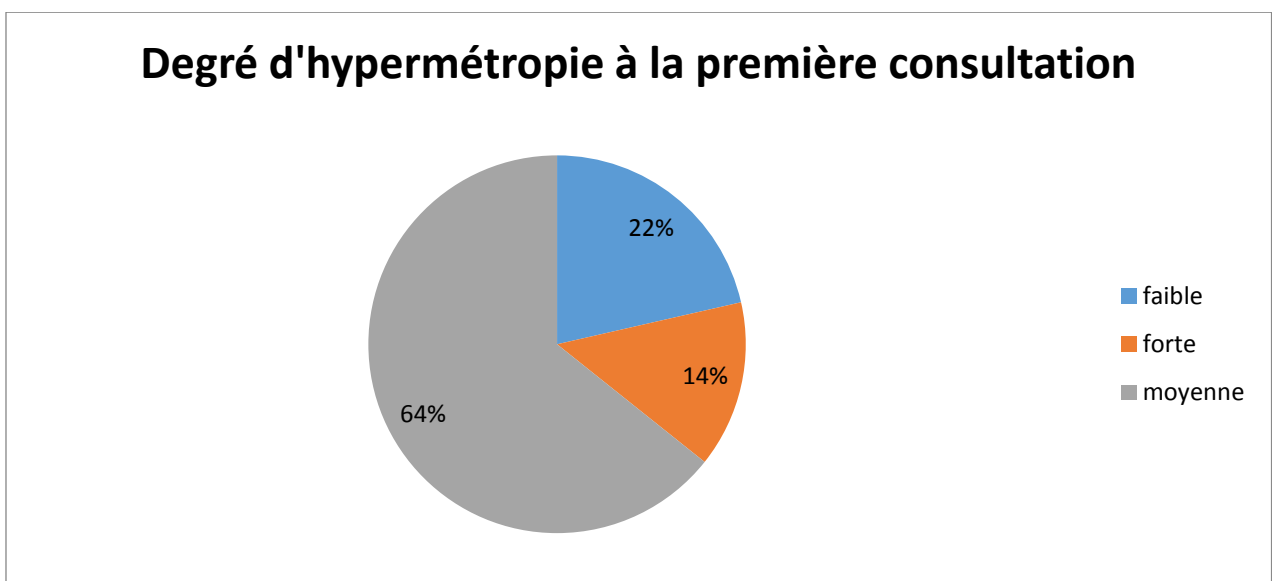
### - Incomitance loin-près



A la première consultation, au sein du strabisme accommodatif pur, le type réfractif et le type innervationnel sont en proportion équivalente avec 57% de rapports CA/A normaux et 43% de rapports CA/A élevés. **Nous constatons également qu'entre la première et la dernière consultation, 22% des rapports CA/A élevés se sont normalisés.**

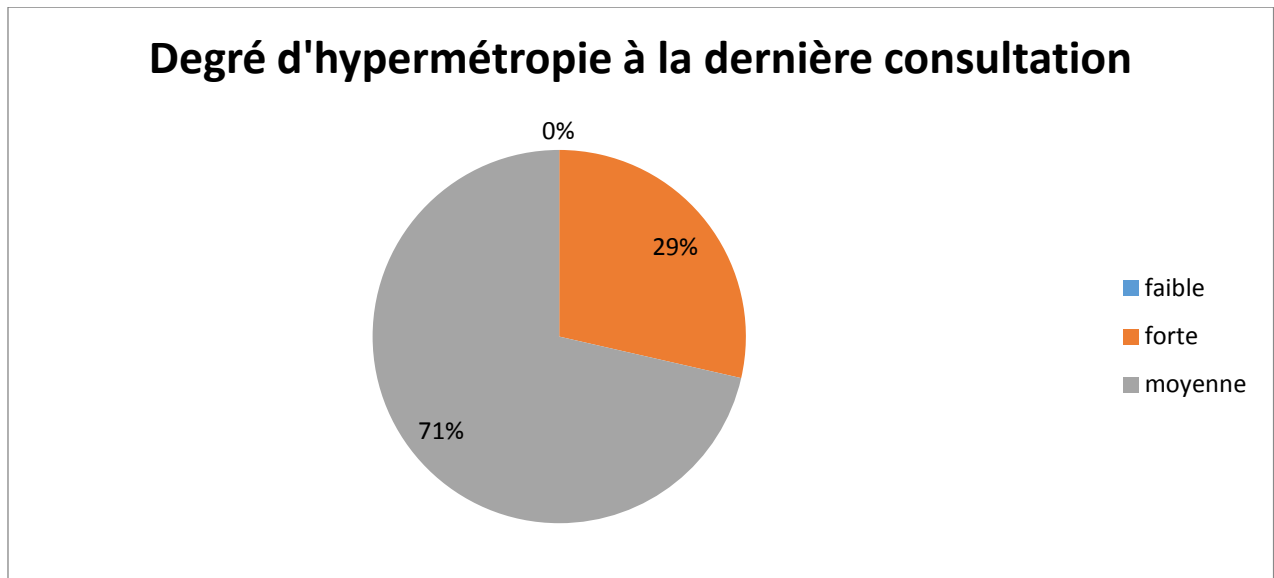
### - Hypermétropie

Degré d'hypermétropie retrouvé à la première consultation :



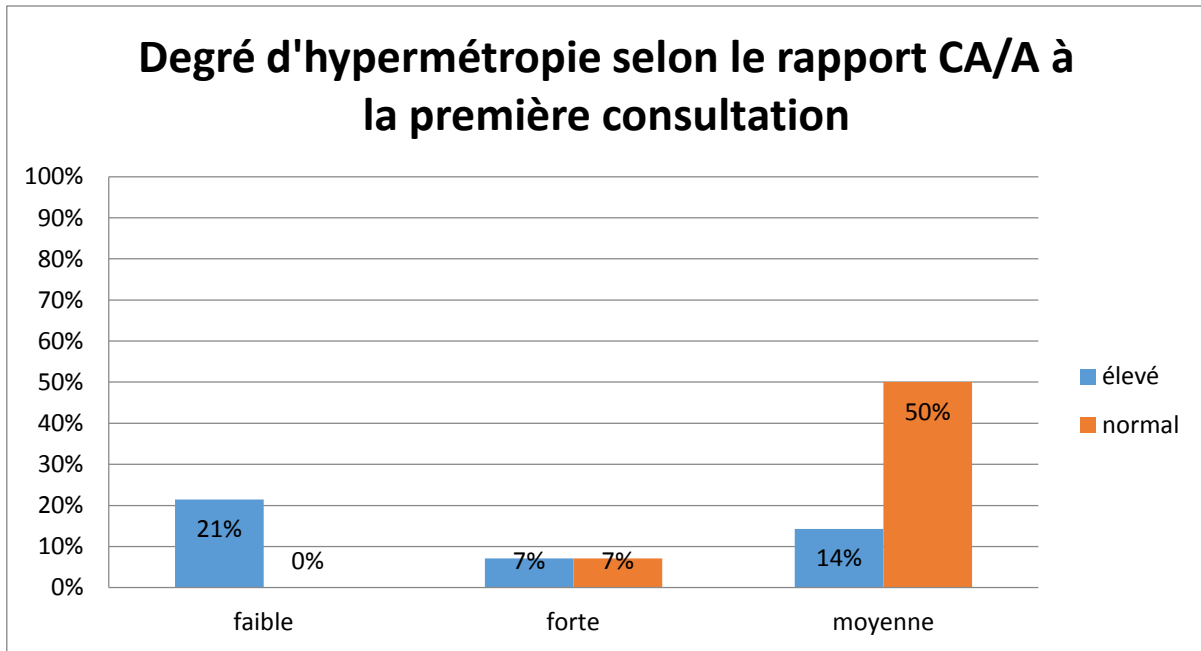
A la première consultation, l'équivalent sphérique moyen était de +3,70 ; les extrémités allant de 0 à +7. Nous observons une majorité d'hypermétropie moyenne, avec 64%, contre 22% d'hypermétropie faible et 14% d'hypermétropie forte.

Degré d'hypermétropie retrouvé à la dernière consultation :



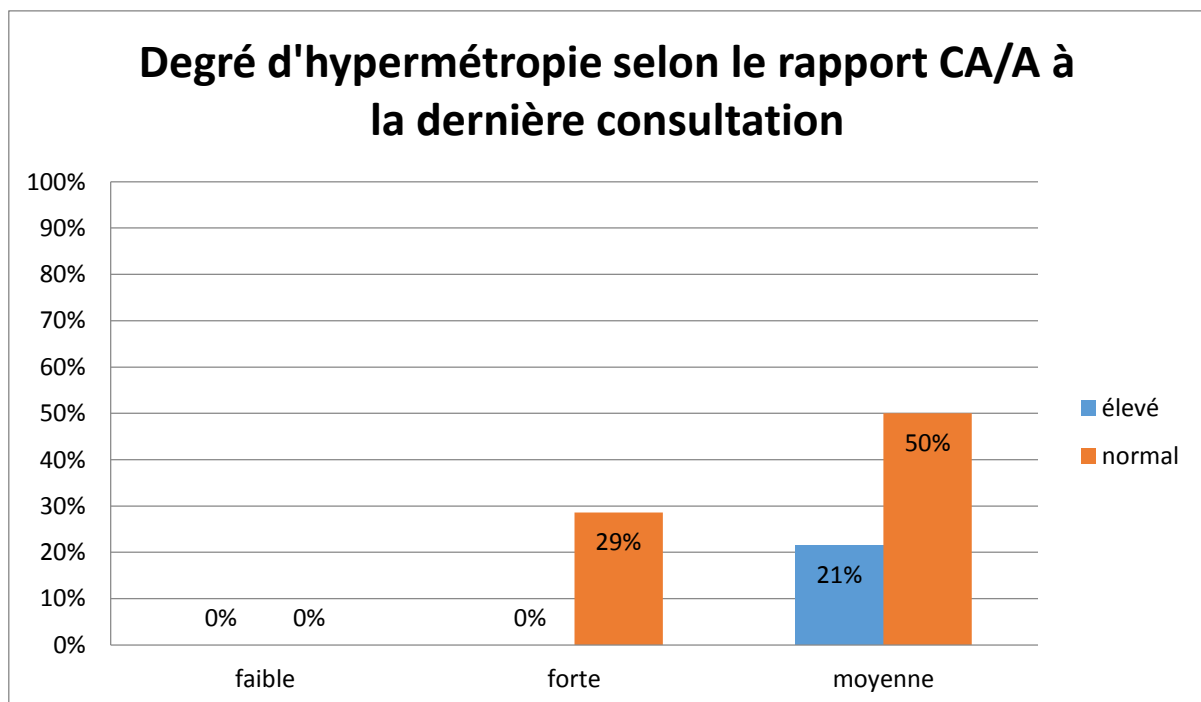
A la dernière consultation, l'équivalent sphérique moyen était de +5,13 ; les extrémités allant de +2,50 à +9,75. Nous ne retrouvons plus d'hypermétropie faible, mais 71% d'hypermétropie moyenne et 29% d'hypermétropie forte.

**Nous constatons donc que l'hypermétropie a tendance à augmenter, elle est majoritairement de degré moyen.** L'équivalent sphérique passe de +3,70 à +5,13. L'hypermétropie faible passe de 22% à 0%, l'hypermétropie moyenne de 64% à 71% et l'hypermétropie forte de 14% à 29%.



L'équivalent sphérique moyen pour le type réfractif, retrouvé à la première consultation, est de +4,27, les extrémités allant de +3 à +6,50 ; et pour le type innervationnel de +2,94, les extrémités allant de 0 à +7.

Le type réfractif compte 7% d'hypermétropie forte, tout comme le type innervationnel, et 50% d'hypermétropie moyenne, alors que le type innervationnel n'en compte que 14%, ce dernier compte également 21% d'hypermétropie faible.

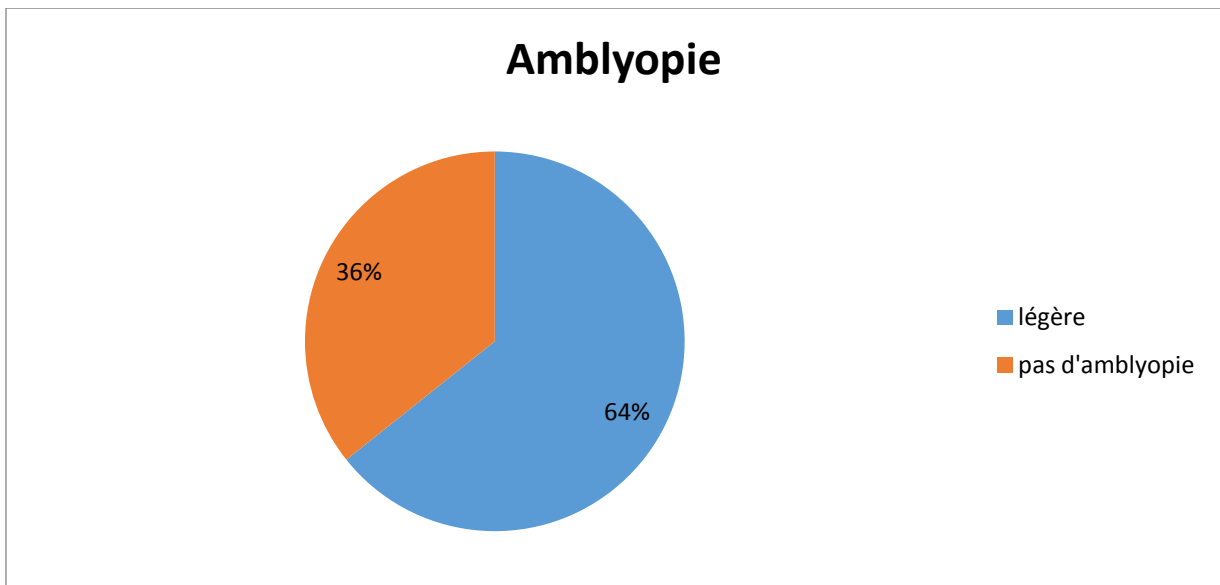


A la dernière consultation, l'équivalent sphérique moyen est de +5,35 pour le type réfractif, les extrémités allant de +3,50 à +8,25 ; et de +4,84 pour le type innervationnel, les extrémités allant de +2,25 à +9,75. **Nous pouvons remarquer que l'hypermétropie est plus importante pour le type réfractif que pour le type innervationnel.**

**Nous avons vu précédemment que 22% des rapports CA/A élevés se sont normalisés entre la première et la dernière consultation ; de plus, l'hypermétropie a augmenté.**

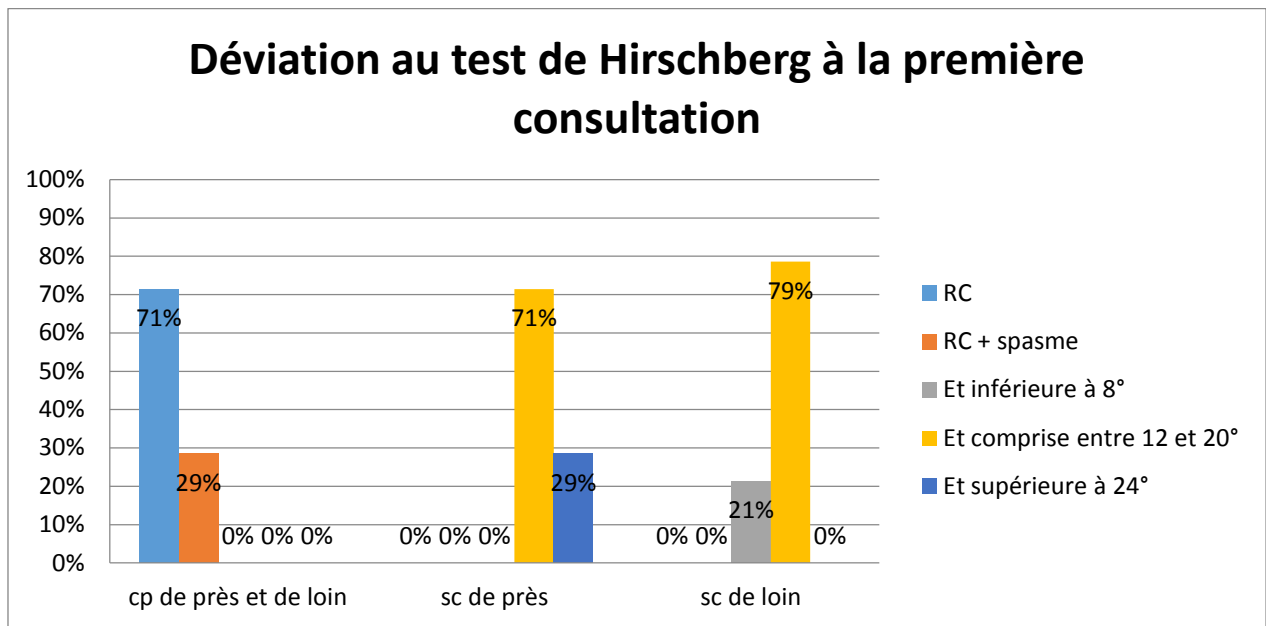
A la dernière consultation, le type réfractif compte alors 29% d'hypermétropie forte et 50% d'hypermétropie moyenne, le type innervationnel, quant à lui, compte 21% d'hypermétropie moyenne.

- **Amblyopie retrouvée**

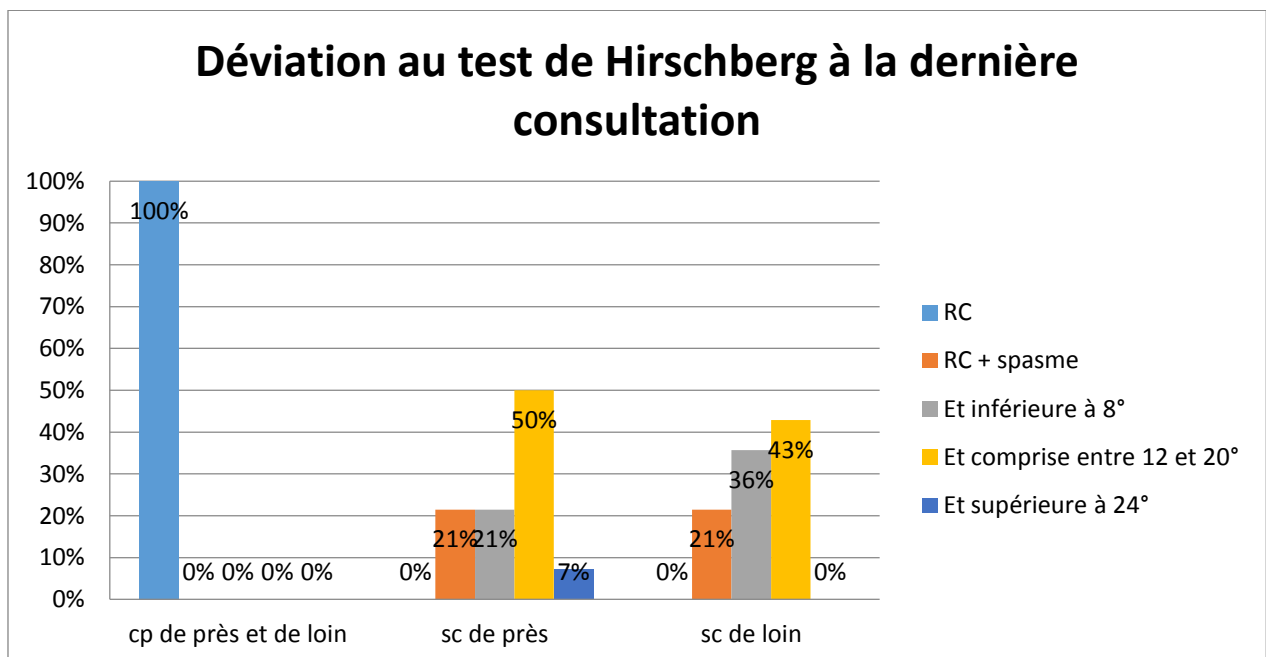


64% des patients présentent une amblyopie légère à la première consultation, et chez 36% des patients nous ne retrouvons pas d'amblyopie. Nous n'avons pas retrouvé d'amblyopie moyenne ou forte.

## - Déviation angulaire



Nous avons recueilli les mesures à la première consultation suivant la prescription de la correction optique totale. Nous remarquons qu'avec la correction 100% des patients sont centrés, 29% cependant spasment encore. Sans la correction, il y a une déviation dans tous les cas, que ce soit en vision de près ou de loin. En vision de près, 71% des patients présentent une esotropie comprise entre 12 et 20°, et 29% des patients présentent une esotropie supérieure à 24°. En vision de loin, 21% des patients présentent une esotropie inférieure à 8° et 79% des patients présentent une esotropie comprise entre 12 et 20°.



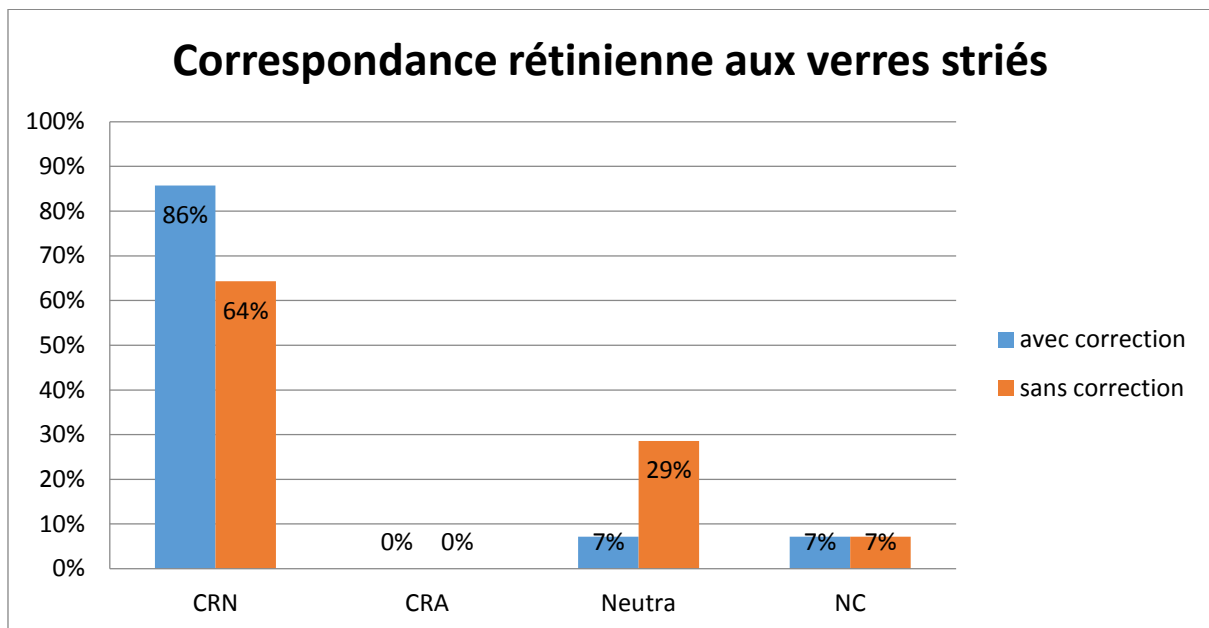


A la dernière consultation, tous les patients sont centrés, sans spasme, avec la correction. Sans la correction, 21% des patients sont en esophorie-tropie, en vision de près et de loin ; en vision de près, 21% des patients présentent une esotropie inférieure à 8°, 50% une esotropie comprise entre 12 et 20° et 7% une esotropie supérieure à 24° ; en vision de loin, 36% présentent une esotropie inférieure à 8° et 43% une esotropie comprise entre 12 et 20°.

**Nous constatons donc que l'angle de déviation a tendance à diminuer. A cela, il faut ajouter que 22% des rapports CA/A élevés se sont normalisés entre la première et la dernière consultation. La correction a permis de supprimer les spasmes, 21% des patients parviennent à se centrer également sans leur correction.**

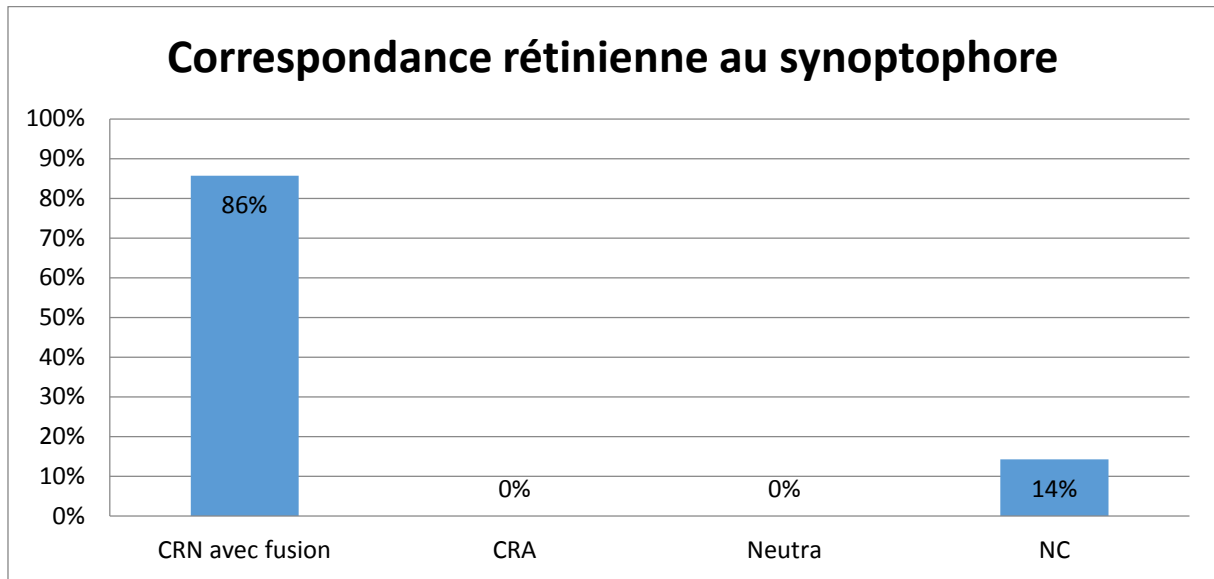
#### - Correspondance rétinienne

Verres striés :



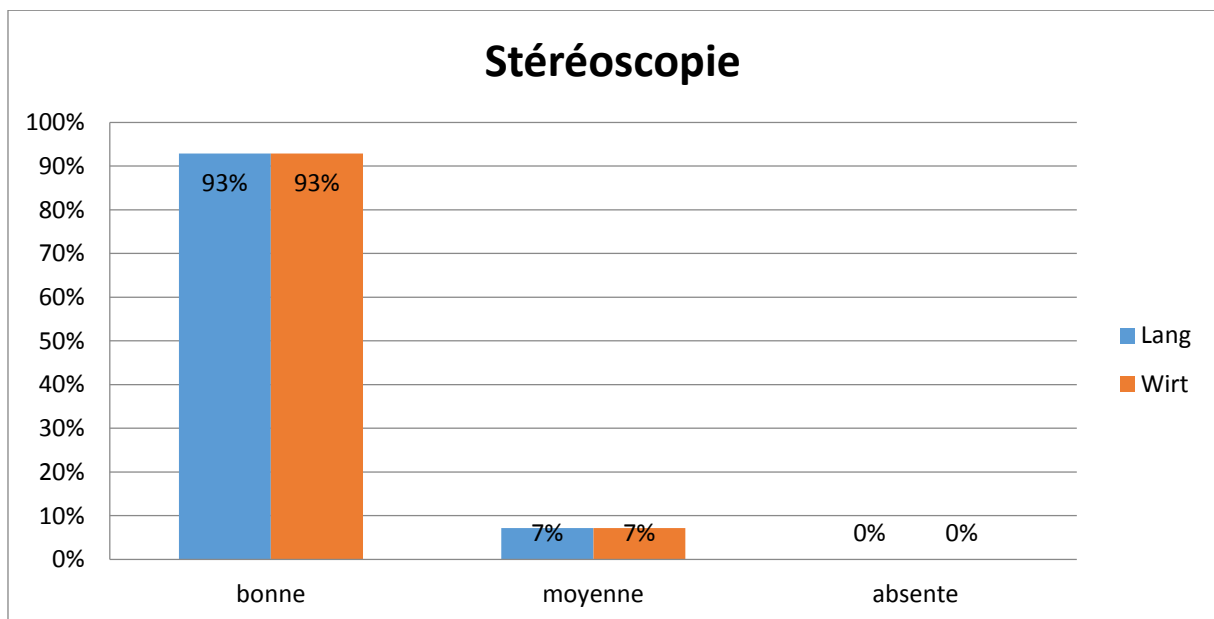
Avec la correction, 86% des patients sont en correspondance rétinienne normale et 7% des patients neutralisent. Sans la correction, seulement 64% des patients sont en correspondance rétinienne normale et 29% des patients neutralisent. La neutralisation augmente sans la correction en passant de 7% à 29%.

Les 7% de non communiqués correspondent à un manque de coopération pour un examen aux verres striés.

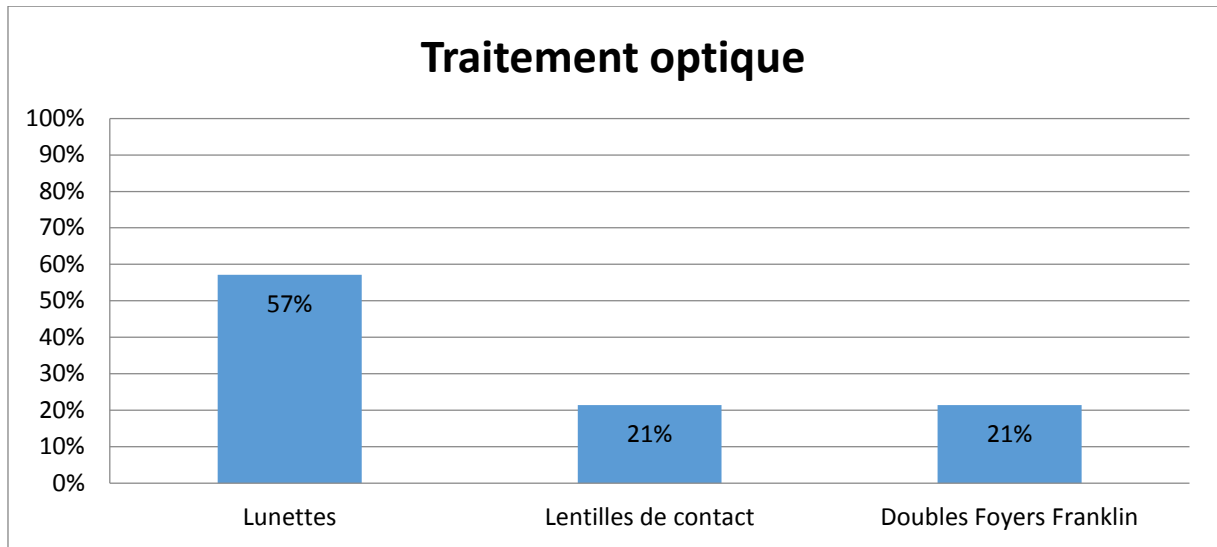
Synoptophore :

Au synoptophore, tous les patients sont en correspondance rétinienne normale et présentent une fusion.

Les 14% de non communiqués correspondent à une coopération insuffisante pour un examen au synoptophore.

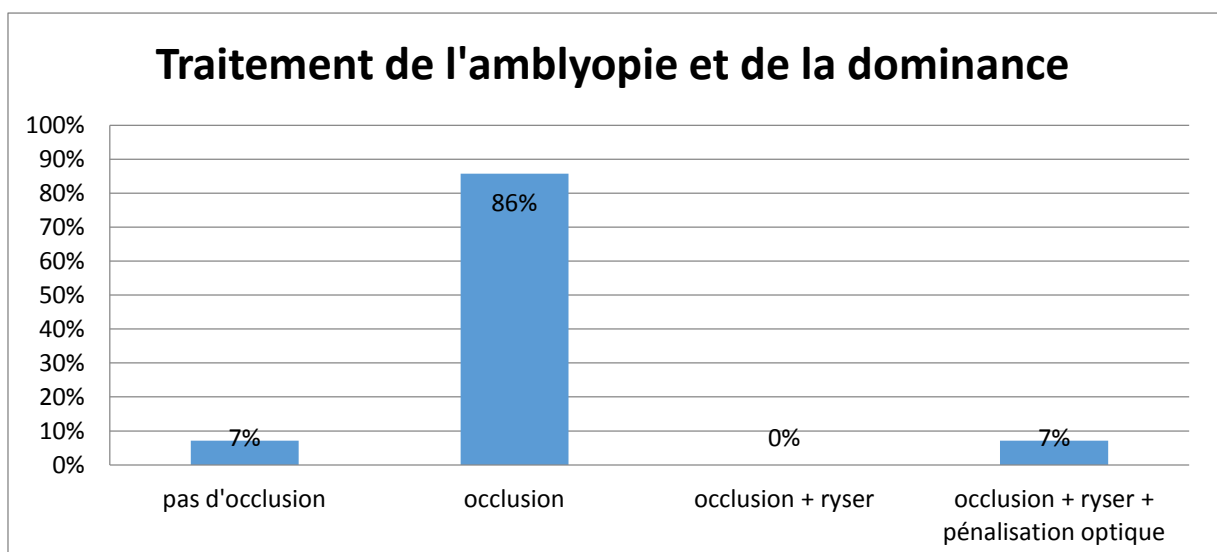
- **Stéréoscopie**

Au Lang comme au Wirt, la stéréoscopie est bonne pour 93% des patients. Elle est moyenne pour 7% des patients.

- **Traitement médical**Traitement optique :

Tous ces patients ont subi une réfraction sous cycloplégie et portent la correction optique totale. 21% des patients ont été adaptés en lentilles de contact. 21% des patients portent des doubles foyers Franklin.

L'addition a été mise en place chez chacun de ces derniers entre 5 ans et 8 ans, pour une incomitance loin-près importante, après un essai lors de l'examen. Une addition de +3 dioptries a été prescrite en doubles foyers Franklin, puis diminuée progressivement, jusqu'à +1,50 dioptries, au mieux, dans 33% des cas. Pour 33% des patients portant des doubles foyers Franklin, des verres progressifs les ont remplacés à l'âge de 11 ans.

Traitement de l'amblyopie et de la dominance :

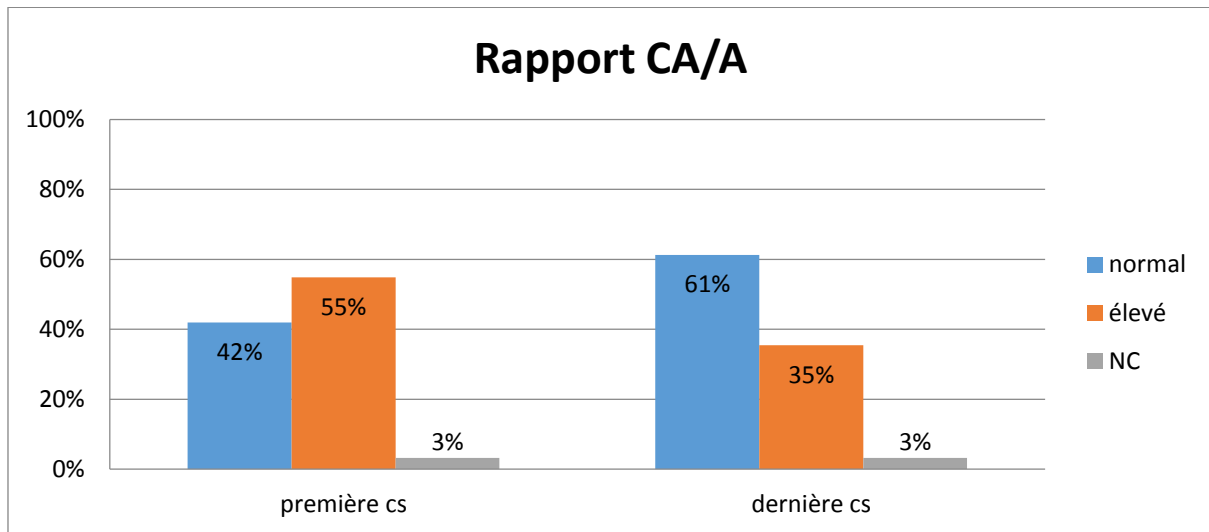
36% des patients ne présentaient pas d'amblyopie, mais seulement 7% des patients n'ont pas eu d'occlusion, les autres patients ont été traités par occlusion pour traiter l'amblyopie pour ceux qui en présentaient une, et la dominance chez les autres. 7% des patients ont subi un traitement par occlusion, puis ryser, puis pénalisation optique. Toutes les amblyopies ont été traitées et normalisées, ainsi à la dernière consultation, il n'y a plus d'amblyopie chez aucun des patients.

- **Traitement chirurgical**

Aucun des patients n'a subi de chirurgie, ce sont des strabismes accommodatifs purs et ils ne présentent donc par définition pas d'angle résiduel, le seul opérable.

## 6. Analyse des caractéristiques : strabisme accommodatif partiel

### - Incomitance loin-près

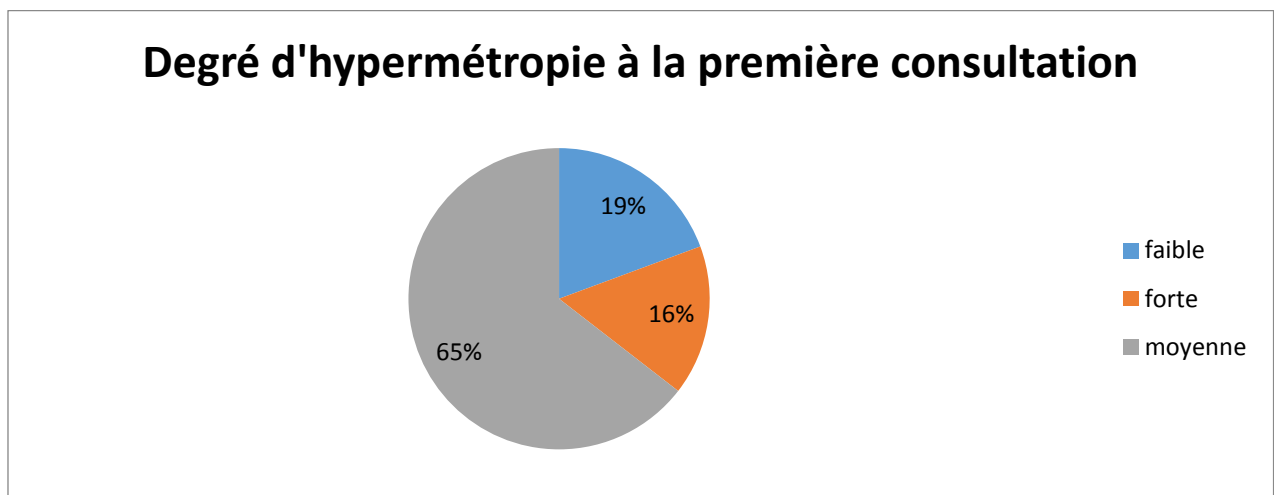


A la première consultation, au sein du strabisme accommodatif partiel, le type réfractif et le type innervationnel sont également en proportion quasiment équivalente avec 42% de rapports CA/A normaux et 55% de rapports CA/A élevés. **Nous constatons également qu'entre la première et la dernière consultation, 20% des rapports CA/A élevé se sont normalisés.**

Les 3% de non communiqués sont dus à un manque de coopération du fait de l'âge des patients pour pratiquer un examen en vision de loin.

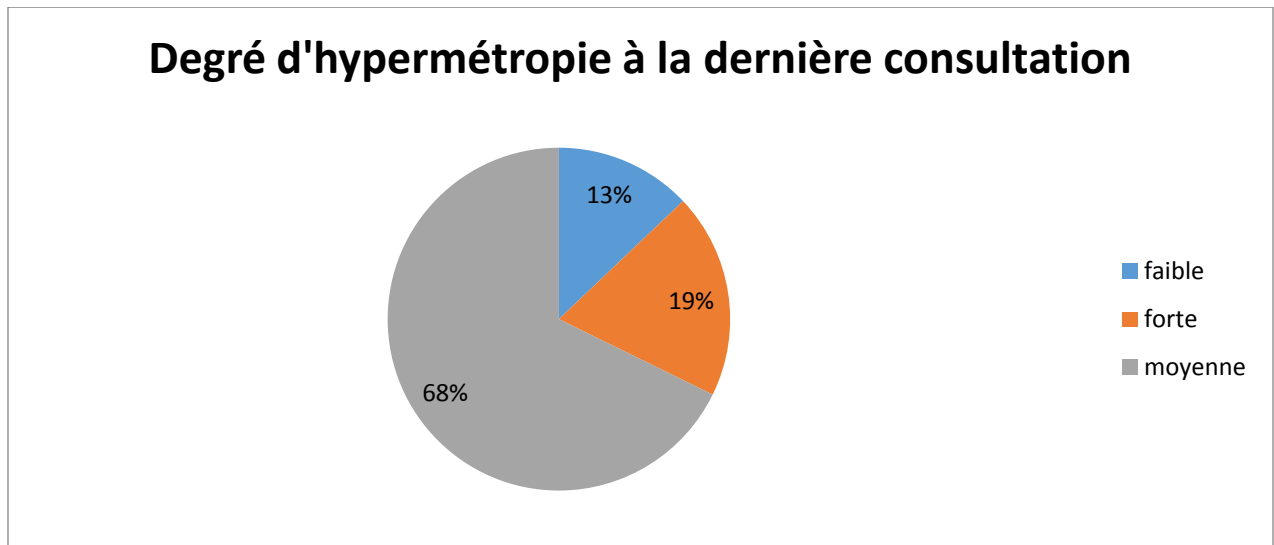
### - Hypermétropie

Degré d'hypermétropie retrouvé à la première consultation :



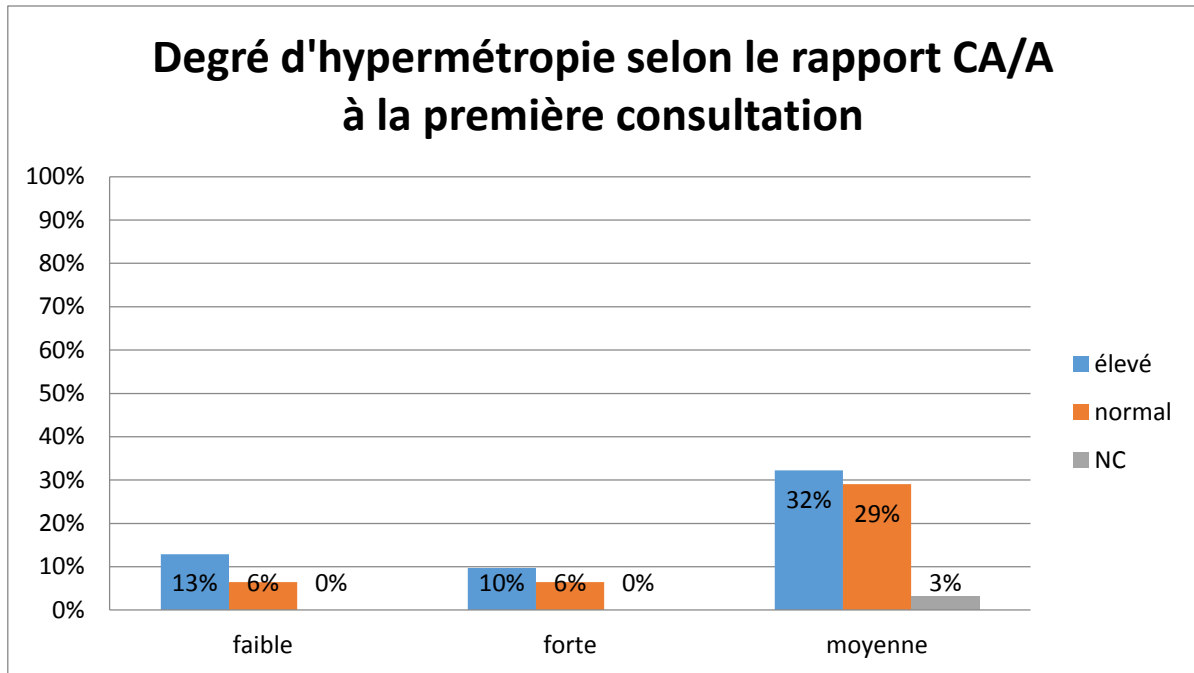
A la première consultation, l'équivalent sphérique moyen était de +3,68, les extrémités allant de +0,25 à +7,75. Nous retrouvons 19% d'hypermétropie faible, 65% d'hypermétropie moyenne et 16% d'hypermétropie forte.

Degré d'hypermétropie retrouvé à la dernière consultation :



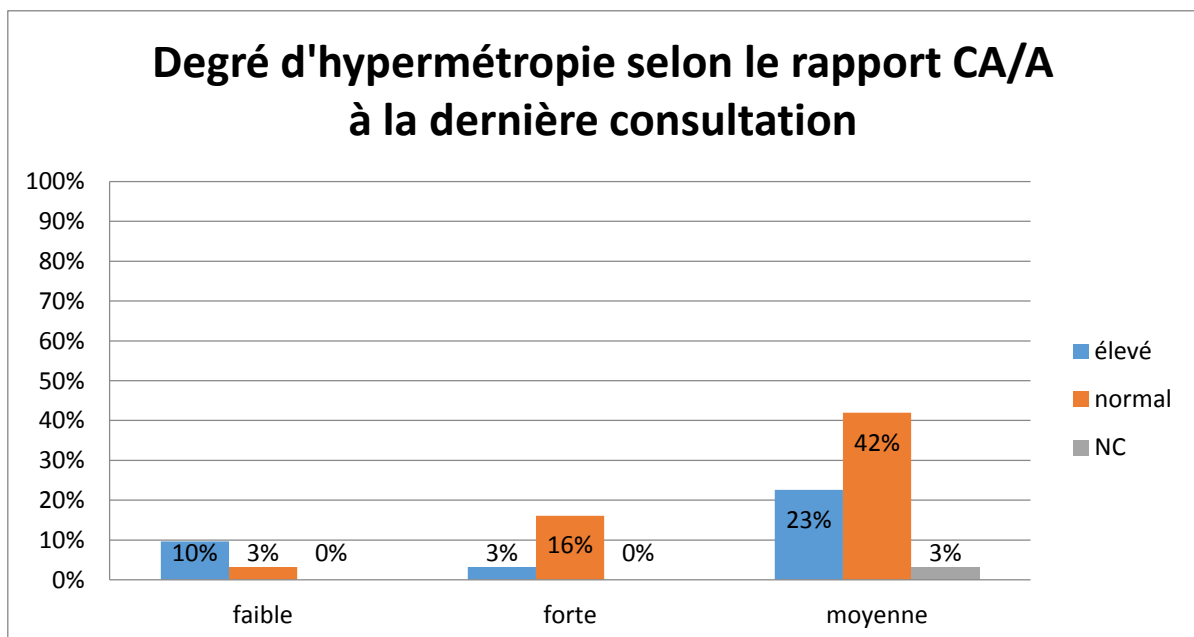
A la dernière consultation, l'équivalent sphérique moyen était de +4,34, les extrémités allant de +0,38 à +8,38. Nous retrouvons 13% d'hypermétropie faible, 68% d'hypermétropie moyenne et 19% d'hypermétropie forte.

**Nous notons donc que l'hypermétropie a tendance à augmenter, elle est toujours majoritairement de degré moyen.** L'équivalent sphérique passe de +3,68 à +4,34. L'hypermétropie faible passe de 19% à 13%, l'hypermétropie moyenne de 65% à 68% et l'hypermétropie forte de 16% à 19%.



L'équivalent sphérique moyen pour le type réfractif, retrouvé à la première consultation, est de +3,53, les extrémités allant de +0,75 à +6 ; et pour le type innervationnel de +3,75, les extrémités allant de +0,25 à +6,88.

A la première consultation, il y a 55% de rapports CA/A élevés contre 42% de rapports CA/A normaux. Le type innervationnel se retrouve en majorité pour chaque degré d'hypermétropie. Le type réfractif compte 6% d'hypermétropie faible, 29% d'hypermétropie moyenne et 6% d'hypermétropie forte ; le type innervationnel en compte 13%, 32% et 10%.

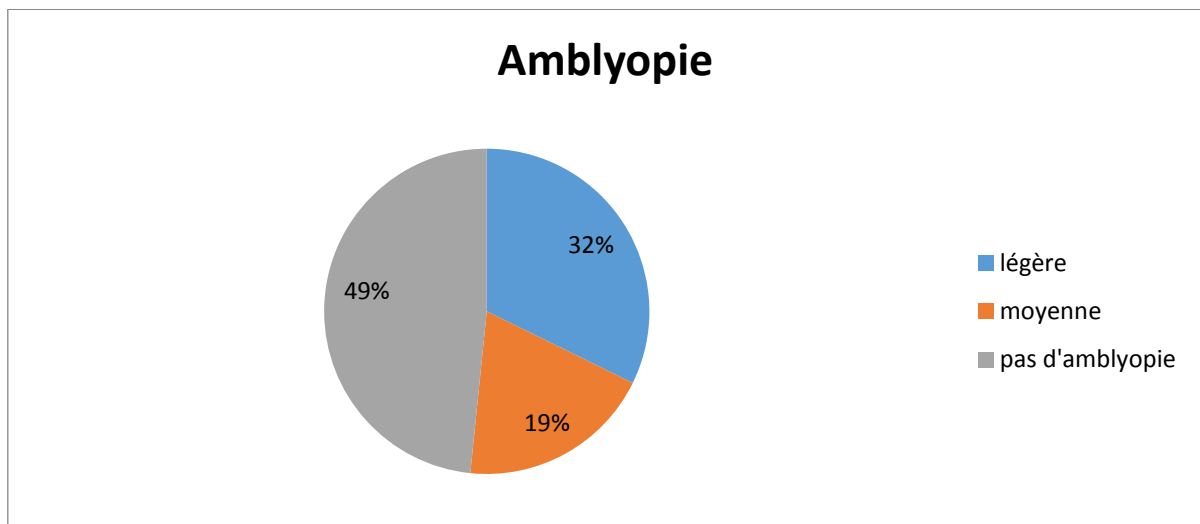


A la dernière consultation, l'équivalent sphérique moyen est de +4,89 pour le type réfractif, les extrémités allant de +0,38 à +8,38 ; et de +3,39 pour le type innervationnel, les extrémités allant de +0,75 à +5,75. **Nous pouvons remarquer que l'hypermétropie est plus importante pour le type réfractif que pour le type innervationnel.**

**Nous avons constaté qu'entre la première et la dernière consultation, 20% des rapports CA/A élevés se sont normalisés, et l'hypermétropie a augmenté.**

A la dernière consultation, le type réfractif compte alors 3% d'hypermétropie faible, 42% d'hypermétropie moyenne et 16% d'hypermétropie forte. Le type innervationnel, quant à lui, compte 10% d'hypermétropie faible, 23% d'hypermétropie moyenne et 3% d'hypermétropie forte.

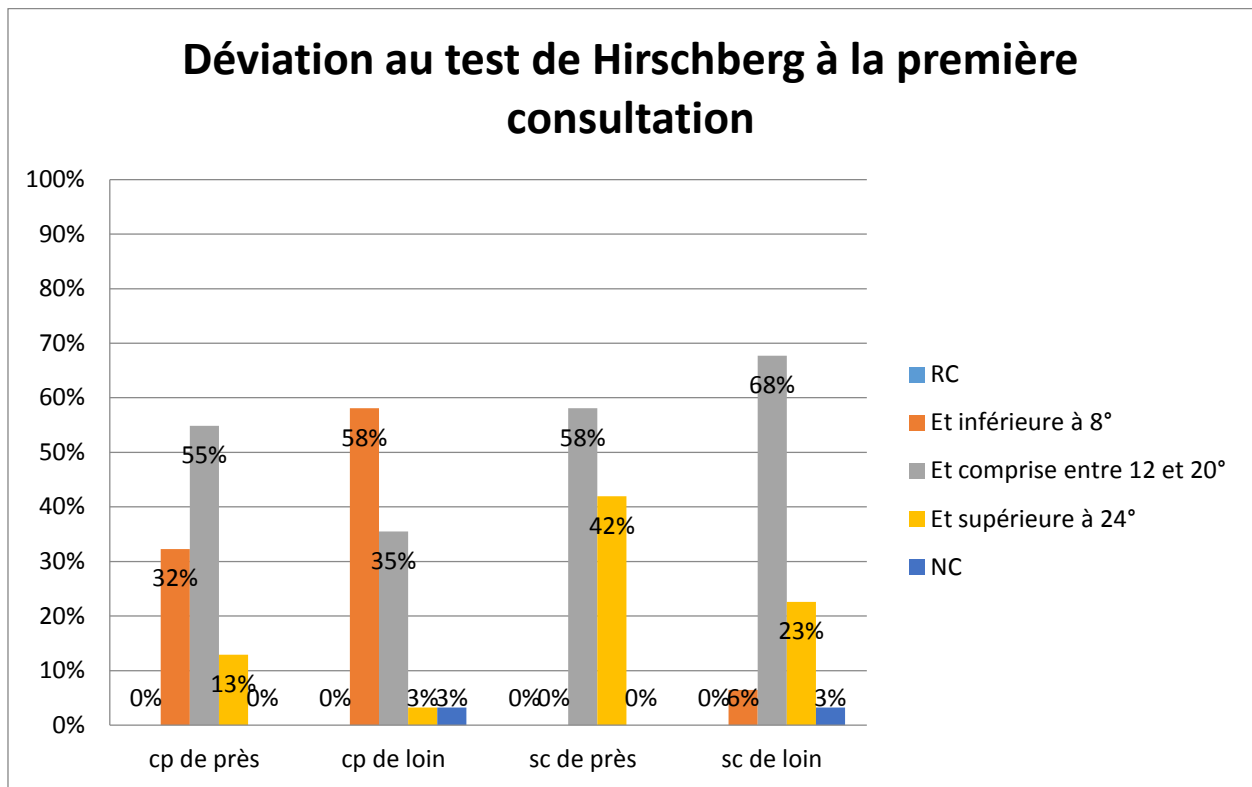
#### - Amblyopie retrouvée



32% des patients présentent une amblyopie légère à la première consultation, 19% des patients une amblyopie moyenne, et pour 49% des patients il n'y a pas d'amblyopie. Nous n'avons pas retrouvé d'amblyopie forte.



## - Déviation angulaire

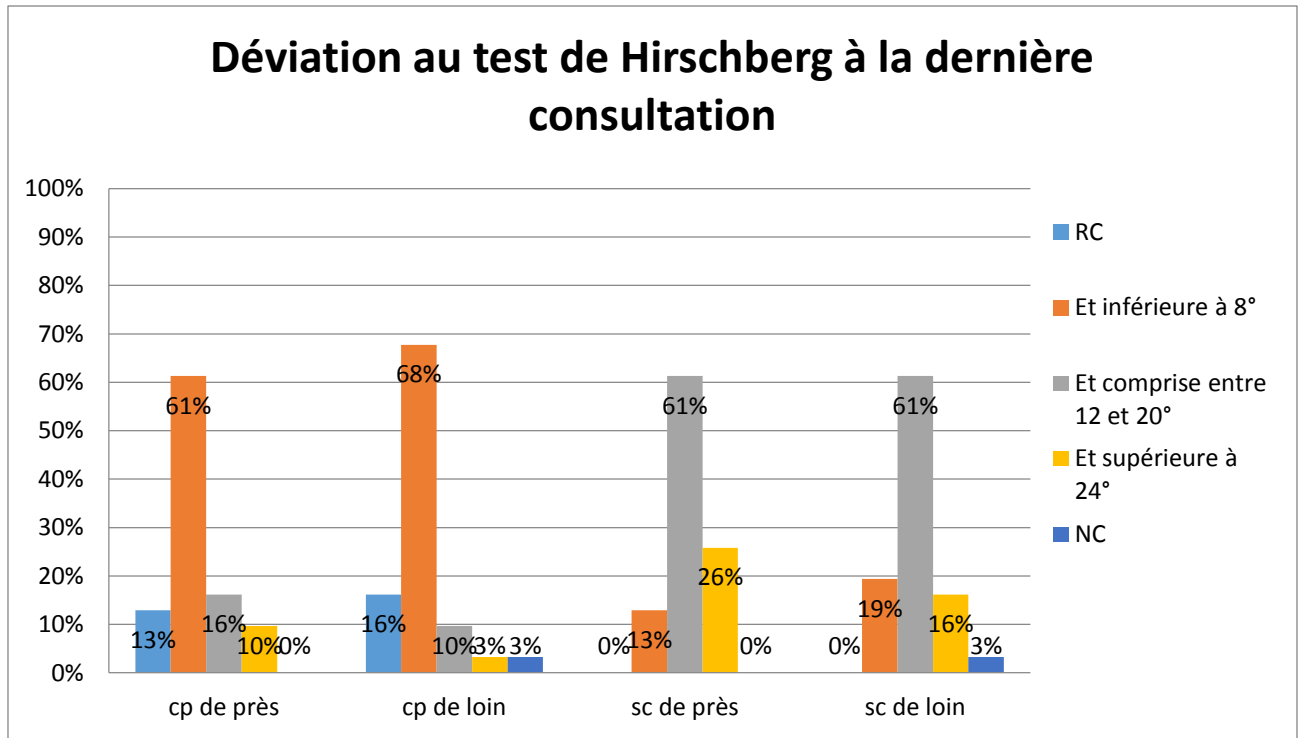


Aucun des patients n'est centré avec ou sans correction optique.

Nous pouvons remarquer qu'avec la correction 32% des patients en vision de près et 58% en vision de loin présentent une esotropie inférieure à 8°. 55% des patients présentent une esotropie comprise entre 12 et 20° en vision de près, et 13% une esotropie supérieure à 24°. En vision de loin, 35% des patients présentent une esotropie comprise entre 12 et 20° et 3% une esotropie supérieure à 24°.

Sans la correction, les déviations sont plus importantes et supérieures à 8° dans tous les cas en vision de près, 58% des patients ont une esotropie comprise entre 12 et 20° et 42% une esotropie supérieure à 24°. En vision de loin, 6% des patients ont une esotropie inférieure à 8°, 68% des patients une esotropie comprise entre 12 et 20° et 23% une esotropie supérieure à 24°.

Les 3% de non communiqués sont dus à un manque de coopération pour un examen en vision de loin.



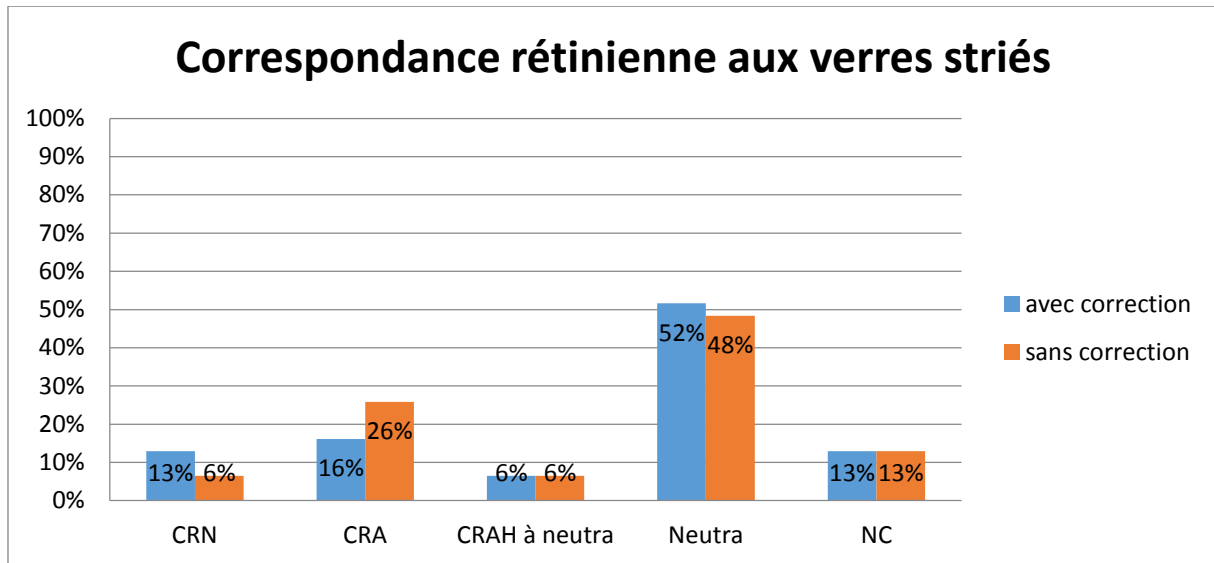
A la dernière consultation, avec la correction, 13% des patients sont centrés en vision de près et 16% en vision de loin. De plus, en vision de près, 61% des patients présentent une esotropie inférieure à 8°, 16% une esotropie comprise entre 12 et 20° et 10% une esotropie supérieure à 24°. Pour la vision de loin, 68% des patients ont une esotropie inférieure à 8°, 10% une esotropie comprise entre 12 et 20° et 3% une esotropie supérieure à 24°.

Sans la correction, nous retrouvons 13% des patients pour la vision de près et 19% pour la vision de loin avec une esotropie inférieure à 8°. 61% des patients présentent une esotropie comprise entre 12 et 20° et 26% une esotropie supérieure à 24° en vision de près. Concernant la vision de loin, 61% des patients ont une esotropie comprise entre 12 et 20° et 16% une esotropie supérieure à 24°.

Les 3% de non communiqués sont dus à un manque de coopération pour un examen en vision de loin.

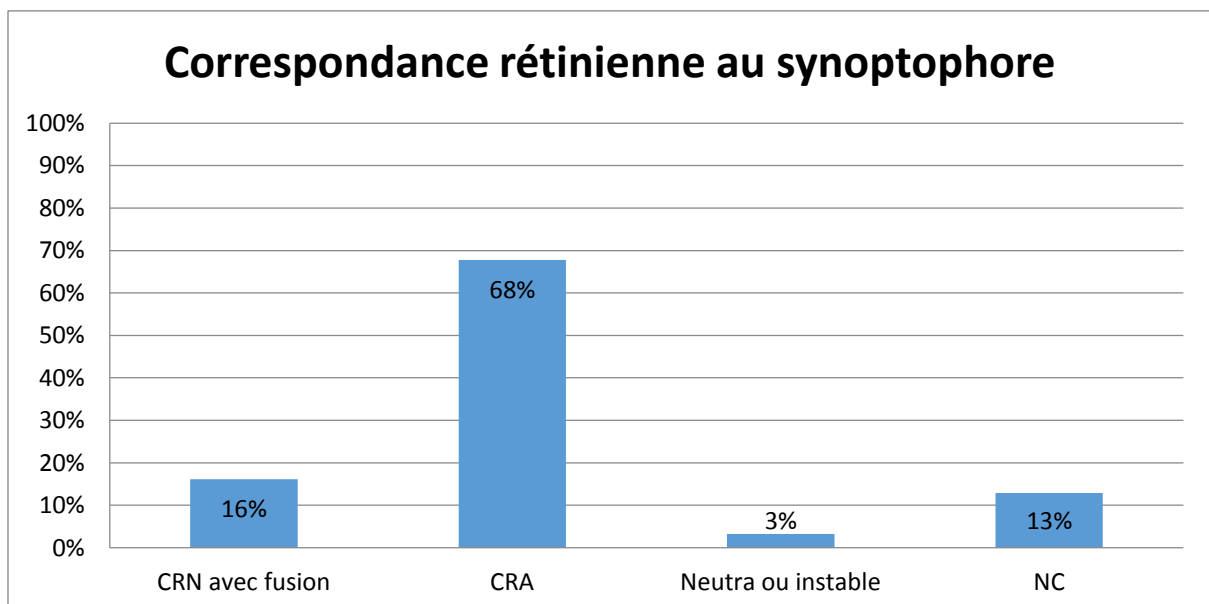
Nous verrons plus loin que 16% des patients ont été opérés et se retrouvent en microtropie avec la correction en post-chirurgie.

**Nous constatons bien l'évolution de la déviation, que ce soit avec et sans correction, elle diminue sensiblement, outre le fait que 20% des rapports CA/A élevés se sont normalisés.**

- **Correspondance rétinienne**Verres striés :

Avec la correction, 13% des patients sont en correspondance rétinienne normale, et 6% sans correction. 16% des patients sont en correspondance rétinienne anormale avec la correction ; sans correction, le chiffre passe à 26%. 6% des patients ont tendance à être en correspondance rétinienne anormale harmonieuse et à neutraliser, que ce soit avec et sans correction. La neutralisation diminue, en passant de 52% avec correction à 48% sans correction.

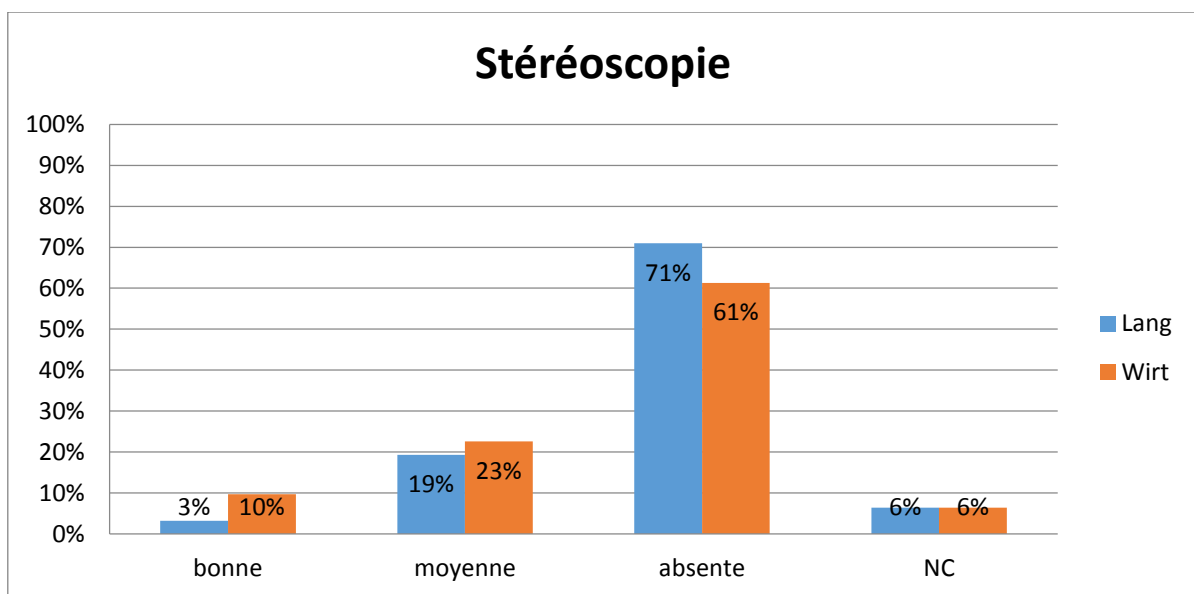
Les 13% de non communiqués correspondent à un manque de coopération pour un examen aux verres striés de la part de ces patients.

Synoptophore :

Au synoptophore, nous retrouvons 16% des patients en correspondance rétinienne normale et présentant une fusion, 68% des patients, la majorité, répondent en correspondance rétinienne anormale et 3% des patients neutralisent ou présentent une correspondance rétinienne normale instable.

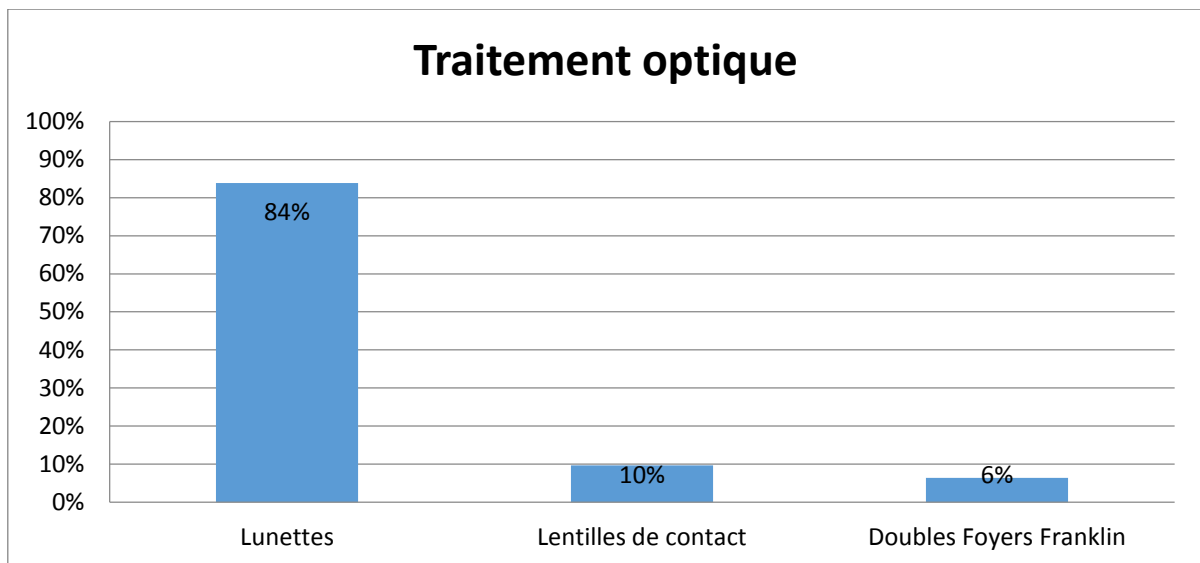
Les 13% de non communiqués correspondent à une coopération insuffisante pour un examen au synoptophore.

### - Stéréoscopie



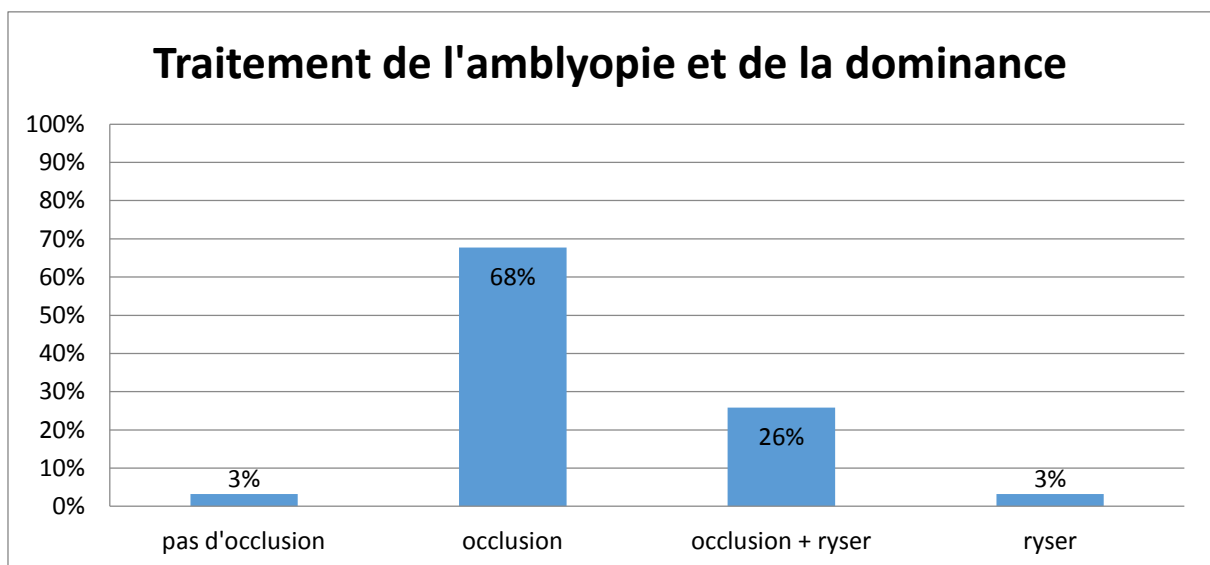
Au test de Lang, la stéréoscopie est bonne dans 3% des cas, moyenne dans 19% des cas et absente dans 71% des cas. Au test de Wirt, elle est bonne pour 10% des patients, moyenne pour 23% des patients et absente pour 61%.

Les 6% de non communiqués correspondent à une coopération insuffisante pour ces examens.

- **Traitement médical**Traitement optique :

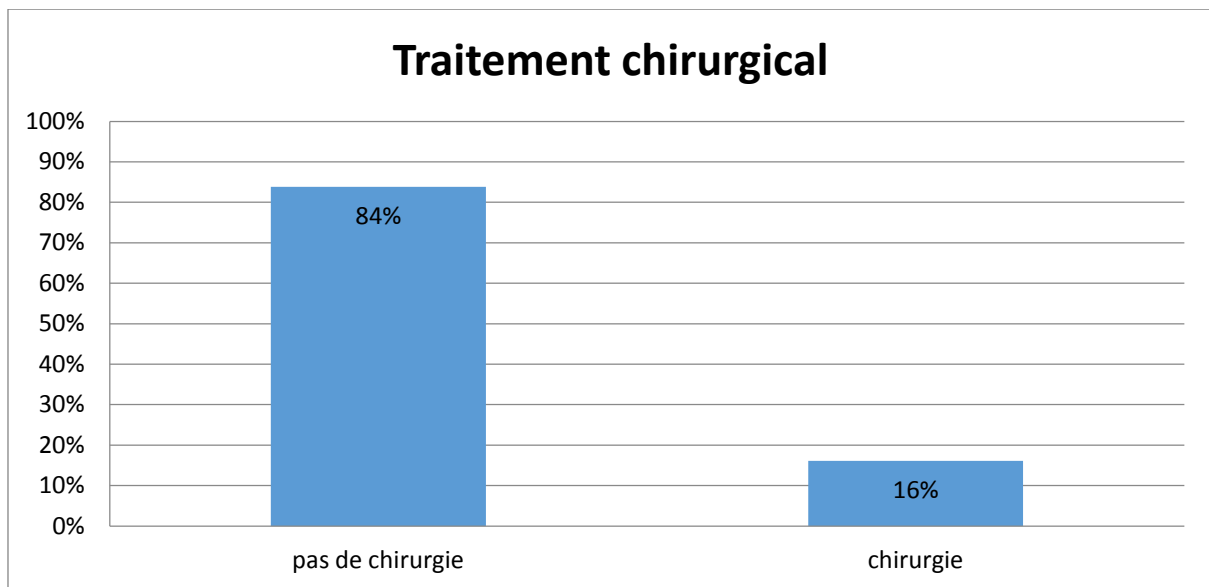
Tous ces patients ont subi une réfraction sous cycloplégie et portent la correction optique totale. 10% des patients ont été adaptés en lentilles de contact. 6% des patients ont été équipés de doubles foyers Franklin.

L'addition a été mise en place entre 5 ans et 6 ans pour chacun d'eux, pour une incomitance loin-près importante, après un essai lors de l'examen. Une addition de +3 dioptries a été prescrite en doubles foyers Franklin, puis a pu être arrêtée pour 50% des patients, et a été diminuée progressivement, jusqu'à +1,50 pour le reste.

Traitement de l'amblyopie et de la dominance :

Seulement 3% des patients n'ont pas été traités par occlusion ou ryser. 3% des patients ont été traités uniquement par ryser. 68% des patients ont été traités uniquement par occlusion, et 26% des patients ont été traités par occlusion, puis par la suite par ryser.

- **Traitement chirurgical**



16% des patients ont été opérés de leur strabisme. L'âge moyen de chirurgie est de 9,3 ans, les extrémités allant de 4,5 ans à 12 ans. Chacun de ces patients avait un angle important avant chirurgie et se retrouve en microtropie après chirurgie.

Parmi les 84% des patients qui n'ont pas bénéficié de chirurgie, une partie est déjà en microtropie de par le traitement médical, l'autre partie, soit n'a pas atteint l'âge retenu de chirurgie de strabisme dans notre service, soit n'a pas encore un angle stable ou une bonne alternance.

# Discussion

---

## **Concernant les hétérophories : [7]**

Nous constatons dans notre étude une majorité d'esophories, en retrouvant les deux tableaux décrits dans la littérature. Notamment, l'esophorie peut être uniquement d'origine réfractive, la correction de l'hypermétropie normalise alors la relation accommodation-convergence et corrige l'esophorie. Le deuxième tableau montre une esophorie due à un excès de la vergence tonique, l'esophorie persiste alors malgré l'indispensable correction optique totale.

Nous n'avons pas retrouvé de rapport CA/A trop élevé dans les hétérophories et nécessitant le port de verres doubles foyers Franklin avec addition pour la vision de près.

Les exophories présentes dans notre étude ne sont pas responsables de troubles asthénopiques importants et n'ont donc pas nécessité de rééducation orthoptique.

Nous pouvons noter les 15% pour lesquels, l'esophorie présente sans correction devient une exophorie avec la correction.

Nous observons une majorité d'hypermétropie moyenne qui représente 46% des hypermétropies. Toutes les hétérophories « s'améliorent » avec la correction optique de l'hypermétropie. Il n'y a plus de signes fonctionnels, le confort est donc nettement amélioré avec la correction optique.

## **Concernant le strabisme accommodatif : [13]**

Alors qu'il est plus intéressant dans la théorie d'étudier le strabisme accommodatif en suivant la classification : strabismes accommodatifs sans excès de convergence et strabismes accommodatifs avec excès de convergence, nous préférons la classification : strabismes accommodatifs purs et strabismes accommodatifs partiels pour la partie clinique. En effet, les données permettent alors une étude plus pertinente, notamment concernant la prise en charge.

Dans la littérature, nous pouvons retrouver que le type réfractif et le type innervationnel se rencontrent avec une fréquence équivalente. Dans notre étude, nous retrouvons 48% de strabisme accommodatif de type réfractif, et 52% de strabisme accommodatif de type innervationnel, ils sont donc en proportion quasiment équivalente.

Dans la littérature, la forme partielle recouvre la majeure partie des strabismes accommodatifs. Dans notre étude, nous avons également retrouvé ce phénomène, avec 69% de strabismes accommodatifs partiels contre 31% de strabismes accommodatifs purs.

Quant à la réfraction, la littérature montre que les formes réfractives s'accompagnent d'une hypermétropie plus élevée que les formes à rapport CA/A élevé. Dans notre étude, l'évolution met en évidence une augmentation de l'hypermétropie moyenne et forte dans tous les cas, que ce soit pour le type réfractif ou pour le type innervationnel. Le type réfractif retrouve un équivalent sphérique moyen de +4,47 dioptries et le type innervationnel un équivalent sphérique moyen de +3,59 dioptries. Nous pouvons donc également constater qu'en moyenne, l'hypermétropie est plus élevée dans les types réfractifs que dans les types innervationnels.

La littérature décrit également une anisométrie et un astigmatisme unilatéral fréquents dans les cas accommodatifs partiels et les microstrabismes. Nous avons retrouvé des anisométries faibles dans 23% des cas pour les strabismes accommodatifs partiels, et nous n'avons pas retrouvé d'astigmatisme unilatéral, sauf pour un cas. Nous n'avons donc pas constaté les données décrites dans la littérature.

Nous pouvons discuter sur quelques autres points :

L'âge de première consultation est souvent tardif. En effet, c'est un strabisme d'apparition tardive, hormis les cas partiels où l'élément accommodatif est venu se greffer sur un trouble oculomoteur précoce.

Nous avons retrouvé que le degré d'hypermétropie est majoritairement moyen : compris entre +2,50 et +6 dioptries.

L'amblyopie est un problème de santé publique. Nous retrouvons des amblyopies légères ou moyennes, nous n'en avons pas retrouvées de profondes. Les traitements ont permis de traiter l'amblyopie dans 100% des cas. Le moyen le plus utilisé reste l'occlusion sur peau, car étant le plus efficace.

Le strabisme accommodatif pur retrouve bien une correspondance rétinienne normale aux verres striés et au synoptophore, avec une bonne stéréoscopie au Lang et au Wirt.

Le strabisme accommodatif partiel retrouve bien, quant à lui, une majorité de correspondance rétinienne anormale au synoptophore, ou neutralisation aux verres striés, due à la précocité du



trouble ou à une dégradation de la vision binoculaire, avec une stéréoscopie le plus souvent absente.

Nous constatons donc bien l'importance de déterminer l'état de correspondance rétinienne ainsi que de mesurer l'acuité stéréoscopique, c'est en effet un bon indice, en cas de détérioration de la vision binoculaire.

L'angle de déviation a tendance à diminuer entre la première et la dernière consultation. Nous constatons cela avec la correction mais également sans la correction, dans tous les types de strabismes accommodatifs. Cela s'explique entre autres par la répétition des cycloplégies et la prescription de la correction optique totale.

Le traitement médical commence tout d'abord par le traitement optique, et il reste indéniablement une mesure fiable de la réfraction sous cycloplégique, puis prescription de la correction optique totale. Intervient également l'importance du choix de la monture, surtout chez le jeune enfant.

Dans notre étude, nous avons observé que des doubles foyers Franklin n'ont été prescrits que pour 11% des strabismes accommodatifs alors que 52% des patients présentaient une incomitance loin-près. Cela s'explique car les doubles foyers Franklin sont prescrits uniquement lorsque l'addition permet de supprimer l'angle en vision de près pour permettre une vision binoculaire ou une union binoculaire.

Seulement 13% des patients ont été adaptés en lentilles de contact dans notre étude, or nous connaissons l'effet bénéfique des lentilles de contact dans le strabisme accommodatif. Toutefois nous n'avons parfois pas un suivi assez long permettant d'étudier correctement cet aspect de la prise en charge, les lentilles de contact ne pouvant pas être prescrites trop tôt.

Le traitement chirurgical ne concerne que les strabismes accommodatifs partiels, il est proposé lorsque l'angle de déviation est stable et inesthétique, et que l'alternance est bonne.

### **Conclusion :**

Nous avons décrit toutes les conséquences et prises en charge des troubles oculomoteurs liés à l'hypermétropie. Nous pouvons conclure que le traitement médical optique représente la majeure partie du traitement de ces troubles oculomoteurs. La correction optique totale est prescrite par l'ophtalmologiste sous cycloplégique.

**Toutefois la place de l'orthoptiste est primordiale :**

L'orthoptiste s'assure tout d'abord que la correction optique totale a été prescrite, après mesure de la réfraction sous cycloplégique.

Pour les hétérophories, il s'agit pour l'orthoptiste de surveiller, de lutter contre la neutralisation pour les sujets en correspondance rétinienne normale et de renforcer la vision binoculaire, en travaillant la fusion.

Pour les strabismes, l'orthoptiste a un rôle diagnostique important. Il assure ensuite une surveillance régulière. Dans les cas de strabismes accommodatifs purs, il est important que la prise en charge soit rapide, car les signes fonctionnels sont importants et engendrent un risque de dégradation de la vision binoculaire. Il réalise donc des bilans réguliers et surveille l'état de vision binoculaire, la vision stéréoscopique en est un bon indicateur. Dans les cas de strabismes accommodatifs partiels, il a un rôle important de surveillance du strabisme. Dans les cas de correspondance rétinienne anormale, la rééducation est proscrite. En cas d'incomitance loin-près, l'orthoptiste fait des essais de +3 dioptries en vision de près.

Pour tous ces cas, l'orthoptiste intervient dans la prise en charge de l'amblyopie, dans l'information aux parents du phénomène et de l'importance de la correction optique. Il insiste également sur le choix des montures, et encore plus dans les cas de verres bifocaux ou progressifs, il en explique alors la nécessité aux parents.

**LIMITES DE L'ETUDE :**

Il est arrivé que le suivi du patient ne soit pas assez long pour pouvoir mettre en valeur suffisamment l'évolution de l'hypermétropie, ainsi que la prise en charge optique, principalement l'adaptation en lentilles de contact.

Les données présentes dans les dossiers n'étaient pas toujours suffisamment claires et précises, principalement concernant la qualité de la stéréoscopie, ou la mesure de l'angle de déviation.

# Conclusion

---

Ainsi nous avons pu établir que l'hypermétropie joue un rôle important tant pour les hétérophories que pour les strabismes accommodatifs. Nous avons vu le rapport étroit entre l'accommodation et la convergence ; il souligne la nécessité d'une évaluation précise de la réfraction afin de normaliser au mieux cette relation. Toutefois, la réfraction sous cycloplégique laisse un élément d'incertitude, rendant nécessaire la répétition des cycloplégies. Nous avons vu également que les strabismes accommodatifs regroupent toute une série d'entités cliniques différentes et qu'un examen clinique complet et attentif doit donc permettre de classer correctement le strabisme. En effet, de celui-ci dépend la prise en charge de chaque trouble oculomoteur. Nous pouvons toutefois remarquer que le principal traitement est optique : la correction optique totale est la fondation du système oculomoteur.

Nous mettons ainsi en évidence une nette diminution de la déviation que ce soit immédiatement, en comparant avec et sans correction, ou sur le long terme, entre la première et la dernière consultation. Le traitement de l'amblyopie est de mise dans la plupart des cas de strabismes, partiel ou pur, réfractif ou innervationnel, le fait de traiter la dominance concourt également en grande partie à la diminution de l'angle de déviation.

Nous mettons un accent également sur le rôle que joue l'orthoptiste dans ces pathologies et l'importance de la prescription de la correction optique totale le plus tôt possible !

Dans le strabisme accommodatif pur, tout comme dans les hétérophories, nous connaissons l'influence de la correction optique totale et dans ce domaine, la perspective nouvelle serait l'utilisation de la chirurgie réfractive. Cependant, cela concerne des enfants ou des adolescents et la chirurgie est difficilement utilisable tant que la réfraction n'est pas stabilisée. D'autre part le calcul exact de la correction doit être parfait et valable à long terme, ce qui n'est pas envisageable chez l'enfant.

Différentes zones du cortex agissent sur le colliculus supérieur qui lui-même interagit avec le prétectum, la substance réticulée mésencéphalique et le noyau d'edinger westphal au niveau du noyau du III. A partir de ce relais, les informations vont au ganglion ciliaire qui par l'intermédiaire de l'acétylcholine agit sur le muscle ciliaire, il y a alors toute une série de relais susceptibles d'être atteints. Les champs de recherche dans le contrôle central de la réaction accommodation-convergence normale et pathologique sont donc nombreux.

# Bibliographie

---

- [1] F. Rigaudière, E. Delouvrier et J.-F. Le Gargasson. «VII-1 : MATURATION VISUELLE ET ÉLECTROPHYSIOLOGIE PÉDIATRIQUE», *Oeil et physiologie de la vision* [En ligne], VII-Electrophysiologie pédiatrique, Mise à jour : 23/05/2014, URL : <http://odel.irevues.inist.fr/oeiletphysiologiedelavision/index.php?id=134,%20doi:10.4267/oeiletphysiologiedelavision.134>
- [2] C. Speeg-Schatz. Évaluation clinique des étapes de la maturation visuelle chez l'enfant. [En ligne], Mise à jour : mai 1999, URL : [http://www.strabisme.net/strabologie/Colloques/BCliniques/BCI\\_MatVis/BCI\\_MatVis.html](http://www.strabisme.net/strabologie/Colloques/BCliniques/BCI_MatVis/BCI_MatVis.html)
- [3] G. Clergeau, M. Morvan. La vision de l'enfant : la réfraction. [En ligne], Mise à jour : décembre 2010, URL : [http://www.larefraction.net/Documents/VisEnfant/VisEnfant\\_Refraction/VisEnfant\\_Refraction.html](http://www.larefraction.net/Documents/VisEnfant/VisEnfant_Refraction/VisEnfant_Refraction.html)
- [4] G. Clergeau. Réfraction de l'Enfant : la réfraction du prématuré. [En ligne], Mise à jour : décembre 2010, URL : [http://www.larefraction.net/Documents/Ref-Enfant/RefEnft\\_Premature/RefEnft\\_Premature.html](http://www.larefraction.net/Documents/Ref-Enfant/RefEnft_Premature/RefEnft_Premature.html)
- [5] N. Jeanrot, F. Jeanrot. Manuel de strabologie, Aspects cliniques et thérapeutiques. 3<sup>ème</sup> édition, Elsevier Masson, Issy-les-Moulineaux, 2011, ISBN : 978-2-294-71109-1. Chapitre 1 p20, p27 ; chapitre 4 p105-109, p115 et chapitre 5 p125-129.
- [6] M. Cordonnier. La Réfraction : le phénomène d'emmétropisation. [En ligne], Mise à jour : décembre 2010, URL : [http://www.larefraction.net/Documents/Ref-Colloque/Ref\\_Emmet/Ref\\_Emmet.html](http://www.larefraction.net/Documents/Ref-Colloque/Ref_Emmet/Ref_Emmet.html)
- [7] A. Roth, A. Gomez, A. Péchereau, G. Chaine. La réfraction de l'œil : du diagnostic à l'équipement optique. Elsevier Masson, Issy-les-Moulineaux, 2007 ; ISBN : 978-2-84299-766-3. Chapitre 2 p14-15, chapitre 3 p28-33, chapitre 4 p42-49, chapitre 5 p54-57, p62-63, chapitre 14 p180-187, chapitre 24 p357, chapitre 25 p365-366.
- [8] A. Péchereau. La réfraction. Ecole d'orthoptie de Nantes, Ed. A. et J. Péchereau, 2006, version 03.1. p4-9, p91-97, p115-119, p183-185, p189-200.

- [9] D. Denis, C. Benso, P. Wary, C. Fogliarini, Service d'Ophtalmologie, Hôpital Nord, Marseille, France. La réfraction chez l'enfant : épidémiologie, évolution, évaluation et mode de correction des amétropies. Masson, Paris, Journal Français d'Ophtalmologie, 2004, 27, 8, 943-952, 10 p.
- [10] P. Wary, F. Maÿ. Réfraction oculaire. Elsevier Masson, Ophtalmologie, 21-070-A-10, 2007.
- [11] H. Boudeja, et al. Prise en charge de la nanophthalmie : à propos de 6 cas. CHU Parnet, Alger, 2009.
- [12] A. Péchereau. Le strabisme accommodatif. Cahiers de Sensorio-Motricité XXVIIIe Colloque, Nantes, Ed. A. et J. Péchereau, 2007 version 2.1. p7-18, p33-53, p69-73, p81-89, p105-113, p125-132.
- [13] G. Klainguti. Strabisme accommodatif. Encycl. Méd. Chir. (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Ophtalmologie, 21-550-A-03, 2001, 8 p.
- [14] A. Roth. L'accommodation. [En ligne], 2012, URL : [http://www.strabisme.net/strabologie/Colloques/StrabAcc/StrAcc\\_PhysAcc/StrAcc\\_PhysAcc.html](http://www.strabisme.net/strabologie/Colloques/StrabAcc/StrAcc_PhysAcc/StrAcc_PhysAcc.html)
- [15] Smith Morton E., Kincaid Marylin C., West Constance E., Rohart Charlotte, Nghiêm-Buffet Minh-Huyên. Anatomie et réfraction. Elsevier, Paris, 2004, ISBN : 2-84299-594-5. Chapitre 8 p59-63.
- [16] O. Grandjean, B. Ridings. La capacité accommodative de 7 à 76 ans. Marseille, Journal Français d'Orthoptique n°33, 2001.
- [17] A. Roth. L'accommodation et la triade de la vision de près : Rappel de quelques notions de base. Genève, Journal Français d'Orthoptique n°32, 2000.
- [18] M.-A. Espinasse-Berrod. Strabologie : approches diagnostique et thérapeutique. 2<sup>ème</sup> édition, Elsevier Masson, Issy-les-Moulineaux, 2008, ISBN : 978-2-84299-939-1. Chapitre 11 p118-125, chapitre 31 p282-286.
- [19] N. Jeanrot. La réfraction : accommodation et examen orthoptique. [En ligne], Mise à jour : décembre 2010, URL : [http://www.larefraction.net/Documents/Ref-Colloque/Ref\\_Acc/Ref\\_Acc.html](http://www.larefraction.net/Documents/Ref-Colloque/Ref_Acc/Ref_Acc.html)

[20] A. Péchereau, D. Denis, C. Speeg-Schatz. Strabisme. Rapport de la Société Française d'Ophtalmologie, Elsevier Masson, Issy-les-Moulineaux, 2013, ISBN : 978-2-294-73838-8. Chapitre 4 p53-57, chapitre 12 p198-201, chapitre 17 p317-321, p327-330.

[21] C. Schwartz, C. Tournier, B. Delbosc, M. Montard. Intérêt des lentilles de contact chez l'enfant. Besançon, Journal Français d'Orthoptique n°31, 1999.