



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale  
- Pas de Modification 4.0 France (CC BY-NC-ND 4.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>



Université Claude Bernard  Lyon 1

## INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LA READAPTATION

---

**Directeur Professeur Jacques LUAUTE**

---

### ETUDE COMPARATIVE ENTRE LES LENTILLES ORTHOKERATOLOGIQUES ET LES VERRES FREINATEURS DE MYOPIE EN EVOLUTION CHEZ LES ENFANTS ET LES ADOLESCENTS

MEMOIRE présenté pour l'obtention du

## CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPTISTE

par

**ROBERT Clarisse - ROUCHOUZE Chloé - SERRAILLE Héloïse**

Autorisation de reproduction

LYON, le

**20 juin 2023**

**Professeur Ph. DENIS**  
Responsable de l'Enseignement  
**Mme E. LAGEDAMONT**  
Directrice des Etudes

Président  
**Pr Frédéric FLEURY**

Vice-président CFVU  
**M. CHEVALIER Philippe**

Vice-président CA  
**M. REVEL Didier**

Vice-président CS  
**M. VALLEE Fabrice**

Directeur Général des Services  
**M. ROLLAND Pierre**

## Secteur Santé

U.F.R. de Médecine Lyon Est  
Directeur  
**Pr. RODE Gilles**

U.F.R d'Odontologie  
Directeur  
**Pr. SEUX Dominique**

U.F.R de Médecine Lyon-Sud  
Charles Mérieux  
Directrice  
**Pr BURILLON Carole**

Institut des Sciences Pharmaceutiques  
et Biologiques  
Directrice  
**Pr VINCIGUERRA Christine**

Département de Formation et  
Centre de Recherche en Biologie  
Humaine  
Directeur  
**Pr SCHOTT Anne-Marie**

Institut des Sciences et Techniques de  
Réadaptation  
Directeur  
**Pr LUAUTE Jacques**

Comité de Coordination des  
Etudes Médicales (CCEM)  
**Pr COCHAT Pierre**

---

## Secteur Sciences et Technologies

U.F.R. Des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives (S.T.A.P.S.)

Directeur

**M. VANPOULLE Yannick**

Institut des Sciences Financières et d'Assurance (I.S.F.A.)

Directeur

**M. LEBOISNE Nicolas**

Institut National Supérieur du Professorat et de l'éducation (INSPé)

Directeur

**M. CHAREYRON Pierre**

UFR de Sciences et Technologies

Directeur

**M. ANDRIOLETTI Bruno**

POLYTECH LYON

Directeur

**Pr PERRIN Emmanuel**

IUT LYON 1

Directeur

**M. VITON Christophe**

Ecole Supérieure de Chimie Physique Electronique de Lyon (ESCPE)

Directeur

**M. PIGNAULT Gérard**

Observatoire astronomique de Lyon

Directeur

**Mme DANIEL Isabelle**



## REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier toutes les personnes qui ont contribué à notre rédaction, M. PREVOST, Mme FARNOUX, Mme THIVENT, Mme GOLDWASER, Mme DEMILLIERE, Mme GONCALVES, Mme HAURY et Mme BARTHE.

Un grand remerciement à notre maître de mémoire, ophtalmologiste à l'hôpital Édouard Herriot, Dr. ESMINEZHAD Cédric pour son implication, son aide et ses conseils.

Nous tenions également à remercier particulièrement notre directrice de formation Madame Estelle LAGEDAMONT pour son enseignement et son encadrement durant ces 3 années ainsi que pour son investissement et sa bienveillance pour la rédaction de notre étude.

Merci à tous les centres qui ont répondu présents pour la recherche de patients pour notre étude : le centre Bourgoin Jaillou, le centre Ophta Santé ainsi que le centre Ovision.

Nous remercions Monsieur le Professeur DENIS, chef du service d'ophtalmologie de l'Hôpital de la Croix Rousse et responsable de la formation en école d'orthoptie de Lyon.

Nous remercions nos enseignants M. GOUTAGNY, Mme PONTON, Mme DEROUQUE, Mme PERRAUD-PONCET et M CHAVE ainsi que nos maîtres de stage, les internes et les médecins pour nous avoir transmis leurs connaissances et leur savoir-faire. Grâce à eux, nous avons pu apprendre dans les meilleures conditions pour exercer au mieux tous les domaines de notre métier.

Je suis extrêmement reconnaissante d'avoir fait équipe avec vous deux pour ce projet, ça a été un plaisir de travailler avec vous dans la bonne humeur et la solidarité.

Merci à toi, Cla, de m'avoir poussée et encouragée durant ces années d'études, tu as été une véritable source de motivation.

Merci à toi, Hélo, d'avoir toujours été là pour moi au quotidien, ces années de colocation sont de merveilleux souvenirs et je ne les remplacerai pour rien au monde.

Ne changez pas, restez celles que vous êtes, sincères, drôles et surtout épanouissez-vous dans vos vies professionnelles et personnelles, vous le méritez ! Je suis certaine que notre amitié perdurera ! Je remercie également ma famille et mes amis pour leur soutien et leur amour.

Je souhaite remercier mes partenaires de travail, mes amies, Chloé et Héloïse, pour la rédaction de ce mémoire dans la bonne humeur et la complicité. Nous nous sommes parfaitement organisées et complétées.

Je me souviendrai particulièrement des longs moments passés à rechercher les patients pour notre étude.

Merci à vous d'avoir été présentes pour moi durant ces 3 années d'orthoptie, aussi bien professionnellement que personnellement. Même si la fac est terminée, je compte toujours sur vous pour répondre à mes questions et m'aider.

Je vous souhaite plein de bonheur par la suite !

ROBERT-ROUCHOUZE-SERRAILLE  
(CC BY-NC-ND 2.0)



Je souhaite également remercier ma famille, qui comme toujours, prend du temps à relire et corriger mes projets. Merci à vous d'avoir relu, plusieurs fois, du début à la fin ce mémoire. (Même si vous n'avez pas tout compris).

Un immense merci à toutes les deux pour l'écriture de ce mémoire qui, grâce à vous, a toujours été dans la joie et la bonne entente, je suis très fière de nous pour notre organisation et notre travail.

Merci à toi Cla, la meilleure rédactrice, merci pour ton organisation et ta motivation pour nous tirer vers le haut en permanence, merci aussi pour toutes ces belles soirées.

Un grand merci à toi aussi Clo, ma partenaire et colocataire, pour ton soutien, tes conseils et tous ces moments de vie partagés qui resteront gravés. Je voulais aussi te féliciter pour ton courage cette dernière année. Ces années de fac sont peut-être terminées mais notre amitié continuera j'en suis sûre. Je vous souhaite le meilleur, et surtout du bonheur ! Je remercie également ma famille et mes amis pour leur soutien.



## INTRODUCTION

Actuellement, dans le monde, la myopie est le trouble réfractif le plus commun. Son évolution touche majoritairement les jeunes enfants et adolescents. Ceci devient, par conséquent, un enjeu de santé publique important. Cette amétropie atteint tous les enfants, peu importe leurs milieux ou origines.

Un œil myope est, par définition, un œil trop long ou trop puissant. Les rayons lumineux traversent les dioptries de l'œil, la cornée puis le cristallin, et subissent une focalisation en avant de la rétine. Ce processus génère une vision de loin floue tandis qu'une vision nette de près est conservée.

La qualité globale de la vision déjà endommagée ne cesse, généralement, pas de l'être en vue de la perpétuelle évolution myopique.

Face à cela, il est primordial d'agir et de proposer des solutions pour permettre aux jeunes générations de ne pas modifier leur quotidien et d'acquiescer un mode de vie convenable à l'âge adulte.

Ces derniers temps, de nouvelles technologies émergent pour pallier à l'évolution dioptrique et l'élongation de la longueur axiale. Notamment des lentilles de nuit nommées "lentilles orthokératologiques" mais également des verres freinateurs de myopie par l'intermédiaire de micro lentilles défocalisantes.

Ainsi, nous avons choisi de traiter ce sujet, dans la mesure où il s'agit d'une pandémie mondiale, au cœur de l'actualité. La prévention, le dépistage visuel et les aménagements des nouvelles lentilles ou verres sont alors d'ordre capital pour lutter au mieux contre ce trouble réfractif en constante progression.

L'objectif de ce mémoire est d'étudier, parmi les technologies émergentes, laquelle est la plus efficace et la plus appropriée au plus grand nombre d'enfants et adolescents.

Afin de répondre à cette interrogation, dans un premier temps, nous débuterons l'ouvrage par un rappel anatomique puis nous définirons et détaillerons les caractéristiques de l'évolution myopique. Par la suite, nous aborderons les innovations thérapeutiques mises en place afin de ralentir cette dernière. Nous nous appuyerons sur les techniques de l'orthokératologie ainsi que les verres freinateurs de myopie Stellest et MiYoSmart.

Dans un second temps, nous procéderons à une étude rétrospective à l'aide de 60 dossiers patients équipés en lentilles et en verres freinateurs. Nous pourrions ainsi comparer et analyser leur efficacité grâce à l'observation semestrielle des réfractions, longueurs axiales et topographies.

## PARTIE THEORIQUE

I)	La myopie .....	4
A.	La myopie .....	4
1.	Définition .....	4
2.	Rappels anatomiques.....	4
2.1.	L'œil emmétrope .....	4
2.2.	L'œil amétrope : la myopie .....	5
3.	Maturation du système visuel .....	6
4.	Histoire de la myopie.....	6
4.1.	Prévalence ethnique .....	6
4.2.	Les facteurs de la myopie .....	7
4.3.	Classification de la myopie.....	8
B.	La myopie évolutive.....	9
1.	Principe et Définition .....	9
2.	La croissance oculaire.....	10
2.1.	Facteurs.....	10
2.1.1.	Environnement.....	10
2.1.2.	L'ethnicité.....	11
2.1.3.	Âge d'apparition de la myopie.....	11
2.1.4.	L'hérédité .....	11
3.	Prévalence croissante .....	12
4.	Séquelles et complications .....	13
4.1.	Le décollement de rétine .....	13
4.2.	La cataracte .....	14
4.3.	Le glaucome .....	14
4.4.	La maculopathie.....	14
5.	L'orthoptie au sein de la myopie .....	14
5.1.	La réfraction .....	14
5.2.	La vision binoculaire.....	15
5.3.	Les phories .....	15
II)	Innovations thérapeutiques pour la freination de la myopie évolutive .....	16
A.	L'orthokératologie .....	16
1.	Définition .....	16
2.	Mécanisme d'action.....	16
2.1.	Technologies utilisées et composition de la lentille.....	16
2.2.	Fonctionnement de la lentille.....	17



2.3. Impact et effets sur l'œil .....	18
3. Le suivi des patients.....	18
3.1. Topographie et évolution de la cornée .....	19
3.2. Longueur axiale.....	19
3.3. Réfraction.....	21
4. Etudes réalisées.....	21
5. L'effet rebond .....	22
6. Application en pratique.....	23
6.1. Population recommandée .....	23
6.2. Ma première adaptation .....	23
6.3. Conseils d'application, usage et manipulation de la lentille.....	24
7. Contre-indications .....	25
8. Risques et complications.....	25
9. Les limites de l'orthokératologie .....	26
B. Les verres freinateurs de progression myopique : Stellest et MiYoSmart .....	27
1. Contexte et date d'apparition.....	27
2. Technologies utilisées et principe du verre.....	28
2.1. H.A.L.T chez Stellest.....	28
2.2. Micro-lentilles défocalisantes asphérique chez Stellest .....	29
2.3. D.I.M.S chez MiYoSmart .....	29
2.4. Micro-lentilles défocalisantes sphérique chez MiYoSmart .....	30
3. Adaptation et équipement en monture.....	31
4. Effets sur l'œil et suivi des patients .....	31
5. Etudes réalisées.....	32
5.1. ESSILOR .....	32
5.2. HOYA.....	33
6. Les limites de ces verres.....	34
7. Evaluation du rebond .....	34

## PARTIE PRATIQUE

I) INTRODUCTION.....	36
II) TYPE D'ETUDE .....	36
III) PATIENTS .....	36
A. Description de la population.....	36
B. Les critères d'inclusion et d'exclusion .....	37
IV) MATERIEL.....	37
V) METHODES .....	38
VI) RESULTATS.....	39
A. Profil de la population .....	39
B. Statistiques descriptives .....	39
VII) DISCUSSION.....	44
VIII) POINTS FORTS ET LIMITES .....	45
IX) CONCLUSION .....	46

## PARTIE THEORIQUE

# I) La myopie

## A. La myopie

### 1. Définition

“La myopie est le trouble réfractif le plus fréquent dans le monde” d’après un rapport de la SFO datant de 2019. Il se manifeste par l’affaiblissement plus ou moins important d’une vision de loin tandis que la vision de près est conservée. Ceci va généralement de paire avec l’accroissement de la longueur axiale de l’œil qui engendre parfois des complications pouvant aller jusqu’à la cécité. (1)

Ce défaut optique est caractérisé par une image, d’un objet perçu, focalisé en avant du plan rétinien. (2)

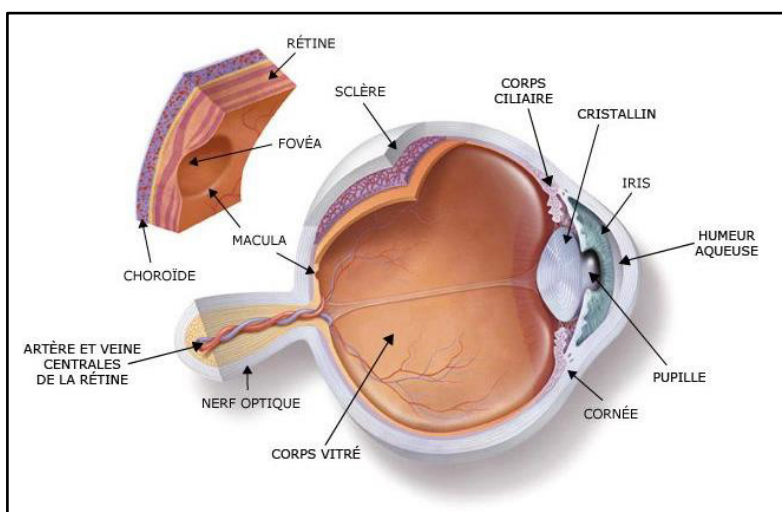
En effet, les rayons lumineux traversant l’œil sont mis au point devant la rétine. Ceci provient d’une cornée parfois trop concave ou d’un globe oculaire trop long produisant ainsi une vision floue de loin. (3)

Généralement, la myopie débute et croît durant la petite enfance jusqu’à l’adolescence. Parfois, cette amétropie peut se développer au début de l’âge adulte.

### 2. Rappels anatomiques

#### 2.1. L’œil emmétrope

L’œil est l’organe indispensable à la vision chez les êtres vivants. Il est composé de tuniques, de liquides et d’un élément réfractif important qu’est le cristallin. Il est dit emmétrope lorsqu’il ne connaît aucun trouble réfractif. En effet, les rayons lumineux qui le traversent convergent directement sur la rétine sans recours à une aide optique.



*Figure 1 : Schéma en coupe de l'œil humain*

Si l'on procède à un rappel anatomique du globe oculaire, les rayons lumineux vont d'abord traverser la cornée. Celle-ci exerce un rôle majeur dans la transmission de la lumière vers la rétine ainsi qu'une fonction essentielle de réfraction. (4)

Les rayons lumineux traversent ensuite le cristallin. Ces deux structures sont séparées par la chambre antérieure, remplie d'humeur aqueuse. La cornée possède un pouvoir réfractif d'environ 42 dioptries prismatiques contrairement au cristallin qui n'en possède environ que 20. Le cristallin peut adapter sa forme et donc modifier son dioptre, adapter sa puissance, afin de favoriser une vision nette. Ainsi, il réalise une mise au point et une focalisation, de près comme de loin, des rayons lumineux sur les photorécepteurs de la rétine centrale, la fovéa. (5)

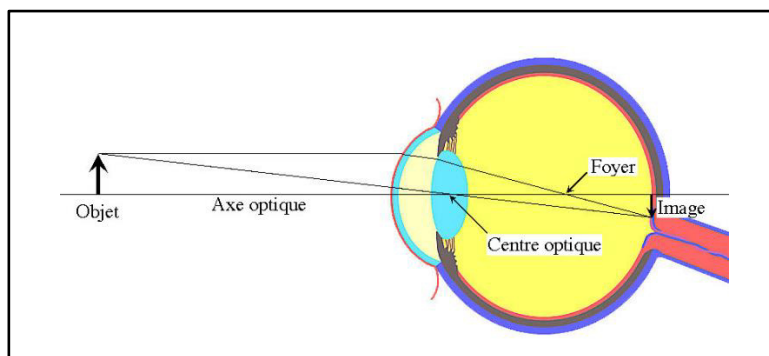


Figure 2 : Schéma illustrant le système optique d'un œil emmétrope

La rétine capte les rayons lumineux transmis par les différents dioptres intraoculaires grâce aux photorécepteurs. Ils transmettent ensuite l'image au cerveau. Enfin, l'information lumineuse est traitée et transformée en image. (6)

## 2.2. L'œil amétrope : la myopie

L'œil myope est anatomiquement constitué de la même manière que l'œil emmétrope. Cependant, contrairement à un œil emmétrope, le système optique d'un œil myope ne permet pas de focaliser les rayons lumineux d'un objet perçu sur le plan rétinien.

Ceux-ci convergent en avant des photorécepteurs provoquant une vision floue de loin. Pour obtenir une vision nette, il est alors nécessaire de porter une correction optique : lunettes avec verres concaves ou lentilles de contact.

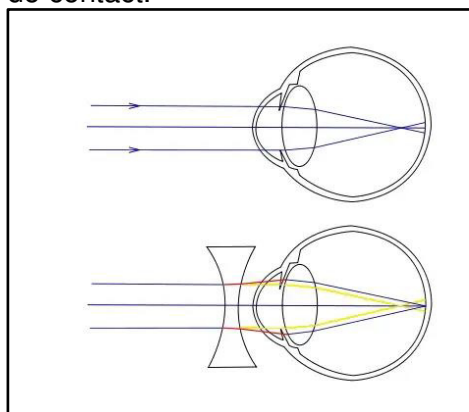


Figure 3 : Schéma illustrant un œil myope corrigé par une lentille divergente ramenant les rayons lumineux sur le plan rétinien

Même si la réfraction est la valeur la plus significative du degré et de l'évolution de la myopie, la longueur axiale de l'œil reste importante à prendre en compte dans le suivi du patient. De fait, un œil myope connaît souvent une longueur axiale, longueur comprise entre le sommet de la cornée et la fovéa, plus importante biologiquement qu'un œil emmétrope. (7) (8)

Cependant, ceci n'est pas toujours le cas : il existe parfois des yeux myopes avec une longueur axiale égale ou inférieure à un œil emmétrope. (7)

### 3. Maturation du système visuel

Après 8 jours, le nouveau-né peut reconnaître le visage de sa mère et s'en souvenir. En effet il va réagir en le voyant, l'acuité visuelle n'est que d'environ 1/20.

Entre 2 et 4 semaines, les réflexes de fixation et de poursuite apparaissent en premier : l'enfant est capable de suivre une personne ou un objet des yeux. C'est également à partir de ce moment que le sourire-réponse commence à apparaître.

Puis, entre 4 et 12 semaines, des réflexes de fusion et de coordination binoculaire apparaissent.

Les deux yeux commencent à coopérer vers l'âge de 2 à 3 mois. Ensuite la vision stéréoscopique apparaît entre le 3ème et 6ème mois avec la sommation binoculaire (fusion des deux images monoculaires) c'est ce qu'on appelle la période critique de l'installation de la vision binoculaire.

L'accommodation s'établit et accorde une vision nette à certaines distances vers l'âge de 3-4mois.

L'acuité visuelle va ensuite progresser de :

- 1/20 à la naissance
- 1/10 à 3 mois
- 2/10 à 6 mois
- 3/10 à 9 mois
- 4/10 à 12 mois
- 7/10 à 24 mois

Par la suite à 5/6 ans, il a acquis presque toutes ses capacités visuelles pour atteindre 10/10 et enfin à partir de 9/10 ans, il parvient à 12/10.

La longueur axiale du globe oculaire passe de "16,5 à 17 mm chez le nouveau-né, de 18,5 chez l'enfant de 6 mois, de 20 mm chez l'enfant de 1 an, de 21,5 mm chez l'enfant de 3 ans, 22,5 mm à 10 ans" d'après le rapport de la SFO 2017. "Enfin, la longueur axiale atteint 23 mm à l'âge de 13 ans. Cette dernière mesure ressemble à celle d'un adulte."

Le pouvoir réfractif de la cornée va quant à lui diminuer, passant de 48 à 50D à la naissance, 45D à 1 à 2 ans, et 42D à 5 ans.

Les phénomènes parallèles d'augmentation de la longueur axiale et de diminution du pouvoir réfractif cornéen conduisent à l'emmétropie. (9)

## 4. Histoire de la myopie

### 4.1. Prévalence ethnique

Actuellement, la prévalence de la myopie est croissante et évolue de manière importante dans les différentes régions du monde. Effectivement, la myopie est le trouble réfractif le plus étendu de nos jours et touche de manière plus ou moins prépondérante les diverses communautés ethniques pouvant aller jusqu'à 95% de myopie dans certaines populations.

ROBERT-ROUCHOUZE-SERRAILLE  
(CC BY-NC-ND 2.0)

6

D'après quelques estimations, en 2020, 2,5 milliards de personnes auraient été atteintes de ce trouble. (10)

Cette pandémie de la myopie se propage de façon exponentielle conjuguée à une apparition de plus en plus précoce. L'étude de Holden et al. (11) sur la prévalence mondiale estime, en 2000, le nombre de myopes à près de 1,4 milliard de personnes soit 23% de la population (l'étude indique 1406 millions de myopes exactement) et à 163 millions le nombre de myopes forts (soit 2,7% de la population). (1)

Une étude récente (11), d'après l'International Myopia Institute, nous indique la prévalence actuelle et stipule « qu'en moyenne, 30% de la population mondiale est actuellement myope ».

L'Asie de l'Est est une des régions du monde la plus touchée par la myopie et son augmentation. D'une manière plus globale, l'ensemble des pays asiatiques représente les taux de prévalence les plus élevés. Il y a quelques années, seulement 10 à 20% de la population était myope, contrairement à aujourd'hui, où la jeune génération peut compter jusqu'à 90% de myopes. Par exemple, à Séoul, « 96,5% des hommes de 19 ans sont myopes » d'après Elie Dolgin. (12)

Le monde entier connaît, tout de même, une forte prévalence de la myopie. C'est le cas également de l'Europe et des États-Unis qui voient leurs jeunes populations touchées de moitié par ce problème. (12)

La prévalence varie d'une région à l'autre et cela peut également être lié au type de région, soit rurale ou urbaine. Ainsi, la prévalence est en général moins importante dans les régions rurales.

Ces différences ont été constatées, malgré des données moins complètes, sur des enfants grandissant en Afrique. Effectivement, les enfants d'origine africaine avaient une prévalence de myopie plus faible que ceux grandissant en Europe ou encore aux États-Unis. (8)

La méta analyse réalisée par Holden et al, datant de 2016, nous permet d'acquérir quelques données indiquant l'estimation, de la prévalence de la myopie pour chaque région du monde. Nous pouvons y trouver la prévalence de 2020 suivante : Asie Pacifique 53,4% ; Asie de l'Est 51,6% ; Amérique du Nord 42,1% ; Europe centrale 34,6% ; Afrique du Sud 12,1%. (11) Les divergences de cette prévalence de la myopie dans le monde dépendent d'une influence environnementale sur le développement des troubles réfractifs. (2)

## 4.2. Les facteurs de la myopie

Il y a quelques dizaines d'années, les croyances des facteurs de risques de la myopie avaient une prédominance génétique face à des facteurs environnementaux que l'on pensait minimes. Mais les résultats actuels des études expérimentales réalisées sur les animaux, notamment sur les primates, nous poussent à croire le contraire. Du moins, celles-ci laissent sous-entendre un rôle majeur de l'environnement dans l'apparition et l'évolution de la myopie. (8)

Bien que la part environnementale soit plus importante, la myopie peut quand même être le résultat de facteurs héréditaires, nommé background génétique. C'est le cas, notamment, des familles de myopes forts non syndromiques où il est fréquent d'observer une transmission héréditaire. (10)

Effectivement, on peut être amené à parler de myopie familiale, un enfant avec des parents myopes sera plus susceptible d'avoir des yeux plus longs et donc de développer le trouble réfractif durant l'enfance. Donald O. Mutti et al. (13) nous indiquent que « la prévalence de la

myopie chez les enfants dont les deux parents sont myopes est de 30 à 40%, diminuant à 20 à 25% chez les enfants dont un seul parent est myope ».

Duke-Elder, un ophtalmologiste influent du XXe siècle, avait reconnu, il y a maintenant plusieurs dizaines d'années, « une tendance héréditaire de la myopie ». La prédisposition génétique, dans la littérature, avait également été admise à hauteur de 60 à 80%. Aujourd'hui, la part de l'héritabilité n'est pas nécessairement remise en cause mais elle varie et dépend, néanmoins, des différences de méthodologie, de conception et de l'étendue entre les diverses études mises en place.

La recherche sur le lien génétique-myopie s'étend et une multitude de molécules impliquées dans la genèse de la myopie sont identifiées ce qui, actuellement, représente 8% de la variance. Il y aurait, de nos jours, près de 200 gènes identifiés. (1)

Encore beaucoup d'éléments sont difficiles à expliquer, en fin de compte, ce sont les conditions environnementales qui se retrouvent être les facteurs majoritaires de la myopie. (14)

### 4.3. Classification de la myopie

La myopie peut se répartir en deux grandes catégories, la myopie quantitative et la myopie qualitative.

Les formes quantitatives sont fragmentées en trois groupes qui sont régis par des valeurs réfractives. Dans un premier temps la myopie légère se caractérise par une myopie allant de -0,25 à -2,00 dioptries, puis la myopie modérée définie par une réfraction allant de -2,00 à -5,75 dioptries. Ensuite, nous avons la myopie forte, significative d'une myopie allant au-delà des -6,00 dioptries avec une longueur axiale excédent 26 mm. (10)

Les formes qualitatives sont, quant à elles, classées en deux catégories et définies selon l'International Myopia Institute, comme telles :

- Myopie axiale : « Un état de réfraction myope résultant principalement d'une longueur axiale supérieure à la normale. » À partir de -4,00 dioptries et dépassant 25,5 mm de longueur, la majorité des myopies sont considérées comme étant axiale.
- Myopie réfractive : « Un état de réfraction myope qui peut être attribué à des changements dans la structure ou l'emplacement des structures de formation d'image de l'œil, c'est-à-dire la cornée et le cristallin. » (3)

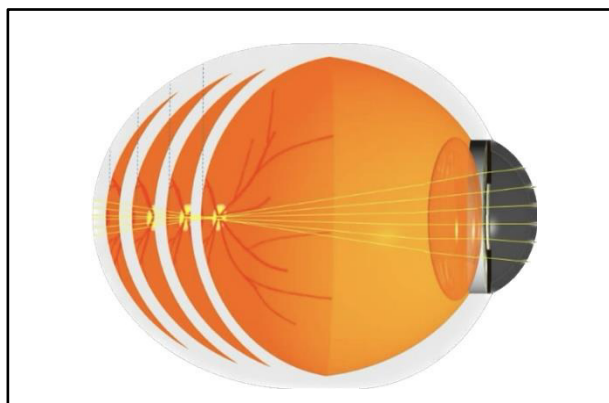


Figure 4 : Schéma illustrant le processus d'évolution de la longueur axiale

## B. La myopie évolutive

### 1. Principe et Définition

Les myopies axiales évolutives sont caractérisées par une croissance du globe oculaire plus particulièrement par une élongation progressive du pôle postérieur, en somme, la longueur axiale. Elles peuvent survenir pendant l'enfance ou plus tard à l'adolescence. (15)

C'est pourquoi, la connaissance sur le dépistage de l'apparition de ce type de myopie chez les enfants est importante et essentielle dans la mesure où ceux-ci se plaignent rarement de perte de vision. Il doit être accompli le plus tôt possible et des mesures doivent être prises pour limiter sa progression. Des verres correcteurs ou lentilles de contact peuvent restaurer une meilleure vision mais ne résolvent pas la progression de la myopie. (15)

Chez l'enfant, la réfraction sous cycloplégie et l'évaluation de la longueur axiale par biométrie optique sont indispensables pour faire le diagnostic de myopie évolutive. Cependant ce dernier ne sera posé qu'au rendez-vous suivant si l'enfant présente une évolution de sa myopie de  $-0,50$  D ou plus en un an ou moins.

Les critères diagnostiques d'une évolution myopique sont : une augmentation de  $> -0,50$  D/an et/ou  $> 0,5$  mm/an de longueur axiale, d'après la Revue francophone d'orthoptie 2022. (15)

« La comparaison entre la longueur axiale et l'équivalent sphérique a permis de déterminer que l'augmentation d'1 mm de longueur axiale correspondrait à 2,6 D » d'après le rapport de la SFO 2019 - 2020 (16)

Plus la myopie apparaît de manière précoce, plus elle est susceptible de progresser et d'évoluer rapidement. En effet, il est peu fréquent qu'une myopie d'apparition récente n'évolue pas. Cette progression rapide est la principale raison d'intervention. (17)

Le groupe COMET a réalisé une étude de cohorte avec 426 enfants ethniquement diversifiés, sur l'âge de stabilisation de la myopie qui a donné les résultats suivants : l'âge moyen est de  $15,6 \pm 4,2$  ans.

Dans cette même cohorte, le groupe COMET (17) a décrit l'âge de stabilisation de l'allongement axial qui est de  $16,3 \pm 2,4$  ans, avec une longueur axiale moyenne de  $25,2 \pm 0,9$  mm.

Malgré cela, les auteurs de COMET, Mark A Bullimore et Kathryn Richdale ont noté, en 2020, une étendue de fluctuation de l'âge de stabilisation :

- « 48 % de la cohorte avaient une myopie stable à l'âge de 15 ans ;
- 77 % de la cohorte avaient une myopie stable à l'âge de 18 ans ;
- 90 % de la cohorte avaient une myopie stable à l'âge de 21 ans ;
- 96 % de la cohorte avaient une myopie stable à l'âge de 24 ans »

De plus, Parssinen *et al.* (17) ont dévoilé une étude sur la progression de la myopie à l'âge adulte sur 147 sujets âgées de 23 à 31 ans qui mentionne une progression sur huit ans de  $-0,45 \pm 0,71$  D. On peut même constater que dans 45% des cas l'évolution était de  $-0,50$  D.

Les valeurs précédentes peuvent être profitables et servir de référence pour le contrôle et le suivi de la myopie évolutive en général, bien que chaque prise en charge soit adaptée au patient. Ce dernier doit bénéficier, au minimum, d'un contrôle annuel de réfraction et de longueur axiale, et ce, même si le traitement proposé est efficace. (17)



## 2. La croissance oculaire

### 2.1. Facteurs

Bien que la myopie soit une maladie omniprésente, peu d'éléments sont encore connus sur les facteurs de risques qui contribuent à la progression de celle-ci.

#### 2.1.1. Environnement

L'émergence du travail de près a longtemps été suspectée comme un des facteurs de risques, et pourtant guère d'études trouvent une forte cohérence entre celle-ci et la progression de la myopie.

Néanmoins, il a été confirmé qu'une augmentation du temps passé en plein air réduit le risque d'apparition de myopie, mais ne ralentit pas sa progression.

Diverses écoles de Taïwan ont été affectées au hasard. Certaines d'entre elles ont incité les enfants à réaliser des activités en extérieur pendant la récréation, tandis que d'autres écoles ont conservé les activités habituelles des enfants.

Dans les établissements ayant favorisé les activités en extérieur :

« Seuls 8,4 % des enfants sont devenus myopes, contre 17,7 % dans les écoles qui ont maintenu leurs activités de récréation normales (  $P < 0,001$  ) », d'après l'étude de M.Smith, J.Walline en 2015 (18)

Bien que les taux d'apparition de myopie chez les enfants provenant des différentes écoles, soient significativement différents, les enfants devenus myopes connaissent, par la suite, un taux identique de progression de myopie qu'ils proviennent d'une école ayant incité à des activités extérieures ou d'une école ayant conservé les activités habituelles durant la récréation ( $P = 0,18$ ). (18)

Une université de Canberra a mis en évidence dans une analyse sur des animaux, que l'intensité lumineuse avait une influence sur l'évolution de la myopie. En effet, une intensité lumineuse supérieure à 1000-2000 Lux peut ralentir la progression de la myopie. Dans les maisons, celle-ci est seulement de 300 à 500 Lux alors que l'éclairage extérieur peut varier de 5 à 120 000 Lux. Ceci rejoint les études précédentes qui favorisent le temps passé en extérieur et non sur des écrans, en vision rapprochée, à l'intérieur.

L'hypothèse évoquée dans le mécanisme est que l'œil est composé de photorécepteurs qui réceptionnent la lumière. Cette dernière provoque une libération de dopamine au niveau des neurotransmetteurs qui a pour effet d'inhiber la croissance oculaire et ainsi limiter la croissance de la myopie.

De ce fait, la myopie conduit à un développement plus lent en été qu'en hiver.(16)

Une évaluation a été réalisée par Morgan et al, en 2008 (16) sur des enfants présentant les mêmes gènes. Parmi eux, un groupe vivait à Sydney et un autre à Singapour. Respectivement, ils présentaient des taux de prévalence de 12% et 40%. L'aboutissement de cette étude atteste que les enfants à Singapour passent seulement 30 minutes en plein air, contrairement aux enfants de Sydney qui passent plus de 2h par jour à l'extérieur. (16)

La croissance oculaire est donc régie par divers facteurs environnementaux. On pourrait recommander de passer en moyenne 2 heures par jour à l'extérieur pour limiter l'apparition et/ou l'évolution de la myopie.

### 2.1.2. L'ethnicité

Le taux de progression est gouverné par un facteur massif qu'est l'ethnicité.

Donovan et al. a estimé la progression annuelle de la myopie à un âge moyen de :

« 9,3 ans à -0,55 D (-0,39 à -0,72 D) pour les populations d'origine principalement européenne et à -0,82 D (-0,71 à -0,93 D) pour les asiatiques. » Il en découle donc de la littérature que la myopie des enfants asiatiques évolue plus rapidement, de l'ordre de 50 %, que celle des enfants des pays occidentaux. (17)

Il en est de même pour la longueur axiale, une méta analyse a démontré que l'élongation de l'œil des enfants européens progresse moins vite que celle des enfants asiatiques. D'après une étude de Brenan *et al. en 2018*, « Chez les enfants asiatiques myopes, l'allongement annuel de la longueur axiale moyenne est d'environ 0,4 et 0,3 mm/an<sup>-1</sup> pour les enfants de 9 et 11 ans, respectivement. Chez les enfants blancs myopes les taux à 8 et 11 ans sont de l'ordre de 0,3 et 0,2 mm/an<sup>-1</sup> »

### 2.1.3. Âge d'apparition de la myopie

D'après une étude de CLEERE (Collaborative Longitudinal Evaluation of Ethnicity and Refractive Error) l'âge initial de l'enfant à l'apparition de son amétropie influe également sur l'importance de la progression et l'évolution de celle-ci. En effet, la myopie diminue avec l'âge. Une progression plus élevée est observée sur des enfants plus jeunes. On note sur 3 ans une progression de -1,43 D lorsque le début de la myopie est à 10 ans, puis une évolution de -1,93 D avec une myopie qui débute à l'âge de 7ans. (19)

A Singapour, une cohorte démontre en fonction de l'âge une diminution de l'évolution myopique. Une évolution de -0.88 D a été examinée chez des enfants de 7 à 8 ans au cours de la première année, avec une réduction à la deuxième année de -0.67 D. Au cours de la 3ème année, l'évolution était seulement de -0.48 D. Ceci démontre l'importance du dépistage et de la prise en charge précoce. (19)

### 2.1.4. L'hérédité

On retrouve un nombre important d'études, illustrant que des antécédents de parents myopes induisent une prédominance de la myopie. En revanche, peu d'études démontrent que des antécédents parentaux peuvent avoir un effet sur son évolution. (17)

Les analyses de Kurtz et al. ainsi que le groupe COMET, révèlent que des enfants portant des verres unifocaux sans parents myopes ont une progression sur 5 ans de leur myopie de -1.81 D. Par ailleurs, on observe une évolution de -2,04 D pour les enfants avec un seul parent myope, et enfin une évolution de -2,59 D pour ceux avec deux parents myopes. D'après ces deux études on peut supposer que la génétique est liée à la myopie évolutive.

En contradiction à ces deux études, une méta analyse du groupe CLEERE présente des résultats différents, et démontre qu'il peut y avoir des biais d'inscriptions des enfants aux études précédentes.

Le groupe CLEERE a sélectionné des enfants afin de réaliser une étude observationnelle. Ils étaient donc sélectionnés avant de développer une myopie pour la majorité, et n'avaient aucune connaissance préalable d'une myopie future et d'une incertaine progression.

D'autre part, le groupe COMET et Kurtz et al ont accompli des essais cliniques, ce qui tend à penser qu'un enfant avec deux parents myopes a plus de chance d'être inscrit dans un essai qu'une simple étude observationnelle.

Ceci explique que les résultats de CLEERE peuvent aboutir au fait qu'il n'y ait pas de lien entre la génétique et l'évolution de la myopie une fois survenue. (19)

### 3. Prévalence croissante

La 6ème cause de cécité dans le monde est la myopie. (19)

Elle a été reconnue au titre de « pandémie mondiale de myopie » à cause d'une augmentation majeure dans le monde initialement découverte dans les pays asiatiques.(15)

Avant l'âge de 6 ans, la prévalence des troubles visuels selon l'ANAES et l'INSERM est de 20%. Corrélés à cela, on retrouve une apparition plus fréquente des anomalies réfractives. (15)

Il existe peu de données sur l'épidémiologie des enfants myopes en Europe, notamment sur la progression de la myopie.(20)

Sur la base d'une étude épidémiologique de référence sur la progression de la myopie, l'Haute Autorité de santé a estimé qu'en 2022, 510 000 enfants âgés de 6 à 15 ans seraient concernés par la myopie progressive.(20)

Une étude a été réalisée sur des enfants âgés de 4 à 17 ans initialement et suivis de 2013 à 2019. Elle a démontré que l'évolution moyenne était plus élevée chez les filles avec -0.35D que chez les garçons avec -0.32D.

Après 6 à 6,5 ans de suivi, la progression moyenne de la myopie était de -1,24 D chez les garçons et de -1,42 D chez les filles.(20)

Une nouvelle analyse a été réalisée chez des jeunes âgés de 6 à 15 ans représentant l'augmentation annuelle de la myopie. Les déficits myopiques ont tendance à progresser lorsque les enfants sont myopes et corrigés par des lunettes, notamment entre 6 et 8 ans, à raison de 0,75 à 1 D /an, puis entre 9 et 12ans de -0.54 à -0.64D/ an, et pour finir de -0.28 à -0.49 D/an de 13 à 15ans. On observe une diminution du déficit myopique en fonction de l'âge grandissant. (21)

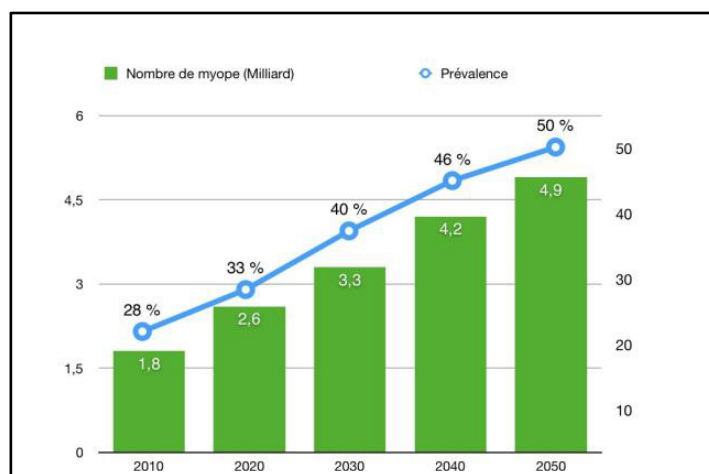


Figure 5 : Graphique représentant la « Prévalence mondiale de la myopie (Holden et al., 2016). »

Une évaluation a estimé que l'on retrouve en 2050, 52 % de la population myope ainsi que 10.0 % de la population myopes forts > -5D.

Selon la Revue francophone d'orthoptie 2022 cela représente environ « 4 758 millions de myopes et 938 millions de myopes forts > -5D » (15)

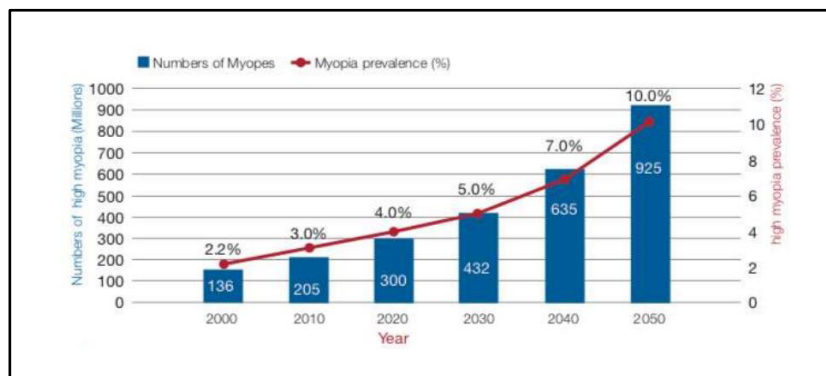


Figure 6 : Graphique représentant le « Nombre de forts myopes (> -5D) et prévalence des forts myopes dans le monde, et estimations dans l'avenir » (21)

#### 4. Séquelles et complications

L'allongement axial est le facteur le plus important des complications oculaires de la myopie, car il engendre une rétine plus fragile, ainsi il crée une plus grande vulnérabilité de l'œil. Plus la myopie augmente, plus le risque de complications est élevé et le risque de cécité important. En effet, au-delà du port de lunettes, cette amétropie peut être cécitante ou entraîner une vision très basse due à des aggravations sévères. Cela peut se dégrader et tendre à une myopie pathologique.

Par conséquent, la réalisation de prévention permet de limiter et prévenir le handicap visuel à l'âge adulte. (15)

La myopie augmente le risque de développer des maladies associées comme le décollement de rétine, la choroïdose myopique, les complications néovasculaires du myope fort, la cataracte précoce ou encore le glaucome chronique.

Ainsi, un patient atteint d'une myopie de - 4,5 D, à 9 fois plus de risques de développer un décollement de rétine, 9,7 fois plus de risques pour un néovaisseaux du myope fort et pour finir 3 fois plus en faveur d'une cataracte sous capsulaire postérieure (16)

##### 4.1. Le décollement de rétine

Pour une myopie supérieure à 6 D, l'incidence annuelle de décollement de rétine est de 3.2%. (22)

Certaines lésions périphériques de la rétine (palissade ou givre) sont à risques de déchirures et peuvent nécessiter un traitement préventif par laser Argon pour prévenir un potentiel décollement de rétine. (23)

S'il existe une lésion à risque ou même une ouverture rétinienne (trou ou déchirure), il faut rapidement laseriser la zone. Sinon, on s'expose au risque de décollement de rétine périphérique qui risquerait de s'étendre et atteindre la macula. Le traitement est alors chirurgical.

## 4.2. La cataracte

Si un patient présente une éventuelle myopie forte, la cataracte sera plus précoce : d'une dizaine d'années plus tôt environ que chez le sujet physiologique (62 ans vs 72 ans). Ceci entraîne une opération plus précoce. (23)

## 4.3. Le glaucome

Le glaucome chez le myope fort est distinctement plus commun (10%) que chez le restant de la population (2%). Le risque d'apparition de cette pathologie augmente fortement lorsque la myopie dépasse les 8 D.

Il peut mener à de graves dégradations de la vue, et même devenir irréversible. Le dépistage peut être difficile car il est plus complexe d'analyser les papilles optiques et les fibres du nerf optique comme les anomalies du champ visuel.(23)

## 4.4. La maculopathie

La myopie forte peut aussi entraîner des complications maculaires (maculopathies). Elles sont nombreuses : néovaisseaux choroïdiens maculaires, atrophie maculaire, rétinosischisis maculaires ou foveoschisis, trou maculaire...

Elle conduit à une baisse de vision parfois rapide, et importante et parfois irréversible. (24)

Éviter la progression de la myopie dans l'enfance permettra d'éviter ou de limiter ces complications à long terme.

## 5. L'orthoptie au sein de la myopie

### 5.1. La réfraction

La mesure de la réfraction oculaire subjective permet d'obtenir la prescription optique dont nécessite le patient pour corriger son défaut visuel. Dans le cas de la myopie, les rayons lumineux projettent une image en avant de la rétine. On utilisera un verre concave afin de faire diverger ces rayons sur le plan rétinien. (25)

L'instillation d'un cycloplégique de type Skiacol ou Atropine est essentielle avant la consultation, notamment pour les patients âgés de moins de 18ans. En effet, celui-ci paralyse temporairement l'accommodation permettant ainsi d'obtenir la correction optique totale précise de l'œil examiné. (15)

On utilise dans un premier temps un autorefractomètre afin d'estimer la myopie de manière objective. Puis, la mesure de la réfraction subjective, basée sur les résultats obtenus de l'autorefractomètre, est effectuée à l'aide d'un réfracteur placé à 5 mètres de distance d'une charte oculaire. (26)

La prise de l'acuité visuelle est indispensable afin d'obtenir des mesures et une correction optique fiables. En effet, l'orthoptiste utilise la technique du brouillard. Il présente des verres

de plus en plus concaves, à travers le réfracteur, jusqu'à obtenir une lecture parfaite de la ligne d'acuité visuelle correspondant le plus souvent à 10/10. La réalisation de ces mesures est réalisée en monoculaire, puis en binoculaire afin d'obtenir le parfait équilibre entre les deux yeux. (26)

A l'âge préverbal, il est impossible d'obtenir une acuité visuelle fiable. De ce fait, seule la réfraction objective est sollicitée. On utilise un auto-réfractomètre portable de type PlusOptiX sous cycloplégique. Ainsi, on obtient les valeurs d'une correction optique totale de la myopie de l'enfant. (27)

## 5.2. La vision binoculaire

La vision binoculaire permet à un individu d'assimiler deux images, venant de chaque œil, en une image unique. Ceci est notamment dû à une coordination du mouvement des yeux dans une direction du regard. (28)

Un des tests permettant de déterminer une altération de la vision stéréoscopique se nomme le TNO. Le patient dispose de verres rouges/verts à placer par-dessus sa correction optique, si existante, et doit énoncer clairement les formes ou l'orientation des dessins représentés en relief. (28)

La focalisation de l'image sur le plan rétinien est influencée par la qualité de la vision binoculaire. Elle peut ainsi jouer un rôle dans le développement de la myopie. En effet, les myopes présentent un déséquilibre binoculaire plus important par rapport aux emmétropes. (29)

D'après Wolffsohn JS, Flitcroft DI, Gifford KL, et al. « Bien qu'une binocularité anormale puisse être un facteur de risque de progression de la myopie, aucune des études n'a montré d'effet supplémentaire sur l'évaluation du risque par rapport à l'erreur de réfraction et à la longueur axiale, à la génétique ou aux effets environnementaux. » (30)

Concernant la prise en charge et la mise en place de traitements freinateurs de myopie, il est préférable que la vision binoculaire soit pleinement installée. Pour cela il faudra adapter les traitements sur des enfants de minimum 4 ans.

En effet, d'après M. Prévot, directeur des ventes chez Essilor, les tests réalisés durant les études ont été effectués sur des enfants dépourvus d'amblyopie ou de strabisme. Dans le cas de présence d'amblyopie, il est préférable de traiter ce défaut visuel dans un premier temps, puis de traiter la myopie évolutive par la suite. Cependant, certains ophtalmologues traitent les deux combinés. Cela permet ainsi d'obtenir de nouveaux résultats et une approche différente de traitements. (31)

## 5.3. Les phories

Lors du bilan orthoptique, l'orthoptiste étudie l'hétérophorie du patient. Il peut s'agir d'une ésophorie, d'une exophorie ou d'une orthophorie.

Cette appréciation est permise, la plupart du temps, grâce à la réalisation d'un examen sous écran, ou de la baguette de Maddox. (15)

## II) Innovations thérapeutiques pour la freination de la myopie évolutive

### A. L'orthokératologie

#### 1. Définition

L'orthokératologie est une technique non invasive et réversible permettant de corriger la myopie de manière temporaire par l'intermédiaire d'un remodelage cornéen produit par des forces hydrodynamiques. Celui-ci est réalisé par un port nocturne de lentilles rigides de forme particulière pendant une durée de sommeil d'environ 6 à 7 heures selon les lentilles. (32,33)

Le patient n'a, par conséquent, plus la nécessité de porter de correction optique, ni de lentilles de contact en journée afin de corriger son amétropie. (34)

L'orthokératologie est également connue pour son effet freinateur de myopie en évolution. (34)

#### 2. Mécanisme d'action

##### 2.1. Technologies utilisées et composition de la lentille

Deux types de lentilles orthokératologiques sont manipulées pour le contrôle de l'évolution myopique : DRL PREVENTION et DRL Contrôle Myopie. (35)

Les lentilles orthokératologiques dans le contrôle de la myopie proviennent d'une technologie qui crée un anneau de puissance positive autour de la zone pupillaire. Cette aberration sphérique positive provoque un défocus myopique en rétine périphérique. (36)

La puissance de cet anneau périphérique est proportionnellement liée à l'efficacité du contrôle myopique. Pour un contrôle optimal, celle-ci doit générer une addition de 4,5 D. Or, lorsque l'on traite les myopies faibles, pour une prise en charge précoce, la puissance positive produite par l'anneau est également plus faible. La lentille sera, par conséquent, moins efficace. C'est la géométrie DRL PREVENTION, par l'intermédiaire d'une modification du réservoir de larmes, qui produira une addition plus importante pour ces myopies faibles. (35)

De ce fait, la lentille DRL PREVENTION est utilisée jusqu'à -4,00 D. Au-delà, on utilise préférentiellement la DRL CM.

La lentille orthokératologique est une lentille rigide qui met en évidence une géométrie spécifique. Elle dispose d'une zone centrale plus plate qu'une lentille "normale" avec un diamètre de zone optique défini. Cette zone est suivie par une première surface d'inversion qui va permettre d'optimiser le centrage poursuivi par une zone périphérique légèrement plus resserrée que les lentilles rigides "classiques". (32)

Par ailleurs, plus le diamètre pupillaire est large, plus la quantité de lumière traversant l'anneau de défocalisation est importante, et plus on observe un meilleur contrôle dans la freination myopique. Les lentilles DRL s'adaptent aux diamètres pupillaires réduits, avec une réduction de la zone optique. (35)

Globalement, ces lentilles sont fabriquées dans des matériaux à très haute transmissibilité à l'oxygène (minimum 100 (ISO)) afin d'éviter des complications dues à leur port nocturne et garantir l'intégrité cornéenne. (32)

## CF ANNEXE 1 : Tableau des différents matériaux de lentilles orthokératologiques

### 2.2. Fonctionnement de la lentille

Pour le myope, les lentilles orthokératologiques ont pour objectif principal d'aplatir la cornée et ainsi corriger l'amétropie la journée sans recours à une aide optique. (34)

D'après une conférence sur l'orthokératologie, le fonctionnement des lentilles orthokératologiques, dans la freination de la myopie, repose sur deux forces de pressions. Une force positive au niveau de film lacrymal situé directement en dessous de la lentille. La répartition inégale de ce film va générer une force positive au niveau du centre qui engendre un amincissement de l'épithélium cornéen. En effet, les cellules épithéliales s'élargissent dans cette zone centrale. Une diminution de la sécrétion lacrymale basale est envisageable sans qu'il y ait d'altération du film lipidique. Puis, une force négative en périphérie, où l'on obtient un réservoir de larmes provoquant un épaissement de ce même épithélium. Ces phénomènes combinés induisent l'effet de la lentille souhaitée. (32)

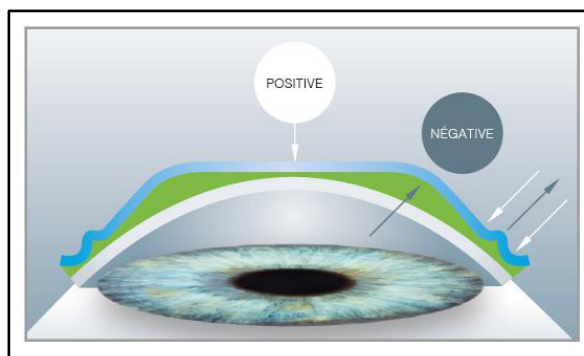


Figure 7 : Schéma représentant le fonctionnement de la lentille orthokératologique avec les forces exercées sur l'œil

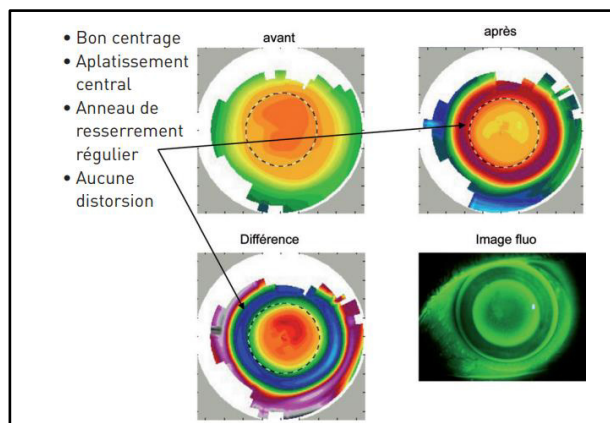


Figure 8 : Topographie cornéenne représentant une adaptation typique de lentilles orthokératologiques



## 2.3. Impact et effets sur l'œil

Le remodelage cornéen formé par la lentille apporte une correction optimale pour le patient quelle que soit sa direction du regard et permet de limiter les aberrations créées par une correction optique. (34)

En effet, lors d'un port de lunettes ou de lentilles de contact considérées comme "classiques", il existe en périphérie de la rétine, une défocalisation hypermétropique qui favoriserait le développement et l'évolution de la myopie. En revanche, le remodelage cornéen induit par cette lentille spécifique engendre, au contraire, une défocalisation myopique afin de limiter une stimulation périphérique en arrière du plan rétinien et ainsi induire un potentiel allongement axial.(37)

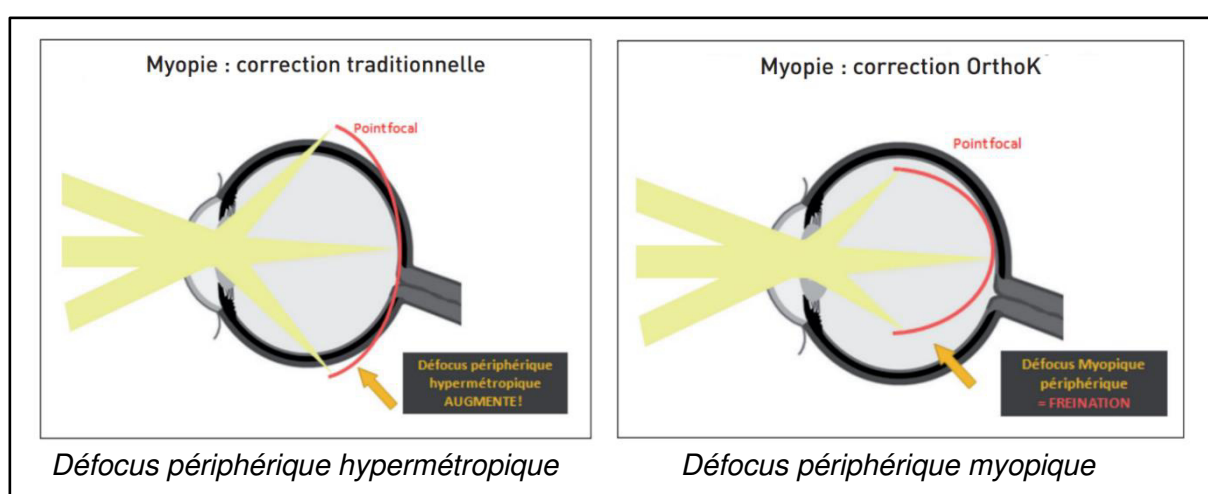


Figure 9 : Schéma illustrant les défocus périphériques hypermétropiques et myopiques

L'adaptation en lentilles orthokératologiques s'effectue de manière personnalisée pour chaque enfant afin d'optimiser et d'augmenter le défocus périphérique. Ceci est notamment permis grâce à une augmentation de puissance de l'anneau. Ce dernier génère une extension de la proportion du réservoir de larmes combiné à une diminution de la zone optique de la lentille. Ainsi, le passage du défocus par l'aire pupillaire est garanti.(38)

## 3. Le suivi des patients

Il est essentiel d'effectuer un suivi régulier chez des patients réalisant ce traitement. Une fois l'adaptation en lentilles terminée, les patients consultent de manière semestrielle afin de procéder à une mesure de la longueur axiale, à la réalisation d'une topographie cornéenne et d'une évaluation de la réfraction.(38)

### 3.1. Topographie et évolution de la cornée

La topographie cornéenne est indispensable pour connaître l'excentricité cornéenne et mettre en place un traitement par lentilles orthokératologiques. Celle-ci permet de mettre en évidence l'aplatissement de la cornée du centre à la périphérie. Plus l'excentricité est élevée, plus vite la cornée s'aplatit rapidement. Elle est considérée normale pour une valeur de 0,45 et avec une chance plus élevée de réussite du traitement si l'on constate une valeur supérieure à 0,50. En revanche, on observe moins de résultats en orthokératologie si l'excentricité cornéenne est inférieure à 0,30. (39)

Une carte tangentielle, une carte axiale ainsi qu'une carte différentielle sont utilisées pour analyser respectivement le relief cornéen, la puissance cornéenne et l'effet produit des lentilles. (38)

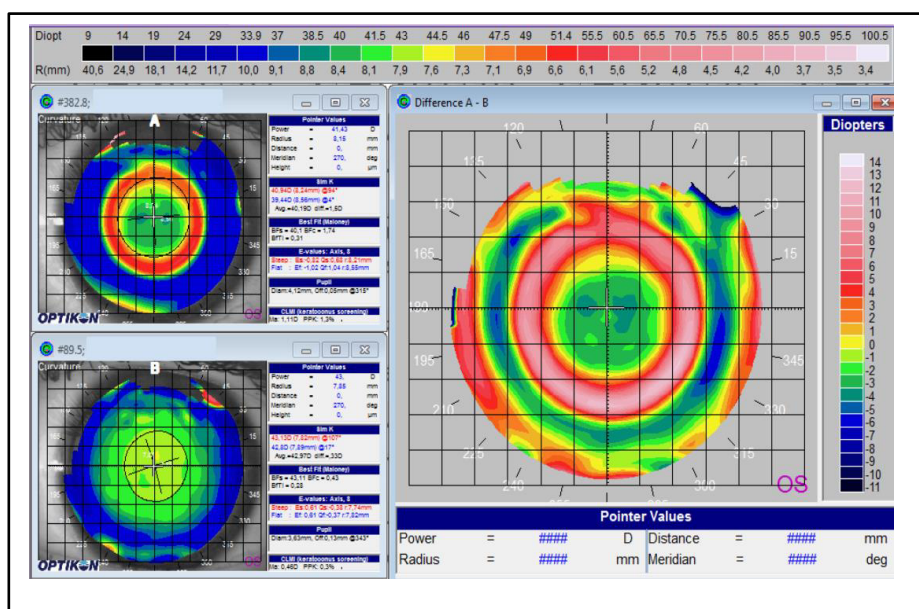


Figure 10 : Topographie illustrant les résultats attendus d'un traitement par lentilles orthokératologiques

#### CF ANNEXES 2 de topographie

- ENFANT X, date de naissance 09/05/2006
- ENFANT Y, date de naissance 07/03/2009

### 3.2. Longueur axiale

La mesure semestrielle de la longueur axiale, distance séparant le sommet de la cornée et la rétine fovéale, se réalise à l'aide d'une biométrie oculaire. Elle permet d'analyser et d'évaluer, grâce aux propriétés de l'interférométrie, un éventuel allongement de l'œil. En effet, les résultats obtenus en millimètres sont comparés d'une consultation à l'autre. (40)



La biométrie optique utilise le phénomène d'interférence des ondes lumineuses, une technique de mesure de haute précision, généralement obtenues à partir de lasers situés dans le domaine de l'infrarouge (780 nm). (41)

En ophtalmologie, les interféromètres sont destinés à mesurer des distances ou imager des structures.

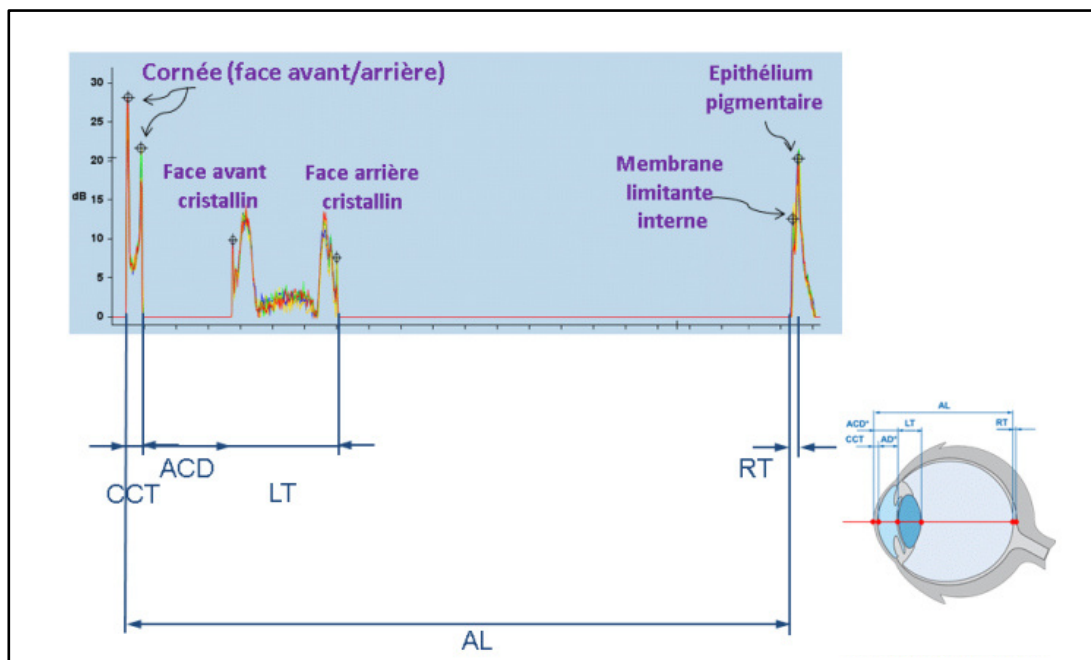


Figure 11 : Représentation d'une mesure biométrique, avec l'observation de plusieurs pics d'intensité lumineuse correspondant à quelques positions du miroir mobile. Ceci permet de calculer les distances entre plusieurs interfaces oculaires.

OD		Analyse	
droite			
Valeurs de mesure		Valeurs kératométriques	
AL: 23,13 mm	(SD = 6 µm)	n: 1,3375	
ACD: 2,78 mm	(SD = 4 µm)	SE: 43,39 D	(SD = 1 µm)
LT: 4,59 mm	(SD = 17 µm)	K1: 43,08 D @ 9°	(SD = 2 µm)
		K2: 43,71 D @ 99°	(SD = 2 µm)
		ΔD: -0,64 D @ 9°	
Épaisseur de la cornée centrale		Valeurs blanc au blanc et pupille (CW-Chord)	
CCT: 521 µm (I)	(SD = 6 µm)	WTW: 12,3 mm	lx: +0,4 mm ly: +0,2 mm
		P: 5,9 mm	Px: +0,1 mm Py: +0,2 mm

Figure 12 : Présentation de résultats de mesure de longueur axiale à la biométrie optique

### CF ANNEXES 3 de longueur axiale

- ENFANT X, date de naissance 09/05/2006
- ENFANT Y, date de naissance 07/03/2009

### 3.3. Réfraction

La mesure de la réfraction sous cycloplégique s'effectue également tous les 6 mois, à chaque consultation. Elle permet d'évaluer, de manière optimale, l'évolution en dioptries prismatiques de l'amétropie du patient.

### CF ANNEXES 4 de réfraction

- ENFANT X, date de naissance 09/05/2006
- ENFANT Y, date de naissance 07/03/2009

## 4. Etudes réalisées

L'orthokératologie est une technique utilisée depuis 2012 en France. Plusieurs études datant de 2005, 2009, 2011 ou 2012 ont prouvé l'efficacité des lentilles orthokératologiques dans la freination de la myopie. En effet, elles ont essentiellement comparé les modifications de la longueur axiale sur deux groupes d'enfants myopes sur une période de 2 ans : l'un bénéficiait d'une correction optique classique, l'autre bénéficiait d'un équipement en lentilles orthokératologiques.

D'après la revue issue des Cahiers d'Ophtalmologie, 2015

	Longueur axiale groupe contrôle sur 2 ans	Longueur axiale groupe OK	Différence entre les deux groupes	Réduction de la longueur axiale (%)
Choo 2005	0,54 mm	0,29 mm	0,25 mm	46 %
Walline 2009 [8]	0,57 mm	0,25 mm	0,32 mm	56 %
Kakita 2011 [4]	0,61 mm	0,39 mm	0,22 mm	36 %
Santodomingo-Rubido 2012 [6]	0,70 mm	0,47 mm	0,23 mm	33 %

*Tableau 1 : Résultats des évolutions de longueurs axiales sur 2 ans chez les deux groupes d'enfants issus d'études différentes*

Bien qu'on observe, selon les études, un pourcentage de réduction de longueur axiale variant de 33% à 56% sur 2 années, toutes prouvent un effet significatif quant à la diminution de la progression myopique. (42)

D'après Yu e Kim, un essai clinique randomisé paru en 2012 a également été réalisé à Hong Kong (en 2008), chez des sujets âgés de 6 à 10 ans, afin de connaître l'efficacité des lentilles orthokératologiques sur la progression myopique sur une durée de 2 ans. Leur amétropie était comprise de -0,50 D à -4,00 D avec un astigmatisme inférieur à 1,25 D. Deux groupes ont été formés, l'un profitant du traitement par orthokératologie et un groupe témoin portant une correction optique classique.

Chaque semestre, tous les enfants ont réalisé une topographie cornéenne, une mesure de la longueur axiale, une réfraction subjective sous cycloplégie et une mesure de la tension oculaire.

Les résultats de l'étude ont montré une augmentation de la longueur axiale chez les deux groupes. Cependant, d'après une analyse statistique, une augmentation significativement plus rapide a été démontrée pour le groupe témoin.

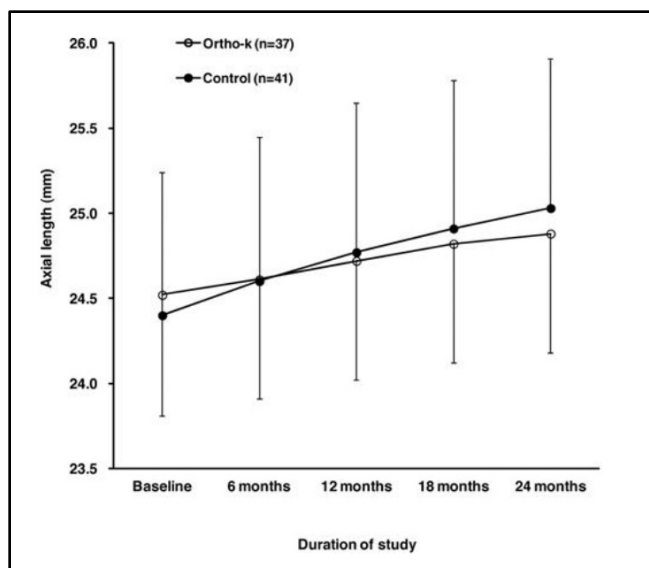


Figure 13 : Graphique représentant l'évolution de la croissance axiale sur 2 ans chez un groupe bénéficiant du traitement par lentilles orthokératologiques en comparaison avec un groupe contrôle, issus des résultats de l'essai clinique de Hong Kong en 2008

Sur les 2 ans d'étude, l'évolution de l'allongement axial chez les sujets avec lentilles était plutôt constante sur toutes les périodes de 6 mois à l'exception de la 3ème période entre 12 à 18 mois où l'on constate une progression axiale légèrement plus élevée.

Par ailleurs, pour le groupe témoin, on observe un ralentissement progressif uniquement avec l'âge. (43)

## 5. L'effet rebond

L'effet rebond est à prendre en considération. Afin qu'il ne soit pas trop important, il est primordial de réaliser le traitement avec assiduité et ce, jusqu'à son aboutissement. Durant la prise en charge, le suivi régulier des patients permet d'élaborer la courbe d'évolution de la myopie et de constater le moment où celle-ci se stabilise. Dans ce cas, et si l'âge du patient s'approche de la fin de l'adolescence, soit aux alentours de 18-20 ans.(16)

On pourra arrêter le traitement des lentilles orthokératologiques et constater un effet rebond minime voir nul de l'évolution de la myopie.

En revanche, si le traitement est interrompu précocement, avant 14 ans, et que la lentille n'a pas permis la stabilisation de la myopie, l'effet rebond sera plus conséquent. (44)

L'arrêt prématuré du port de lentilles orthokératologiques provoquerait une intensification du développement de la longueur axiale. Si l'interruption est effectuée pour quelconques raisons, il est primordial de continuer la surveillance durant les 6 mois suivants afin de contrer les répercussions. Si celles-ci sont trop élevées, une possible reprise de traitement sera à considérer.(44)

Un déroulement sans encombre du traitement jusqu'à la fin de la croissance n'induit pas de rechute relative à l'évolution myopique.

Concernant la réapparition de la myopie d'origine, ceci dépendra de sa valeur. Plus la myopie est légère au commencement du traitement, plus l'amétropie va revenir tardivement à l'arrêt du port des lentilles.(32) En règle générale, la cornée reste stable jusqu'à 1 à 2 semaines avant de revenir à son état initial.

## 6. Application en pratique

### 6.1. Population recommandée

La myopie évolutive touche les jeunes enfants et les adolescents. Dans le cas où celle-ci progresse rapidement, les lentilles orthokératologiques sont recommandées et mises en place en fonction de l'âge mais aussi des aptitudes de l'enfant. L'adaptabilité des enfants face à ce type de traitement est relative à leurs capacités de compréhension, à la réalisation minutieuse de l'entretien des lentilles et à leurs motivations.

L'enfant doit être régulier et sérieux durant toute la prise en charge afin de profiter des bénéfices de la lentille et d'arriver à la réussite du traitement sans être confronté à un échec. Le jeune âge de l'enfant peut être considéré comme un obstacle par les prescripteurs. (45)

Ainsi, les lentilles orthokératologiques seront prescrites à partir de 8 ans. Dans certains cas, on pourra commencer le traitement à 6 ans si l'enfant a conscience du rapport bénéfice-risque que cela peut lui apporter.

Afin d'obtenir le plus de réussite dans le traitement de la myopie évolutive chez ces jeunes enfants, il sera nécessaire de poursuivre la prise en charge jusqu'à la stabilisation de la myopie qui apparaît à la fin de l'adolescence.

### 6.2. Ma première adaptation

L'adaptation des lentilles orthokératologiques se déroule en plusieurs étapes et est réalisée selon un protocole minutieux.

Au premier rendez-vous, différentes mesures sont prises afin de déterminer les paramètres nécessaires à la réalisation de la lentille.

Dans un premier temps, une réfraction est réalisée sous cycloplégique afin de connaître la correction exacte de l'enfant. Puis, la réalisation d'une topographie cornéenne constitue l'étape clé pour le calcul des caractéristiques techniques, permettant de mesurer la kératométrie, le diamètre cornéen(46)et la forme de l'astigmatisme. On recherche aussi un potentiel astigmatisme interne car ce type de lentille compense uniquement l'astigmatisme cornéen antérieur.(38)

D'autres indications peuvent être prises en compte comme la mesure de la longueur axiale ou encore le diamètre pupillaire.

Les paramètres topographiques et réfractifs sont, par la suite, envoyés au laboratoire qui se chargera d'élaborer la lentille faite sur mesure pour le patient.

Après avoir fourni les explications nécessaires au sujet du déroulement de l'adaptation des lentilles et sur les produits, les rendez-vous peuvent débuter.

- Le premier rendez-vous de manipulation est dédié à l'apprentissage de la pose et du retrait des lentilles orthokératologiques en prenant compte de toutes les conditions d'entretien. Le patient pose la lentille sur ses yeux, cette dernière est préalablement remplie de collyres lubrifiants. Il patiente ensuite, les yeux clos, pendant une vingtaine de minutes. L'acuité visuelle devra être sensiblement égale à l'acuité avec les lunettes.

Après un temps de port de 30 min, on peut vérifier le centrage de la lentille, la mobilité et l'image fluo. À la dépose de la lentille, une nouvelle prise d'acuité est réalisée, celle-ci devra être supérieure à l'acuité sans correction initiale du patient.(38)

- Le second rendez-vous s'effectue le lendemain, 1 heure après le retrait des lentilles. Cet examen se déroule en plusieurs étapes. Tout d'abord, une topographie, une mesure de l'acuité visuelle ainsi qu'un examen à la lampe à fente avec fluorescéine sont réalisés sans lentilles. Tout ceci se réitère avec les lentilles, à l'exception de la topographie cornéenne. L'image fluo permet, à ce moment, de vérifier le centrage et la mobilité de cette dernière afin de possiblement améliorer l'acuité visuelle. En effet, celle-ci n'est pas obligatoirement optimale au début de traitement.
- À partir du, 15ème jour, toutes les mesures sont effectuées une nouvelle fois. Si le patient est correctement emmetropisé, l'adaptation est terminée et ce dernier sera revu en consultation plusieurs mois plus tard.

Si des changements sont envisagés, les différents paramètres doivent être repris en compte et une nouvelle lentille plus adaptée au patient lui est attribuée. Il faut recommencer l'adaptation du début avec un rendez-vous après une nuit de port, puis 15 jours.

- Le patient est revu 3 mois plus tard, afin de vérifier un bon déroulement de traitement. Dans le cas où les valeurs topographiques et réfractives sont correctes avec des lentilles qui ne causent pas de défauts épithéliaux, ces dernières seront considérées comme définitives.
- Le contrôle après 1 an de port permet de renouveler les lentilles afin de garantir une bonne prise en charge.(46)

Les intervalles entre les visites de contrôle peuvent varier entre les professionnels de santé.

### **6.3. Conseils d'application, usage et manipulation de la lentille**

Les lentilles orthokératologiques nécessitent une assiduité et un respect des règles d'hygiène exemplaires. Toutes gênes, lors du port nocturne, n'est pas à négliger et doivent engendrer un retrait des lentilles afin d'éviter toutes complications. Si après le nettoyage de la lentille, la gêne persiste, le patient doit contacter son ophtalmologiste.

Les lentilles doivent être manipulées avec des mains propres, préalablement lavées et séchées avec une serviette non pelucheuse. Les lentilles ne doivent jamais être rincées avec de l'eau du robinet, il est important de toujours utiliser une solution d'entretien adéquate. Pour cela, une solution de type oxydant est préconisée pour nettoyer complètement les lentilles chaque jour. Afin de complètement décontaminer les lentilles, l'utilisation d'une solution déprotéinisante est à réaliser une fois par semaine.(47)

La manipulation exige une méthode spécifique et propre aux lentilles orthokératologiques. Ces dernières sont reconnaissables grâce à deux teintes qui différencient la droite de la gauche. La pose de la lentille se déroule en plusieurs étapes. Tout d'abord, le patient doit se pencher vers l'avant en se regardant dans un miroir, placé à plat sur la table, avec la lentille, préalablement remplie de larmes artificielles, posée sur l'index. En parallèle, l'œil doit être maintenu ouvert en tenant la paupière inférieure et supérieure. Le patient vient approcher lentement la lentille afin de venir la déposer délicatement sur la cornée. (48)

Une fois les lentilles posées, le patient peut aller se coucher. La nuit doit durer au minimum 6 heures pour un résultat correct du remodelage cornéen (34), et être effectuée sur le dos afin de ne pas créer de frottement au niveau des yeux.

Le lendemain, il est préférable de procéder au retrait des lentilles une dizaine de minutes après le réveil. Si la lentille est trop accolée à l'œil, il est possible de venir instiller quelques gouttes de larmes artificielles et de laisser poser quelques instants. Une fois que la lentille est mobile et après s'être lavé les mains, le patient peut procéder à la dépose. Il existe différentes méthodes facilement réalisables, soit avec un index sur chaque paupière qui viennent exercer une légère pression sur la lentille et l'exploiter soit à l'aide d'une ventouse. (49)

Une fois les lentilles retirées, le patient doit les masser et les déposer dans le produit oxydant afin qu'elles soient nettoyées.

## 7. Contre-indications

Il est primordial, avant une adaptation en lentilles orthokératologiques, de réaliser un interrogatoire. C'est lors de celui-ci qu'on va déceler des pathologies générales pouvant affecter l'œil comme les maladies auto-immunes (ex : syndrome de Cogan), du diabète, qui sont contre-indiqués dans le cadre de ces traitements.

Il est également important d'être certain que le patient ne présente pas de troubles sévères de la surface cornéenne comme un syndrome sec oculaire (Gougerot-Sjögren), une dystrophie cornéenne, des antécédents de kératite herpétique, neurotrophique, auto-immune, de chirurgie incisionnelle ou d'une quelconque dégénérescence. Ces lentilles ne sont pas recommandées pour les kératocônes (hormis frustré). (16,32)

Les facteurs morphologiques présentent également parfois des contre-indications au traitement. Par exemple, il sera difficile d'aplatir davantage une cornée trop mince (< 520 microns) avec une puissance supérieure à 40 D, ou d'aplatir une cornée ayant déjà subi une chirurgie réfractive. Par ailleurs, un diamètre pupillaire supérieur à 6 mm peut créer des halos résiduels ou des aberrations. (32) (16)

Comme tout type d'adaptation en lentilles, il est exigé que le patient présente une surface oculaire saine sans anomalies physiologiques de paupières (paupière qui se ferme mal) et un film lacrymal suffisant.

De plus, la compréhension de l'intérêt du respect des règles d'entretien et de port par le patient est essentielle. Dans le cas contraire, il s'agit pareillement d'une mauvaise indication. (16) (50)

## 8. Risques et complications

Les complications engendrées par le port de ces lentilles orthokératologiques sont généralement minimales et conduisent simplement à l'interruption temporaire de leur port.

Quelques fois, elles sont sévères et peuvent entraîner notamment des conséquences permanentes, comme des cicatrices, voire la cécité en dépit des consignes de port et d'entretien correctement respectées. (51)

Il est fondamental de constater qu'une grande partie des aggravations qui peuvent se présenter lorsqu'un patient porte des lentilles de nuit ne sont pas des incidents majeurs.

Au cours d'une surveillance de 10 ans, des manifestations regrettables sont survenues chez 11,1 % des enfants japonais âgés de 8 à 16 ans portant des lentilles ortho-k. Le plus grand nombre présentant des événements indésirables non significatifs. En effet, il s'agissait



principalement de complications sans inquiétude clinique imminente et sans justificatif d'arrêt de port des lentilles comme une conjonctivite. (50)

D'après la SFO, 2019 « On classe dans les incidents : les problèmes allergiques, les réactions inflammatoires transitoires, les gênes occasionnées par le dessèchement de la lentille dans certaines conditions (air conditionné, avion, travail sur écran, ...). »

On retrouve également dans les accidents : « les ulcères, les abcès de cornée d'origine infectieuse. » SFO novembre 2019 (51)

La kératite microbienne est l'aggravation la plus grave et éventuellement inquiétante pour la qualité de la vision. Une grande partie de ces cas a initialement été signalée en Asie et concernaient des femmes, associées à un manque d'hygiène sur les règles d'éducation du port de lentilles et d'entretien. (50) (16)

Il peut, par conséquent, y avoir des craintes quant à la réalisation de ce traitement chez l'enfant, liées majoritairement à la connaissance du risque de développer une kératite infectieuse.(34)

Pour toutes apparitions d'un œil rouge, de douleurs oculaires, de sensation de corps étranger, et amplification de tous symptômes lors du port de lentilles, elles doivent être enlevées instantanément. Il est ensuite impératif de prendre rendez-vous chez un ophtalmologiste rapidement. Par ailleurs, les lentilles endommagées ou en funeste état ne doivent pas être portées.(51)

Le non-respect des instructions d'hygiène et d'entretien sur le long terme demeure un problème primordial et est l'un des principaux contributeurs aux aggravations oculaires redoutables. (50)

Cependant, le port de lentilles orthokératologiques est entièrement concevable si l'adaptation est soignée et rigoureusement réalisée, ce qui prend du temps. C'est pour cela que le patient doit aussi être motivé et sérieux pour l'entretien. (32,34)

## 9. Les limites de l'orthokératologie

Une adaptation en lentilles n'est réalisable qu'à partir de 6 ans minimum. En général, ce traitement débute plutôt vers 7-8 ans. Puisque l'enfant doit être assez mature, autonome et soigneux concernant la manipulation et l'hygiène afin de limiter les contraintes ainsi qu'un risque trop important d'infections.

L'accord et l'implication des parents sont nécessaires dans la mesure où l'enfant a parfois besoin d'aide à la pose et au retrait des lentilles. (36,52)

Par ailleurs, au-delà d'une myopie forte de -6,00 D à -7,00 D, on observe en effet des aberrations sphériques. (36)

De plus, un cylindre supérieur à 4,00 D ainsi qu'un astigmatisme cristallinien sont difficilement corrigibles.

On retrouve ci-dessous plusieurs laboratoires de lentilles de nuit avec les gammes de correction disponibles qui nous permettent de comparer :

Laboratoire	MYOPIE	ASTIGMATISME
LCS lentilles CRT	-7,50D	3D
Menicon Z	-4D	2.50D
Précilens	-7D	4D

*Tableau 2 : les différentes gammes de corrections optiques disponibles selon les laboratoires(34)*

L'utilisation de lentilles de nuit exige une position particulière. En effet, une position sur le ventre limitera les effets bénéfiques du traitement. Celui-ci impose un sommeil régulier de minimum 6h, excluant les professions aux horaires nocturnes, ainsi qu'une conduite de nuit en raison d'une présence de halos lumineux liés à une mydriase nocturne.

Ces halos peuvent néanmoins diminuer jusqu'à trois mois après le début du port des lentille. (34,52)

Le coût onéreux des lentilles orthokératologiques constitue un frein concernant ce traitement. Il faut compter entre 250 et 450 euros pour la paire de lentilles d'une durée de 1 an ainsi que le prix du forfait d'adaptation en contactologie. A cela s'ajoute le coût des produits d'entretien associés.

Il n'y a aucune prise en charge de la sécurité sociale. En revanche, certaines mutuelles peuvent les rembourser sur ordonnance. (34)

Cette adaptation demande un suivi et une surveillance plus spécifiques avec un professionnel adapté.(36)

Il devra réaliser des topographies cornéennes, celles-ci sont comparées à la réfraction d'une part, afin de s'assurer que l'amétropie soit corrigée efficacement. D'autre part, la surface et la courbure cornéenne centrale et/ou périphérique seront analysées d'une consultation à l'autre.(36)

Il faut aussi prendre en compte qu'une mauvaise réponse de l'œil est possible avec un échec d'adaptation. (32)

## **B. Les verres freinateurs de progression myopique : Stellest et MiYoSmart**

### **1. Contexte et date d'apparition**

D'après une conférence Essilor, la fabrication du verre Stellest est inspirée d'études suivant le modèle animal.

Schaeffel et al. ont réalisé, en 1988, une étude sur le signal lumineux focalisé en arrière de la rétine qui stimule l'allongement de l'œil. Plus tard, Tse et al. en 2017 ont démontré qu'une stimulation simultanée de la rétine par des points lumineux de focalisation en avant et en arrière de la rétine n'entraînaient pas d'allongement du globe oculaire.

L'étude a démontré que les signaux en avant de la rétine prédominent et ralentissent l'allongement de l'œil, à condition que ceux-ci soient suffisamment puissants.

Ils se sont également inspirés de l'analyse sur la rétine périphérique qui est principalement impliquée dans la régulation optique de la croissance de l'œil d'après Smith II et al., Vis. Res. en 2009 (53)

D'après une conférence Hoya, plusieurs théories sont exposées notamment celles des cellules on/off au niveau de l'épithélium, qui auraient la capacité de détecter la position du flux de lumière, ainsi influençant la taille de l'œil.

Tout comme le groupe ESSILOR, ils se sont inspirés d'observations sur les animaux en clinique. Le principe était de placer des verres concaves devant leurs yeux. Le plan focal rétinien ainsi décalé en arrière de la rétine a induit un allongement de l'œil. A l'inverse, lorsqu'ils plaçaient des verres convexes, cela induisait un raccourcissement du plan de focalisation et donc une diminution de la longueur axiale. (32,54)

Les travaux réalisés par M.Smith en 2007 et 2011 sur la rétine de chimpanzé ont montré que lorsque l'on stimule uniquement la rétine centrale, on n'obtient pas de réponse en termes d'allongement. Cependant, en stimulant seulement la zone périphérique, plus précisément au niveau des 30° para-fovéolaires, cela engendre une réponse de l'œil avec un agrandissement ou une diminution. Ainsi, envoyer des rayons lumineux en avant de la rétine, dans cette zone des 30° para-fovéolaires permet de bloquer le principe de croissance oculaire. (54)

Les résultats de ces recherches ont permis la sortie des verres MiYoSmart en septembre 2020 et en juin 2021 pour les verres Essilor.(32)

## 2. Technologies utilisées et principe du verre

### 2.1. H.A.L.T chez Stellest

La limite de fabrication du verre est de -10D d'équivalent sphérique, avec un cylindre jusqu'à 4,00 D. De plus, il est envisageable d'intégrer 2 D maximum de prisme par verre, afin de corriger les phories ou tropies minimales. Ceci en veillant à l'efficacité du traitement freinateur.

Le défi de la lunette est de trouver un signal suffisamment puissant pour que l'œil ne s'allonge plus mais suffisamment faible pour ne pas perturber la vision.

La partie lisse du verre corrige parfaitement l'amétropie du patient dans la partie centrale et entre les micro-lentilles. Elle représente 60% de sa surface lui permettant de voir net quelle que soit sa direction du regard. On retrouve dans cette zone un verre classique unifocal où tous les rayons lumineux passant au travers se focalisent sur la rétine.

Les points apparents sur le verre sont les micro-lentilles asphériques et couvrent environ 40% de sa surface totale. Elles représentent la technologie H.A.L.T. (31,53)

Pour la fabrication, on se base sur la puissance du verre qui va corriger la myopie du patient, puis par-dessus on injecte les anneaux à l'intérieur, tous identiques de nature asphérique. Pour cela il est utilisé du polycarbonate qui est un matériau léger et très résistant au choc. Pour finir, il est surfacé avec un traitement de type : CRIZAL KIDS UV. (55)

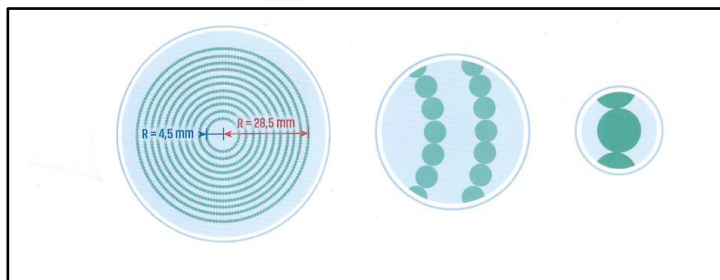


Figure 14 : Schéma illustrant la technologie H.A.L.T. avec les micro-lentilles défocalisantes

## 2.2. Micro-lentilles défocalisantes asphérique chez Stellest

La nouvelle technologie HALT associe 11 anneaux concentriques rassemblant 1021 micro lentilles asphériques.

Contrairement à une microlentille sphérique qui focalise un plan objet en plan image bien précis, la microlentille asphérique permet de focaliser le plan objet en un micro-volume de lumière non focalisée. En sommant l'ensemble des micro-volumes produits par les lentilles asphériques, le verre génère une macro-volume de lumière non focalisée en avant de la rétine périphérique dont le patient n'a pas conscience. En revanche, son cerveau l'interprète comme un signal d'arrêt d'élongation de l'œil.

Au sein de chaque cercle, les micro-lentilles disposent du même design optique calculé de façon spécifique pour positionner ce volume de lumière en avant de la rétine. D'un cercle à l'autre, la géométrie des micro-lentilles évolue pour suivre la forme allongée d'un œil de myope. (31,55)

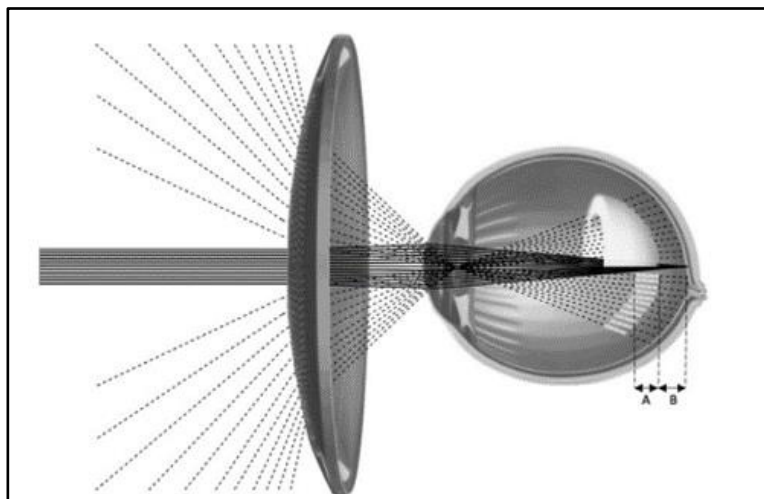


Figure 15 : Schéma représentant le mécanisme de défocalisation myopique en A en avant de la rétine (B) à travers les micro-lentilles

## 2.3. D.I.M.S chez MiYoSmart

Le verre freinateur chez Hoya est disponible pour un patient avec une réfraction allant de plan à -10 D avec un cylindre jusqu'à 4D en conservant une sphère maximum de -10 D. Il est également possible d'intégrer 3 dioptries prismatiques par verre afin de compenser les

éventuelles phories associées ou très légères tropies gênantes susceptibles de fragiliser la vision binoculaire du patient. (32)

Le verre MiYoSmart est composé au centre d'une surface lisse de 9,4mm autour de laquelle se trouve une surface de 33 mm alvéolé comprenant la technologie DIMS : Defocus Incorporated Multiple Segment, aussi nommé défocalisation périphérique. Cette structure comporte environ 400 petits îlots sphériques espacés de 1 millimètre avec une unique valeur de défocalisation de +3.50 D. (32)

Il s'agit d'un verre de profil sphérique surfacé de manière conventionnelle et classique avec des outils durs. Sur la face avant du verre, les îlots de défocalisation sont injectés, par-dessus la correction optique du patient. En d'autres termes, « on observe une injection de matière dans de la matière ».

Selon cette technologie, la matière du verre d'origine doit bénéficier d'une importante résistance mécanique. Pour cela, le polycarbonate est utilisé. Il s'agit d'un matériau léger, et aminci (indice 1,59), par conséquent très résistant au choc.

En revanche, ce matériau est fragile aux rayures et nécessite un traitement de surface anti-rayure. Ceci permet d'obtenir un verre entièrement lisse et transparent, excepté lors de l'éclairage du verre sur une surface blanche qui laisse apparaître la technologie.(54)

Ainsi, une reconnaissance du verre Miyosmart a été faite par L'Haute Autorité de Santé en mars 2022, comme étant un intérêt de santé publique et dispositif médical avec service attendu de niveau 4 sur la base de leur preuve scientifique.

L'idée de cette démarche est de rendre accessible au plus grand nombre ce verre avec de nouvelles prises en charge et prochainement un remboursement différencié et facilité.(32)

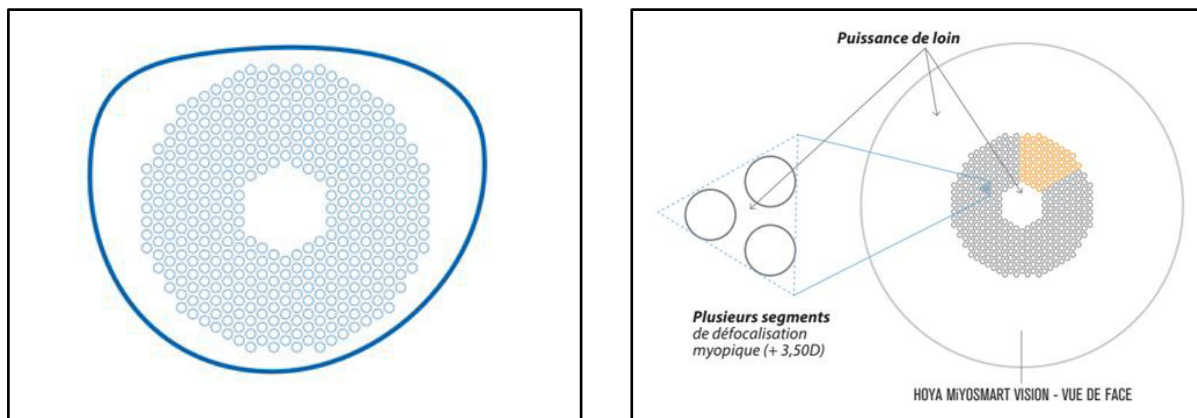


Figure 16 : Schémas illustrant un verre Miyosmart, avec la technologie D.I.M.S.

## 2.4. Micro-lentilles défocalisantes sphérique chez MiYoSmart

La disposition des micro-lentilles est travaillée, de type triangulaire équilatérale, symétrique.

Selon la technologie, seulement la moitié de l'image converge sur le plan rétinien apportant une vision nette avec la correction visuelle adaptée. L'autre moitié engendre une image floutée défocalisée en avant de la rétine, permettent ainsi l'effet freinateur. Ce contraste périphérique envoie au cerveau un signal d'arrêt d'élongation de l'oeil. (32)

ROBERT-ROUCHOUZE-SERRAILLE  
(CC BY-NC-ND 2.0)

30

Cet agencement permet d'obtenir un contrôle de ratio des deux flux d'images : correctrices et freinatrices, et ce, quelle que soient la position du regard et la distance à laquelle il regarde.

La spécificité des alvéoles disposées à égale distance les unes des autres permettent de générer un plan défocus myopique avec 50% des rayons lumineux traversant le verre qui arrivent en avant de la rétine. Ceci engendre une image floutée qui apportent l'effet freinateur en bloquant le signal d'allongement de l'œil. Les 50% de rayons lumineux restants convergent sur le plan rétinien apportant une vision nette avec la correction visuelle adaptée. (32)

La défocalisation simultanée permet à l'enfant d'avoir un ratio correcteur et freinateur contrôlé. Et ce, quelle que soient la position de son œil et la distance à laquelle il regarde.

Le cerveau traite la défocalisation et une vision nette simultanément. (32)

### 3. Adaptation et équipement en monture

Obtenir les bénéfices des verres freinateurs implique de bonnes aptitudes visuelles. Lors du premier rendez-vous chez l'ophtalmologiste, un bilan orthoptique et médical complet est réalisé. (56)

Suite au bilan, les recommandations pour le bon déroulement du traitement sont expliquées au patient :

- Maximiser le temps de port des lunettes
- Une distance de travail de près de 30 cm est à privilégier tout en réalisant des pauses régulières pour regarder au loin.
- Passer du temps à l'extérieure (1 à 2 heures par jour) (55)

Une fois les verres freinateurs prescrits, l'opticien indique une monture adaptée et réalise un montage minutieux. En effet, le choix de monture est crucial et se doit de respecter certaines spécificités. Notamment, l'angle pantoscopique, autrement dit l'angle d'inclinaison des verres, doit être minimisé (proche de 0° contre 8-12° pour un adulte) pour réduire d'éventuelles dysphotopsies. (54)

La monture doit remonter au niveau de l'arcade sourcilière de l'enfant. Un ajustage précis est préconisé pour que le centrage soit parfaitement axé avec le centre des pupilles. (31)

L'axe visuel doit être aligné avec la zone centrale pour que la vision de loin soit optimale en regard primaire. (56)

### 4. Effets sur l'œil et suivi des patients

Le suivi des patients s'effectue tous les 6 mois, chez l'ophtalmologiste, avec un contrôle de l'évolution myopique et de la progression axiale. La réalisation d'une réfraction est systématique et s'effectue sous cycloplégique dans le cas où l'acuité visuelle n'est pas satisfaisante ou si le patient relate des plaintes. Pour déterminer l'efficacité du traitement à long terme, l'allongement axial est suivi de près. Une biométrie pour mesurer la longueur axiale est ajoutée à la consultation. Une nouvelle prescription est élaborée si la progression est supérieure à 0,50 dioptrie.

Un examen visuel annuel complet est établi. (55)

Le patient dispose d'un carnet de suivi lui permettant de garder toutes les explications données par son médecin et établir une courbe d'évolution de sa myopie et de sa longueur axiale. Un contrôle régulier chez l'opticien est préconisé pour ajuster l'équipement et perpétuer le bon fonctionnement du traitement.(56)

## CF ANNEXES 5 de la réfraction et de la longueur axiale

- PATIENT HOYA
- PATIENT ESSILOR
- Carnet de suivi d'HOYA
- Carnet de suivi d'ESSILOR

## 5. Etudes réalisées

### 5.1. ESSILOR

Un essai clinique randomisé sur 2 ans a été réalisé en Chine en 2018 afin de tester l'efficacité des verres freinateurs. L'objectif était d'évaluer l'efficacité des verres comportant des micro lentilles asphériques, plus ou moins forte, sur le ralentissement de la progression de la myopie.

Ils ont analysé, dans un premier temps, l'effet des micro-lentilles avec des asphéricités plus ou moins importantes. En effet, ils ont démontré que plus cette asphéricité des alvéoles est forte, plus on observe un volume large de signaux en avant de la rétine, et ainsi plus le verre est efficace dans le ralentissement de la myopie évolutive.

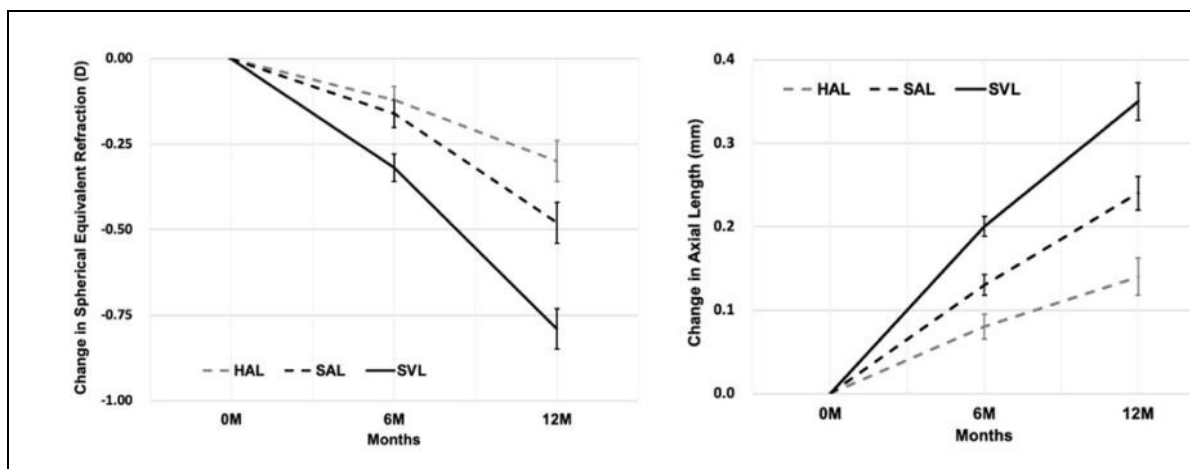


Figure 17 : Graphique illustrant l'efficacité, sur la réfraction et la longueur axiale, de 2 verres freinateurs (HAL et SAL) avec des puissances de micro-lentilles plus ou moins asphériques. HAL avec des micro-lentilles très asphériques > SAL avec des micro-lentilles moins asphériques > SVL avec des verres unifocaux.

(31)

Par ailleurs, ils ont également constaté une différence d'efficacité en fonction du temps de port des verres. Ainsi d'après les résultats de l'étude :

	Ralentissement de la réfraction en dioptries sur 2 ans	Ralentissement de la longueur axiale en millimètres sur 2 ans
Port à temps plein (12h/j)	0,99 D	0,41 mm
Port à temps partiel (<8h/j)	0,57 D	0,27 mm

**Tableau 3** : Ralentissement de la réfraction en dioptries et de la longueur axiale en millimètres sur 2 ans en fonction du temps de port des verres ESSILOR

L'étude démontre une efficacité des verres sur le ralentissement de la myopie de 67% pour un port supérieur ou égal à 12h/j. En effet, sur 2 ans, une progression de -0,48 D d'amétropie et de 0,28 mm d'allongement axial sont observés chez les sujets porteurs de verres ESSILOR, contre une progression de -1,46 D d'amétropie et de 0,69 mm d'allongement axial chez les porteurs de verres unifocaux. (31)

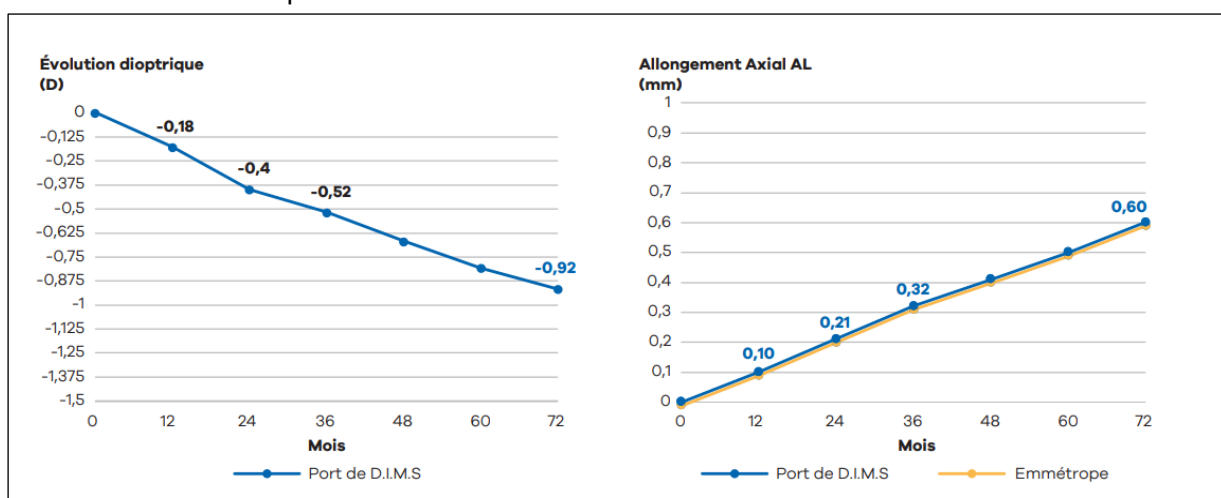
Puis, ils ont prolongé l'étude sur une année supplémentaire afin de tester l'efficacité des verres sur un plus long terme et vérifier leur efficacité concernant un ralentissement de la myopie à un âge plus important.

Ainsi, l'évolution myopique a été observée chez deux groupes. L'un ayant déjà bénéficié de verres freinateurs auparavant à un âge plus jeune, l'autre n'ayant porté que des verres unifocaux.

Les résultats mettent en évidence une augmentation de 0,33 D et de 0,38 D respectivement. Ceci prouve que même si l'enfant disposait d'une correction optique unifocale, nous avons tout intérêt, et ce même à un âge avancé, à proposer le traitement par verres freinateurs à l'enfant. (53)

## 5.2 HOYA (57)

Une étude clinique contrôlée randomisée a été réalisée afin de tester l'efficacité des verres MiYoSmart sur une période de 6 ans.



**Figure 18** : Graphique illustrant l'efficacité des verres freinateurs MiYoSmart sur l'évolution de la réfraction en dioptries et l'évolution de l'allongement axial sur une période de 6 ans, cette dernière comparée à un œil emmétrype. Âge des enfants au départ : 8-9 ans

ROBERT-ROUCHOUZE-SERRAILLE  
(CC BY-NC-ND 2.0)



Cette même étude a permis d'évaluer les performances des verres freinateurs chez des enfants à un âge plus tardif

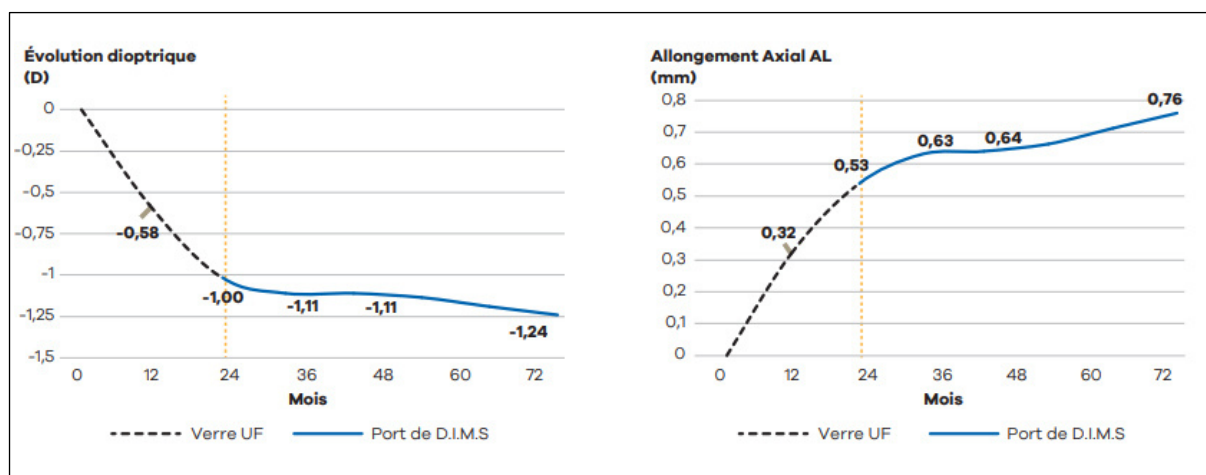


Figure 19 : Graphique illustrant l'efficacité des verres freinateurs MiYoSmart sur l'évolution de la réfraction en dioptries et l'évolution de l'allongement axial à un âge plus tardif  
 Âge des enfants au départ : 10-11 ans

Les résultats de l'étude prouvent un effet freinateur myopique maintenu sur 6 années consécutives avec l'utilisation de ces verres à micro-lentilles, et ce, quel que soit l'âge du début de traitement (figure 17). En effet, on observe une évolution inférieure à 1,00D et un allongement axial de 0,6 mm cumulés sur les 6 ans. (figure 16)

## 6. Les limites de ces verres

	Avantages	Inconvénients
Verres D.I.M.S	Peuvent être prescrits dès l'apparition de la myopie Faciles à prescrire et à délivrer	Limite de traitement de -10D équivalent sphérique Coût des verres
Verres H.A.L.T	Esthétiques Non-invasifs	

Tableau 4 : Présentation des limites et avantages de verres freinateurs (58)

## 7. Evaluation du rebond (57)

L'essai clinique contrôlé randomisé débuté en 2014 par HOYA, et poursuivi pendant 6 ans, a connu la pandémie du COVID-19, période durant laquelle les patients avaient difficilement accès aux soins. Par conséquent, certains d'entre eux ont abandonné les verres D.I.M.S. pour les verres unifocaux, souvent pour cause budgétaire. Lam CSY et al. ont ainsi pu analyser, entre autres, un potentiel effet rebond à l'arrêt du port de verres freinateurs. En effet, ils ont

évalué la progression et l'évolution myopique chez des enfants repassés sur des verres unifocaux après un port de verres D.I.M.S.

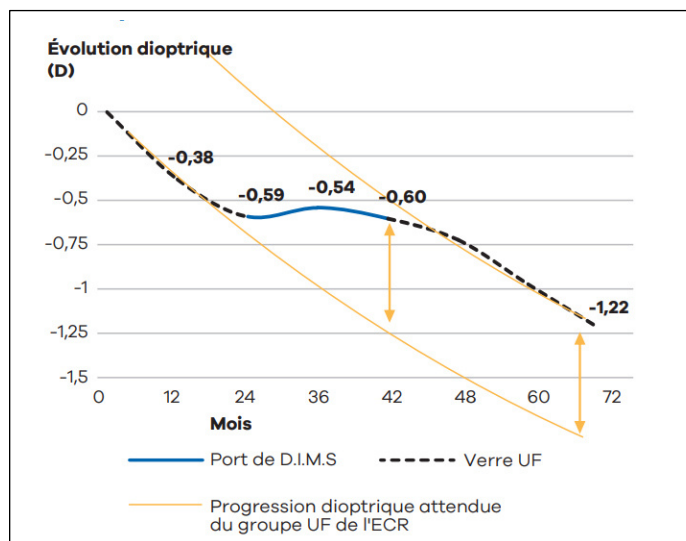


Figure 20 : Graphique représentant l'évolution de la réfraction en dioptries sur 6 ans chez des patients portant des verres unifocaux (24 mois), puis des verres D.I.M.S (18 mois), puis de nouveau des verres unifocaux (30 mois)

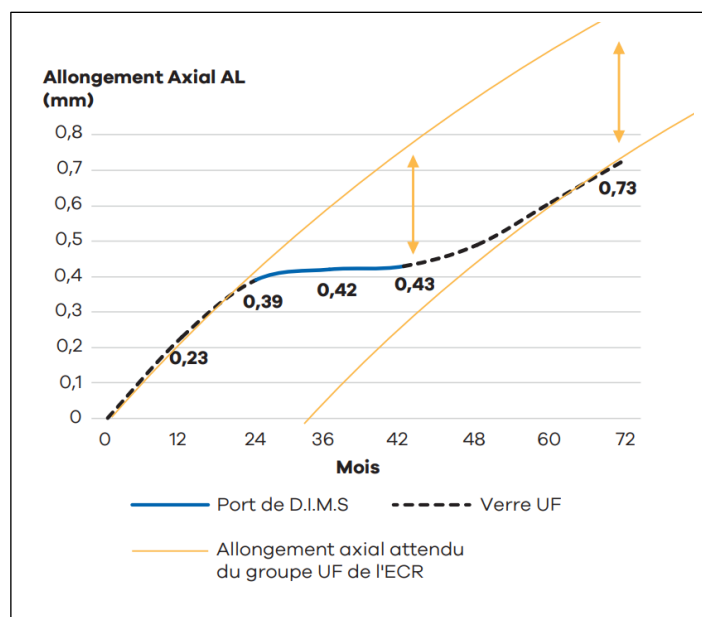


Figure 21 : Graphique représentant l'évolution de la longueur axiale sur 6 ans chez des patients portant des verres unifocaux (24 mois), puis des verres D.I.M.S (18 mois), puis de nouveau des verres unifocaux (30 mois)

On conclut d'après les résultats de l'étude que les patients ne présentent pas d'effet rebond à l'arrêt des verres freinateurs par rapport aux verres unifocaux. Il n'y a aucune perte de bénéfices créés suite au traitement. Les patients reprennent simplement leur profil d'évolution myopique, sans majoration de la rapidité d'évolution de la myopie.

## PARTIE PRATIQUE

### I) INTRODUCTION

La myopie ne cesse d'évoluer, sa prévalence devient de plus en plus importante dans le monde et touche majoritairement les jeunes enfants et adolescents.

Face à cet enjeu de santé publique majeur et à sa croissance exponentielle d'année en année, des innovations émergent, notamment depuis ces derniers temps.

Ces différentes technologies ont entraîné un ralentissement considérable de la progression myopique.

Actuellement, les verres freinateurs montrent d'excellents résultats grâce à leurs micro-lentilles défocalisantes, qu'elles soient sphériques ou asphériques. Tout comme les lentilles orthokératologiques, qui permettent un remodelage cornéen réversible.

Nous cherchons, à travers cette étude, à comparer l'efficacité du contrôle de la myopie entre les verres freinateurs et les lentilles orthokératologiques.

### II) TYPE D'ETUDE

Nous avons réalisé une étude de cohorte rétrospective sur 1 an chez des enfants et adolescents myopes, comparant l'évolution de la myopie de ceux utilisant des lentilles orthokératologiques avec d'autres portant des verres freinateurs de myopie Stellest ou MiYosmart.

Cette étude a été réalisée en accord avec la déclaration d'Helsinki. Nos données sur les lentilles orthokératologiques ont été récoltées à partir des dossiers médicaux du centre Ophta Santé de Lyon (6ème) et celles des verres freinateurs dans le centre d'Ophtalmologie Isère de Bourgoin-Jallieu.

### III) PATIENTS

#### A. Description de la population

	<u>ESSILOR</u>		<u>HOYA</u>		<u>ORTHOK</u>	
Age moyen	12.25 ans		14.5 ans		16.35 ans	
Sexe	35% Garçons (7)	65% Filles (13)	10% Garçons (6)	90% Filles (14)	20% Garçons (4)	80% Filles (16)

Notre étude a été basée sur un échantillon de 60 enfants myopes, suivis dans les centres ophtalmologiques Bourgoin Jallieu et Ophta Santé, dont chacun bénéficiait d'un traitement freinateur : 20 enfants en verres MiYoSmart, 20 enfants en verres Stellest, 20 enfants en lentilles orthokératologiques. Ayant pris en compte les 2 yeux de chaque patient, nous avons considéré notre échantillon total à  $n = 120$ .

## **B. Les critères d'inclusion et d'exclusion**

Les critères d'inclusion sont les suivants :

- Patient âgé de 8 à 18 ans
- Adapté avec un équipement freinateur de myopie
- Équivalent sphérique d'origine compris entre -0,75D et -4,75D

Les critères d'exclusion sont les suivants :

- Astigmatisme > -1,50D
- Anisométrie > 1D
- Acuité visuelle corrigée du meilleur œil < 9/10
- Strabisme
- Pathologie sous-jacente (cataracte, rétinienne ou cornéenne)
- Pathologie générale sous-jacente
- Antécédents d'un autre traitement freinateur de myopie que celui actuel

## **IV) MATERIEL**

Nous avons recueilli les données démographiques (âge, sexe) et analysé les antécédents ophtalmologiques et généraux de chaque patient. Nous avons, par ailleurs, vérifié les résultats de l'examen orthoptique sensoriel et moteur afin d'éliminer une quelconque anomalie d'acuité visuelle ou de tropie.

Nous avons ensuite récolté les valeurs réfractives et les longueurs axiales à l'inclusion (t0) pour constituer les données de références et à 1 an (t1).

Les valeurs réfractives ont été réalisées à l'aide d'un auto réfractomètre (Nidek) sous cycloplégique suivi d'une réfraction subjective. Le cycloplégique (skiacol) a été induit dans chaque œil 3 fois par intervalle de 5 minutes puis le test de réfraction subjective a été réalisé 45 minutes après la dernière instillation.

Ainsi, nous avons obtenu les valeurs de la myopie, de l'astigmatisme et de l'axe.

Les valeurs des longueurs axiales ont été mesurées avec un ZEISS IOLMaster 500.

Le critère principal était la comparaison des longueurs axiales et de la réfraction entre les patients équipés en lentilles orthokératologiques et ceux équipés en verres freinateurs. Soit la comparaison entre 2 groupes à 12 mois de traitement :

- Le groupe 1 (Essilor) et le groupe 3 (OrthoK)
- Le groupe 2 (Hoya) et le groupe 3 (OrthoK)
- 

Les critères de jugements secondaires étaient le changement de réfraction sphérique équivalente et de longueur axiale au sein de chaque groupe entre t0 et t1.

## V) METHODES

Pour l'analyse statistique, nous avons récolté et séparé les données en 3 groupes à l'aide du logiciel Excel : les patients adaptés en verres freinateurs STELLEST (ESSILOR®), les patients adaptés en verres freinateurs MIYOSMART (HOYA®) et les patients adaptés en Orthokératologie.

Les tests statistiques ont été réalisés en utilisant le logiciel JASP.

Les données ont été analysées premièrement afin de définir de manière descriptive suivant le caractère continu ou discret des variables, permettant d'obtenir respectivement les valeurs suivantes : minimum, maximum, moyenne, écart-type.

Après avoir établi les moyennes d'évolution des valeurs réfractives et de longueur axiale de chaque groupe, nous avons utilisé le « Paired t-test » pour affirmer l'efficacité de chaque équipement durant l'année.

Puis nous avons utilisé le « Anova repeated measure » pour établir s'il existait une différence d'efficacité entre les groupes. Les résultats des tests statistiques sont considérés significatifs lorsque la p-value est inférieure à 0,05.

## VI) RESULTATS

### A. Profil de la population

*Tableau 5 : Profil de la population*

	<u>ESSILOR</u>	<u>HOYA</u>	<u>ORTHOK</u>
Réfraction en Dioptrie initiale	-2,313 ± 1,220	-2,013 ± 1,281	-3,038 ± 0,983
Longueur Axiale (mm) initiale	24,299 ± 0,974	24,134 ± 0,846	24,676 ± 0,733

CF ANNEXES 6

### B. Statistiques descriptives

Nos échantillons étant tous supérieurs à 30, nous considérons qu'ils suivent approximativement une loi normale.

*Tableau 6 : Analyse descriptive de la réfraction à t0 selon les 3 groupes*

CF ANNEXES 7

	<u>ESSILOR</u>	<u>HOYA</u>	<u>ORTHOK</u>
Réfraction minimum	-0.500	-0.250	-1.000
Réfraction maximum	-4.500	-4.500	-4.750
Réfraction moyenne	-2.313	-2.013	-3.038
Ecart type	1.220	1.281	0.983

*Tableau 7 : Analyse descriptive de la réfraction à t1 selon les 3 groupes*

CF ANNEXES 8

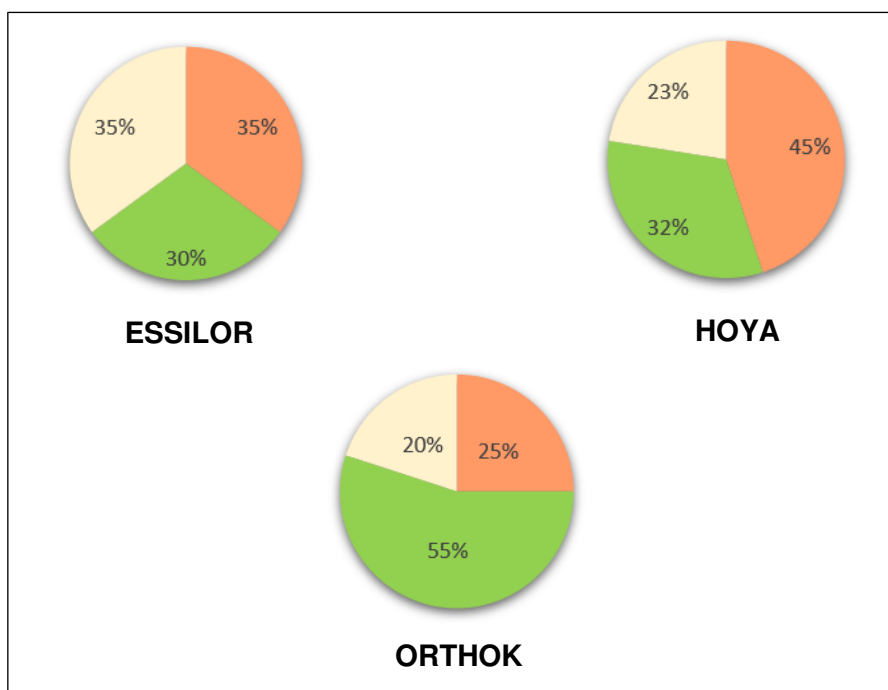
	<u>ESSILOR</u>	<u>HOYA</u>	<u>ORTHOK</u>
Réfraction minimum	-0.250	0.000	-0.750
Réfraction maximum	-4.750	-4.500	-5.000
Réfraction moyenne	-2.325	-2.131	-3.031
Ecart type	1.201	1.303	1.058

**Tableau 8 : Analyse descriptive de la longueur axiale à t0 selon les 3 groupes**  
**CF ANNEXES 9**

	<b>ESSILOR</b>	<b>HOYA</b>	<b>ORTHOK</b>
Longueur axiale minimum	22.900	22.550	23.090
Longueur axiale maximum	26.390	26.460	26.110
Longueur axiale moyenne	24.299	24.134	24.676
Ecart type	0.974	0.846	0.733

**Tableau 9 : Analyse descriptive de la longueur axiale à t1 selon les 3 groupes**  
**CF ANNEXES 10**

	<b>ESSILOR</b>	<b>HOYA</b>	<b>ORTHOK</b>
Longueur axiale minimum	23.010	22.760	23.160
Longueur axiale maximum	26.420	26.470	26.100
Longueur axiale moyenne	24.352	24.223	24.731
Ecart type	0.935	0.845	0.763



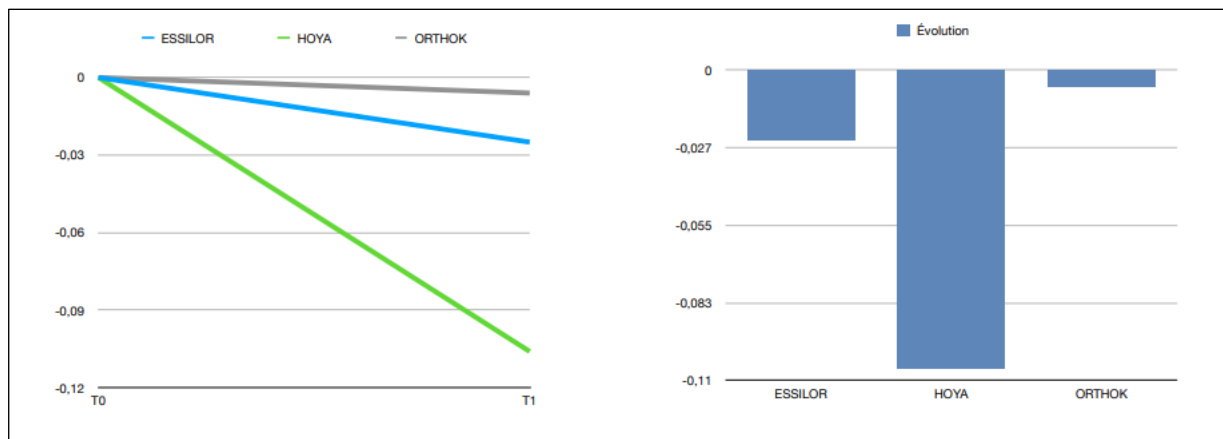
*Figure 22 : Graphiques représentant les pourcentages d'augmentation, de stabilisation et de diminution de la réfraction myopique sur 1 an selon les différents traitements (n = 40 pour chaque groupe)*

■ augmentation de 0,25 dp de myopie  
■ stabilisation de la myopie  
■ diminution de 0,25 de myopie

*Tableau 10 : Evolution de la réfraction sur 1 an pour les 3 groupes*

**CF ANNEXES 11**

	<b>ESSILOR</b>	<b>HOYA</b>	<b>ORTHOK</b>
<b>Evolution</b>	-0,025	-0,106	-0,006

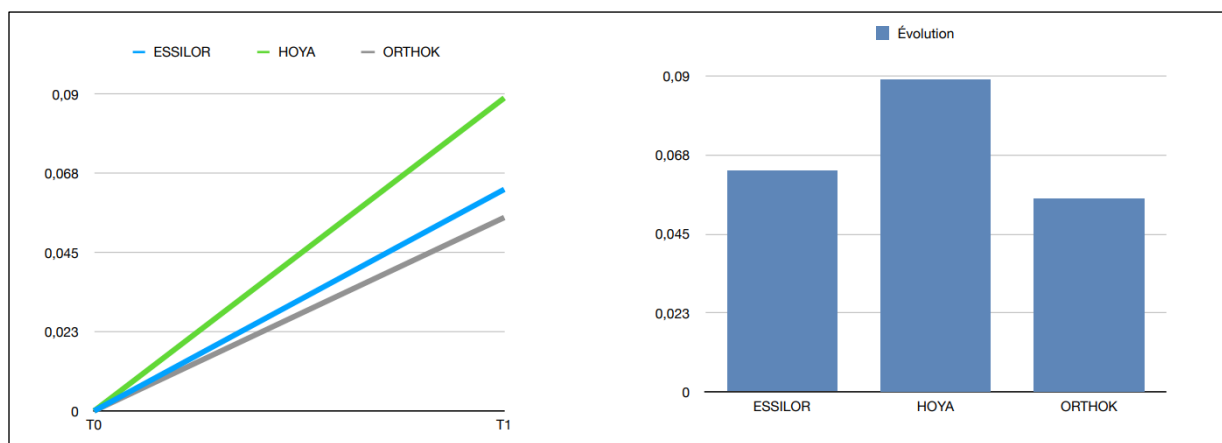


*Figure 23 : Graphiques représentant l'évolution de la réfraction sur 1 an pour les 3 groupes*

*Tableau 11 : Evolution de la longueur axiale sur 1 an pour les 3 groupes*

**CF ANNEXES 11**

	<b>ESSILOR</b>	<b>HOYA</b>	<b>ORTHOK</b>
<b>Evolution</b>	0,063	0,089	0,055



*Figure 24 : Graphiques représentant l'évolution de la longueur axiale sur 1 an pour les 3 groupes*



Grâce au **test ANOVA**, nous avons pu comparer les évolutions de réfraction et de longueur axiale afin de savoir s'il existe une différence significative entre les différents traitements sur 1 an.

- Notre hypothèse statistique **principale** de départ était :

« **H0 : les moyennes sont statistiquement égales pour tous les groupes.**  
**H1 : il existe une différence statistique de moyennes parmi les groupes.** »

*Tableau 12 : Les différentes valeurs de p-value retrouvées grâce au test ANOVA pour échantillons appariés sur le logiciel JASP*

**CF ANNEXES 12**

Réfraction	Longueur axiale
<b>P = 0,344</b>	<b>P = 0,621</b>

On ne rejette pas H0, les moyennes ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%. En d'autres termes, les moyennes d'évolution de réfraction et de longueur axiale sur 1 an, des groupes ESSILOR, HOYA et ORTHOK sont considérées comme identiques au seuil de 5%.

Après l'analyse des statistiques descriptives, nous avons pu étudier l'efficacité de chaque traitement grâce au **Test de Student** pour échantillons appariés.

*Tableau 13 : Les différentes valeurs de p-value retrouvées grâce au test d'échantillon apparié sur le logiciel JASP*

**CF ANNEXES 13**

	ESSILOR	HOYA	ORTHOK
<b>Réfraction</b>	<b>p = 0,836</b>	<b>p = 0,028</b>	<b>p = 0,875</b>
<b>Longueur axiale</b>	<b>p = 0,012</b>	<b>p = 0,007</b>	<b>p = 0,018</b>

- Concernant la **réfraction**, notre hypothèse **secondaire** de départ pour chaque groupe était :

« **H0 : il n'existe pas de différence significative de réfraction avant et après traitement.**  
**H1 : il existe une différence significative de réfraction avant et après le traitement.** »

P-value > **0,05** pour les groupes ESSILOR et ORTHOK.

P-value < **0,05** pour le groupe HOYA.

On n'observe pas de différence significative de réfraction avant et après le traitement ESSILOR et ORTHOK, avec respectivement  $p = 0.836$  et  $p = 0,875$ . L'hypothèse H0 n'est donc pas rejetée au seuil de 5%.

En revanche, on observe une différence significative de réfraction avant et après le traitement HOYA, avec  $p = 0.028$ . ( $p < 0,05$ )

- Concernant la longueur axiale, notre hypothèse secondaire de départ pour chaque groupe était :

« H0 : il n'existe pas de différence significative de longueur axiale avant et après traitement.

H1 : Il existe une différence significative de longueur axiale avant et après le traitement. »

P-value < **0,05** pour les 3 groupes. L'hypothèse H0 est rejetée au seuil de 5%. On observe une différence significative d'augmentation de longueur axiale avant et après le traitement pour tous les groupes

## VII) DISCUSSION

À l'aide des valeurs réfractives et de longueurs axiales mesurées au préalable et notées dans chaque dossier patient, nous avons pu élaborer une étude rétrospective, sur une période d'un an.

Chaque paramètre a été prélevé chez des enfants porteurs de lentilles orthokératologiques et chez des enfants porteurs de verres MiYoSmart (Hoya) et Stellest (Essilor).

Après la réalisation de tests statistiques à l'aide du logiciel JASP, nous constatons que nos trois groupes de populations présentent des résultats similaires sur l'évolution de la myopie autant sur le plan réfractif que celui des longueurs axiales. En effet, les tests statistiques réalisés ne montrent pas de différences significatives ( $p > 0,05$ ) entre tous les groupes.

Cela indique que les verres freinateurs de la myopie Stellest et MiYoSmart ainsi que les lentilles orthokératologiques émettent des résultats semblables sur le court terme (1 an).

Effectivement, les verres contenant la technologie HALT (verres de lunettes hautement asphérique), ont permis une évolution de la myopie de seulement 0,025 dioptrie, les verres contenant la technologie DIMS (verres de lunettes sphérique) de 0,106 dioptrie et les enfants portant les lentilles orthokératologiques ont montré une progression myopique d'à peine 0,006 dioptrie. Les tests de sensibilité comparant l'efficacité des équipements entre eux, n'ont pas permis d'établir de différence significative en regard de l'évolution des sphères équivalente de chaque groupe.

On observe des résultats similaires en ce qui concerne la croissance axiale, les enfants porteurs des verres Stellest ont vu leur longueur axiale augmenter de 0,063 mm en moyenne, ceux portant les verres MiYosmart de 0,089 mm et les porteurs de lentilles orthokératologiques de 0,055 mm. Tel que pour les résultats réfractifs, les tests de sensibilité n'ont pu prouver aucune différence significative vis-à-vis des diverses technologies.

Cette étude expose deux méthodes afin de contrôler l'évolution de la myopie : la défocalisation myopique et le remodelage cornéen. Dans l'ensemble, ces deux procédés permettent d'inhiber la croissance axiale et par conséquent de freiner la progression de la myopie.

Cependant, si l'on s'attarde aux valeurs intrinsèques de chaque groupe, le groupe Hoya présente, contrairement aux groupes Essilor et Orthok, une différence significative de valeur réfractive avant et après le traitement. Nous supposons que la durée de l'étude ou encore la portion réduite de la population choisie engendre un impact non-représentatif de l'efficacité du verre Hoya sur la progression de la myopie.

Les valeurs axiales propres à chaque groupe, démontrent également une discordance d'avant-après traitement. Nous considérons, analogiquement au groupe Hoya, que l'étude pourrait être approfondie afin d'obtenir de meilleurs résultats.

## VIII) POINTS FORTS ET LIMITES

Cette étude a pour objectif de déterminer quelle technologie est la plus efficace dans le cas du contrôle de la myopie chez les enfants et les adolescents. Nous avons prévu initialement d'effectuer l'étude sur une période de 2 ans. Malheureusement, nous avons été limitées. En effet, nous n'avons pas assez de patients ayant réalisés le traitement sur une durée supérieure à un an.

À notre connaissance, il s'agissait de la première étude permettant de comparer deux techniques différentes de freination de la myopie.

Cependant, notre étude comporte plusieurs biais. En effet, nous nous sommes concentrées sur les valeurs brutes de l'évolution de la myopie sans prendre en compte les différents facteurs qui induisent cette évolution. Tel que le temps passé à l'extérieur ou sur les écrans en vision de près. De même que nous ne connaissions pas précisément le temps de port des verres, si ce dernier était inférieur ou supérieur à 12 heures par jour.

De plus, étant donné qu'il s'agit d'une étude rétrospective, nous n'avons pas pu mettre en place un protocole de réalisation des mesures réfractives. Par conséquent, ces dernières n'ont pas toutes été réalisées sous cycloplégique, notamment pour le traitement en lentilles. Idéalement, toutes les mesures devaient être réalisées à la même heure de la journée après quelques semaines d'arrêt du port des lentilles, pour une meilleure fiabilité de la réfraction subjective. Nous ne pouvons pas affirmer que chaque patient, individuellement, ait respecté cette consigne. En effet, celle-ci a difficilement pu être considérée, en pratique, dans la mesure où les enfants, en âge scolaire, ne pouvaient pas interrompre leur traitement au risque de faire régresser leur compensation myopique et ainsi impacter leur scolarité.

Nous avons exclusivement pris en compte les équivalents sphériques avec des valeurs d'astigmatismes moindres. Cependant, cela constitue tout de même un biais à l'étude dans la mesure où si celui-ci augmente, cela augmente également la valeur myopique de la sphère équivalente.

Par ailleurs, bien qu'il n'y ait statistiquement pas de différence d'efficacité de traitement en comparant les trois groupes, nous supposons et considérons que l'étude n'a pas été réalisée à assez grande échelle pour affirmer que le verre freinateur Hoya soit légèrement moins performant, d'après l'analyse intrinsèque.

## IX) CONCLUSION

La vision est un élément essentiel de la vie de chacun qu'il faut préserver. A travers notre ouvrage, nous avons pu montrer l'impact de la myopie et sa prévalence croissante dans le monde. L'importance du contrôle de sa progression fait de cette amétropie un problème de santé publique majeur. En effet, il est impératif de limiter ses nombreuses complications pouvant parfois entraîner jusqu'à la cécité.

Ainsi, le choix d'un traitement freinateur adapté est primordial afin de préserver au mieux l'acuité visuelle et réduire au maximum les aggravations.

Notre étude nous permet d'affirmer l'efficacité des différents équipements que ce soit les verres freinateurs Hoya et Essilor ou encore le port des lentilles orthokératologiques. Ces innovations constituent un équipement de choix pour le contrôle et le ralentissement de la myopie. Effectivement, nous observons une efficacité statistiquement identique entre les trois groupes.

Nous pouvons proposer les deux adaptations aux enfants et adolescents en s'assurant d'un bon suivi et d'une adaptation en contactologie sécurisée par la bonne compréhension de l'enfant et de sa famille sur les règles d'hygiène notamment.

Une des possibilités qui découle de l'efficacité similaire de ces différents équipements est que l'enfant pourra passer d'un traitement à un autre si ce dernier ne lui convient plus.

Par conséquent, ces traitements étant efficaces et s'agissant d'une question de santé publique, nous pouvons nous interroger sur l'intérêt d'un traitement freinateur de plus en plus précoce. Il serait, de nos jours, envisageable de proposer systématiquement ce type de traitement chez l'enfant en bas âge, dès lors de la première visite ophtalmologique, si celle-ci révèle une quelconque myopie.

## Liste des figures

**Figure 1** : Schéma en coupe de l'œil humain

<https://dr-leininger.fr/oeil-et-la-vision/anatomie-de-oeil/attachment/schema-oeil-humain>

**Figure 2** : Schéma illustrant le système optique d'un œil emmétrope optique.JPG (850×382) (afblum.be)

**Figure 3** : Schéma illustrant un œil myope corrigé par une lentille divergente ramenant les rayons lumineux sur le plan rétinien

[Définition | Myopie | Futura Santé \(futura-sciences.com\)](#)

**Figure 4** : Schéma illustrant le processus d'évolution de la longueur axiale

[Classification de la myopie - Docteur Damien Gatine!](#)

**Figure 5** : Graphique représentant la “ Prévalence mondiale de la myopie (Holden et al., 2016).”

[https://www.sfo-online.fr/sites/www.sfo-online.fr/files/medias/documents/rapport\\_les\\_avancees\\_en\\_contactologie.pdf](https://www.sfo-online.fr/sites/www.sfo-online.fr/files/medias/documents/rapport_les_avancees_en_contactologie.pdf)

**Figure 6** : Graphique représentant le “ Nombre de forts myopes (> 5D) et prévalence des forts myopes dans le monde, et estimations dans l'avenir ” <http://www.afelc.com/wp-content/uploads/2018/10/ARTICLE-AFELC-Myopie-Evolutive.pdf>

**Figure 7** : Schéma représentant le fonctionnement de la lentille orthokérotologique avec les forces exercées sur l'œil

[Freinage de la myopie - Elite Vision](#)

**Figure 8** : Topographie cornéenne représentant une adaptation typique de lentilles orthokérotologiques

[193-COUV + SURCOUV:AMO CR-V1 \(cahiers-ophtalmologie.fr\)](#)

**Figure 9** : Schéma illustrant les défocus périphériques hypermétropiques et myopiques cdo ([cahiers-ophtalmologie.fr](#))

**Figure 10** : Topographie illustrant les résultats attendus d'un traitement par lentilles orthokérotologiques

[rapport\\_les\\_avancees\\_en\\_contactologie.pdf \(sfo-online.fr\)](#)

**Figure 11** : Représentation d'une mesure biométrique, avec l'observation de plusieurs pics d'intensité lumineuse correspondant à quelques positions du miroir mobile. Ceci permet de calculer les distances entre plusieurs interfaces oculaires. [Biométrie & interférométrie à cohérence partielle - Docteur Damien Gatine!](#)

**Figure 12** : Présentation de résultats de mesure de longueur axiale à la biométrie optique Myopie: réfraction et longueur axiale - Docteur Damien Gatine!

**Figure 13** : Graphique représentant l'évolution de la croissance axiale sur 2 ans chez un groupe bénéficiant du traitement par lentilles orthokérotologiques en comparaison avec un groupe contrôle, issus des résultats de l'essai clinique de Hong Kong en 2008

Retard de la myopie en orthokératologie (ROMIO) Study: A 2-Year Randomized Clinical Trial | IOVS | Revues ARVO (arvojournals.org)

**Figure 14** : Schéma illustrant la technologie H.A.L.T. avec les micro-lentilles défocalisantes  
Issu du livret Essilor

**Figure 15** : Schéma représentant le mécanisme de défocalisation myopique en A en avant de la rétine (B) à travers les micro-lentilles  
Illustré et autorisé par le Dr. Damien PAILLE de R&D AMERA

**Figure 16** : Schémas illustrant un verre Miyosmart, avec la technologie D.I.M.S.  
explication globale de la technologie.pdf  
HOYA INCORPORATION : Résultats de l'étude après 6 ans de suivi

**Figure 17** : Graphique illustrant l'efficacité, sur la réfraction et la longueur axiale, de 2 verres freinateurs (HAL et SAL) avec des puissances de micro-lentilles plus ou moins asphériques.  
HOYA INCORPORATION : Résultats de l'étude après 6 ans de suivi

**Figure 18** : Graphique illustrant l'efficacité des verres freinateurs MiYoSmart sur l'évolution de la réfraction en dioptries et l'évolution de l'allongement axial sur une période de 6 ans, cette dernière comparée à un œil emmétrope.  
HOYA INCORPORATION : Résultats de l'étude après 6 ans de suivi

**Figure 19** : Graphique illustrant l'efficacité des verres freinateurs MiYoSmart sur l'évolution de la réfraction en dioptries et l'évolution de l'allongement axial à un âge plus tardif  
HOYA INCORPORATION : Résultats de l'étude après 6 ans de suivi

**Figure 20** : Graphique représentant l'évolution de la réfraction en dioptries sur 6 ans chez des patients portant des verres unifocaux (24 mois), puis des verres D.I.M.S (18 mois), puis de nouveau des verres unifocaux (30 mois)  
HOYA INCORPORATION : Résultats de l'étude après 6 ans de suivi

**Figure 21** : Graphique représentant l'évolution de la longueur axiale sur 6 ans chez des patients portant des verres unifocaux (24 mois), puis des verres D.I.M.S (18 mois), puis de nouveau des verres unifocaux (30 mois)  
HOYA INCORPORATION : Résultats de l'étude après 6 ans de suivi

**Figure 22** : Graphiques représentant les pourcentages d'augmentation, de stabilisation et de diminution de la réfraction myopique sur 1 an selon les différents traitements (n = 40 pour chaque groupe)

**Figure 23** : Graphiques représentant l'évolution de la réfraction sur 1 an pour les 3 groupes

**Figure 24** : Graphiques représentant l'évolution de la longueur axiale sur 1 an pour les 3 groupes

## Liste des tableaux

**Tableau 1** : Résultats des évolutions de longueurs axiales sur 2 ans chez les deux groupes d'enfants issus d'études différentes

D'après la revue issue des Cahiers d'Ophtalmologie 2015

**Tableau 2** : Les différentes gammes de corrections optiques disponibles selon les laboratoires  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876220422001480>

**Tableau 3** : Ralentissement de la réfraction en dioptries et de la longueur axiale en millimètres sur 2 ans en fonction du temps de port des verres ESSILOR

D'après le livret ESSILOR

**Tableau 4** : Présentation des limites et avantages de verres freinateurs

D'après M. DEMILLIERE

**Tableau 5** : Profil de la population

**Tableau 6** : Analyse descriptive de la réfraction à **t0** selon les 3 groupes

**Tableau 7** : Analyse descriptive de la réfraction à **t1** selon les 3 groupes

**Tableau 8** : Analyse descriptive de la longueur axiale à **t0** selon les 3 groupes

**Tableau 9** : Analyse descriptive de la longueur axiale à **t1** selon les 3 groupes

**Tableau 10** : Evolution de la réfraction sur 1 an pour les 3 groupes

**Tableau 11** : Evolution de la longueur axiale sur 1 an pour les 3 groupes

**Tableau 12** : Les différentes valeurs de p-value retrouvées grâce au test ANOVA pour échantillons appariés sur le logiciel JASP

**Tableau 13** : Les différentes valeurs de p-value retrouvées grâce au test de Student sur le logiciel JASP



## **Bibliographie**

1. Bremond-Gignac D. Myopie de l'enfant. *Med Sci (Paris)*. août 2020;36(8-9):763-8.
2. Wojciechowski R. Nature and nurture: the complex genetics of myopia and refractive error. *Clinical Genetics*. avr 2011;79(4):301-20.
3. Flitcroft DI, He M, Jonas JB, Jong M, Naidoo K, Ohno-Matsui K, et al. IMI – Defining and Classifying Myopia: A Proposed Set of Standards for Clinical and Epidemiologic Studies. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 28 févr 2019;60(3):M20.
4. Rotschild N. La cornée : Définition, rôle et impact de la cornée sur la vision [Internet]. Institut Laser Vision. 2016 [cité 5 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.institut-laser-vision.paris/glossaire/cornee/>
5. Bourdon H. Le cristallin et ses fonctions - Presbytie et cataracte [Internet]. <https://www.qualidoc.fr/>. 2022 [cité 5 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.qualidoc.fr/specialites/ophtalmologie/cataracte/cristallin/>
6. Behar-Cohen F, Gelizé E, Jonet L, Lassiaz P. Anatomie de la rétine. *Med Sci (Paris)*. 1 juin 2020;36(6-7):594-9.
7. Docteur Gatinel D. Classification de la myopie [Internet]. 2019 [cité 5 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.gatinel.com/recherche-formation/myopie-definition-mecanismes-epidemiologie-facteurs-de-risques/classification-de-la-myopie/>
8. Morgan IG, Ohno-Matsui K, Saw SM. Myopia. *The Lancet*. 5 mai 2012;379(9827):1739-48.
9. Rapport SFO 2017 - OPHTALMOLOGIE PÉDIATRIQUE [Internet]. Société Française d'Ophthalmologie. 2017 [cité 5 déc 2022]. Disponible sur: [https://www.em-consulte.com/em/SFO/2017/file\\_100028.html](https://www.em-consulte.com/em/SFO/2017/file_100028.html)
10. Soler V, Calves P, Malecaze F. SFO | Rapport 2019 - LES MYOPIES [Internet]. 2019 [cité 5 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/em/SFO/H2019/sforender/B9782294761331500095.html>
11. Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, Jong M, Naidoo KS, Sankaridurg P, et al. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*. 1 mai 2016;123(5):1036-42.
12. Dolgin E. The myopia boom. *Nature*. 1 mars 2015;519(7543):276-8.
13. Mutti DO, Mitchell GL, Moeschberger ML, Jones LA, Zadnik K. Parental Myopia, Near Work, School Achievement, and Children's Refractive Error. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 1 déc 2002;43(12):3633-40.
14. Tedja MS, Haarman AEG, Meester-Smoor MA, Kaprio J, Mackey DA, Guggenheim JA, et al. IMI – Myopia Genetics Report. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 28 févr 2019;60(3):M89.
15. Bremond-Gignac D. Myopie évolutive de l'enfant. *Revue Francophone d'Orthoptie*. 1 janv 2022;15(1):11-4.

16. Rossi P, Leconte M. Rapport SFO: Les avancées en contactologie [Internet]. 2019 2020. Disponible sur: [https://www.sfo-online.fr/sites/www.sfo-online.fr/files/medias/documents/rapport\\_les\\_avancees\\_en\\_contactologie.pdf](https://www.sfo-online.fr/sites/www.sfo-online.fr/files/medias/documents/rapport_les_avancees_en_contactologie.pdf)
17. Bullimore MA, Richdale K. Myopia Control 2020: Where are we and where are we heading? *Ophthalmic and Physiological Optics*. 2020;40(3):254-70.
18. Smith MJ, Walline JJ. Controlling myopia progression in children and adolescents. *AHMT*. 13 août 2015;6:133-40.
19. Jones-Jordan LA, Sinnott LT, Chu RH, Cotter SA, Kleinstejn RN, Manny RE, et al. Myopia Progression as a Function of Sex, Age, and Ethnicity. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2 août 2021;62(10):36.
20. Tricard D, Marillet S, Ingrand P, Bullimore MA, Bourne RRA, Leveziel N. Progression of myopia in children and teenagers: a nationwide longitudinal study. *British Journal of Ophthalmology*. 1 août 2022;106(8):1104-9.
21. Barthe M. La Myopie et la Myopie évolutive : doit-on s'en inquiéter ? AFELC [Internet]. oct 2018; Disponible sur: <http://www.afelc.com/wp-content/uploads/2018/10/ARTICLE-AFELC-Myopie-Evolutive.pdf>
22. Cooper J, Tkatchenko AV. A Review of Current Concepts of the Etiology and Treatment of Myopia. *Eye Contact Lens*. juill 2018;44(4):231-47.
23. TIMSIT M. MYOPIE. Complications Macula rétine corps flottants cataracte glaucome [Internet]. 2022 [cité 15 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.ophtalmologie.fr/myopie-complications.html>
24. Institut d'éducation médicale et de prévention. L'évolution et les complications de la myopie [Internet]. Agissons ensemble contre la Myopie. Disponible sur: <https://ensemblecontrelamyopie.fr/la-myopie/levolution-et-les-complications-de-la-myopie/>
25. Área Oftalmológica Avanzada. Réfraction des yeux [Internet]. Área Oftalmológica Avanzada. 2020 [cité 15 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.areaoftalmologica.com/fr/termes-d'ophtalmologie/r%C3%A9fraction-oculaire/>
26. Gatinel D. Examen de la réfraction [Internet]. 2013 [cité 15 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.gatinel.com/chirurgie-refractive/bilan-preoperatoire/1-mesure-du-default-visuel-examen-de-la-refraction/>
27. Vital F, Durand. Rapport SFO 2017 - Déficiences visuelles [Internet]. 2017 [cité 15 déc 2022]. Disponible sur: [https://www.em-consulte.com/em/SFO/H2017/file\\_100014.html](https://www.em-consulte.com/em/SFO/H2017/file_100014.html)
28. Área Oftalmológica Avanzada. Vision binoculaire ou vision stéréoscopique [Internet]. Área Oftalmológica Avanzada. 2019 [cité 15 déc 2022]. Disponible sur: <https://areaoftalmologica.com/fr/termes-d'ophtalmologie/vision-binoculaire/>
29. Logan NS, Radhakrishnan H, Cruickshank FE, Allen PM, Bandela PK, Davies LN, et al. IMI Accommodation and Binocular Vision in Myopia Development and Progression. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 28 avr 2021;62(5):21.

30. Németh J, Tapaszto B, A Aclimandos W, Kestelyn P, B Jonas J, H N De Faber JT, et al. Update and guidance on management of myopia. European Society of Ophthalmology in cooperation with International Myopia Institute. European Journal of Ophthalmology. 2021;31(3):853-83.
31. Prevot Y. Présentation des verres Stellest. 2022.
32. HOYA. Conférence des verres de freination de la myopie : Miyosmart. 2022 nov 8.
33. Gaujoux T. Myopie évolutive : facteurs de risque et tentative de freination. Les Cahiers d'Ophthalmologie. 2013;(167):3.
34. Lehuède K. Orthokératologie : intérêt et nouveautés. Revue Francophone d'Orthoptie [Internet]. 12 nov 2022 [cité 15 déc 2022]; Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876220422001480>
35. Debono C. Défier la pandémie de la myopie : les solutions en ortho-K et en port diurne [Internet]. cahiers-ophtalmologie. 2019 [cité 15 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.cahiers-ophtalmologie.fr/defier-la-pandemie-de-la-myopie-les-solutions-en-ortho-k-et-en-port-diurne>
36. Barthe M. Renseignement Myopie Évolutive. 2022.
37. Meng Z, Shuo G, Guohu D, Wei Z, Jingyi L, Yuanchao C, et al. Difference in the effect of orthokeratology on slowing teen myopia with different years of follow-up. Journal Français d'Ophthalmologie. 1 sept 2022;45(7):718-27.
38. Bertrand-Cuingnet H, Bloise L, Colliot JP. Rapport SFO: Les avancées en contactologie. 2019 2020.
39. Lachot C. Myopie évolutive [Internet]. CHRISTOPHE LACHOT - Contactologie. [cité 15 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.lachot-contactologie.com/myopie-volutive>
40. Gatinel D. Réfraction et longueur axiale [Internet]. 2015 [cité 9 févr 2023]. Disponible sur: <https://www.gatinel.com/recherche-formation/myopie-definition-mecanismes-epidemiologie-facteurs-de-risques/myopie-et-longueur-axiale/>
41. Dictionnaire Larousse.
42. Sarfati A. L'orthokératologie dans la myopie et la myopie contrôlée. Les Cahiers d'Ophthalmologie. 2015;(193):39-42.
43. Cho P, Cheung SW. Retardation of Myopia in Orthokeratology (ROMIO) Study: A 2-Year Randomized Clinical Trial. Investigative Ophthalmology & Visual Science. 11 oct 2012;53(11):7077-85.
44. Cho P, Cheung SW. Discontinuation of orthokeratology on eyeball elongation (DOEE). Contact Lens and Anterior Eye. 1 avr 2017;40(2):82-7.
45. Santodomingo J. Orthokératologie: Contrôler l'évolution de la myopie grâce aux lentilles de contact. Menicon R&D. :4.

46. Colliot JP. Adaptation en orthokératologie. Les Cahiers d’Ophtalmologie. 2017;(215):28-32.
47. Menicon. Tout savoir sur l’orthokératologie [Internet]. Menicon SAS France. [cité 19 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.menicon.fr/consumer/tout-savoir-sur-l%27orthokeratologie/>
48. Brémont P. Manipulation Lentilles Et Entretien - Orthokératologie 2022 [Internet]. 2022 [cité 19 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.orthokeratologie.fr/manipulation-lentilles-et-entretien/>
49. Contactologie-Oculus. Les lentilles de nuit [Internet]. Lentilles Oculus. 2021 [cité 19 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.lentilles-oculus.fr/entretien-et-manipulations/les-lentilles-de-nuit/>
50. Vincent SJ, Cho P, Chan KY, Fadel D, Ghorbani-Mojarrad N, González-Méijome JM, et al. BCLA CLEAR - Orthokeratology. Contact Lens and Anterior Eye. 1 avr 2021;44(2):240-69.
51. SFO S. Lentilles thérapeutiques [Internet]. 2019. Disponible sur: [https://www.sfo-online.fr/sites/www.sfo-online.fr/files/medias/documents/64\\_Lentilles\\_therapeutiques.pdf](https://www.sfo-online.fr/sites/www.sfo-online.fr/files/medias/documents/64_Lentilles_therapeutiques.pdf)
52. Elodie. Présentation des lentilles orthokératologiques. 2022.
53. ESSILOR. Webconférence: MYOPIE: Présentation des résultats à 3 ans de l’étude clinique. 2022 nov 9.
54. Goldwaser M. Présentation des verres Miyosmart. 2022.
55. ESSILOR. Guide des verres ESSILOR STELLEST : Recommandation pour la gestion de la myopie.
56. HOYA. L’innovation décisive dans le traitement de la myopie des enfants. 2022.
57. HOYA CORPORATION. Technologie D.I.M.S : Résultats de l’étude clinique après 6 ans de suivi. juin 2022;
58. Demilliere M. Entretien au sujet des verres Miyosmart et Stellest. 2022.

# **ANNEXES**

## ANNEXE 1

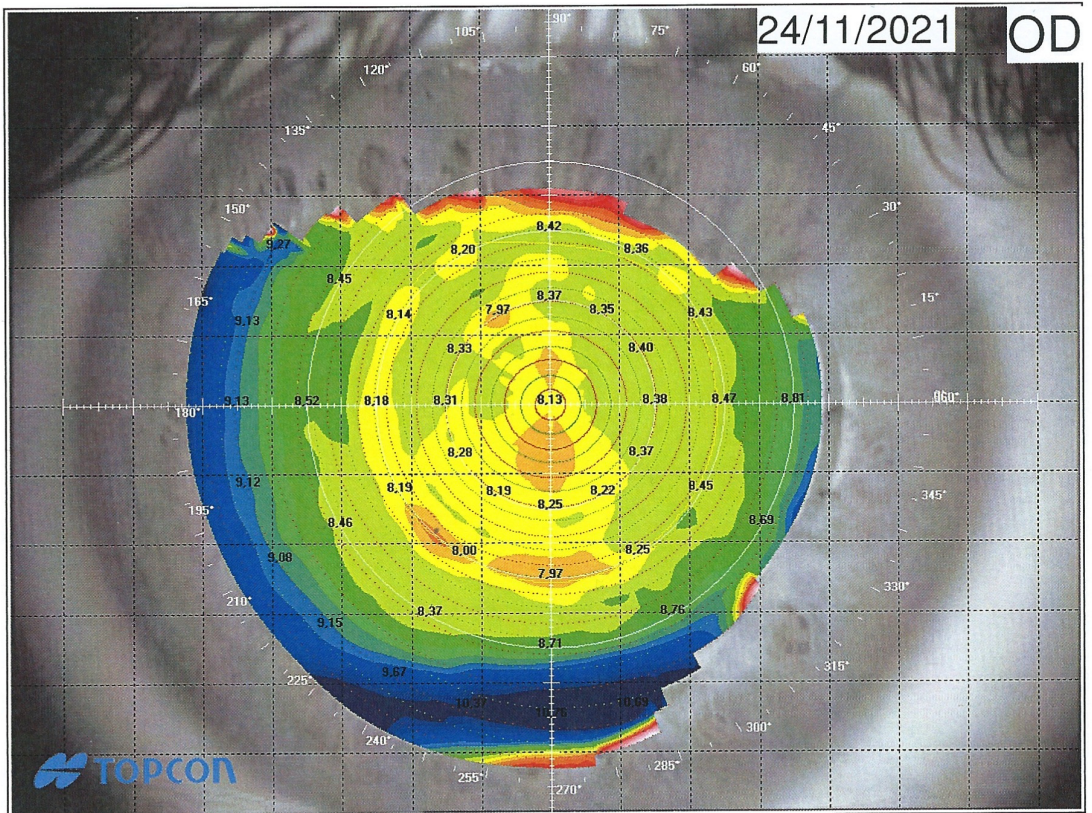
**Différents matériaux de lentilles orthokératologiques**

Laboratoires	Lentilles	Matériaux	Dk (ISO)	Couleur
LAO	TopK	Boston XO2	141	OD : Violet OG : Bleu
LCS	CRT	HDS 100	100	Couleurs dissociées
MENICON	Z Night	Z	163	OD : Rose OG : Bleu
OPHTALMIC	OverNight	Optimum Extra	100	OD : Violet OG : Bleu
PRECILENS	DRL	Optimum 100 / 125	100 / 25	OD : Violet OG : Bleu
		Boston XO / XO2	100 / 141	
	DreamLite	Boston XO	100	OD : Bleu OG : Violet
	Sleep&See by Precilens	Boston XO / XO2	100 / 141	

millimètres



normalisée



INSTANTANÉ

**Sim-K**

8,33 @ 180° e 0,47
8,15 @ 90° e 0,56
8,24 (AVG) e 0,51
CYL -0,89 D ax 180°

**méridiens**

3mm	5mm	7mm
8,32 @ 180°	8,34 @ 180°	8,37 @ 175°
8,10 @ 90°	8,17 @ 90°	8,18 @ 85°
8,21 (AVG)	8,25 (AVG)	8,27 (AVG)
CYL -1,07 D ax 180°	CYL -0,82 D ax 180°	CYL -0,92 D ax 175°

**semi-méridiens**

3mm	5mm	7mm
8,33 @ 13°	8,37 @ 13°	8,41 @ 10°
8,10 @ 253°	8,14 @ 257°	8,18 @ 267°
8,32 @ 174°	8,32 @ 165°	8,34 @ 165°
8,10 @ 93°	8,18 @ 104°	8,18 @ 90°

**données de la pupille**

décentration Horiz. = -0,12 mm Vert. = -0,04 mm	diamètre pupille moyen 5,01 mm	puissance cornéenne moyenne 41,17 D
---	-----------------------------------	--

**diamètre cornéen**

12,81 mm
----------

**détection du kératocône**

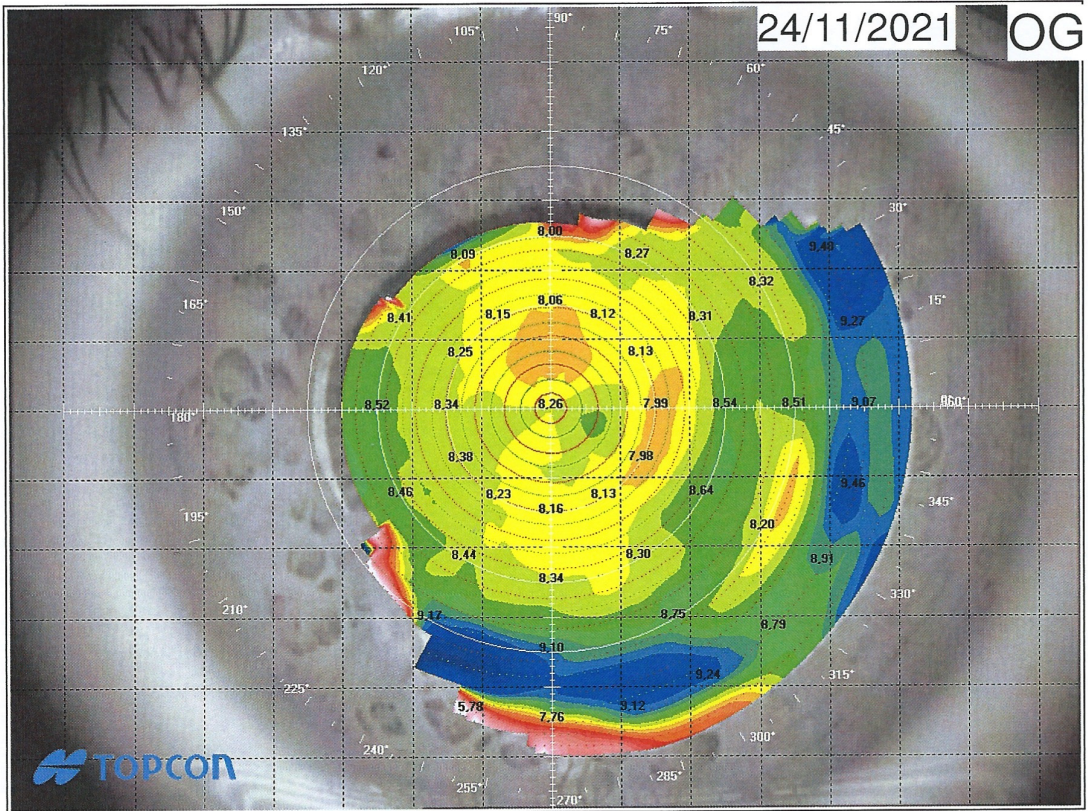
AK = 41,88 D	AGC = 0,56.D/mm	SI = 0,33 D	Kpi = 0%
topographie non compatible avec un kératocône			

**Comments**

millimètres



normalisée



**INSTANTANÉ**

**Sim-K**

8,33 @ 180° e 0,45
8,09 @ 90° e 0,51
8,21 (AVG) e 0,48
CYL -1,16 D ax 180°

**méridiens**

3mm	5mm	7mm
8,41 @ 180°	8,32 @ 4°	8,36 @ 180°
8,08 @ 90°	8,11 @ 94°	8,18 @ 90°
8,24 (AVG)	8,21 (AVG)	8,27 (AVG)
CYL -1,65 D ax 180°	CYL -1,07 D ax 4°	CYL -0,88 D ax 180°

**semi-méridiens**

3mm	5mm	7mm
8,42 @ 188°	8,39 @ 193°	8,42 @ 186°
8,07 @ 89°	8,07 @ 90°	8,15 @ 58°
8,41 @ 357°	8,26 @ 354°	8,33 @ 340°
8,08 @ 263°	8,13 @ 260°	8,19 @ 285°

**données de la pupille**

décentralisation	diamètre pupille moyen	puissance cornéenne moyenne
Horiz. = 0,00 mm	0,00 mm	41,02 D
Vert. = 0,00 mm		

**diamètre cornéen**

12,76 mm
----------

**détection du kératocône**

AK = 42,33 D	AGC = 0,75 D/mm	SI = -0,64 D	Kpi = 0%
topographie non compatible avec un kératocône			

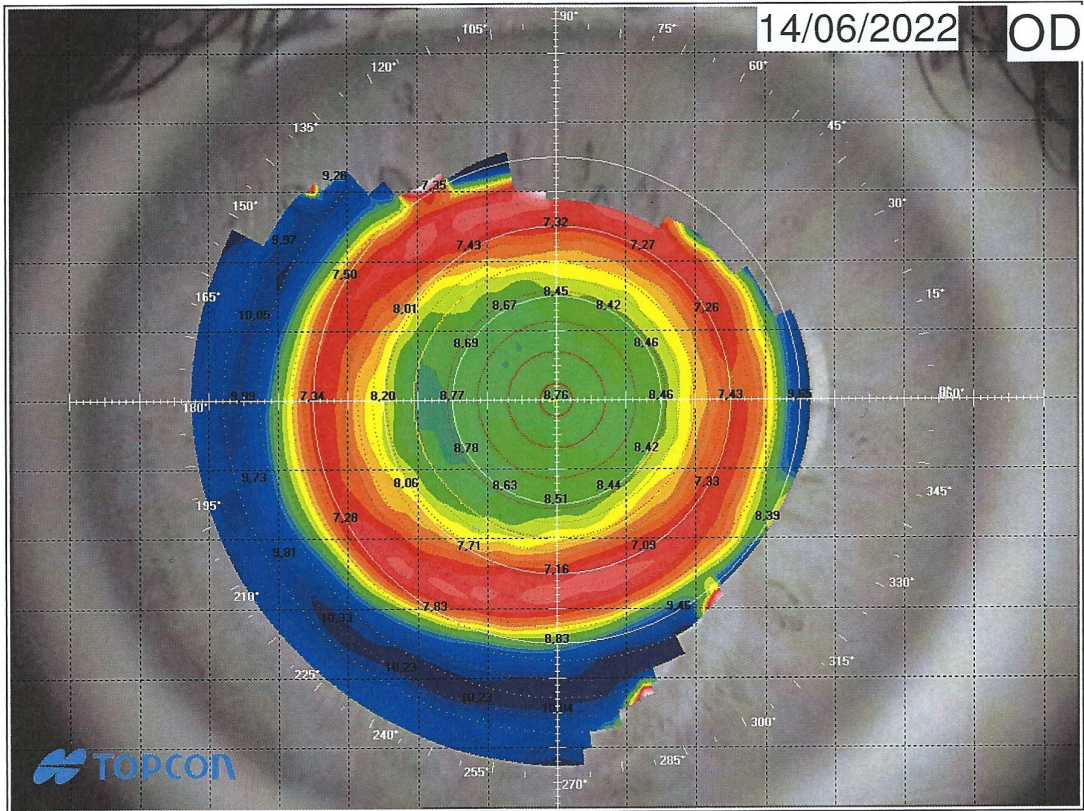
**Comments**



millimètres



normalisée



14/06/2022

OD

**INSTANTANÉ**

**Sim-K**

8,67 @ 176° e 0,17
8,56 @ 86° e -0,37
8,61 (AVG) e -0,10
CYL -0,49 D ax 176°

**méridiens**

3mm	5mm	7mm
8,74 @ 167°	8,63 @ 180°	8,38 @ 6°
8,66 @ 77°	8,50 @ 90°	8,11 @ 96°
8,70 (AVG)	8,57 (AVG)	8,24 (AVG)
CYL -0,36 D ax 167°	CYL -0,59 D ax 180°	CYL -1,33 D ax 6°

**semi-méridiens**

3mm	5mm	7mm
8,75 @ 162°	8,73 @ 179°	8,51 @ 186°
8,64 @ 288°	8,46 @ 298°	8,08 @ 287°
8,74 @ 0°	8,53 @ 352°	8,24 @ 3°
8,64 @ 67°	8,48 @ 72°	8,12 @ 97°

**données de la pupille**

décentralisation	diamètre pupille moyen	puissance cornéenne moyenne
Horiz. = -0,04 mm	4,02 mm	38,79 D
Vert. = -0,02 mm		

**diamètre cornéen**

12,92 mm
----------

**détection du kératocône**

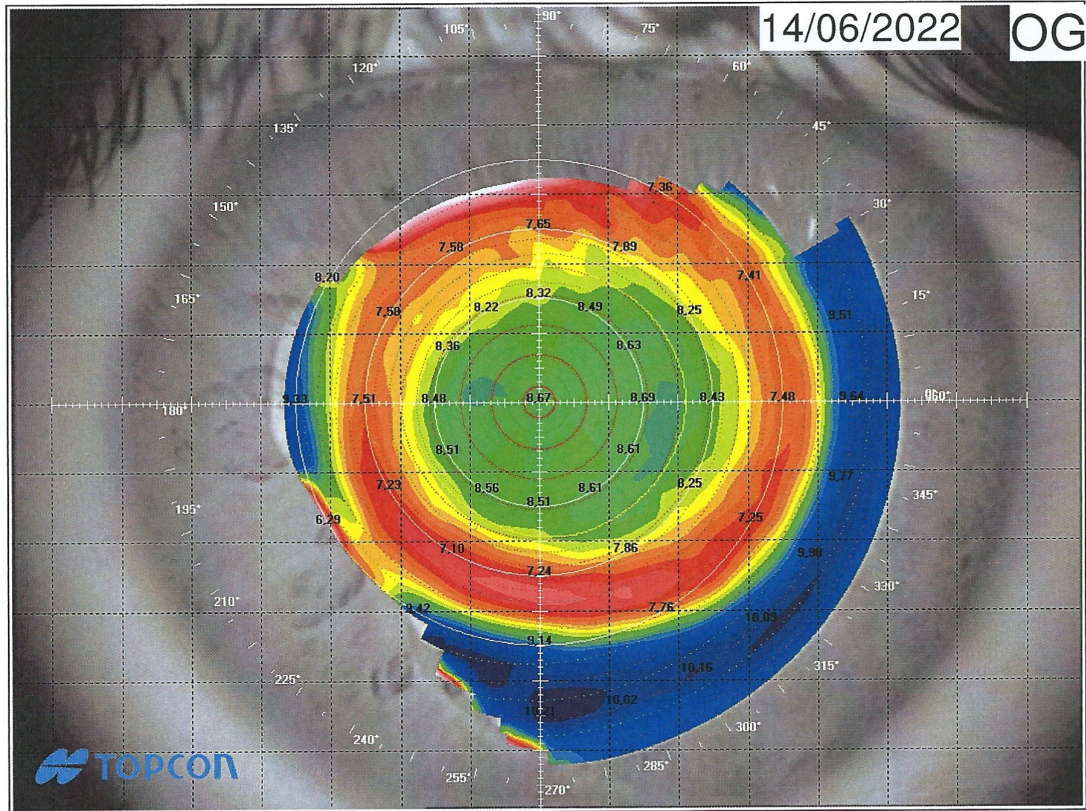
AK = 47,69 D	AGC = 1,44 D/mm	SI = 0,12 D	Kpi = 0%
topographie non compatible avec un kératocône			

**Comments**

millimètres



normalisée



**INSTANTANÉ**

**Sim-K**

8,60 @ 180° e -0,37
8,46 @ 90° e -0,14
8,53 (AVG) e -0,26
CYL -0,67 D ax 180°

**méridiens**

3mm	5mm	7mm
8,64 @ 174°	8,58 @ 180°	8,39 @ 180°
8,51 @ 84°	8,43 @ 90°	8,11 @ 90°
8,58 (AVG)	8,50 (AVG)	8,25 (AVG)
CYL -0,60 D ax 174°	CYL -0,70 D ax 180°	CYL -1,41 D ax 180°

**semi-méridiens**

3mm	5mm	7mm
8,66 @ 165°	8,65 @ 359°	8,53 @ 359°
8,51 @ 96°	8,37 @ 98°	8,06 @ 104°
8,63 @ 354°	8,50 @ 181°	8,27 @ 174°
8,51 @ 257°	8,44 @ 231°	8,09 @ 256°

**données de la pupille**

décentration Horiz. = 0,11 mm Vert. = 0,02 mm	diamètre pupille moyen 3,92 mm	puissance cornéenne moyenne 39,36 D
---	-----------------------------------	--

**diamètre cornéen**

12,66 mm
----------

**détection du kératocône**

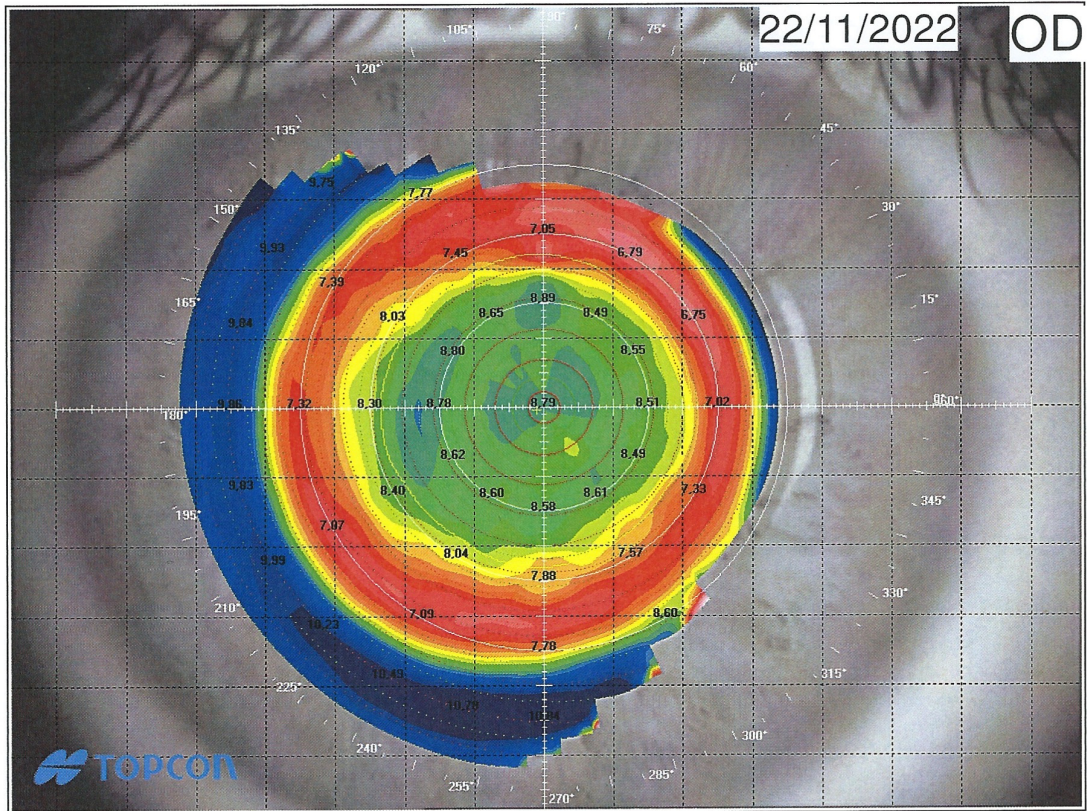
AK = 47,28 D	AGC = 1,44 D/mm	SI = 0,15 D	Kpi = 0%
topographie non compatible avec un kératocône			

**Comments**

millimètres



normalisée



22/11/2022

OD

**INSTANTANÉ**

**Sim-K**

8,68 @ 5° e -0,64
8,59 @ 95° e -0,54
8,63 (AVG) e -0,59
CYL -0,41 D ax 5°

**méridiens**

3mm	5mm	7mm
8,73 @ 12°	8,65 @ 180°	8,38 @ 180°
8,59 @ 102°	8,55 @ 90°	8,15 @ 90°
8,66 (AVG)	8,60 (AVG)	8,27 (AVG)
CYL -0,65 D ax 12°	CYL -0,46 D ax 180°	CYL -1,12 D ax 180°

**semi-méridiens**

3mm	5mm	7mm
8,76 @ 0°	8,73 @ 183°	8,55 @ 184°
8,56 @ 301°	8,50 @ 295°	8,02 @ 66°
8,72 @ 214°	8,57 @ 354°	8,23 @ 346°
8,60 @ 94°	8,51 @ 56°	8,19 @ 297°

**données de la pupille**

décentration Horiz. = -0,10 mm Vert. = -0,05 mm	diamètre pupille moyen 4,44 mm	puissance cornéenne moyenne 38,89 D
---	-----------------------------------	--

**diamètre cornéen**

12,81 mm
----------

**détection du kératocône**

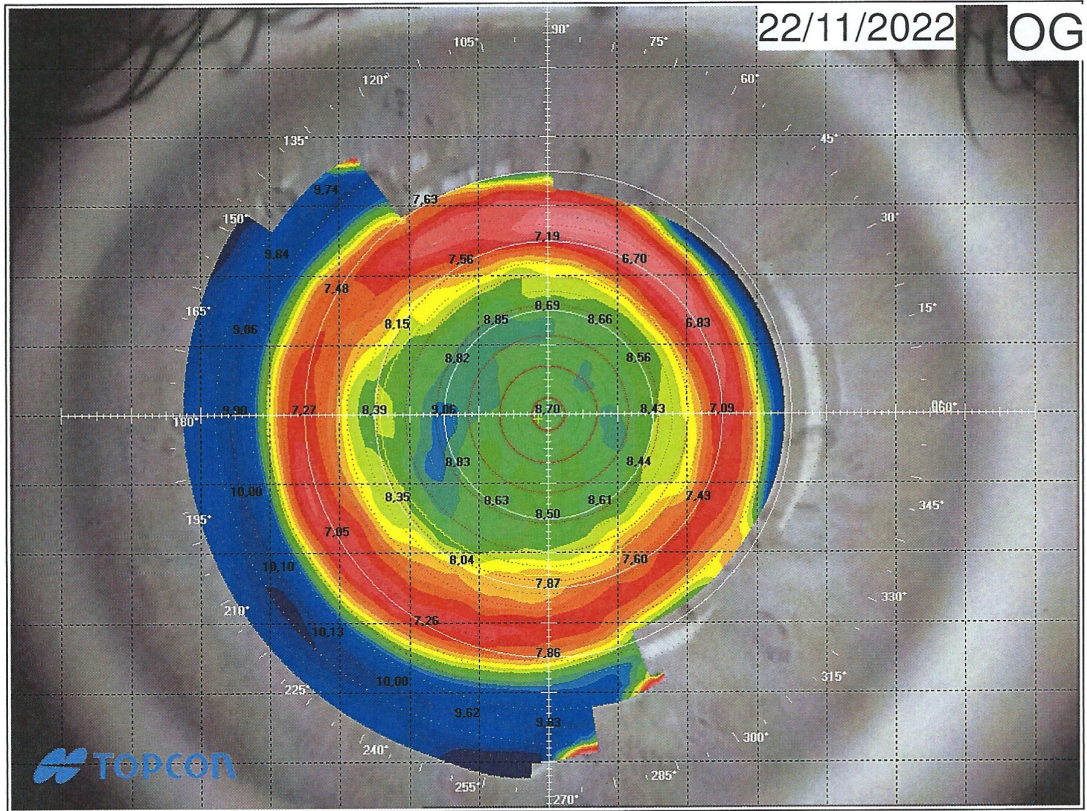
AK = 48,38 D	AGC = 0,48 D/mm	SI = -0,65 D	Kpi = 0%
topographie non compatible avec un kératocône			

**Comments**

millimètres



normalisée



**INSTANTANÉ**

**Sim-K**

8,73 @ 180° e -0,47
8,62 @ 90° e -0,62
8,67 (AVG) e -0,55
CYL -0,49 D ax 180°

**méridiens**

3mm	5mm	7mm
8,77 @ 7°	8,69 @ 180°	8,42 @ 180°
8,68 @ 97°	8,58 @ 90°	8,19 @ 90°
8,73 (AVG)	8,63 (AVG)	8,31 (AVG)
CYL -0,39 D ax 7°	CYL -0,51 D ax 180°	CYL -1,16 D ax 180°

**semi-méridiens**

3mm	5mm	7mm
8,80 @ 4°	8,80 @ 187°	8,59 @ 183°
8,62 @ 295°	8,53 @ 284°	8,08 @ 69°
8,75 @ 191°	8,61 @ 97°	8,28 @ 346°
8,70 @ 70°	8,56 @ 41°	8,24 @ 311°

**données de la pupille**

décentration Horiz. = -0,15 mm Vert. = -0,07 mm	diamètre pupille moyen 4,44 mm	puissance cornéenne moyenne 38,71 D
---	-----------------------------------	--

**diamètre cornéen**

12,89 mm
----------

**détection du kératocône**

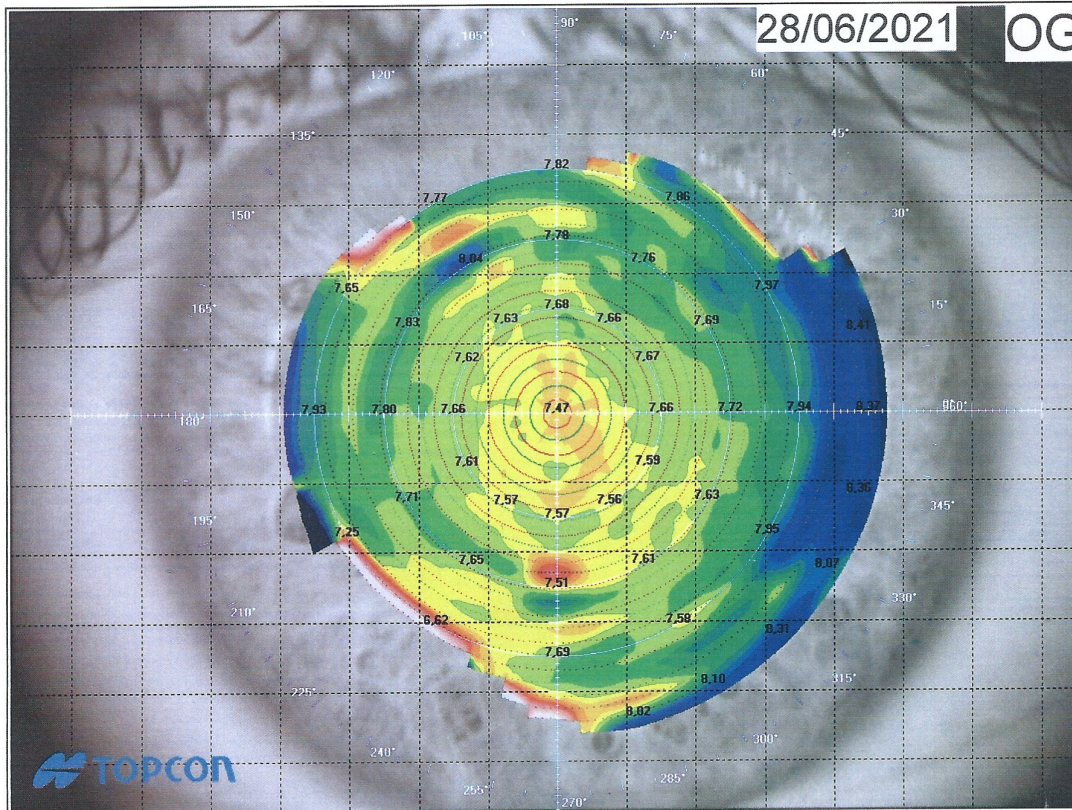
AK = 49,39 D	AGC = 1,09 D/mm	SI = -0,58 D	Kpi = 0%
topographie non compatible avec un kératocône			

**Comments**

millimètres



normalisée



## INSTANTANÉ

### Sim-K

7,60 @ 25° e 0,39  
 7,54 @ 115° e 0,22  
 7,57 (AVG) e 0,31  
 CYL -0,37 D ax 25°

### méridiens

3mm	5mm	7mm
7,59 @ 29°	7,62 @ 25°	7,66 @ 17°
7,52 @ 119°	7,55 @ 115°	7,59 @ 107°
7,55 (AVG)	7,59 (AVG)	7,63 (AVG)
CYL -0,41 D ax 29°	CYL -0,38 D ax 25°	CYL -0,43 D ax 17°

### semi-méridiens

3mm	5mm	7mm
7,59 @ 210°	7,63 @ 32°	7,67 @ 22°
7,51 @ 120°	7,54 @ 300°	7,57 @ 274°
7,58 @ 32°	7,62 @ 186°	7,67 @ 179°
7,52 @ 302°	7,56 @ 124°	7,61 @ 108°

### données de la pupille

décentralisation Horiz. = 0,00 mm Vert. = 0,00 mm	diamètre pupille moyen 0,00 mm	puissance cornéenne moyenne 44,72 D
---	-----------------------------------	--

### diamètre cornéen

12,02 mm
----------

### détection du kératocône

AK = 45,15 D	AGC = 0,40 D/mm	SI = 0,28 D	Kpi = 0%
topographie non compatible avec un kératocône			

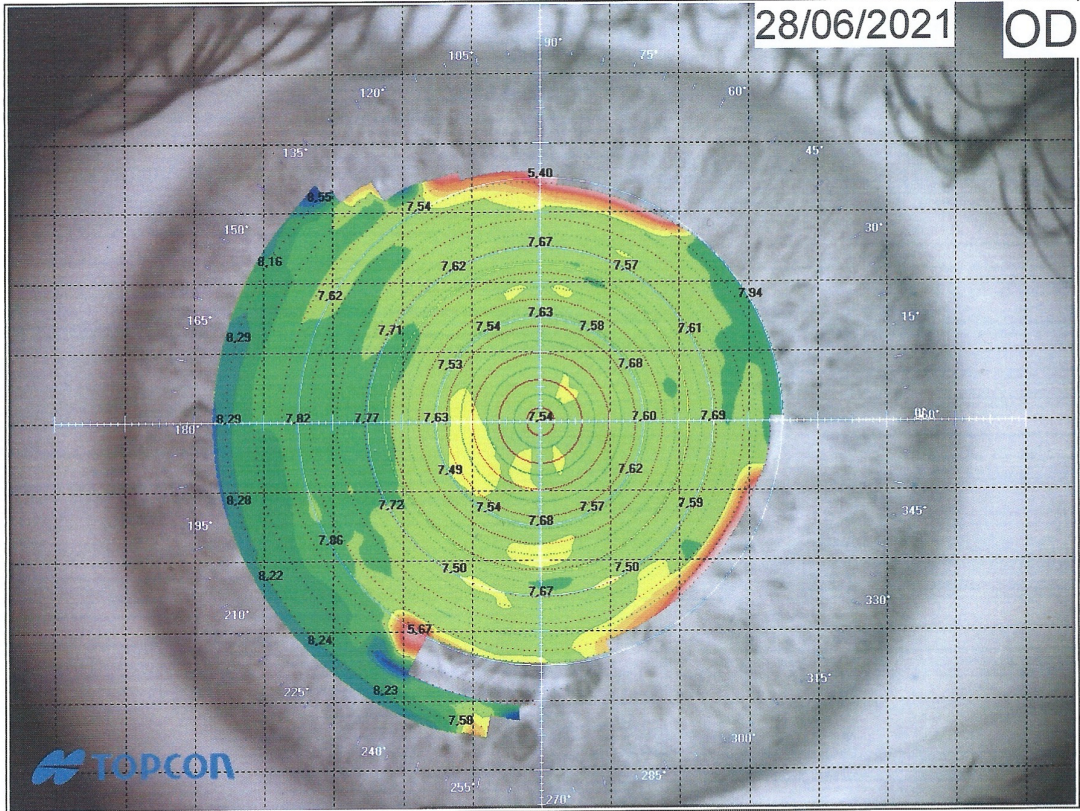
### Comments

DRL Prévention K7,50 173,50 P7,45.

millimètres



normalisée



**INSTANTANÉ**

**Sim-K**

7,56 @ 147° e 0,26
7,50 @ 57° e 0,26
7,53 (AVG) e 0,26
CYL -0,34 D ax 147°

**méridiens**

3mm	5mm	7mm
7,55 @ 149°	7,57 @ 153°	7,62 @ 180°
7,48 @ 59°	7,52 @ 63°	7,54 @ 90°
7,51 (AVG)	7,55 (AVG)	7,58 (AVG)
CYL -0,45 D ax 149°	CYL -0,30 D ax 153°	CYL -0,45 D ax 180°

**semi-méridiens**

3mm	5mm	7mm
7,59 @ 356°	7,61 @ 356°	7,64 @ 10°
7,46 @ 238°	7,49 @ 219°	7,52 @ 307°
7,54 @ 135°	7,56 @ 129°	7,62 @ 166°
7,49 @ 59°	7,53 @ 76°	7,52 @ 69°

**données de la pupille**

décentration Horiz. = -0,04 mm Vert. = 0,04 mm	diamètre pupille moyen 4,41 mm	puissance cornéenne moyenne 44,92 D
--	-----------------------------------	--

**diamètre cornéen**

12,46 mm
----------

**détection du kératocône**

AK = 45,39 D	AGC = 0,46 D/mm	SI = 0,17 D	Kpi = 0%
topographie non compatible avec un kératocône			

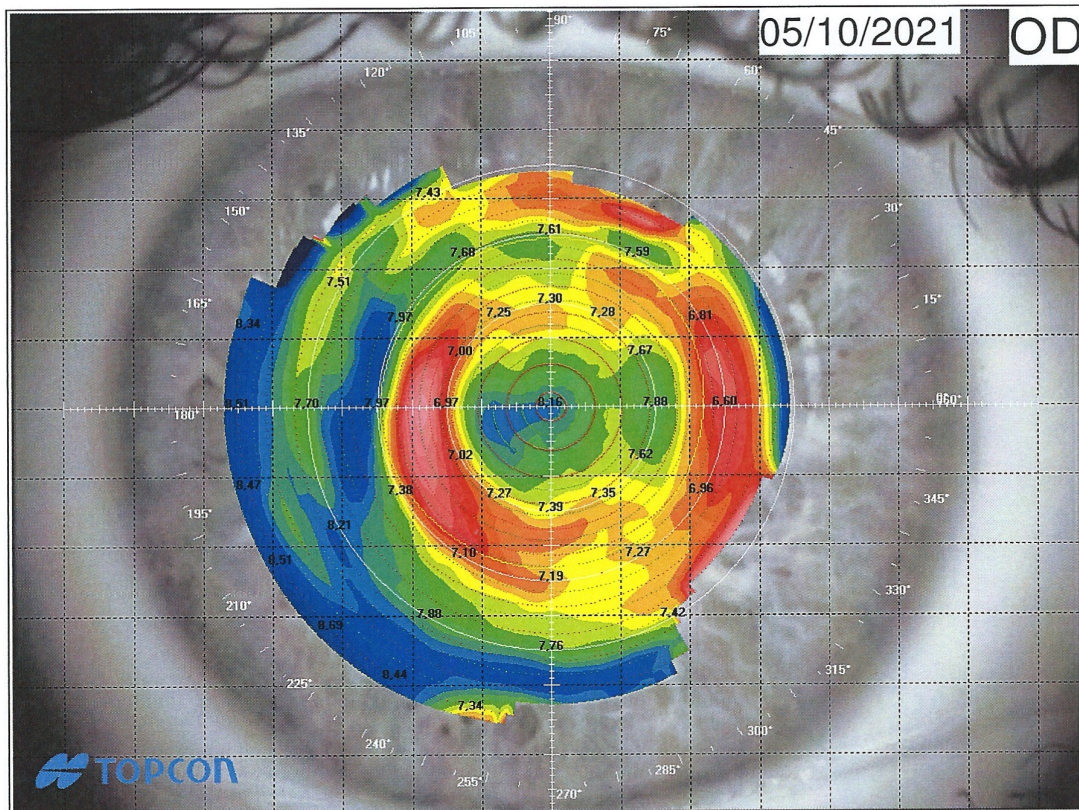
**Comments**

DRL Prevention K7,45 173,75 P7,40 φ10,60

millimètres



normalisée



05/10/2021

OD

## INSTANTANÉ

### Sim-K

7,78 @ 10° e 0,39  
 7,59 @ 100° e -0,10  
 7,69 (AVG) e 0,14  
 CYL -1,10 D ax 10°

### méridiens

3mm	5mm	7mm
7,96 @ 8°	sphérique	7,51 @ 138°
7,72 @ 98°	AVG 7,57	7,46 @ 48°
7,84 (AVG)		7,48 (AVG)
CYL -1,30 D ax 8°		CYL -0,28 D ax 138°

### semi-méridiens

3mm	5mm	7mm
8,01 @ 191°	7,77 @ 7°	7,58 @ 155°
7,68 @ 87°	7,43 @ 183°	7,42 @ 224°
7,92 @ 3°	7,55 @ 259°	7,49 @ 49°
7,75 @ 280°	7,52 @ 63°	7,45 @ 65°

### données de la pupille

décentralisation	diamètre pupille moyen	puissance cornéenne moyenne
Horiz. = -0,11 mm Vert. = 0,07 mm	4,70 mm	42,98 D

### diamètre cornéen

12,03 mm
----------

### détection du kératocône

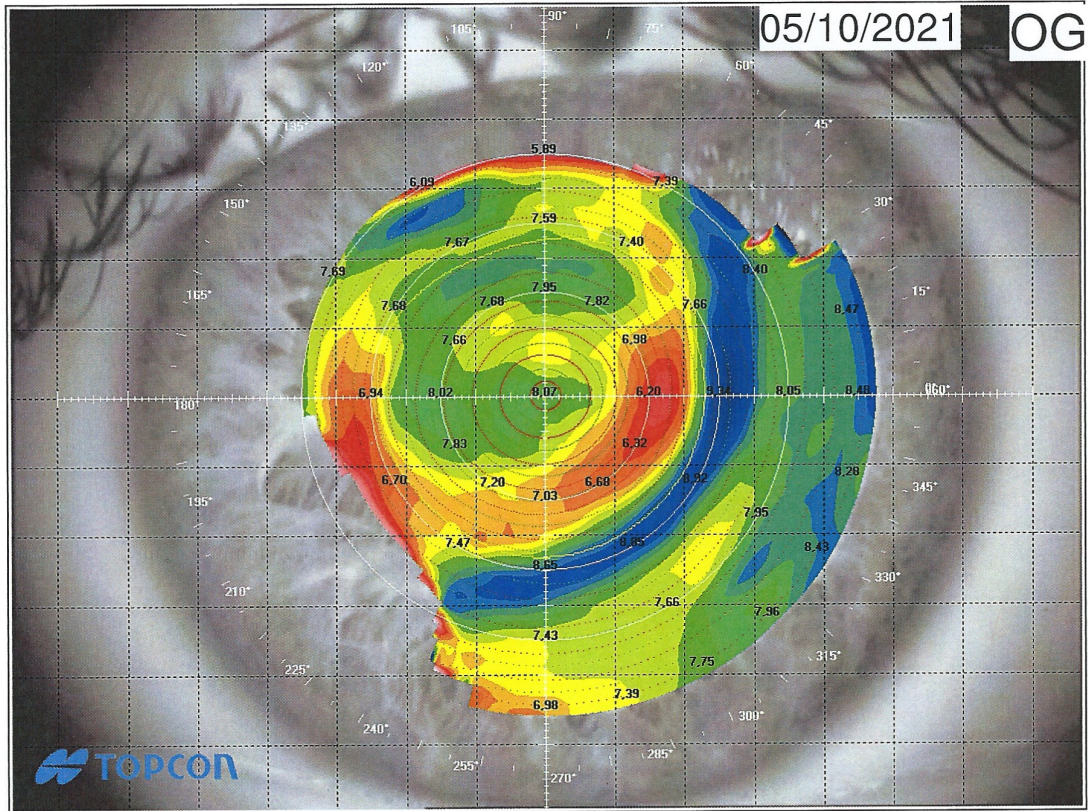
AK = 52,65 D	AGC = 3,05 D/mm	SI = 0,13 D	Kpi = 58%
topographie compatible avec un kératocône			
A	D	$\rho, \theta$	Rnd
3,41 mm <sup>2</sup>	2,08 mm	1,64 mm; 205°	2,71

### Comments

millimètres



normalisée



INSTANTANÉ

**Sim-K**

7,72 @ 27° e 0,10
7,41 @ 117° e 0,45
7,56 (AVG) e 0,27
CYL -1,80 D ax 27°

**méridiens**

<b>3mm</b>	<b>5mm</b>	<b>7mm</b>
7,94 @ 13°	7,61 @ 41°	7,67 @ 121°
7,46 @ 103°	7,47 @ 131°	7,51 @ 31°
7,70 (AVG)	7,54 (AVG)	7,59 (AVG)
CYL -2,72 D ax 13°	CYL -0,85 D ax 41°	CYL -0,90 D ax 121°

**semi-méridiens**

<b>3mm</b>	<b>5mm</b>	<b>7mm</b>
8,02 @ 188°	7,97 @ 184°	7,82 @ 120°
7,39 @ 290°	7,13 @ 349°	7,43 @ 224°
7,86 @ 10°	7,70 @ 89°	7,61 @ 271°
7,52 @ 90°	7,37 @ 259°	7,50 @ 328°

**données de la pupille**

décentration Horiz. = -0,03 mm Vert. = 0,01 mm	diamètre pupille moyen 4,65 mm	puissance cornéenne moyenne 43,49 D
--	-----------------------------------	--

**diamètre cornéen**

11,45 mm
----------

**détection du kératocône**

AK = 53,83 D	AGC = 3,92 D/mm	SI = 1,15 D	Kpi = 2%
topographie non compatible avec un kératocône			

**Comments**



## SUIVI DES PATIENTS EN ORTHOKÉRATOLOGIE

		<b>Initiale</b>	<b>1 an</b>
<b>Patient 07/03/2009</b>	LONGUEUR AXIALE OD	24,77	24,64
	LONGUEUR AXIALE OG	24,81	24,64
	RÉFRACTION OD	-2,75 (-0,25) 115°	-3,00 (-0,25) 155°
	RÉFRACTION OG	-2,75 (-0,25) 5°	-2,50 (-0,25) 175°
<b>Patient 09/05/2006</b>	LONGUEUR AXIALE OD	26,74	26,73
	LONGUEUR AXIALE OG	26,14	26,16
	RÉFRACTION OD	-2,25 (-0,75) 175°	-2,50 (-0,75) 180°
	RÉFRACTION OG	-1,25 (-1,25) 5°	-1,50 (-1,25) 180°

## ANNEXE 5

## SUIVI DES PATIENTS EN VERRES FREINATEURS

		<b>Initiale</b>	<b>1 an</b>
<b>Patient HOYA</b>	LONGUEUR AXIALE OD	23,65	23,68
	LONGUEUR AXIALE OG	24,30	24,52
	RÉFRACTION OD	-1,00 (-0,25) 180	-1,00 (-0,75) 170°
	RÉFRACTION OG	-2,25 (-1,00) 50°	-2,50 (-1,00) 40°
<b>Patient ESSILOR</b>	LONGUEUR AXIALE OD	23,54	23,56
	LONGUEUR AXIALE OG	23,72	23,75
	RÉFRACTION OD	-2,25 (-2,25) 175°	-2,00 (-2,25) 165°
	RÉFRACTION OG	-2,00 (-1,75) 175°	-2,00 (-1,50) 180°

**HOYA**  
INNOVATION FOR VISION



**MiYOSMART**

mon  
**carnet**  
de la **vue**

**NOM :** \_\_\_\_\_

**PRÉNOM :** \_\_\_\_\_

**DATE DE NAISSANCE :** \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_    **DATE :** \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_



Chers parents,

**La vue de votre enfant est précieuse**, c'est pourquoi HOYA VISION CARE, en coopération avec son partenaire de recherche Hong Kong Polytechnic University, a mis au point une solution innovante, non invasive et efficace pour le contrôle de la progression de la myopie.

Pour démontrer l'efficacité des verres HOYA MiYOSMART VISION, nous avons mené trois ans d'étude clinique. Les résultats sont sans appel, **HOYA MiYOSMART VISION freine l'évolution de la myopie de 60% en moyenne\***.

Grâce au verre HOYA MiYOSMART VISION et à son action d'interception de la myopie, **vous préservez votre enfant** de la détérioration de sa vision et lui permettez de profiter davantage de la vie en voyant plus net.

Pour vous accompagner dans la prise en charge de votre enfant, HOYA vous offre ce carnet de la vue que vous pourrez présenter à chaque visite aux professionnels de santé qui prennent soin de ses yeux.

L'équipe HOYA

\* Lam CSY, Tang WC, Tse DY, Lee RPK, Chun RKM, Hasegawa K, Qi H, Hatanaka T, To CH. Defocus Incorporated Multiple Segments (DIMS) spectacle lenses slow myopia progression: a 2-year randomised clinical trial. British Journal of Ophthalmology. Published Online First: 29 May 2019. doi: 10.1136/bjophthalmol-2018-313739



# Nos recommandations pour préserver la vue de votre enfant



**Passer plus de temps à l'extérieur**, minimum 2 heures par jour.



**Prendre des pauses** pendant une activité de près prolongée et intensive (idéalement faire une pause visuelle de 20 s toutes les 20 min).



**Penser à l'ergonomie visuelle.**

Un éclairage adapté, une bonne posture et le respect de la distance de lecture recommandée sont essentiels pour garder ses yeux en bonne santé lors d'activités de près.



**Faire contrôler ses yeux** pour s'assurer que la myopie, ou d'autres problèmes de vision, soient détectés et traités à un stade précoce. La fréquence de suivi doit être régulière afin de réduire les risques d'aggravation de la myopie et ses complications potentielles.

## Activités

Qu'en est-il de votre enfant?



	PORT DES LUNETTES	HEURES / JOUR*
<b>Vision de près &lt; 40 cm</b> Lecture, devoirs, tablette, téléphone	<input type="radio"/> OUI <input type="radio"/> NON	<input type="text"/>
<b>Vision de loin &gt; 2 m</b> Télévision, extérieur	<input type="radio"/> OUI <input type="radio"/> NON	<input type="text"/>
<b>Activités en extérieur</b>	<input type="radio"/> OUI <input type="radio"/> NON	<input type="text"/>
<b>Activités en intérieur</b>	<input type="radio"/> OUI <input type="radio"/> NON	<input type="text"/>

\* Estimation moyenne

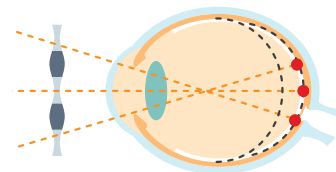
# MiYOSMART, comment ça marche ?

La myopie se caractérise par une vision floue de loin. Les rayons lumineux, qui pénètrent l'œil, ne parviennent pas jusqu'à l'écran récepteur nommé la rétine mais en avant de celle-ci. Les images sont alors vues floues.

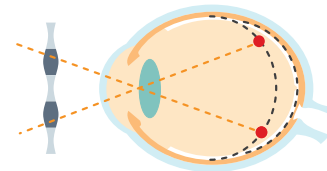
Corriger la myopie avec un verre correcteur classique ramène les rayons centraux sur la rétine, mais les rayons périphériques restent en arrière de la rétine. Cela envoie un message d'allongement à l'œil et la myopie continue d'évoluer.

**Le verre HOYA MiYOSMART VISION permet une vision nette et ramène les rayons périphériques en avant de la rétine. L'allongement de l'œil est significativement freiné et l'évolution de la myopie est ainsi contrôlée.**

CORRECTION DE LA VISION  
GRÂCE À LA PUISSANCE CORRECTRICE



EFFET FREINATEUR  
GRÂCE AUX ÎLOTS DE LA ZONE PÉRIPHÉRIQUE



# En pratique : les bons conseils

L'adaptation aux verres HOYA MiYOSMART VISION est facile et rapide. Nous recommandons néanmoins de limiter les activités physiques extrêmes la première semaine.



ACTIVITÉS SPORTIVES  
INTENSIVES (FOOTBALL...)



CONDUITE  
(VÉLO, TROTINETTE...)



ENDROITS COMPORTANT  
DES HAUTEURS DIFFÉRENTES  
(ESCALIER, ESCALADE, MANÈGES)



MiYOSMART



# Visites de contrôle

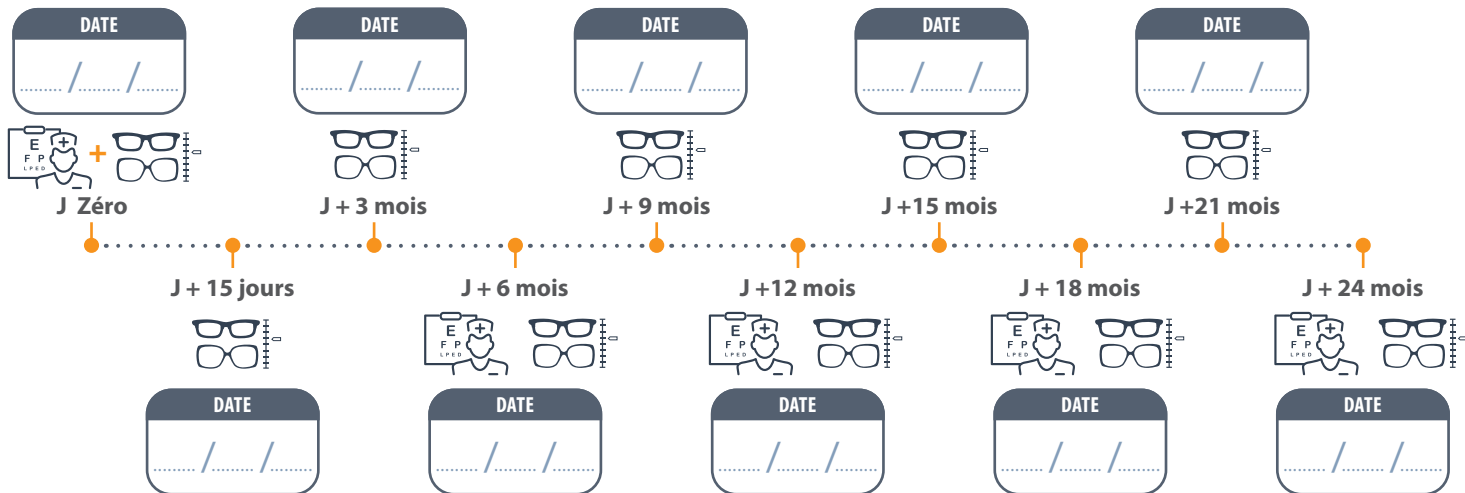
Pour assurer l'efficacité du traitement, nous vous recommandons le protocole de suivi ci-dessous :



VISITE CHEZ  
L'OPHTALMOLOGISTE  
OU L'ORTHOPTISTE



VISITE CHEZ  
L'OPTICIEN





# Notes opticien



Date et correction de l'équipement précédent :

..... / ..... / .....

OD: .....

OG: .....

.....

.....

.....

.....

.....

## CENTRAGE PORTEUR

Ecart pupillaire	OD
	OG

Hauteur pupillaire	OD
	OG

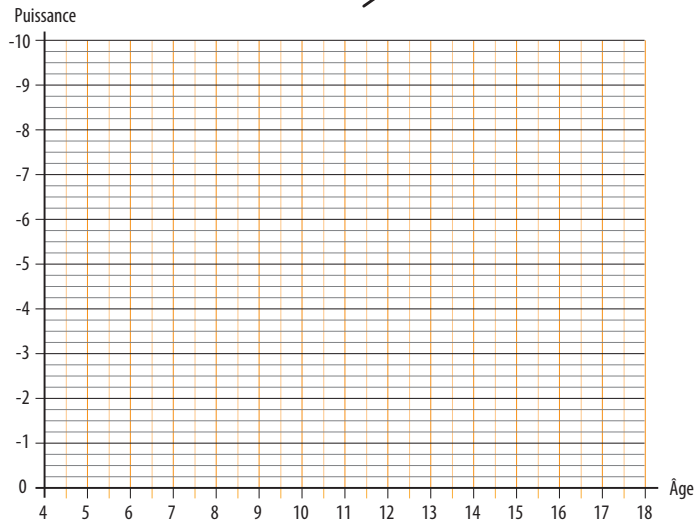
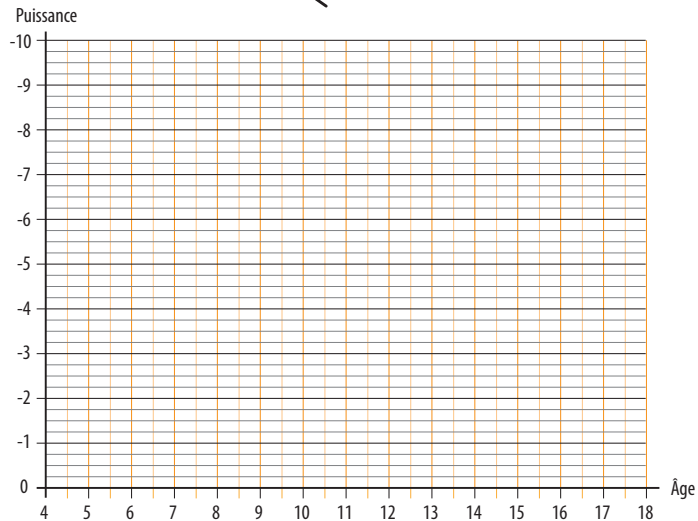
# Suivi d'évolution

**A compléter avec votre opticien et votre prescripteur.**

Pour bien suivre la progression, placer sur le graphique le point correspondant aux mesures.



## Évolution de la myopie



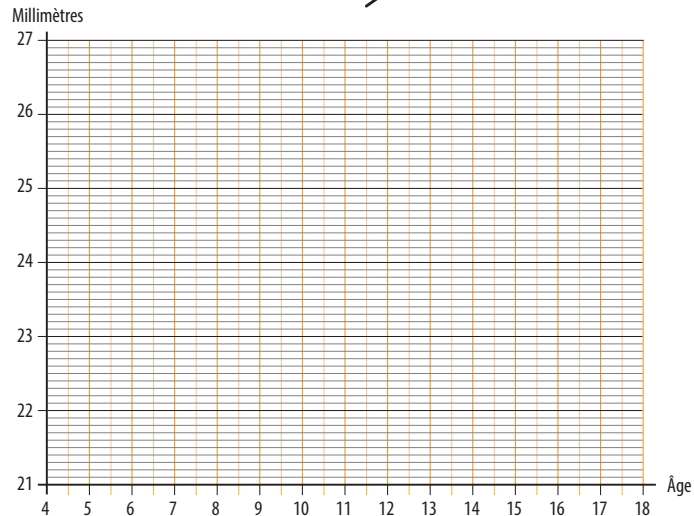
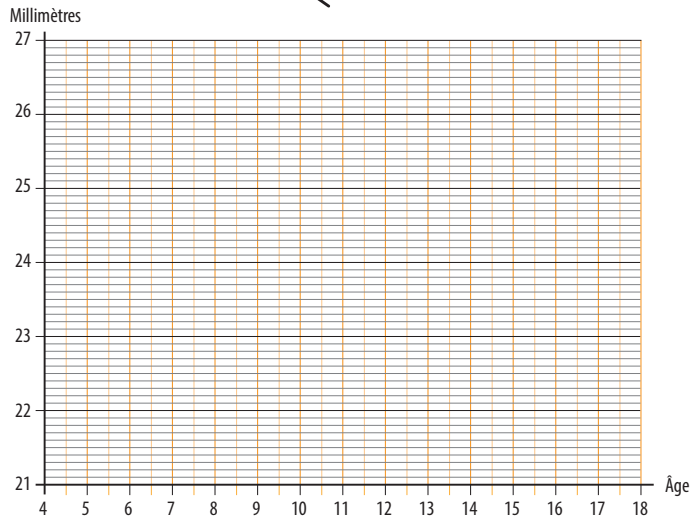
# Suivi d'évolution

**A compléter avec votre opticien et votre prescripteur.**

Pour bien suivre la progression, placer sur le graphique le point correspondant aux mesures.



## Allongement de l'œil



# Commentaires parents



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Antécédent de myopie  
pour Parent 1 ?

OUI

NON

Antécédent de myopie  
pour Parent 2 ?

OUI

NON

Antécédents familiaux  
de myopie ? (frères/sœurs)

OUI

NON

Suivi par un orthoptiste ?

OUI

NON

Autre solution freinatrice  
de myopie associée ?

OUI

NON

# Questionnaire de suivi

Évalue les situations suivantes  
à l'aide des émoticônes.



**Qualité de vision :**  
Est-ce que tu vois bien ?



**Vision en activités extérieures :**  
Est-ce que tu vois bien quand tu fais du sport dehors, des jeux ?



**Confort visuel :**  
As-tu les yeux qui tirent ? Qui piquent ? Qui pleurent ?



CORRECTION ET AV  
CORRECTION ET AV  
Temps de port journalier

Visite à 15 jours Le ..... / ..... / .....

Œil Droit : .....  
Œil Gauche : .....  
.....



**Facilité d'adaptation aux verres :**  
As-tu bien vu tout de suite avec tes lunettes ?



**Stabilité visuelle :**  
Comment vois-tu quand tu descends ou montes les escaliers ?



**Satisfaction :**  
Te sens-tu bien avec tes nouvelles lunettes ?





CORRECTION ET AV  
CORRECTION ET AV  
Temps de port journalier

## Visite à 3 mois

Le ..... / ..... / .....

Œil Droit : .....

Œil Gauche : .....



PAS BIEN  
DU TOUT



PAS TRÈS  
BIEN



ACCEPTABLE



BIEN



PARFAITEMENT

1

2

3

4

5

### Satisfaction :

Te sens-tu bien avec tes lunettes ?

### Confort visuel :

As-tu les yeux qui tirent ? Qui piquent ? Qui pleurent ?

1

2

3

4

5

### Stabilité visuelle :

Comment vois-tu quand tu descends ou montes les escaliers ?

1

2

3

4

5

### Qualité de vision :

Comment vois-tu de loin ?

1

2

3

4

5

Comment vois-tu de près (quand tu lis) ?

1

2

3

4

5

### Vision en activités extérieures :

Est-ce que tu vois bien quand tu fais du sport dehors, des jeux ?

1

2

3

4

5

## Visite à 6 mois

Le ..... / ..... / .....

Œil Droit : .....

Œil Gauche : .....



PAS BIEN  
DU TOUT



PAS TRÈS  
BIEN



ACCEPTABLE



BIEN



PARFAITEMENT

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5



CORRECTION ET AV  
CORRECTION ET AV  
Temps de port journalier

## Visite à 9 mois

Le ..... / ..... / .....

Œil Droit : .....

Œil Gauche : .....



PAS BIEN  
DU TOUT



PAS TRÈS  
BIEN



ACCEPTABLE



BIEN



PARFAITEMENT

1

2

3

4

5

### Satisfaction :

Te sens-tu bien avec tes lunettes ?

### Confort visuel :

As-tu les yeux qui tirent ? Qui piquent ? Qui pleurent ?

1

2

3

4

5

### Stabilité visuelle :

Comment vois-tu quand tu descends ou montes les escaliers ?

1

2

3

4

5

### Qualité de vision :

Comment vois-tu de loin ?

1

2

3

4

5

Comment vois-tu de près (quand tu lis) ?

1

2

3

4

5

### Vision en activités extérieures :

Est-ce que tu vois bien quand tu fais du sport dehors, des jeux ?

1

2

3

4

5

## Visite à 12 mois

Le ..... / ..... / .....

Œil Droit : .....

Œil Gauche : .....



PAS BIEN  
DU TOUT



PAS TRÈS  
BIEN



ACCEPTABLE



BIEN



PARFAITEMENT

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5



CORRECTION ET AV  
CORRECTION ET AV  
Temps de port journalier

## Visite à 15 mois

Le ..... / ..... / .....

Œil Droit : .....

Œil Gauche : .....



PAS BIEN  
DU TOUT



PAS TRÈS  
BIEN



ACCEPTABLE



BIEN



PARFAITEMENT

1

2

3

4

5

### Satisfaction :

Te sens-tu bien avec tes lunettes ?

### Confort visuel :

As-tu les yeux qui tirent ? Qui piquent ? Qui pleurent ?

1

2

3

4

5

### Stabilité visuelle :

Comment vois-tu quand tu descends ou montes les escaliers ?

1

2

3

4

5

### Qualité de vision :

Comment vois-tu de loin ?

1

2

3

4

5

Comment vois-tu de près (quand tu lis) ?

1

2

3

4

5

### Vision en activités extérieures :

Est-ce que tu vois bien quand tu fais du sport dehors, des jeux ?

1

2

3

4

5

## Visite à 18 mois

Le ..... / ..... / .....

Œil Droit : .....

Œil Gauche : .....



PAS BIEN  
DU TOUT



PAS TRÈS  
BIEN



ACCEPTABLE



BIEN



PARFAITEMENT

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5





CORRECTION ET AV  
CORRECTION ET AV  
Temps de port journalier

Visite à 21 mois Le ..... / ..... / .....

Œil Droit : .....

Œil Gauche : .....



PAS BIEN  
DU TOUT



PAS TRÈS  
BIEN



ACCEPTABLE



BIEN



PARFAITEMENT

1

2

3

4

5

**Satisfaction :**

Te sens-tu bien avec tes lunettes ?

1

2

3

4

5

**Confort visuel :**

As-tu les yeux qui tirent ? Qui piquent ? Qui pleurent ?

1

2

3

4

5

**Stabilité visuelle :**

Comment vois-tu quand tu descends ou montes les escaliers ?

1

2

3

4

5

**Qualité de vision :**

Comment vois-tu de loin ?

1

2

3

4

5

Comment vois-tu de près (quand tu lis) ?

1

2

3

4

5

**Vision en activités extérieures :**

Est-ce que tu vois bien quand tu fais du sport dehors, des jeux ?

Visite à 24 mois Le ..... / ..... / .....

Œil Droit : .....

Œil Gauche : .....



PAS BIEN  
DU TOUT



PAS TRÈS  
BIEN



ACCEPTABLE



BIEN



PARFAITEMENT

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5

1

2

3

4

5

# Suivi orthoptique

## effectué en cabinet ( Mesure avec lunettes)

Avec correction	Initial	6 mois	12 mois	18 mois	24 mois
Phorie VL					
Phorie VP					
Vision stéréoscopique					
Facilité accommodative					
Facilité de vergence					
Motilité					

# Notes ophtalmologiste



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

# Comment bien porter tes lunettes ?



Pour mettre ou retirer tes lunettes, il convient de **les tenir de chaque côté** afin d'éviter de les déformer ou de les desserrer.



**Ne porte pas tes lunettes si le verre est ébréché ou cassé.**



**Il est conseillé de faire ajuster régulièrement** tes lunettes par ton opticien.



**Évite de regarder le soleil** en face.



# Comment prendre soin de tes lunettes ?



**Garde tes lunettes dans un étui** lorsque tu ne les utilises pas.

Pense à nettoyer les verres avant de les ranger dans l'étui.



Les lunettes sales doivent toujours être rincées à l'eau avant d'être essuyées, car **l'essuyage à sec peut provoquer des rayures.**



**Utilise toujours un tissu doux** et essuie délicatement pour ne pas endommager les verres.



Ne pose jamais tes verres de lunettes en **contact direct** sur une surface pour éviter de les rayer.



N'utilise pas d'acide, de solvant et certains produits d'hygiène qui peuvent **endommager les verres.**



**N'expose pas tes lunettes derrière une vitre** car une température supérieure à 60°C peut abîmer la surface du verre.

+      **MON**  
**OPHTALMOLOGISTE**      +      +      **MON**  
**OPTICIEN**      +

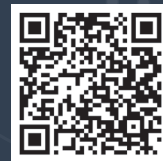
+      +      +      +

**Clause de non-responsabilité** : Les verres HOYA MiYOSMART VISION peuvent ne pas être en mesure de répondre aux besoins des individus en raison de carences naturelles, de maladies, de conditions médicales préexistantes et/ou de l'âge avancé des consommateurs. Les informations contenues dans ce document sont des informations générales et ne constituent pas un avis médical. Veuillez consulter un professionnel de santé pour obtenir de plus amples informations avant d'utiliser les verres HOYA MiYOSMART VISION.

Innovation for vision : Innover pour la vision. Les verres et les lunettes sont des dispositifs médicaux. Ces produits de santé sont réglementés et portent, au titre de cette réglementation, le marquage CE. Parution : Mars 2022.



Pour plus d'informations  
n'hésitez pas à rejoindre  
**le groupe Facebook**  
**MiYOSMARTEAM**  
en scannant ce QR Code :



[www.hoyavision.com/fr](http://www.hoyavision.com/fr)

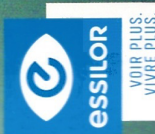
SUIVEZ NOTRE ACTUALITÉ SUR :



**HOYA**  
INNOVATION FOR VISION

# PASSEPORT STELLEST™

Pour mieux comprendre la myopie  
et les problèmes de vue,  
que ce soit pour vous ou votre enfant,  
rendez-vous sur [Essilor.fr](http://Essilor.fr)



© Essilor International - SAS au capital de 27 945 507 € - 147, rue de Paris 94220 Charenton-le-Pont - RCS Cléfil 437 61 654.  
Essilor et Stelless sont des marques déposées d'Essilor International. Copyright © 2014 Essilor International. Le présent  
site internet est un document de confidentialité. Toute réimpression ou utilisation non autorisée sans la permission écrite de la société  
Essilor International peut être considérée comme une violation de ses droits. Consultez votre optométriste ou votre opticien  
pour plus d'information.



Chers parents,

Ce passeport Stellect™ a pour objectif de vous aider à suivre le parcours myopie de votre enfant pour une réussite optimale de son équipement avec les verres Stellect™. Vous y trouverez aussi des informations et conseils pour préparer les différents rendez-vous avec les professionnels de la vue.

Cher porteur,

Nous sommes ravis de t'accompagner tout au long de cette expérience pour prendre soin de tes yeux.

Ce passeport te permet de suivre l'évolution de ta myopie, garde-le précieusement!



# PASSEPORT STELLEST™

PRÉNOM: .....

NOM: .....

DATE DE NAISSANCE: .....

DATE DE TA 1<sup>re</sup> PRESCRIPTION: .....

Colle ici  
une photo de toi,  
portant tes lunettes

Remise de l'équipement  
Stellest™ sur prescription  
de l'ophtalmologiste

Nom de ton ophtalmologiste : .....

Date de la prescription : .....

1<sup>re</sup> correction œil droit (OD) : .....

1<sup>re</sup> correction œil gauche (OG) : .....

Le rythme des visites  
est indicatif, à adapter  
selon les recommandations  
de ton ophtalmologiste.

1

+ 2 semaines

Visite de contrôle  
après 15 jours  
de port

2

+ 6 mois

Visite de suivi

Date de remise de l'équipement : .....

Commentaire de ton opticien

N'hésite pas à aller voir  
ton opticien pour plus de  
conseils et pour ajuster  
ta monture.

5

+ 24 mois

Visite de suivi

4

+ 18 mois

Visite de suivi

3

+ 12 mois

Visite de suivi

Chez l'opticien

Chez l'ophtalmologiste

# CONSEILS AU PORTEUR

pour une expérience réussie

## Porte ton équipement Stellest™ le plus souvent possible

Nous te conseillons de porter tes lunettes toute la journée, du réveil au coucher.

## Prends bien soin de ton équipement

Nettoie tes lunettes avec une microfibre lorsqu'elles sont sales, et range-les bien dans leur étui quand tu vas te coucher.

## Repose tes yeux en regardant au loin

Quand tu restes longtemps en vision de près, pense bien à relever les yeux pour les reposer (toutes les 20 minutes environ). Essaie de passer plus de temps en extérieur et moins sur les écrans. Cela sera bénéfique pour tes yeux.

# CONSEILS AUX PARENTS

pour atteindre de meilleurs résultats

## Veiller à ce que votre enfant porte ses verres Stellest™ le plus souvent possible

Plus votre enfant portera les verres Stellest™ et plus l'effet de ralentissement de la myopie sera efficace. Notre recommandation est de **porter les verres 12 h par jour tous les jours**.

## Prendre soin de sa vue au quotidien

Dans la mesure du possible, il est recommandé de **passer 2 h par jour en extérieur** et de faire des pauses régulières lorsque les enfants utilisent leur vision de près de manière prolongée.

## Suivre votre enfant pendant la période d'adaptation

Il n'y a pas de restriction particulière et **la totalité des enfants s'adapte en une semaine\***. Un contrôle chez l'opticien ou l'optométriste ou l'opticien est prévu à 15 jours pour confirmer la parfaite adaptation aux verres Stellest™.

\* Par rapport aux verres unifocaux, lorsqu'ils sont portés au moins 12 heures par jour. Résultats d'une étude clinique prospective, contrôlée, randomisée et à double mas sur deux ans sur 54 enfants myopes portant les verres Stellest™ comparés à 50 enfants myopes portant des verres unifocaux. Les résultats relatifs à l'efficacité sont basés sur 32 enfants qui ont déclaré porter des verres Stellest™ au moins 12 heures par jour tous les jours. (Sano, et al. (2021). Myopia control with spectacle lenses with aspherical lenses: a 2-year randomized clinical trial. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 62(9):2868.

# PREMIÈRE VISITE

chez l'opticien

# VISITE DE CONTRÔLE 1

chez l'opticien

**Objectif : remise de l'équipement Stellest™ et évaluation du confort et de l'ajustage.**

Date: .....

## APPRECIATION DU PORTEUR :

Coche la case correspondant à ton confort de vision quand :

- |                                |   |   |   |
|--------------------------------|---|---|---|
| Tu te déplaces dans le magasin | ☆ | ☆ | ☆ |
| Tu lis un texte                | ☆ | ☆ | ☆ |
| Tu regardes un objet au loin   | ☆ | ☆ | ☆ |

Pas super OK Très bien

## Correction

Œil droit (OD) :  
Œil gauche (OG) :

Commentaire de l'opticien

Après  
2 semaines

**Objectif : valider la bonne adaptation de l'enfant à son nouvel équipement.**

Date: .....

## APPRECIATION DU PORTEUR :

Coche la case correspondant à ton confort de vision quand :

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Tu regardes le tableau en classe        | ☆ | ☆ | ☆ |
| Tu fais du sport                        | ☆ | ☆ | ☆ |
| Tu lis un livre ou tu es sur les écrans | ☆ | ☆ | ☆ |
| C'est la fin de la journée              | ☆ | ☆ | ☆ |

Pas super OK Très bien

## Correction

Œil droit (OD) :  
Œil gauche (OG) :

Commentaire de l'opticien

Commentaire des parents

## LE SUIVI DES PARENTS :

Temps pas jour

- de port des verres Stellest™ : .....
- passé en extérieur : .....
- sur les écrans : .....

## 2 VISITE DE SUIVI

chez l'ophtalmologiste

Après  
6 mois

**Objectif : évaluation de la vue  
et de la progression de la myopie.**

Date: .....

### APPRECIATION DU PORTEUR :

Coche la case correspondant  
à ton confort de vision quand :

Tu regardes le tableau en classe	☆☆	☆☆
Tu fais du sport	☆☆	☆☆
Tu lis un livre ou tu es sur les écrans	☆☆	☆☆
C'est la fin de la journée	☆☆	☆☆

Pas super OK Très bien

Correction

Œil droit (OD) :  
Œil gauche (OG) :

Commentaire des parents

Commentaire de l'ophtalmologiste

## 3 VISITE DE SUIVI

chez l'ophtalmologiste

Après  
12 mois

**Objectif : évaluation de la vue  
et de la progression de la myopie.**

Date: .....

### APPRECIATION DU PORTEUR :

Coche la case correspondant  
à ton confort de vision quand :

Tu regardes le tableau en classe	☆☆	☆☆
Tu fais du sport	☆☆	☆☆
Tu lis un livre ou tu es sur les écrans	☆☆	☆☆
C'est la fin de la journée	☆☆	☆☆

Pas super OK Très bien

Correction

Œil droit (OD) :  
Œil gauche (OG) :

Commentaire des parents

Commentaire de l'ophtalmologiste

### LE SUIVI DES PARENTS :

Temps pas jour

- de port des verres Stellest™ : .....
- passé en extérieur : .....
- sur les écrans : .....

### LE SUIVI DES PARENTS :

Temps pas jour

- de port des verres Stellest™ : .....
- passé en extérieur : .....
- sur les écrans : .....

# 4 VISITE DE SUIVI

chez l'ophtalmologiste

Après  
18 mois

Objectif : évaluation de la vue  
et de la progression de la myopie.

Date: .....

## APPRECIATION DU PORTEUR :

Coche la case correspondant  
à ton confort de vision quand :

Tu regardes le tableau en classe	☆	☆	☆
Tu fais du sport	☆	☆	☆
Tu lis un livre ou tu es sur les écrans	☆	☆	☆
C'est la fin de la journée	☆	☆	☆

Pas super OK Très bien

Correction

Œil droit (OD):  
Œil gauche (OG):

Commentaire de l'ophtalmologiste

# 5 VISITE DE SUIVI

chez l'opticien

Après  
24 mois

Objectif : s'assurer de l'ajustage  
et du confort visuel avec les lunettes.

Date: .....

## APPRECIATION DU PORTEUR :

Coche la case correspondant  
à ton confort de vision quand :

Tu regardes le tableau en classe	☆	☆	☆
Tu fais du sport	☆	☆	☆
Tu lis un livre ou tu es sur les écrans	☆	☆	☆
C'est la fin de la journée	☆	☆	☆

Pas super OK Très bien

Correction

Œil droit (OD):  
Œil gauche (OG):

Commentaire de l'opticien

## LE SUIVI DES PARENTS :

Temps pas jour

- de port des verres Stellest™: .....
- passé en extérieur: .....
- sur les écrans: .....

Commentaire des parents

## LE SUIVI DES PARENTS :

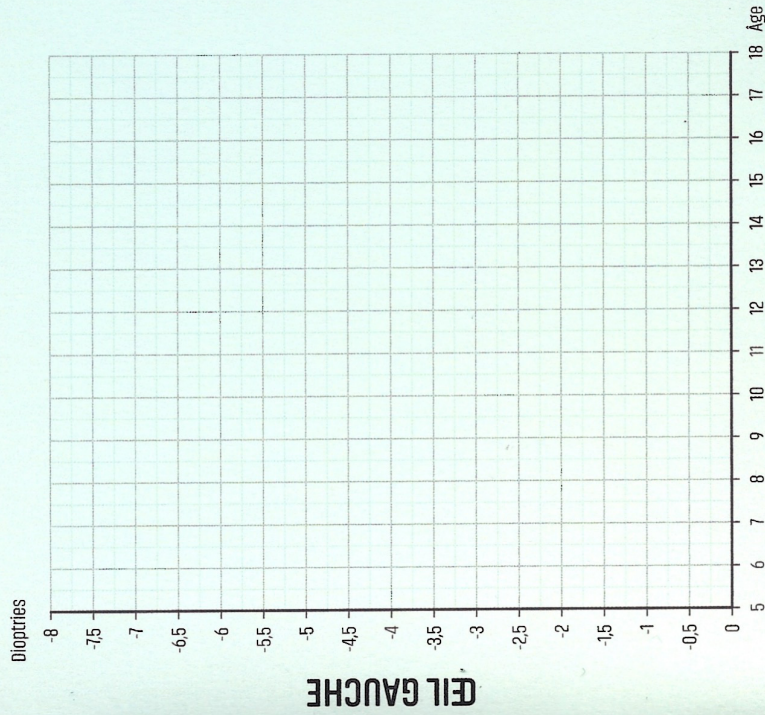
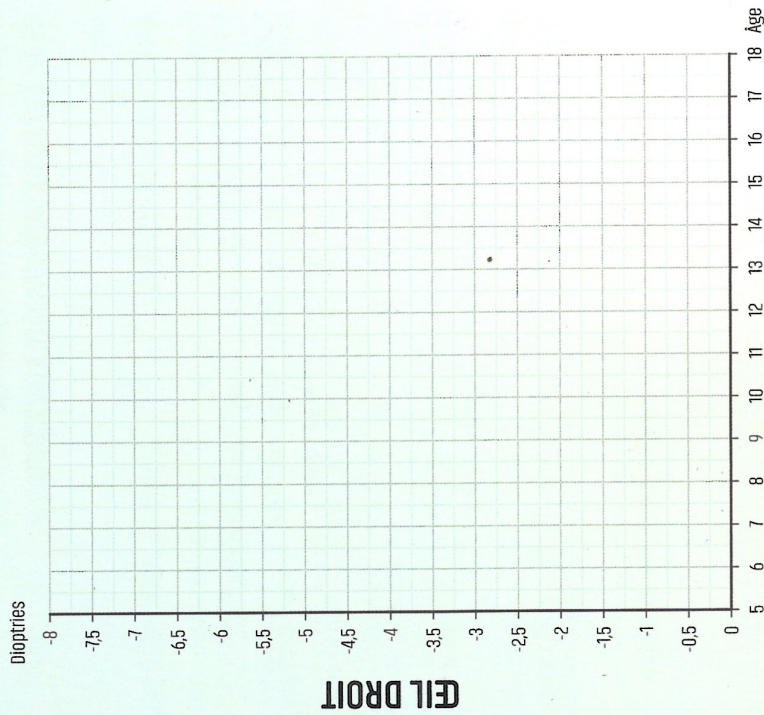
Temps pas jour

- de port des verres Stellest™: .....
- passé en extérieur: .....
- sur les écrans: .....

Commentaire des parents

# COURBES DE SUIVI DE TA VUE

Après chaque rendez-vous de suivi avec l'ophtalmologiste, coche le point correspondant à ta correction. Ce graphique permettra de suivre l'évolution de ta myopie.



**NOTES**



PARTIE PRATIQUE : DONNEES **ESSILOR**

Date de naissance	Réfraction LA Initiales		Réfraction LA 1 an	
	OD	OG	OD	OG
09/06/2014	-1,50(-0,25)155° 23.77	-1,00(-0,25)95° 23.76	-2,25 (-0,25 à 180°) 24.26	-2(-0,25 à 135°) 24.25
	SE : -1.50	SE : -1.00	SE : -2.25	SE : -2.00
12/12/2008	-2.50(-2.00)0° 24.26	-3.00(-1.50)10° 24.47	-2,50(-2 à 180°) 24,29	-3,25(-1,50 à 10°) 24,46
	SE : -3.50	SE : -3.75	SE : -3.50	SE : -4.00
12/02/2015	-0,75 23.29	-0,75(-0,25)5° 23.14	-0.50 (-0.25 à 170) 23.49	-0.25 ( -0.75 à 20) 23.43
	SE : -0.75	SE : -0.75	SE : -0.50	SE : -0.50
09/08/2012	-1,00(-0,75)10° 24.72	-0,75(-0,25)180° 24.70	-1.25 (-1.00 à 10) 24.84	-1.50 ( -0.75 à 170) 24.86
	SE : -1.25	SE : -0.75	SE : -1.75	SE : -1.75
10/04/ 2007	23.48 -3.25 (-0.50 140)	23.39 -3.25 (-0.25 85)	23.28 -3.00 (-0.75 160)	23.25 -3.25 (-0,25 35)

**PARTIE PRATIQUE : DONNEES **ESSILOR****

	SE : -3.50	SE : -3.25	SE : -3.25	SE : -3.25
27/12/2014	23.36 -1,75 (-0.50 0°)	23.48 -2.00 (-0.75 20)	23.52 -1.75 (-0.50 10)	23.65 -2.25 (-0.50 20)
	SE : -2.00	SE : -2.25	SE : -2.00	SE : -2.50
31/01/2013	24.66 -2.50 (-0.50 40)	24.77 -2.75 (-0.75 165)	24.74 -2.50 (-0.75 35)	24.85 -2.50 (-0.75 165)
	SE : -2.75	SE : -3.00	SE : -2.75	SE : -2.75
19/04/2012	24.75 -1.75 (-1.00 90)	24.67 -2.25 (-0.75 80)	24.69 -1.50 (-0.75 90)	24.67 -1.75 (-0.75 80)
	SE : -2.25	SE : -2.50	SE : -1.75	SE : -2.00
05/05/2015	24.61 -3.50 (-1.50 0)	24.51 -3.25 (-1.00 165°)	24.75 -3.00 (-1.50 170)	24.64 -3.00 (-0.75 175)
	SE : -4.25	SE : -3.75	SE : -3.75	SE : -3.25
02/02/2009	25.76 -4.50 (-0.50 20)	25.68 -4.25 (-0.25 165)	25.67 -4.50 (-0.50 25)	25.52 -4.00 (-0.25 170)
	SE : -4.25	SE : -4.25	SE : -4.75	SE : -4.00
12/09/2012	23.48 -1.75 (-0.25 5)	23.38 -1.75 (-0.25 10)	23.54 -1.25 (-0.25 5)	23.44 -1.00 (-0.50 10°)
	SE : -1.75	SE : -1.75	SE : -1.25	SE : -1.25

**PARTIE PRATIQUE : DONNEES **ESSILOR****

13/09/2007	26.39 -3.50 (-0.50 150)	25.93 -2.50 (-1.00 20)	26.42 -3.75 (-0.50 155)	26.00 -3.00 (-0.75 20)
	SE: -3.75	SE: -3.00	SE: -4.00	SE: -3.25
08/09/2010	24.34 -1.25 (-0.50 65)	24.11 -1.00 (-0.25 30)	24.45 -1.25 (-0.50 170)	24.09 -0.75 (-0.50 25)
	SE: -1.50	SE: -1.00	SE: -1.50	SE: -1.00
23/05/2008	24.35 -2.25 (-1.75 175)	24.04 -1.75 (-1.50 10)	24.28 -1.75 (-2.00 175)	24.06 -1.75 (-1.50 10)
	SE: -3.00	SE: -2.50	SE: -2.75	SE: -2.50
10/07/2008	23.70 -2.00 (-1.50 100)	23.25 -1.25 (-1.75 85)	23.99 -2.50 (-1.25 95)	23.45 -1.75 (-1.00 80)
	SE: -2.75	SE: -2.00	SE: -3.00	SE: -2.25
16/09/2008	25.30 -0.25 (-0.75 170)	25.73 -1.75 (0.75 15)	25.29 -0.25 (-0.75 170)	25.69 -1.75 (-0.75 10)
	SE: -0.50	SE: -2.00	SE: -0.50	SE: -2.00
15/04/2013	22.90 -0.75 (-0.25 130)	22.90 -0.50 (-0.25 85)	23.03 -0.50 (-0.50 140)	23.01 -0.25 (-0.25 80)
	SE: -0.75	SE: -0.50	SE: -0.75	SE: -0.25
21/10/2006	23.99 -1.75 (-0.50 75)	24.00 -1.75 (-0.50 70)	-1.50 (-0.50 80)	-1.50 (-0.50 60)

**PARTIE PRATIQUE : DONNEES **ESSILOR****

	SE:-2.00	SE:-2.00	SE:-1.75	SE:-1.75
12/06/2008	23.68 -2.25	23.33 -2.00	23.64 -2.50	23.23 -2.00
	SE:-2.25	SE:-2.00	SE:-2.50	SE:-2.00
27/10/2008	26.23 -4.25 (-0.75 0)	25.92 -3.75 (-0.75 170)	26.14 -4.25 (-0.75 0)	25.89 -3.50 (0.75 175)
	SE:-4.50	SE:-4.00	SE:-4.50	SE:-3.75
29/08/2014	23.42 -0.75 (-0.25 30)	23.36 -0.75 (-0.50 175)	23.41 -1.00	23.33 -0.50 (-0.50 175)
	SE:-0.75	SE:-1.00	SE:-1.00	SE:-0.75

**PARTIE PRATIQUE : DONNEES HOYA**

Date de naissance	Réfraction LA Initiales		Réfraction LA 1 an	
	OD	OG	OD	OG
26/07/2009	-0,25(-0,25)180° 23.78	-0,25(-0,25)180° 23.78	(-0,25)175° 23.81	-0,75(-0,25)180° 24.20
	SE : -0,25	SE : -0,25	SE : -0,25	SE : -0,75
04/09/2007	-2,75(-0,50)55° 24.60	-3,00(-0,50)150° 24.81	-2.75(-0.50 a 65°) 24.64	-3.00(-0.75 a 150) 24.90
	SE : -3,00	SE : -3,25	SE : -3,00	SE : -3,25
06/11/2008	-0.50 24.41	-0.25 24.30	-0.50(-0.25a 175°) 24.45	-0.50 24.52
	SE : -0.50	SE : -0.25	SE : -0.50	SE : -0.50
25/05/2008	-2,50 24.59	-2,75 24.65	-3.25 25.13	-3.50 25.23
	SE : -2,50	SE : -2,75	SE : -3.25	SE : -3.50

**PARTIE PRATIQUE : DONNEES HOYA**

16/09/2007	-3,75(-0,50)30° 26.18	-4,25(-0,50)150° 26.46	-3,25(-0,50 à 25°) 26.18	-3,75 (-1) 160° 26.47
	SE : -4,00	SE : -4,50	SE : -3,50	SE : -4,25
27/10/2009	-1.5(-0,50)120° 24.15	-1,25(-0,50)15° 23.98	-1.25 (-0.50 à 120°) 24.02	-0.50 (-1.00 a 180°) 23.97
	SE : -1,75	SE : -1,50	SE : -1,50	SE : -1,00
28/03/2006	-0,75 23.24	-1,00 23.30	-0.75 23.15	-1.00 23.23
	SE : -0,75	SE : -1,00	SE : -0.75	SE : -1.00
09/02/2009	-3,25(-1,00)165° 23.87	-3,50(-1,00)175° 23.97	-3.00(-1.75 a 165°) 23.91	-3.75(-1.50 a 165°) 24.09
	SE : -3,75	SE : -4,00	SE : -3,75	SE : -4,50
30/07/2007	-2,00 22.84	-1,50(-0,50)40° 22.55	-1.75(-0.25 à 95°) 22.98	-1.50 (-0.50 à 55°) 22.76
	SE : -2,00	SE : -1,75	SE : -1,75	SE : -1,75

**PARTIE PRATIQUE : DONNEES HOYA**

18/03/2009	-0,75(-0,75)90° 23.37	-1(-0,50)75° 23.53	-1,50(-0,75)85° 23.45	-1,75(-0,50)85° 23.58
	SE : -1,00	SE : -1,25	SE : -1,75	SE : -2,00
07/06/2008	-3,25(-0,25)80° 25.18	-4,50(-0,25)10° 25.35	-3.50 25.06	-4.50 (-0.25 à 15°) 25.18
	SE : -3,25	SE : -4,50	SE : -3.50	SE : -4.50
04/09/2009	-1,25(-0,50)65° 23.92	-1,25(-0,50)90° 23.80	-1,75 (-0.25 à 20°) 24.00	-1,50 (-0.25 à 70°) 23.86
	SE : -1,50	SE : -1,50	SE : -1,75	SE : -1,50
26/07/2009	-1(-0,50)145° 23.69	-1,25(-0,25)175° 23.67	-1.25(-0,75)165° 23.73	-1,25(-0,50)175° 23.70
	SE : -1,25	SE : -1,25	SE : -1,50	SE : -1,50
25/10/2007	24.14 -2.00(-0.25 125)	24.15 -1.75 (-0.75 20)	24.01 -1.50 (-0.50 )	24.00 -1.25 (-0.75 15)
	SE: -2.00	SE: -2.00	SE: -1.75	SE:-1.50
14/10/2013	24.54 -1.50	24.56 -1.75	24.46 -1.00 (-0.50 10)	24.41 -1.00 (-0.25 25)

**PARTIE PRATIQUE : DONNEES HOYA**

	SE: -1.50	SE:-1.75	SE: -1.25	SE:-1.00
25/05/2008	24.59 -2.75	24.65 -2.75	25.13 -3.25	25.23 -3.50
	SE:-2.75	SE:-2.75	SE:-3.25	SE:-3.50
03/05/2012	23.66 -1.75 (-0.25 175)	23.09 -1.25 (-0.50 10)	23.68 -1.50	23.88 -1.25 (-0.75 20)
	SE:-1.75	SE:-1.50	SE:-1.50	SE:-1.50
25/01/2008	25.01 -3.75 (-0.75 10)	24.93 -3.25 (-1.25 170)	25.19 -4.00 (-1.25 5)	24.99 -3.25 (-1.75 170)
	SE: -4.00	SE: -3.75	SE: -4.50	SE: -4.00
07/07/2012	25.76 -3.25	25.36 -2.25 (-1.00 140)	25.82 -3.50 (-1.50 15)	25.41 -2.75 (-1.50 155)
	SE: -3.25	SE: -2.75	SE: -4.25	SE: -3.50
13/02/2007	25.65 -4.50 (-0.75 30)	25.32 -3.25 (-1.25 135)	25.77 -4.50 (-1.00 25)	25.52 -3.50 (-1.25 140)
	SE: -4.75	SE: -3.75	SE: -5.00	SE: -4.00
04/09/2007	24.60 -2.75(-0.50 65)	24.81 -3.00 (-0.50 150)	24.64 -2.75 (-0.50 65)	24.90 -3.00 (-0.75 150)



**PARTIE PRATIQUE : DONNEES HOYA**

	SE: -3.00	SE: -3.25	SE: -3.00	SE: -3.25
05/01/2008	24.29 -3.00(-0.75 170)	24.37 -3.25 (-1.00 15)	24.37 -3.25 (-0.75 112)	24.45 -3.25 (-1.50 20)
	SE: -3.25	SE: -3.75	SE: -3.50	SE: -4.00
18/03/2010	23.55 -0.50 (-0.25 115)	23.26 -0.25 (-0.25 20)	23.45 -0.50 (-0.25 110)	23.20 -0.25 (-0.50 10)
	SE: -0.50	SE: -0.25	SE: -0.50	SE: -0.50
23/07/2013	23.92 -0.75 (-0.50 100)	24.04 -1.00 (-0.50 80)	23.95 -0.50 (-0.50 95)	24.12 -1.00 (-0.25 80)
	SE: -1.00	SE: -1.25	SE: -0.75	SE: -1.00
28/10/2009	24.64 -2.50 (-1.00 180)	24.96 -3.00 (-1.00 165)	24.68 -2.00 (-1.00 180)	25.00 -2.50 (-0.75 175)
	SE: -3.00	SE: -3.50	SE: -2.50	SE: -2.75
15/02/2011	24.28 -3.25 (-0.75 80)	24.10 -2.75 (-0.50 110)	24.32 -3.25 (-0.75 70)	24.06 -2.50 (-0.75 130)
	SE: -3.50	SE: -3.00	SE: -3.50	SE: -2.75
17/11/2011	23.11 -0.25 (-0.75 165)	23.25 -0.50 (-0.25 20)	23.17 -0.75 (-0.50 170)	23.27 -0.75 (-0.25 20)
	SE: -0.50	SE: -0.50	SE: -1.00	SE: -0.75

**PARTIE PRATIQUE : DONNEES HOYA**

26/06/2010	23.65 -1.00 (-0.25 110)	24.30 -2.25 (-1.00 50)	23.68 -1.00 (-0.25 170)	24.52 -2.50 (-1.00 40)
	SE: -1.00	SE: -2.75	SE: -1.00	SE: -3.00
18/10/2012	23.95 -3.00 (-0.25 175)	24.52 -4.00 (-0.75 170)	24.27 -3.50 (-1.25 15)	24.68 -4.00 (-1.25 170)
	SE: -3.00	SE: -4.25	SE: -4.00	SE: -4.50
23/08/2009	24.18 -1.00 (-0.25 165)	24.08 -1.00 (-0.25 180)	24.11 -1.00 (-0.50 170)	24.10 -1.00 (-0.50 10)
	SE: -1.00	SE: -1.00	SE: -1.25	SE: -1.25
13/09/2005	25.37 -2.00 (-0.75 175)	25.21 -1.50	25.54 -1.75 (-1.00 175)	25.30 -1.50 (-0.50 10)
	SE: -2.25	SE: -1.50	SE: -2.25	SE: -1.75

**PARTIE PRATIQUE : DONNEES ORTHOK**

Date de naissance	Réfraction LA Initiales		Réfraction LA 1 an	
	OD	OG	OD	OG
23/05/ 2007	24.89 -3.75 (-0,75 180°)	24.16 -2.00 (-1,25 175°)	25.00 -3.75 (-0.75 180°)	24.23 -2.00 (-1.25 175°)
	SE : -4.00	SE : -2.50	SE : -4.00	SE : -2.50
16/12/ 2005	24.35 -1.75 (-1.75 180°)	24.35 -1.75 (-1.50 180°)	24.37 -2.00 (-1.75 180°)	24.40 -1.75 (-1.50 180°)
	SE : -2.50	SE : -2.50	SE : -2.75	SE : -2.50
25/09/ 2004	24.02 -2.75 (-0.50 180)	23.91 -2.50 (-0.50 35°)	23.54 -2.75 (-0.50 180)	23.55 -2.50 (-0.50 35)
	SE : -3.00	SE : -2.75	SE : -3.00	SE : -2.75
22/04/ 2004	25.75 -3.50	24.43 -1.25	25.94 -3.25	24.54 -1.00
	SE : -3.50	SE : -1.25	SE : -3.25	SE : -1.00
23/03/ 2010	24.18 -2.00 (-0.25 145)	24.07 -1.75 (-0.50 180)	24.29 -2.00 (-0.25 145)	24.21 -1.75 (-0.50 180)
	SE : -2.00	SE : -2.00	SE : -2.00	SE : -2.00
02/05/ 2005	25.35 -3.75	25.38 -3.25	25.31 -4.00	25.31 -3.25

**PARTIE PRATIQUE : DONNEES ORTHOK**

	SE : -3.75	SE : -3.25	SE : -4.00	SE : -3.25
20/06/ 2008	24.95 -3.75	25.06 -3.75 (-0.25 145)	25.03 -3.75	25.07 -3.75 (-0.25 145)
	SE : -3.75	SE : -3.75	SE : -3.75	SE : -3.75
17/03/ 2009	25.23 -3.00 (-0.25 65)	25.06 -3.75 (-0.50 95)	25.24 -3.00 (-0.25 65)	25.07 -3.50 (-0.50 95)
	SE : -3.00	SE : -4.00	SE : -3.00	SE : -3.75
13/01/ 2009	25.45 -2.00 (-0.50 180)	25.59 -2.50	25.69 -2.50 (-0,75 175)	25.79 -2.75 (-0.50 180°)
	SE: -2.25	SE : -2.50	SE: -2.75	SE : -3.00
10/09/ 2008	23.80 -3 (-1.50 95)	23.97 -2.75 (-1,50 95°)	23.96 -3.00 (-1.50 95)	24.09 -2.75 (-1.50 95)
	SE: -3.75	SE : -3.50	SE: -3.75	SE : -3.50
30/04/ 2006	23.94 -1.50 (-0.75 90)	24.01 -1.75 (-0.25 90)	24.01 -1,25 (-0,75 90)	24.10 -2,00 (-0,25 90)
	SE: -1.75	SE : -1.75	SE: -1.50	SE : -2.00
17/05/ 2006	25.72 -4,25	25.97 -4,25 (-1.00 150)	25.73 -4.50	25.97 -4.50 (-1,00 150)
	SE: -4.25	SE : -4.75	SE: -4.50	SE : -5.00

**PARTIE PRATIQUE : DONNEES ORTHOK**

13/08/ 2010	24.49 -3.00 (-0.50 160)	24.50 -2.75 (-0.75 170°)	24.73 -2.75 (-0,50 160)	24.53 -2.50 (-0.75 170)
	SE: -3.25	SE : -3.00	SE: -3.25	SE : -2.75
16/11/ 2005	23.47 -1.75	23.09 -1.00	23.51 -1.75	23.16 -0.50 (-0.50 75)
	SE: -1.75	SE : -1.00	SE:-1.75	SE : -0.75
07/12/ 2006	25.04 -3.00 (-0,25 15)	25.11 -3.00 (-0,25 180)	25.14 -3.00 (-0,25 15)	25.23 -3.00 (-0,25 180)
	SE: -3.00	SE : -3.00	SE:-3.00	SE : -3.00
16/12/ 2008	24.53 -4.75	24.72 -4.75	24.58 -5.00	24.85 -5.00
	SE: -4.75	SE : -4.75	SE: -5.00	SE : -5.00
11/12/ 2005	26.08 -2.50	26.11 -2.75	26.08 -2.50	26.10 -2.50
	SE: -2.50	SE : -2.75	SE: -2.50	SE : -2.50
12/05/ 2006	24.25 -2.25 (-1.00 60)	24.07 -2.50 (-1.00 90)	24.28 -2.50	24.11 -2.00
	SE: -2.75	SE : -3.00	SE: -2.50	SE : -2.00
14/07/ 2005	24.28 -4.50	24.16 -4.75	24.24 -4.50	A PAS -4.75

**PARTIE PRATIQUE : DONNEES ORTHOK**

	SE: -4.50	SE : -4.75	SE: -4.50	SE : -4.75
02/08/ 2005	24.57 -1.75 (-0.50 20)	24.98 -2.50 (-0.75 160)	24.82 -1.75 (-0.50 20)	25.27 -2.50 (-0.75 160)
	SE: -2.00	SE : -2.75	SE: -2.00	SE : -2.75

## ANNEXE 7 / 8

### ESSILOR

#### Descriptive Statistics

	R.FRACTION T0	R.FRACTION T1
Valid	40	40
Missing	0	0
Mean	-2.313	-2.325
Std. Deviation	1.220	1.201
Minimum	-4.500	-4.750
Maximum	-0.500	-0.250

### HOYA

#### Descriptive Statistics

	R.FRACTION T0	R.FRACTION T1
Valid	40	40
Missing	0	0
Mean	-2.013	-2.131
Std. Deviation	1.281	1.303
Minimum	-4.500	-4.500
Maximum	-0.250	0.000

### ORTHOK

#### Descriptive Statistics

	R.FRACTION T0	R.FRACTION T1
Valid	40	40
Missing	0	0
Mean	-3.038	-3.031
Std. Deviation	0.983	1.058
Minimum	-4.750	-5.000
Maximum	-1.000	-0.750

## ANNEXE 9 / 10

### ESSILOR

#### Descriptive Statistics

	LONGUEUR AXIALE T0	LONGUEUR AXIALE T1
Valid	40	40
Missing	0	0
Mean	24.299	24.362
Std. Deviation	0.974	0.935
Minimum	22.900	23.010
Maximum	26.390	26.420

### HOYA

#### Descriptive Statistics

	LONGUEUR AXIALE T0	LONGUEUR AXIALE T1
Valid	40	40
Missing	0	0
Mean	24.134	24.223
Std. Deviation	0.846	0.845
Minimum	22.550	22.760
Maximum	26.460	26.470

### ORTHOK

#### Descriptive Statistics

	LONGUEUR AXIALE T0	LONGUEUR AXIALE T1
Valid	40	40
Missing	0	0
Mean	24.676	24.731
Std. Deviation	0.733	0.763
Minimum	23.090	23.160
Maximum	26.110	26.100



## ANNEXE 11 REFRACTION

ÉVOLUTION	GROUPE ESSILOR
-0,75	1
0	1
0,25	1
-0,5	1
0,25	1
0	1
0	1
0,5	1
0,5	1
-0,5	1
0,5	1
-0,25	1
0	1
0,25	1
-0,25	1
0	1
0	1
-0,25	1
0	1
-0,25	1
-1	1
-0,25	1
0,25	1
-1	1
0	1
-0,25	1
0,25	1
0,5	1
0,5	1
-0,25	1
0,5	1
-0,25	1

ÉVOLUTION	GROUPE ESSILOR
0	1
0	1
-0,25	1
0	1
0,25	1
0	1
0,25	1
0,25	1

## ANNEXE 11 REFRACTION

ÉVOLUTION	GROUPE HOYA
0,25	2
0	2
0	2
0,5	2
0,25	2
0	2
0	2
0,25	2
-0,75	2
-0,25	2
-0,25	2
-0,25	2
0,25	2
-0,5	2
0,25	2
-0,5	2
-0,25	2
-0,5	2
0	2
0	2
-0,5	2
0	2
-0,25	2
0,25	2
0,5	2
0	2
-0,5	2
0	2
-0,75	2
0	2
0	2
-0,25	2

ÉVOLUTION	GROUPE HOYA
0,5	2
-0,75	2
0	2
-0,25	2
-0,25	2
-0,25	2
-0,25	2
0	2

ANNEXE 11 REFRACTION

ÉVOLUTION	GROUPE ORTHOK
0	3
-0,25	3
0	3
0,25	3
0	3
-0,25	3
0	3
0	3
-0,5	3
0	3
0,25	3
-0,25	3
0	3
0	3
0	3
-0,25	3
0	3
0,25	3
0	3
0	3
0	3
0	3
0	3
0	3
-0,25	3
0	3
0	3
0	3
0,25	3
-0,5	3
0	3
-0,25	3
-0,25	3

ÉVOLUTION	GROUPE ORTHOK
0,25	3
0,25	3
0	3
-0,25	3
0,25	3
1	3
0	3
0	3

ANNEXE 11 LONGUEUR AXIALE

ÉVOLUTION	GROUPE ESSILOR
0,49	1
0,49	1
0,03	1
-0,01	1
0,2	1
0,29	1
0,12	1
0,16	1
-0,2	1
-0,14	1
0,16	1
0,17	1
0,08	1
0,08	1
-0,06	1
0	1
0,14	1
0,13	1
-0,09	1
-0,16	1
0,06	1
0,06	1
0,03	1
0,07	1
0,11	1
-0,02	1
-0,07	1
0,02	1
0,29	1
0,2	1
-0,01	1
-0,04	1

ÉVOLUTION	GROUPE ESSILOR
0,13	1
0,11	1
-0,04	1
-0,1	1
-0,09	1
-0,03	1
-0,01	1
-0,03	1

## ANNEXE 11 LONGUEUR AXIALE

ÉVOLUTION	GROUPE HOYA
0,03	2
0,42	2
0,04	2
0,22	2
0	2
0,01	2
-0,13	2
-0,01	2
-0,09	2
-0,07	2
0,04	2
0,12	2
0,14	2
0,21	2
0,08	2
0,05	2
-0,12	2
-0,17	2
0,08	2
0,06	2
0,04	2
0,03	2
-0,13	2
-0,15	2
0,54	2
0,58	2
0,02	2
0,79	2
0,18	2
0,06	2
0,08	2
0,08	2

ÉVOLUTION	GROUPE HOYA
0,06	2
0,02	2
0,03	2
0,22	2
0,17	2
0,09	2
-0,07	2
0,02	2

## ANNEXE 11 LONGUEUR AXIALE

ÉVOLUTION	GROUPE ORTHOK
0,11	3
0,07	3
0,02	3
0,05	3
-0,48	3
-0,36	3
0,19	3
0,11	3
0,11	3
0,14	3
-0,04	3
-0,07	3
0,08	3
0,01	3
0,01	3
0,01	3
0,24	3
0,2	3
0,16	3
0,12	3
0,07	3
0,09	3
0,01	3
0	3
0,24	3
0,03	3
0,04	3
0,07	3
0,1	3
0,12	3
0,05	3
0,13	3

ÉVOLUTION	GROUPE ORTHOK
0	3
-0,01	3
0,03	3
0,04	3
-0,04	3
0	3
0,25	3
0,29	3

## ANNEXE 12

### REFRACTION

#### ANOVA - .VOLUTION

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
GROUPE	0.226	2	0.113	1.078	0.344
Residuals	12.272	117	0.105		

*Note.* Type III Sum of Squares

### LONGUEUR AXIALE

#### ANOVA - .VOLUTION

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
GROUPE	0.026	2	0.013	0.478	0.621
Residuals	3.177	117	0.027		

*Note.* Type III Sum of Squares

## ANNEXE 13

### ESSILOR

Paired Samples T-Test						
Measure 1		Measure 2		t	df	p
R.FRACTION T0	-	R.FRACTION T1		0.208	39	0.836

*Note.* Student's t-test.

### HOYA

Paired Samples T-Test						
Measure 1		Measure 2		t	df	p
R.FRACTION T0	-	R.FRACTION T1		2.276	39	0.028

*Note.* Student's t-test.

### ORTHOK

Paired Samples T-Test						
Measure 1		Measure 2		t	df	p
R.FRACTION T0	-	R.FRACTION T1		-0.158	39	0.875

*Note.* Student's t-test.



## ANNEXE 13

## ESSILOR

## Paired Samples T-Test

Measure 1		Measure 2	t	df	p
LONGUEUR AXIALE T0	-	LONGUEUR AXIALE T1	-2.631	39	0.012

*Note.* Student's t-test.

## HOYA

## Paired Samples T-Test ▼

Measure 1		Measure 2	t	df	p
LONGUEUR AXIALE T0	-	LONGUEUR AXIALE T1	-2.860	39	0.007

*Note.* Student's t-test.

## ORTHOK

## Paired Samples T-Test

Measure 1		Measure 2	t	df	p
LONGUEUR AXIALE T0	-	LONGUEUR AXIALE T1	-2.475	39	0.018

*Note.* Student's t-test.