

DEPARTEMENT DE PHYSIQUE APPLIQUEE ET OPTIQUE

M E M O I R E

Présenté par :

Mlle ZEBBOUDJ Roufaïda Zoubida

Mlle BELABDI Rawdha Ikhlal

Pour l'obtention du diplôme de Master / licence

Spécialité : Optométrie

Thème

***L'évaluation de l'efficacité des verres péri focaux utilisés pour
ralentir la progression de la myopie chez les enfants.***

Soutenu le devant la commission d'examen

Pr S. Chiali	Institut des Sciences et Techniques Appliquées Université Oran 1	Présidente
Pr F. KAIL	Institut des Sciences et Techniques Appliquées Université Oran 1	Examinatrice
Dr. LARBI DAHO BACHIR Nadjet	Institut des Sciences et Techniques Appliquées Université Oran 1	Encadrante
Dr. OUZZANI Mhamed	Institut des Sciences et Techniques Appliquées Université Oran 1	Co-encadreur

Année Universitaire 2024-2025

Dédicace

Nous dédions ce travail de mémoire à :

*À Mon cher père **Slimane Djamel El Dine** et ma tendre mère **Fatima Zahra**, pour leur amour, leur soutien inconditionnel et leurs encouragements constants.*

*À mes bien aimés frères et sœurs **Zahreddine, Roumaïssa, Noussaïba et Roudaina**, pour leur patience, leur présence et leur appui tout au long de ce parcours.*

*Sans oublier mes petits trésors mes neveux **Forat et Wateen**, qui m'ont offert des moments de joie et de tendresse durant cette aventure.*

ZEBBOUDJ Roufaïda Zoubida

À Mon cher père et ma tendre mère pour leur amour, leur soutien inconditionnel et leurs encouragements constants

*À mes frères et sœurs : **Ahmed, Youcef, Rihab, Malak et Farah**, pour leur patience, leur présence et leur appui tout au long de ce parcours.*

*À ma précieuse nièce Hanin, petit ange récemment arrivé, qui illumine nos cœurs de sa douceur,
À mon cher neveu Adem, que j'aime profondément,*

À Adem et Watin, mes trésors, à qui je promets de toujours être là, de les accompagner avec amour, courage et patience tout au long de leur chemin....

À ma famille, qui a toujours cru en moi et m'a donné la force d'avancer avec confiance.

BELABDI Rawdha Ikhlas

Remerciements :

Tout d'abord nous remercions Dieu le tout puissant pour nous avoir donné la force et la volonté d'accomplir ce travail.

Nos parents qui grâce à leur bienveillance et leur tendresse qui a illuminé notre chemin.

Avant tout développement sur ce mémoire, il apparaît opportun de commencer ce mémoire par des remerciements à ceux qui nous ont beaucoup appris au cours de la préparation de ce projet et de notre formation durant ces cinq années.

*Nous tenons à remercier en priorité notre encadrante, **LARBI DAHO BACHIR Nadjat** à qui nous adressons toute notre gratitude et notre respect. Qui nous a supervisé, et nous a accompagné tout au long de rédaction de ce mémoire avec beaucoup de patience.*

*Aussi, nous sommes reconnaissantes également aux nos maitres de stage et notre enseignant et **Co-encadrant Dr Ouazzani mhamed** qui nous a aidé, et a partagé ses connaissances avec nous.*

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer ce travail de mémoire.

*Je remercie sincèrement **Madame CHIALI Salma**, présidente du jury, pour l'honneur de sa présence, ainsi que pour l'attention portée à mon travail.*

*Je remercie également **Madame KAIL Fatiha**, examinatrice, pour ses remarques pertinentes, son regard critique et ses suggestions constructives.*

*Nous remercions aussi **la Clinique Ibn El Haythem** de nous avoir accueillis chez eux et acceptées de nous offrir un terrain de stage constructif et bien veillant.*

*Nos sincères remerciements pour l'opticien **OPTIQUE EL HABIBATEN** pour son accueil chaleureux, sa disponibilité et la qualité des informations transmises.*

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce projet

Table des matières

Table des matières :

Résumé:	1
Abstract:	1
Introduction générale:.....	2
Chapitre I : Revue générale sur la myopie	3
I. Introduction :	4
II. Définitions de la myopie :	5
III. Anatomie et physiopathologie de l'œil myope :.....	5
IV. Classification de la myopie :	6
A. Selon la structure de l'œil on retrouve :.....	6
B. Selon l'intensité on reconnaît :	7
C. Selon l'âge d'apparition comprend :	7
V. Epidémiologie :	8
VI. Etiologie :	10
1. Facteurs génétiques (myopie parentale) :	10
2. Facteurs environnementaux et mode de vie :.....	10
3. Pourquoi il existe plus de myopes en Asie ?	12
VII. L'impact de la myopie :.....	12
1) Impact économique de la myopie :.....	12
2) Impact social de la myopie :	13
VIII. Conclusion :.....	14
Chapitre II : La myopie évolutive chez l'enfant	15
I. Introduction :	16
II. La myopie évolutive :	17
III. La prévalence de la myopie infantile :.....	17
IV. Développement visuel et mécanisme d'émotropisation chez l'enfant :.....	18
1. Vision de l'enfant :	18
2. Le phénomène d'émotropisation :	19
V. L'évolution biométrique oculaire et défocalisation hypermétropique dans la myopie infantile : ..	20
- L'évolution biométrique oculaire :	20
- La défocalisation hypermétropique :	21
VI. Le retard accommodatif (ou le lag accommodatif) :	22
VII. Les complications cliniques liées à la myopie évolutive :.....	23
1) La dégénérescence maculaire ou la maculopathie myopique :.....	23
2) La déchirure et le décollement rétinien :	23

Table des matières

3) Corps flottants :	24
4) Cataracte :	24
5) Le glaucome :	24
VIII. Les Moyens de freination de la myopie évolutive :	25
A. Techniques optiques :	25
B. Techniques pharmacologique :	27
IX. Conclusion :	27
Chapitre III : Les verres de freination de la myopie	28
I. Introduction :	29
II. Historique des verres freinateurs de la myopie chez l'enfant :	30
III. Principaux indicateurs de progression de myopie :	31
1) La longueur axiale :	31
2) La réfraction :	32
IV. Technologies utilisées et principe du verre :	32
i. Les verres uni-focaux :	32
ii. Les verres bifocaux :	33
iii. Les verres bifocaux prismatiques :	33
iv. La technologie HALT (highly aspherical lens target):	34
v. La technologie DIMS :	35
vi. La technologie CARE :	36
VI. Conclusion :	41
Partie pratique : etude de cas	43
I. Introduction :	44
II. L'objectif :	44
III. Méthode et Matériel :	45
i. Critères d'inclusion :	45
ii. Critères d'exclusion :	45
iii. Bilan clinique d'un patient myope :	45
vi. Verre perifocal MYOLIFE de NOVATIS :	51
IV. Statistique :	57
V. Résultats :	58
1) Description de l'échantillon étudié :	58
2) Influence du verre sur la longueur axiale :	59
3) Influence de verre périfocal sur les deux méridiens de réfraction :	64
i. Résultats d'efficacité :	66
VI. Discussion.....	71

Table des matières

VII. Résultats et discussion des questionnaires :.....	72
1) Discussion et résultats de questionnaire pour les professionnels :	73
2) Résultats de questionnaire pour les parents :	77
Annexes :	82
Référence :	85

Liste des figures :

Chapitre I :

Figure (I-1) : Schéma illustrant le système optique d'un œil emmétrope	4
Figure (I-2) : Schéma illustrant le système optique d'un œil myope	4
Figure (I-3) : les bases de classification de la myopie	5
Figure (I-4) : Classification de la myopie	5
Figure (I-5) : La prévalence de la myopie	7
Figure (I-6) : Prévalences actuelles et à l'horizon 2050 de la myopie à travers le monde. [9]	8
Figure (I-7) : Graphique comparatif de la perte de productivité mondiale en 2019 et en 2025. [9]	12

Chapitre II

Figure (II-1) : Illustration de la défocalisation hypermétropique	20
Figure (II-2) : Influence de la proximité sur la réponse accommodative	21
Figure (II-3) : Aspect du fond d'œil chez un patient atteint de DMLA	23
Figure (II-4) : Aspect du fond d'œil en cas de décollement de rétine	23
Figure (II-5) : Aspect du nerf optique atteint de glaucome	23
Figure (II-6) : Aspect clinique d'une cataracte	23
Figure (II-7) : Vision perturbée par les corps flottants	23
Figure (II-8) : Effet de correction du shift hypermétropique périphérique par lentille d'orthokératologie [44]	24
Figure (II-9) : Un homme port des lunettes	25
Figure (II-10) : Atropine	26

Chapitre III

Figure (III-1) : La longueur axiale	30
Figure (III-2) : La réfraction sous un verre uni-focal	31
Figure (III-3) : Les verres bifocaux et leurs principes defonctionnement	32

Table des matières

Figure (III-4) : Le design de verre bifocal prismatique _____	33
Figure (III-5) : Le principe et le design de verre de HALT _____	33
Figure (III-6) : Le principe et le design de verre de DIMS _____	34
Figure (III-7) : L'évolution de l'erreur réfractive chez les enfants porteurs de verre DIMS ____	34
Figure (III-8) : L'évolution de la longueur axiale chez les enfants porteur de verre DIMS et non porteur _____	35
Figure (III-9) : Le design de verre CARE _____	35
Figure (III-10) : Le design de verre périfocal _____	36
Figure (III-11) : Principe de fonctionnement de verre périfocal _____	36
Figure (III-12) : La défocalisation myopique et la défocalisation hypermétropique _____	37
Figure (III-13) : L'asymétrie naturelle de la défocalisation hypermétropique sur la rétine ____	38
Figure (III-14) : Impact des verres préfocaux sur l'évolution de la longueur axiale _____	38
Figure (III-15) : Impact des verres préfocaux sur la progression de la myopie en dioptries ____	39

Partie pratique IV :

Figure (IV-1) : Les étapes d'examen clinique d'un patient myope _____	45
Figure (IV-2) : Photos de fond d'œil _____	46
Figure (IV-3) : Projecteur Topocon ACP-8 _____	47
Figure (IV-4) : Cycloplie _____	47
Figure (IV-5) : Autoref Topocon KR 800 _____	47
Figure (IV-6) : Lampe a fente _____	48
Figure (IV-7) : Tonomètre de goldmen _____	48
Figure (IV-8) : Topographe oculus Pentacam _____	48
Figure (IV-9) : IOL master 700 et sa prise de mesure _____	49
Figure (IV-10) : MYAH Topocon et sa prise de mesure _____	49
Figure (IV-11) : Phoroptère automatique Topocon CV5000 _____	50
Figure (IV-12) : Semi-fini _____	51
Figure (IV-13) : Fiche de fabrication _____	51
Figure (IV-14) : Un semi-fini bloqué sur un support _____	52
Figure (IV-15) : La protection d'un verre avec un film plastique bleu _____	52
Figure (IV-16) : Taillage du verre effectué à l'aide d'un outil de coupe en diamant. _____	52

Table des matières

Figure (IV-17) : Lisseuse automatique des verres	53
Figure (IV-18) : Retrait de la mollette mécanique	53
Figure (IV-19) : Contrôle des verres	53
Figure (IV-20) : Un support pour verres	54
Figure (IV-21) : Les couches de durcissement	54
Figure (IV-22) : Les supports rotatifs	54
Figure (IV-23) : La chambre à vide	54
Figure (IV-24) : La recette de l'antireflets (les produits chimiques)	54
Figure (IV-25) : contrôle finale	55
Figure (IV-26) : Un ancien verre de freinateur de la myopie	55
Figure (IV-27) : un frontofocomètre	56
Figure (IV-28) : Optique EL HABIBATEN	56
Figure (IV-29) : L'appareille permet de centré le verre)	56
Figure (IV-30) : L'appareille permet relever la forme exacte de la monture	56
Figure (IV-31) : La meuleuse manuelle	57
Figure (IV-32) : La meuleuse automatique	57
Figure (IV-33) : La forme du verre dans la monture	57

Liste des tableaux

Chapitre I :

Tableau (I-1) : Prévalences actuelles et à l'horizon 2050 de la myopie à travers le monde. 8

Tableau (I-2) : Résumé des facteurs environnementaux influençant la myopie 10

Chapitre II :

Tableau (II-1) : Prévalences de la myopie pour chaque année chez les écoliers (Hangzhou, Chine, 2023) 18

Tableau (II-2) : Étapes du développement de la vision chez l'enfant [27] 22

Chapitre III :

Tableau (III-1) : Les principaux résultats publiés concernant les verres freinateurs de la myopie 41

Table des matières

Chapitre IV :

Tableau (IV-1) : description initiale d'échantillon	58
Tableau (IV-2) : les valeurs de LA pendant le port des verres périfocaux	59
Tableau (IV-3) : l'évolution de LA pendant le port des verres périfocaux	60
Tableau (IV-4) : les valeurs des longueurs axiales des 4 cas	62
Tableau (IV-5) : Les valeurs de LA pendant le port des verres périfocaux (mm)	62
Tableau (IV-6) : Evolution de LA de 12mois a 24 mois	63
Tableau (IV-7) : les valeurs moyennes de la puissance réfractive sur les deux méridiens le plus plat et le plus cambré a T0 et T12 mois avant et après le port	64
Tableau (IV-8) : L'évolution de la réfraction Pendant le port de 12 mois (dioptries) sur les deux méridiens	65
Tableau (IV-9) : les valeurs moyennes de la puissance réfractive sur les deux méridiens le plus plat et le plus cambré a T0 et T24 mois avant et après le port	65
Tableau (IV-10) : L'évolution de la réfraction Pendant une période de 24 mois	66
Tableau (IV-11) : les normes de l'évolution de la LA selon l'étude de clergeau 2007	67
Tableau (IV-12) : l'évolution de la longueur axiale selon la tranche d'âge	67
Tableau (IV-13) : l'évolution de la longueur axiale selon les normes pour une période de port de 24 mois	69
Tableau (IV-14) : pourcentage d'efficacité et d'inefficacité des verres périfocaux pour une période de port de 12 mois	69
Tableau (IV-15) : répartition de l'évolution de la réfraction selon la norme	70

Liste des abréviations :

SMS : Study of myopia control with spectacle lenses

DMLA : Dégénérescence maculaire liée à l'âge

HALT: Highly aspherical lens target

DIMS: Defocus incorporated multiple segments

RDV : Rendez-vous

LA : Longueur axiale

OD : Œil droit

OG: Œil gauche

Table des matières

Liste des graphes:

Graphe 1 : Répartition selon le sexe.....	58
Graphe 3 : Répartition selon l'âge.....	58
Graphe 2 : Répartition selon la région.....	58
Graphe4 : les valeurs de la longueur axiale à t=0 et t= 12 mois.....	61
Graphe 5 : la progression après une année de port pour les 50 yeux	61
Graphe 6 : Evaluation de la longueur axiale pour ces 4 cas	63
Graphe 7 : comparaison de l'évolution de LA entre T0 et T12 mois	63
Graphe 8 : le pourcentage d'efficacité et d'inefficacité selon la tranche d'âge.....	68
Graphe 9 : pourcentage d'efficacité et d'inefficacité des verres périfocaux pour une période de port de 24 mois.....	69
Graphe 10 : pourcentage d'efficacité et d'inefficacité des verres périfocaux pour une période de port de 12 mois.....	69
Graphe 11 : pourcentage d'efficacité et d'inefficacité des verres périfocaux selon les deux méridiens de réfraction.....	70
Graphe 12 : Répartition des répondeurs au questionnaire	73
Graphe 13 : Répartition des patients myopes parmi l'ensemble des consultations.....	73
Graphe 14 : Répartition des enfants myopes parmi les myopes.....	74
Graphe 15 : Répartition des solutions proposées aux parents d'enfants myopes	74
Graphe16 : Répartition des professionnels ayant recommandé les verres périfocaux aux enfants myopes	75
Graphe 17 : Répartition de l'efficacité des verres selon les professionnels	75
Graphe 18 : Répartition de la durée de ralentissement.....	76
Graphe 19 : les principaux avantages des verres périfocaux selon les professionnels.....	76
Graphe 20 : les principaux inconvénients des verres périfocaux selon les professionnels	76
Graphe 21 : Répartition des catégories des enfants myopes	77
Graphe 22 : Les dates du premier diagnostic	77
Graphe 23 : Répartition des signes de la myopie par les parents	78
Graphe 24 : Répartition des antécédents familiaux.....	78
Graphe 25 : Répartition du degré de la myopie.....	79
Graphe 26 : Répartition de port de lunettes.....	79
Graphe 27 : Répartition du premier port des lunettes.....	79
Graphe 28 : Répartition de l'efficacité des verres de freination selon les parents	80
Graphe 29 : Répartition des inconvénients sur les verres.....	80

Résumé:

Dans le cadre de ce mémoire, notre objectif principal a été d'évaluer l'efficacité des verres défocalisants dans la freination de la myopie évolutive chez l'enfant. Les études ont constaté que la myopie est en augmentation dans le monde, représentant aujourd'hui un véritable enjeu de santé publique en raison de ses complications donc il est essentiel d'agir dès l'enfance afin de limiter les risques de ses complications à l'âge adulte. Nous avons mené une étude rétrospective réalisée auprès de 25 enfants myopes âgés de 5 à 17 ans, suivis pendant une période allant jusqu'à 24 mois. Nous y avons analysé l'évolution de la longueur axiale et de la réfraction sous l'effet du port des verres défocalisants, en nous basant sur des mesures précises recueillies à différents intervalles, tout en intégrant des comparaisons individuelles pour illustrer certains cas cliniques. Cette étude nous a permis de confronter les connaissances théoriques à la réalité du terrain et d'apprécier l'impact concret de ces verres dans le ralentissement de la progression myopique chez l'enfant.

Abstract:

For the purposes of this thesis, our main objective was to assess the effectiveness of defocusing lenses in curbing progressive myopia in children. Studies have shown that myopia is on the increase worldwide, and today represents a real public health issue due to its complications. It is therefore essential to take action from childhood onwards to limit the risks of complications in adulthood. We conducted a retrospective study of 25 myopic children aged 5 to 17, followed for up to 24 months. We analyzed the evolution of axial length and refraction under the effect of wearing defocusing lenses, based on precise measurements collected at different intervals, while integrating individual comparisons to illustrate certain clinical cases. This study enabled us to compare theoretical knowledge with the reality of the field, and to assess the concrete impact of these lenses in slowing myopic progression in children.

Introduction générale:

La myopie est aujourd'hui considérée comme un enjeu de santé publique mondial. Sa prévalence a fortement augmenté au cours des dernières décennies, notamment en Asie, mais aussi dans les pays occidentaux. On estime qu'à l'horizon 2050, près de la moitié de la population mondiale pourrait être atteinte de myopie, avec un pourcentage significatif de formes évolutives ou fortes, susceptibles d'entraîner des complications oculaires sévères (détachement de rétine, glaucome, maculopathie myopique).

Cette progression rapide s'explique par divers facteurs, à la fois génétiques et environnementaux. Parmi ces derniers, le temps prolongé passé en vision de près, l'exposition réduite à la lumière naturelle, et l'usage intensif des écrans sont régulièrement évoqués. Si la myopie en elle-même est souvent bien corrigée optiquement, c'est sa progression rapide chez l'enfant et l'adolescent qui pose problème et justifie le développement de stratégies de freinage ou de contrôle.

Parmi les solutions actuelles, telles que les lentilles orthokératologiques ou les collyres d'atropine faiblement dosée, les verres ralentisseurs de myopie représentent une alternative non invasive, facilement acceptée et accessible. Basés sur le principe du défocus myopique périphérique, ces verres sont conçus pour corriger la vision centrale tout en modifiant le profil de défocalisation rétinienne, dans le but de ralentir la croissance axiale de l'œil, principal mécanisme sous-jacent à la progression de la myopie.

Ce mémoire vise à analyser le fonctionnement et l'efficacité clinique des verres ralentisseurs de myopie. Il est réparti en deux parties, une partie théorique qui contient trois chapitres parlant en générale sur la myopie évolutive, ses classifications, ses complications et ses différents moyens de freination. Et une partie pratique s'appuie sur une étude clinique suivis pendant une période allant jusqu'à 24 mois.

La partie théorique :

Chapitre I :

Revue générale sur la myopie

I. Introduction :

La myopie apparaît souvent pendant l'enfance, à l'adolescence ou de façon plus tardive (au moment des études supérieures notamment) pour progresser régulièrement et se stabiliser vers 25 ans. [1]

La myopie est aujourd'hui reconnue comme un problème de santé publique important, cause potentielle de perte visuelle et facteur de risque dans de nombreuses pathologies oculaires. La prévalence de la myopie augmente à l'échelle mondiale, touchant dans certaines populations plus de 95 % des personnes. Bien que des réductions partielles des taux de progression aient été observées grâce à des traitements pharmacologiques ou optiques ou de modifications comportementales, la progression de l'incidence de la myopie observée au cours des dernières décennies se poursuit. Cela fait de la myopie, et de ses complications associées, une priorité pour les programmes de recherche. [2]

L'apparition de la myopie semble liée au mode de vie, au type d'éducation ou à l'histoire réfractive familiale. C'est pourquoi les études sur ce sujet sont difficiles et controversées car il est compliqué de séparer la génétique des facteurs environnementaux. La multiplicité des moyens étudiés pour ralentir la progression de la myopie démontre l'absence de traitement réellement efficace à l'heure actuelle. Cependant, l'augmentation de l'incidence de la myopie à travers le monde crée un véritable problème de santé publique que les scientifiques essaient de résoudre depuis plus de 30 ans.

Ce chapitre abordera la définition de la myopie, ses causes, ses classifications et sa fréquence dans la population.

II. Définitions de la myopie :

La myopie est un trouble de la réfraction qui se traduit par l'apparition d'une vision floue de loin malgré une vision nette de près. Elle est principalement due à un globe oculaire trop long mais peut aussi avoir pour origine une anomalie du cristallin ou une cornée trop bombée.

La myopie est caractérisée par le fait que les rayons de lumière parallèle émis par un objet situé à l'infini convergent en avant du plan de la rétine, l'œil étant non accommodé. En conséquence, tout objet situé au loin demeure hors foyer, donc perçu par le myope comme un objet flou.

Le myope aura tendance à plisser les yeux pour améliorer sa vision. Ce réflexe vient du fait que les rayons de lumière passant au centre ou tout près de l'axe visuel ne sont pas ou peu déviés, quelle que soit la réfraction du sujet. En plissant l'œil, le myope élimine les rayons périphériques qui entraînent davantage de flou.

La distance maximale de vision nette du myope se calcule toujours à l'inverse de son anomalie de réfraction. Par exemple une myopie de 3 dioptries équivaut à une distance de 33 cm ($1/3 = 0.33\text{m} = 33\text{cm}$).[3]

III. Anatomie et physiopathologie de l'œil myope :

On procède 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, la rétine capte les rayons lumineux transmis par les différents dioptries intraoculaires grâce aux photorécepteurs. Ils transmettent ensuite l'image au cerveau. Enfin, l'information lumineuse est traitée et transformée en image. [4]

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 de la rétine provoquant une vision floue de loin.

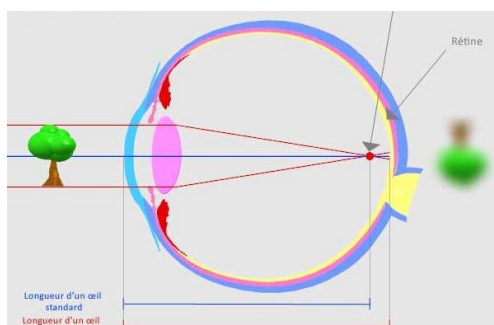


Figure (I-2) : schéma illustrant un système optique d'œil myope

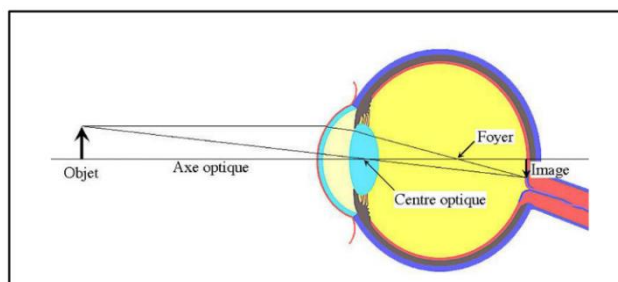


Figure (I-1) : schéma illustrant le système optique d'un œil emmétrope

IV. Classification de la myopie :

La myopie peut se répartir en plusieurs catégories : [3]

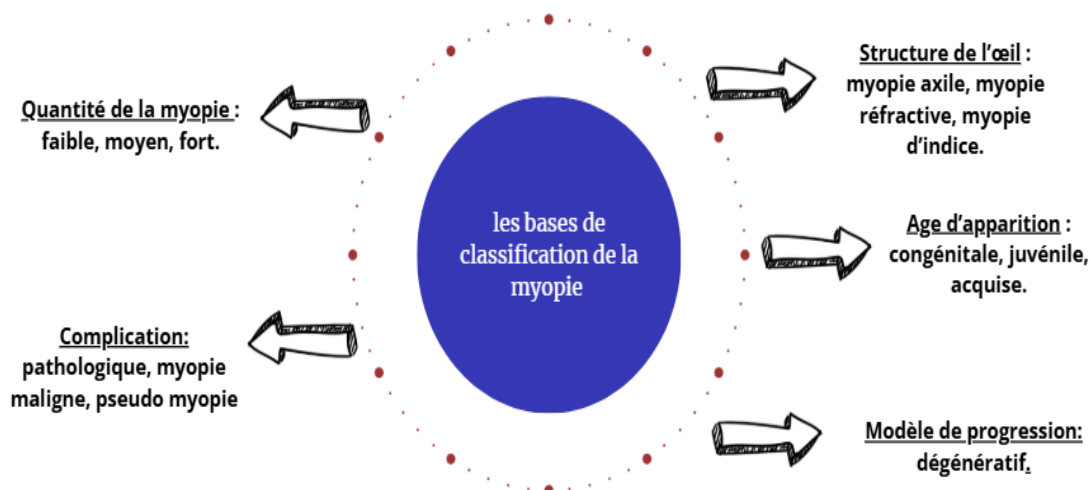


Figure (I-3) : les bases de classification de la myopie

A. Selon la structure de l'œil on retrouve :

1. La myopie simple (Axile) :

État réfractif de myopie créé par une inadéquation entre la longueur axiale de l'œil et sa puissance dioptrique, 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 axile.

2. La myopie induite : (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. (Exemples : Présence de cataractes, Pathologies les plus courantes, Cataracte de l'enfant, effet secondaire de médication, de traitement, etc.).

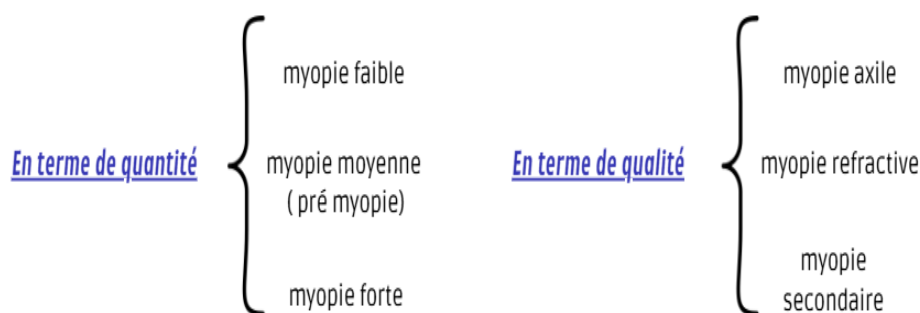


Figure (I-4) : classification de la myopie

B. Selon l'intensité on reconnaît :

1. La myopie légère :

Se caractérise par une myopie allant de -0,25 à -3,00 dioptries.

2. La myopie modérée :

Définie par une réfraction allant de -3,00 à -6,00 dioptries.

3. La myopie forte :

Significative d'une myopie allant au-delà des -6,00 dioptries avec une longueur axiale excédent 26 mm.

C. Selon l'âge d'apparition comprend :

1. La myopie congénitale :

Présente à la naissance et évolutive tout au long de la vie

2. La myopie juvénile :

Apparaissant entre 1 et 20 ans.

3. La myopie adulte :

(20-40 ans) et celle dite tardive, apparaissant après 40 ans.

D. Types de myopie rare :

1) La pseudo-myopie :

Due à un déséquilibre de l'accommodation

2) La myopie dégénérative :

Myopie très élevée à la naissance et progressive tout au long de la vie

3) La myopie maligne :

Généralement héréditaire, elle peut entraîner une perte d'acuité visuelle importante (au-delà de -10 dioptries) et peut même atteindre -30 dioptries dans les formes plus graves.

4) La myopie d'indice :

Elle est caractérisée par une augmentation de la puissance optique de l'une ou l'autre des lentilles de l'œil soit une augmentation de la puissance de réfraction du cristallin (début de la cataracte) soit, plus rare, l'augmentation de la puissance de la cornée (comme dans le kératocône).

5) La myopie induite :

Temporaire comme son nom l'indique, cette myopie est provoquée notamment par le diabète, la grossesse ou à la prise de certains médicaments.

6) La myopie liée à une subluxation du cristallin :

Extrêmement rare, cette forme de myopie est liée à un dysfonctionnement du cristallin qui adopte spontanément une forme plus bombée, ce qui entraîne une augmentation de sa puissance réfractive. [5]

v. Epidémiologie :

La myopie est le trouble réfractif le plus fréquent dans le monde. La prévalence est foudroyante, touchant dans certaines populations plus de 95 % des personnes.

Elle affecte environ 25 à 40% de la population mondiale, tandis que la forte myopie concerne environ 0,5 à 5% des individus. [6]

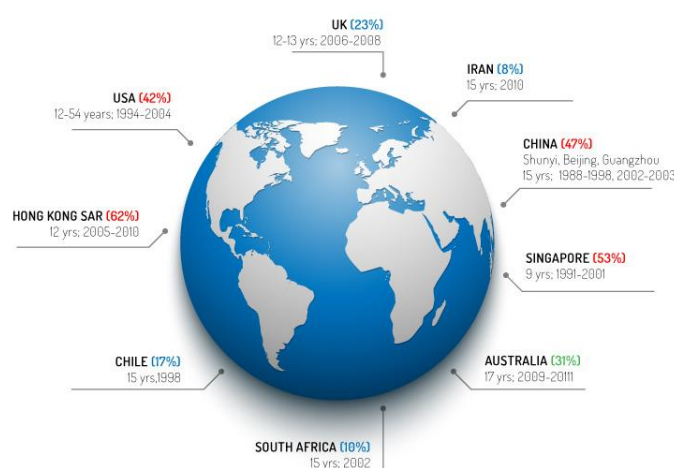


Figure (I-5) : La prévalence de la myopie dans le monde

L'**Asie**, continent le plus vaste et le plus peuplé, est probablement la zone la plus touchée. L'Asie orientale (Chine, Japon, Hong Kong, Mongolie, Corée du Nord, Corée du Sud et Taïwan) font face à une épidémie qui touche jusqu'à 40 % de la population au **Japon** et 50 % à **Taiwan**.

La **Chine** est particulièrement touchée, En 2012, près de 500 millions de Chinois âgés de plus de cinq ans souffraient d'un défaut visuel non corrigé et 450 millions d'entre eux étaient atteints de myopie. D'ici 2020, on dénombrera 700 millions de Chinois myopes, soit deux fois la population des **États-Unis**. [7]

Les populations asiatiques vivant en milieu **urbain** étaient les plus touchées par la myopie forte, l'exemple le plus frappant est celui de **Hong Kong**, sur une cohorte de 2000 étudiants en médecine 87% étaient myopes et 22% étaient myopes forts.

La prévalence de la myopie dans les **pays occidentaux** varie généralement entre 30% et 40% de la population. En 2010 une étude a montré que la myopie affecte 30% de la population en **Europe de l'Ouest**, 35% en **Amérique du Nord**. [8]

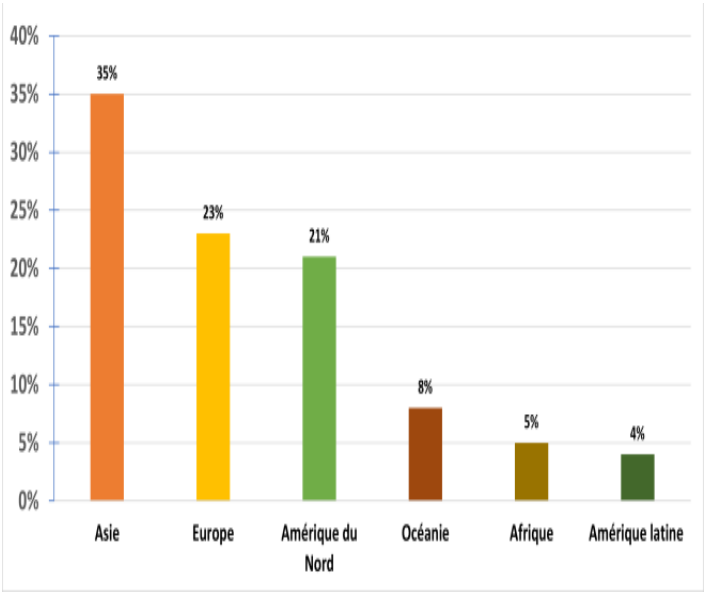


Figure (I-6) : Prévalences actuelles et à l'horizon 2050 de la myopie à travers le monde.[9]

	Prévalence dans chaque décennie					
Région	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Afrique centrale	5,1	7,0	9,8	14,1	20,4	27,9
Afrique de l'Est	3,2	4,9	8,4	12,3	17,1	22,7
Afrique de l'Ouest	5,2	7,0	9,6	13,6	19,7	26,8
Afrique du Nord et Moyen-Orient	14,6	23,3	30,5	38,8	46,3	52,2
Afrique du Sud-Est	5,1	8,0	12,1	17,5	23,4	30,2
Amérique andine	15,2	20,5	28,1	36,2	44,0	50,7
Amérique centrale	22,1	27,3	34,2	41,6	48,9	54,9
Amérique du Nord, pays riches	28,3	34,5	42,1	48,5	54,0	58,4
Amérique latine (Sud)	15,6	22,9	32,4	40,7	47,7	53,4
Amérique latine (tropicale)	14,5	20,1	27,7	35,9	43,9	50,7
Asie centrale	11,2	17,0	24,3	32,9	41,1	47,4
Asie de l'Est	38,8	47,0	51,6	56,9	61,4	65,3

Tableau (I-1) Prévalences actuelles et à l'horizon 2050 de la myopie à travers le monde.

Malheureusement, il n'existe toujours pas une étude de prévalence spécifique de la myopie en **Algérie**. Cependant le ministère de la santé a publié en 2019 que 15% des Algériens étaient atteints de déficience visuelle nécessitant une correction. Plus récemment, en 2024 le président de la Société nationale d'ophtalmologie, le **Dr Yacoub Said**, a déclaré que la myopie aiguë augmente dans la société de manière large et dangereuse, s'attendant à atteindre 50% dans les années à venir. [10]

Les données publiées indiquent que la myopie est courante et qu'elle augmente avec le temps, avec des effets apparents liés à l'origine ethnique. En **2050**, la fréquence de la myopie devrait atteindre des niveaux alarmants. Selon l'étude de **Holden et al** [11], le nombre de myopes dans le monde passerait de 1406 millions de myopes (soit 23 % de la population) en 2000 à 4758 millions de myopes (soit 49,8 % de la population).

VI. Etiologie :

La myopie est causée principalement par un allongement excessif du globe oculaire, entraînant une focalisation des images en avant de la rétine. Cependant, plusieurs autres facteurs génétiques et environnementaux interviennent dans son développement et progression.

1. Facteurs génétiques (myopie parentale) :

Dans l'étude SMS [12], les enfants ayant un ou les deux parents myopes auraient deux et huit fois plus de risques de développer une myopie par rapport à ceux dont les parents ne sont pas myopes.

La myopie forte se caractérise par sa grande hétérogénéité génétique et une expressivité variable des différents facteurs de susceptibilité génétique.

Les études d'agrégation familiale et de jumeaux menées sur la myopie forte ont permis de montrer une grande susceptibilité génétique, même si les facteurs environnementaux représentent un biais potentiel. [8]

2. Facteurs environnementaux et mode de vie :

Pour ce qui est de la myopie, la génétique n'est pas la seule à être visé comme origine. Différents facteurs en lien avec la façon de vivre joueraient ainsi un rôle prépondérant dans le développement de la myopie, notamment chez les jeunes.

La pandémie de Covid-19 a entraîné dans certains pays un confinement strict prolongé qui a conduit à une réduction importante des activités extérieures conjointement à une augmentation de celles sollicitant la vision de près (sur écran). Dans ce contexte, plusieurs études montrent que ce confinement a eu un impact sur la prévalence de la myopie chez les enfants les plus jeunes.

- *Temps passé en activités de près (lecture, smartphone, ordinateurs....) :*

Le travail de près est traditionnellement considéré comme cause de développement de la myopie chez certain sujet dans ces études. Pae exemple la lecture et l'écriture sur papier à courte distance et le télétravail et le temps d'exposition au écran qui est devenu plus prolongé qu'avant la pandémie. Pourtant, ces dernières décennies l'utilisation des ordinateurs et des smartphones est devenue une partie intégrante de la vie quotidienne.

La conversion des distances en dioptries (l'inverse de la distance en mètres) montre que la vision dans un environnement intérieur présente des variations dioptriques nettement plus importantes qu'en vision dans un environnement extérieur, L'accommodation oculaire augmente directement avec la proximité des objets observés et est due à une augmentation de la convexité du cristallin. [13-14]

Une étude Australienne a montré que le travail de près, quantifié par le temps passé et la distance de lecture avait une influence indiscutable sur l'existence d'une myopie chez des enfants âgés de **12 ans**. Les enfants qui lisent plus de **30 mn** par jour de manière continue aurait plus de risque d'être myopes que ceux qui lisent moins de **30 mn** par jour. Ceux qui font de la lecture à moins de **30 cm** avaient une probabilité deux fois et demi plus importante d'être myopes que ceux qui lisent à une distance plus grande. [15]

- *Manque d'exposition à la lumière naturelle et d'activités extérieures :*

Dès 2008, une étude Australienne a montré que les enfants qui pratiquent peu d'activités extérieures de plein air sont en moyenne plus myopes que ceux qui pratiquent une activité de plein air de manière régulière et prolongée. Les enfants qui en plus d'une faible activité extérieur pratiquent régulièrement des activités sollicitant la vision de près (lecture, jeux vidéo, etc.) avaient trois fois plus de chance d'être myopes. [16]

FACTEURS	FAIBLE	POSSIBLE	FORT
Temps passé à l'extérieur	✗	✗	✓
Durée d'exposition à la lumière	✗	✓	✗
Activité physique	✗	✓	✗
Travail de près	✗	✗	✓
sommeil et rythmes circadiens	✓	✗	✗
Régime alimentaire et nutrition	✓	✗	✗
Pollution	✓	✗	✗

Tableau (I-2) : Résumé des facteurs environnementaux influençant la myopie. [15]

3. Pourquoi il existe plus de myopes en Asie ?

L'étude de l'institut Holden montre que les moins de 40 ans, notamment en Asie, sont extrêmement susceptibles de développer une myopie en raison de leur dépendance aux smartphones, aux ordinateurs et autres technologies utilisées pour communiquer. Toujours selon cette étude, les systèmes d'enseignement compétitifs de **Singapour**, de **Corée**, de **Taïwan** et de **Chine** constituent un autre facteur, car ils poussent les étudiants à passer plus de temps sur ordinateur. [9]

Sans oublier que ces pays souffrent d'une forte urbanisation avec des bâtiments et des gratte-ciels très proches entre eux ce qui limite l'exposition à la lumière naturelle et aux longues distances de vision.

Remarque :

La myopie peut également avoir des causes secondaires, elle peut être liée à des maladies oculaires comme la cataracte ou encore être induite par l'usage des certains médicaments.

VII.L'impact de la myopie :

1) Impact économique de la myopie :

1.1) Au niveau individuel :

La myopie a un impact économique significatif sur l'individu, englobant à la fois des coûts directs (traitements, consultation ophtalmologiques, lunettes, ...) et indirects (perte de productivité liée au temps passé en examen de la vue et aux déplacements vers les cliniques). Ces coûts varient selon l'âge, la gravité de la myopie et le pays de résidence. [17]

Les données recueillies auprès de sources d'optométrie et d'ophtalmologie en Chine suggèrent que le coût annuel direct des produits de vision (en supposant que 100 % des personnes myopes achètent des lunettes, 10 % des lentilles de contact et 1,5 % une orthokératologie) et un examen de la vue coûte 809 yuans chinois, soit 113 dollars américains. Si l'on prend en compte la chirurgie réfractive pour 1 % des myopes, ce coût s'élève à 125 à 136 dollars américains. [18]

1.2) Au niveau social :

Le fardeau économique de la myopie sur la société comprend les dépenses de santé liées aux examens de la vue et à la correction de la vue ainsi que les dépenses liées aux traitements médicaux, aux médicaments, aux interventions chirurgicales ou aux procédures médicales dues à des complications. Dans les pays où la prévalence de la myopie est élevée, comme Singapour, les dépenses de santé directes liées à la myopie se sont avérées supérieures aux coûts associés à certaines maladies chroniques comme la maladie de Parkinson. Cependant, avec l'augmentation de la prévalence, les coûts de prise en charge des affections liées à la myopie devraient augmenter à l'échelle mondiale à l'avenir. En outre les dépenses de santé, la myopie entraîne une perte de productivité qui impacte la société. On estime que la perte de productivité due à une déficience visuelle grave et à la cécité due à la myopie s'élevait à 94,5 milliards de dollars américains en 2019 et pourrait atteindre 229,3 milliards de dollars américains en 2025. [17]

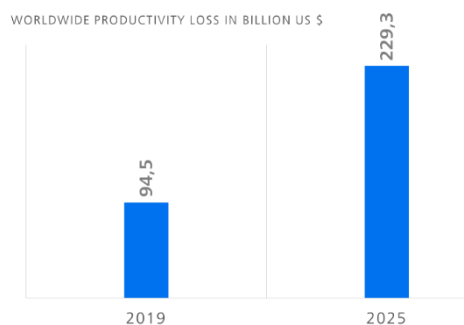


Figure (I-7) : graphique comparatif de la perte de productivité mondiale en 2019 et en 2025 [17]

2) Impact social de la myopie :

2.1) Education :

La myopie commence généralement à se développer après l'âge de 10 ans, une période clé où l'enfant apprend et découvre activement. Cependant, une mauvaise vision non corrigée peut entraver sa capacité d'apprentissage scolaire et affecter sa qualité de vie, c'est pour ça l'un des principaux avantages de la fourniture de lunettes aux enfants d'âge scolaire est l'amélioration de leurs résultats scolaires. (Un essai contrôlé randomisé mené auprès de 20 000 enfants dans 250 écoles de l'ouest de la Chine par Ma et al [19]. Il a été rapporté que les résultats des tests de mathématiques à la fin d'une année scolaire s'étaient considérablement améliorés parmi les 1 153 enfants qui avaient échoué au dépistage de l'acuité visuelle et qui on avait offert des lunettes gratuites).

2.2) Santé mentale :

La myopie n'affecte pas seulement les résultats scolaires, les inconvénients découlant de la myopie (qu'elle soit corrigée ou non) s'étendent également à la qualité de vie et au bien-être personnel et psychologique. Il a également été démontré que la myopie augmente considérablement les niveaux d'anxiété chez les adolescents, alors que des études menées sur des enfants ont identifié des liens entre la myopie et une faible estime de soi.

La pression sociale contre le port de lunettes peut être liée à l'incidence plus élevée d'anxiété de haut niveau observée chez les jeunes adolescents myopes par rapport à leurs pairs emmétropes. Ce problème est particulièrement marqué chez les femmes, car des verres correcteurs épais pour myopie forte peuvent réduire l'apparence des yeux, ce qui peut créer un complexe esthétique et affecter la confiance en soi. [20]

VIII. Conclusion :

La myopie est un trouble de la vision très courant, surtout chez les jeunes. Elle rend la vision de loin floue, mais la vue de près est beaucoup meilleure. Ses causes sont multiples : génétiques, environnementales et liées au mode de vie. Comme elle touche de plus en plus de personnes dans le monde, il est important de bien la comprendre pour mieux la prévenir et la corriger.

Chapitre II :

La myopie évolutive chez l'enfant

I. Introduction :

Les premières années de vie de l'enfant constituent une période critique pour le développement du système visuel. Cette période représente également une fenêtre optimale d'intervention afin d'assurer une vision normale et fonctionnelle.

La progression de la myopie est largement influencée par les travaux scolaires et la sollicitation accrue de la vision rapprochée par l'utilisation des écrans entre autres. Contrairement aux autres problèmes visuels, la myopie peut se détecter plus facilement puisque l'enfant peut se plaindre de voir moins bien au loin ou l'entourage peut remarquer qu'il plisse les yeux pour voir. [21]

La myopie progresse régulièrement de 0,5 à 1 dioptrie par an, pour se stabiliser vers l'âge de 25 ans. Le degré final est d'autant plus élevé que la survenue est précoce. Les myopies apparues pendant l'enfance présentent un fort potentiel d'évolution vers la myopie forte et ses complications. Certains facteurs de risque doivent également être pris en compte, comme l'origine asiatique, la prématurité, le faible poids de naissance, la présence d'amblyopie ou de strabisme chez un des parents, ou encore certaines maladies génétiques ou chromosomiques.

L'augmentation de la prévalence de la myopie rend le dépistage essentiel pour envisager un traitement freinateur si nécessaire. Il est important de corriger précisément l'anomalie réfractive afin de contrecarrer la défocalisation hypermétropique. Actuellement, la plupart des cas de myopie peuvent être corrigés par des lunettes, des lentilles de contact ou une chirurgie réfractive chez l'adulte. Les lunettes classiques permettent de corriger la vision, mais pas de freiner la progression de la myopie. De nouvelles techniques existent pour ralentir cette progression chez les enfants à risque de myopie forte.

II. La myopie évolutive :

La myopie évolutive est une forme de myopie courante chez les enfants. Elle est caractérisée par une vision floue à distance et une incapacité à voir clairement les objets éloignés avec une progression rapide de plus de 0,5 dioptrie par an ou de plus de 0,3 mm par an pour la longueur axiale de l'œil [22].

Les myopies axiales évolutives sont caractérisées par une croissance du globe oculaire plus particulièrement par une élongation progressive du pôle postérieur.

La progression de la myopie est liée à la croissance elle varie naturellement d'une année à l'autre, parfois plus rapidement, d'autres fois plus lentement. Chaque quart de dioptrie augmente le risque de pathologie liée à la myopie de 17 %. Le risque de complications est augmenté s'il s'agit d'un œil myope fort. Le risque de cécité est de 40 % à un âge avancé chez les myopes forts. [23]

La myopie qui apparaît avant l'âge de 10 ans évolue généralement plus rapidement, surtout chez les jeunes filles. Cette évolution peut également varier selon les périodes de l'année, ayant tendance à évoluer un peu plus durant les mois scolaires et moins durant les mois non scolaires. Cette variation est possiblement due au fait que l'enfant lit et étudie moins et passe plus de temps à l'extérieur pendant les mois des vacances (hors scolaire), ce qui aide à ralentir la progression de sa myopie. [24]

III. La prévalence de la myopie infantile :

Depuis plusieurs décennies, nous faisons face à une augmentation continue de l'incidence de la myopie infantile dans le monde surtout au pays d'Asie de l'Est.

En Indonésie, près de 33 % des enfants de 10 ans sont myopes. La prévalence de la myopie parmi les enfants scolarisés en Asie varie selon le pays et le type de zone, rurale ou urbaine. Ainsi, dans une étude publiée en 2014 menée sur près de 15000 enfants âgés de 7 à 18 ans vivant à Pékin, environ 53 % étaient myopes (âge moyen : 12 ans).

Dans des zones rurales de la Chine, elle est moins élevée, de 23 % environ pour des enfants âgés en moyenne de 11 ans dans une étude portant sur la tranche d'âge 6-17 ans et de 29,5 % dans la tranche d'âge 13-14 ans .

En Inde, même dans les zones urbaines, la prévalence de la myopie est bien inférieure à celle observée en Chine. Ainsi, dans une étude portant sur 9884 enfants âgés en moyenne de 12 ans et vivant à Delhi, elle n'est plus que de 13 %.

Dans d'autres parties du monde en Australie, une étude publiée par « A.N. French et al [25] montre que la prévalence de la myopie est de 14,8 % chez les enfants de 6 ans et de 17,3 % chez ceux âgés de 12 ans.

En Afrique, les études montrent que la prévalence de la myopie est de 3,4 % dans la tranche d'âge 12-15 ans au Ghana et de 7,0 % dans la tranche d'âge 13-18 ans dans les zones rurales en Afrique du Sud.

En Europe, les données épidémiologiques sont aussi assez limitées, en dehors des pays nordiques. Au Danemark, la prévalence de la myopie est d'environ 18 % d'après une étude ayant inclus des enfants d'âge en moyen de 15 ans, tandis qu'aux Pays-Bas, elle est de 2,4 % à l'âge de 6 ans. [25]

En Tunisie, une étude sur la prévalence de la myopie chez les enfants du primaire (d'âge de 6 à 14 ans) et son impact négatif sur la réussite scolaire dans la période de 2009 à 2012. Les résultats montrent que 3,71 % des élèves étaient myopes. En milieu urbain était de 4,39% et 2,08% en milieu rural. [26]

En 2022, La prévalence de la myopie a diminué dans toutes les tranches d'âge. En 2023, nous avons constaté une légère diminution de la prévalence de la myopie chez les enfants de 6 et 7 ans, mais une légère augmentation chez les enfants de 8 à 13 ans. [27]

IV.Développement visuel et mécanisme d'émotropisation chez l'enfant :

1. Vision de l'enfant :

La vision n'est pas du tout mature à la naissance, elle va se développer durant les premières années de vie. Pour schématiser grossièrement le développement de la vision, il faut tout d'abord s'imaginer que, chez le tout petit bébé, la vision est très floue. On l'estime environ à 5% de la vision de l'adulte.

Durant le premier mois de naissance, les deux yeux sont indépendants, le bébé peut présenter un strabisme intermittent qui diminue de jour en jour.

Entre trois mois et une année de vie, la collaboration entre les deux yeux va se développer. Elle permet à l'enfant, progressivement, d'apprécier la profondeur et de voir en 3D.

À l'âge d'une année, on estime que la vision correspond à peu près à 30% de la vision adulte.

Le développement se poursuit encore. À l'âge de 4 ans, l'œil continue de se structurer. À ce stade, la rétine (fine membrane au fond de l'œil où se forment les images) devient morphologiquement mature.

Enfin, Vers l'âge de 7 ans, l'enfant obtient à peu près la vision de l'adulte en termes de discrimination de détails. Le développement visuel n'est toutefois pas terminé à 7 ans. Il va se poursuivre encore pendant plusieurs années. [28]

2. Le phénomène d'emmetropisation :

Les enfants naissent généralement hypermétropes. Avec la croissance, l'œil s'allonge progressivement et tend vers un état d'équilibre visuel appelé emmétropie. Ce processus d'ajustement, connu sous le nom d'emmetropisation, correspond à la coordination de la puissance de la cornée, du cristallin et de la longueur axiale afin de focaliser une image nette sur la rétine pour un objet éloigné. L'élongation oculaire se poursuit jusqu'au début de l'âge d'adulte, à un rythme d'environ 0,1 mm par an. [29]

L'emmetropisation est le résultat d'un processus à la fois passif et actif :

2.1 Le processus passif :

Cette croissance du globe entraîne une réduction du système dioptrique de l'œil proportionnelle à l'augmentation de la longueur axiale. Le pouvoir dioptrique de la cornée est diminué par augmentation de son rayon de courbure. La puissance du cristallin est diminuée pour la même raison et son action affaiblie par une augmentation de la profondeur de la chambre antérieure. Lorsque ces changements ne sont pas proportionnels, une amétropie en résulte. [30]

<i>Paramètres</i>	<i>A la naissance</i>	<i>Pour une acuité visuelle normale</i>
<i>Puissance de la cornée</i>	48 à 50 dioptries	43 à 45 dioptries
<i>Puissance du cristallin</i>	45 dioptries	17 à 20 dioptries
<i>Longueur axiale</i>	17 mm	24 mm

Tableau (II-1) : changement des puissances des structures optiques de l'œil de la naissance à l'adolescence [31]

- La cornée :

La cornée, dont la puissance est en moyenne de 48 dioptries à la naissance et dont l'élasticité est accrue, perd environ 4 dioptries à l'âge de 2 ans. Avec l'âge, l'augmentation de la taille du globe oculaire aplatit la courbure de la cornée. Le diamètre cornéen moyen est de 8,5 mm à 34 semaines de gestation, de 9 mm à 36 semaines, de 9,5 mm à terme et d'environ 11 mm à l'âge adulte.

Durant la grossesse le diamètre cornéen moyen est de 7 mm à 20 semaines de gestation puis de 8,5 mm à 34 semaines, de 9 mm à 36 semaines, de 9,5 mm à terme et d'environ 9,5 à 10,5 mm à la naissance, elle progresse à 11,5 mm à 1 ans et atteint 12 mm à 2 ans et reste stable jusqu'à l'âge adulte.

- Le cristallin :

Le cristallin, dont la puissance est en moyenne de 45 dioptries pendant la petite enfance, perd environ 20 dioptries à l'âge de 6 ans. Cette réduction contribue au processus d'emmétropisation et doit être compensée par d'autres modifications oculaires pour maintenir une bonne focalisation de l'image sur la rétine.

- La longueur axiale :

Pour compenser la perte de puissance du cristallin, la longueur axiale de l'œil augmente de 5 à 6 mm pendant la petite enfance. En général, une variation de 1 mm de la longueur axiale correspond à une variation de 3 dioptries de la puissance réfractive de l'œil. [31]

2.2 Le processus actif :

Implique une information de feedback de la rétine concernant la qualité de focalisation de l'image avec adaptation conséquente de la longueur axiale. Il peut être considéré comme un ajustement fin complétant le processus passif. L'emmétropisation active se déroule pendant la tendre enfance, mais l'œil reste malléable aux conditions environnementales jusqu'à l'âge de jeune adulte. [30]

V. L'évolution biométrique oculaire et défocalisation hypermétropique dans la myopie infantile :

- L'évolution biométrique oculaire :

Chez un enfant sans trouble visuel, la croissance de la longueur axiale ralentit après 3 ans, avec une augmentation modérée (environ 0,1 à 0,2 mm/an avant 10 ans), ce qui permet à la puissance optique globale de l'œil de s'équilibrer avec la croissance (emmétropie).

Chez un enfant qui devient myope, la longueur axiale s'allonge plus rapidement (environ 0,3 mm/an avant 10 ans), ce qui provoque une augmentation excessive de la longueur de l'œil, cette croissance excessive déplace le foyer de l'image en avant de la rétine, entraînant une vision floue de loin.

La puissance de la cornée est généralement proche de celle d'un œil normal, autour de 43 à 44 dioptries, dans la myopie axiale, la cornée ne possède pas une puissance significative augmentée, c'est plutôt l'allongement du globe oculaire qui cause la myopie.

La puissance du cristallin est souvent aussi normale, environ 22 D, sauf dans les cas particuliers de myopie réfractive ou d'indice où le cristallin peut être plus puissant.

En résumé, la puissance combinée cornée et cristallin est normale mais l'allongement excessif de l'œil (longueur axiale, peut atteindre jusqu'à 26 mm dans la myopie forte) est la cause principale de la myopie. [30]

- La défocalisation hypermétropique :

Chez l'emmetrope, en rétine centrale, les rayons lumineux convergent et se focalisent parfaitement sur la macula, permettant la vision nette au loin. En rétine périphérique, les rayons lumineux convergent et se focalisent en arrière de la rétine, entraînant un flou en rétine périphérique. C'est la défocalisation hypermétropique.

Lorsqu'un œil est corrigé en verres de lunettes, celui-ci corrige le défaut central de l'œil, à savoir les rayons lumineux vont se focaliser au centre de la rétine, sur la macula. En revanche, les rayons lumineux ne vont pas se focaliser sur la rétine en périphérie, mais « virtuellement » derrière la rétine : on appelle cela l'hypermétropie périphérique. Il a été identifié par les chercheurs dans le domaine, que cette hypermétropie périphérique est un signal interprété par l'œil pour qu'il s'allonge ainsi il devient alors plus grand induisant une myopie. [32]

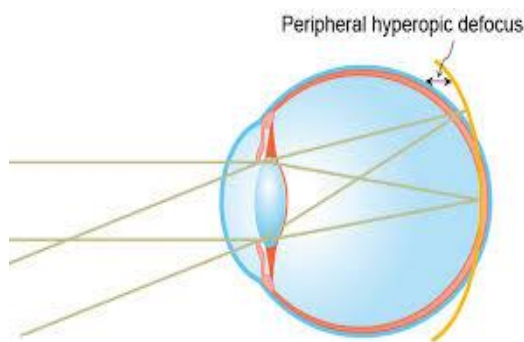


Figure (II-1) : Illustration de la défocalisation hypermétropique

VI. Le retard accommodatif (ou le lag accommodatif) :

L'accommodation est la capacité de l'œil à effectuer la mise au point pour voir net des cibles rapprochées.

Dès l'âge d'un et demi à trois mois l'enfant accommode déjà, son accommodation est assez précise pour le près, mais l'est moins pour le loin ; ce n'est que progressivement qu'elle deviendra plus précise pour des distances plus éloignées.

L'accommodation a été incriminée comme possible facteur causal ou déclenchant de la myopie. A l'origine de cette suspicion, on percevait le fait que la myopie est souvent retrouvée chez des individus effectuant des travaux de près de manière prolongée, et qu'un certain degré de retard accommodatif (accommodative lag) avait été mis en évidence chez les myopes.

Pour un stimulus accommodatif donné, la réponse idéale devrait correspondre exactement à la demande liée à la distance de l'objet observé.

Le lag accommodatif augmente avec la proximité (figure (II-2)) et produit un stimulus entraînant l'élongation de l'œil, ce qui conduit à l'évolution de la myopie. Plus la distance de travail est courte et le temps passé en vision de près est important, plus le risque de développer une myopie augmente. [32]

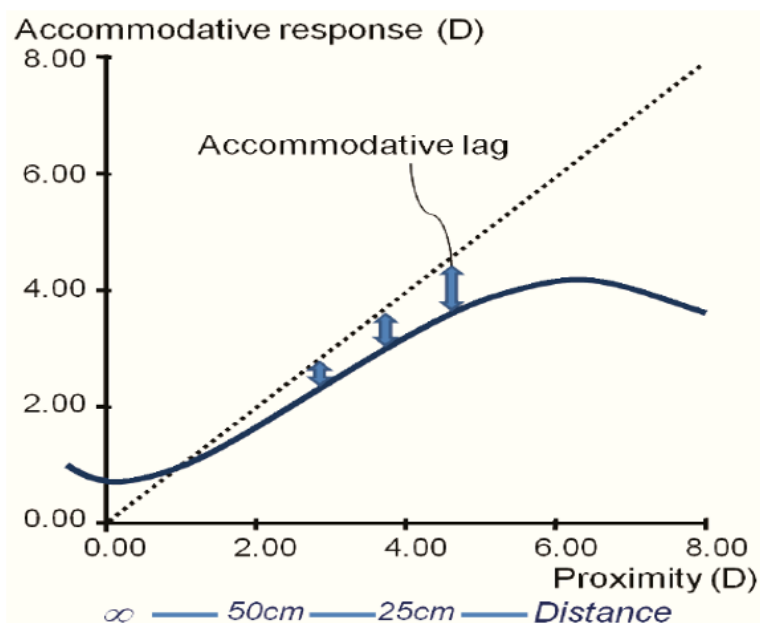


Figure (II-2) : Influence de la proximité sur la réponse accommodative
[32]

VII. Les complications cliniques liées à la myopie évolutive :

En cas de myopie évolutive, les risques de développer une pathologie oculaire augmentent. Holden et al. (2016) montrent qu'environ 1% de la population mondiale est atteint d'une pathologie liée à sa myopie et estiment une augmentation à 10% de cette population en 2050 [23]

Le diagramme à gauche illustre les complications oculaires de la myopie, classées en trois catégories : complications rétinienues, complications du nerf optique, et complications du segment antérieur. À droite, un tableau intitulé 'Risque d'avoir des complications oculaires à l'âge adulte selon de degré de myopie (facteur de risque multiplié par) :'. Le tableau est structuré avec une colonne 'NIVEAU DE MYOPIE' et quatre colonnes de complications : CATARACTE, GLAUCOME, DECOLLEMENT DE RETINE, et MACULOPATHIE MYOPIQUE. Les données indiquent que le risque augmente exponentiellement avec le degré de myopie, passant de 2X à 41X pour la maculopathie myopique.

NIVEAU DE MYOPIE	CATARACTE	GLAUCOME	DECOLLEMENT DE RETINE	MACULOPATHIE MYOPIQUE
-1.00 A -3.00D	2X	2X	3X	2X
-3.00 A -6.00D	3X	3X	9X	10X
PLUS DE -6.00D	5X	14X	22X	41X

Tableau (II-2) : Risque d'avoir des complications oculaires à l'âge adulte selon le degré de la myopie. [33]

1) La dégénérescence maculaire ou la maculopathie myopique :

La maculopathie myopique regroupe un ensemble de pathologies qui touchent la macula et qui surviennent chez un patient présentant une myopie généralement importante. Ces pathologies sont principalement les ruptures de la membrane de Bruch, les néovaisseaux choroïdiens myopiques et l'atrophie.

2) La déchirure et le décollement rétinien :

La rétine est une lamelle sensible à la lumière située à la partie postérieure de l'œil. Lorsque cette lamelle se sépare de la paroi oculaire à laquelle elle est normalement collée, on parle d'un décollement de rétine.

Dans la grande majorité des cas, le décollement de la rétine fait suite à une déchirure de la rétine qui permet au liquide intra-oculaire de s'infiltrer et de soulever la rétine de proche en proche. La zone décollée ne fonctionne plus. En l'absence de traitement rapide, le décollement se poursuit. [34]

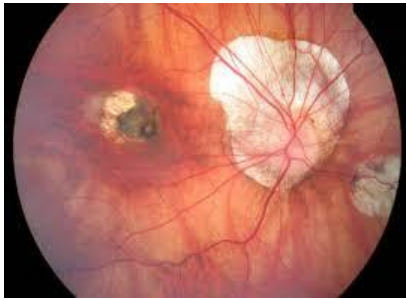


Figure (II-3) : Aspect du fond d'œil chez un patient atteint de DMLA

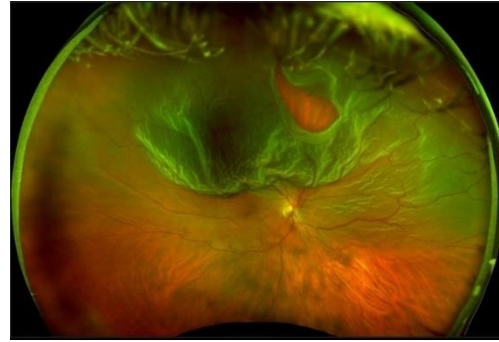


Figure (II-4) : Aspect du fond d'œil en cas de décollement de rétine

3) Corps flottants :

Lié à des opacités dans le corps vitré, ce trouble se manifeste par l'apparition de petites particules qui se déplacent avec les mouvements de l'œil. S'il apparaît généralement avec l'âge, il survient plus fréquemment et de façon plus précoce (parfois vers la fin de l'adolescence) chez les personnes myopes. [35]

4) Cataracte :

L'opacification du cristallin peut apparaître parfois de façon précoce (dès 30-40 ans) chez les patients souffrant de forte myopie qui se font donc opérer plus tôt que les autres patients. [36]

5) Le glaucome :

Le glaucome est une pathologie oculaire caractérisée par une dégénérescence du nerf optique. Le risque de survenue est plus élevé chez les myopes forts. Le glaucome est ainsi la deuxième cause de cécité dans les pays industrialisés.



Figure (II-5) : Aspect du nerf optique atteint de glaucome



Figure (II-6) : Aspect clinique d'une cataracte



Figure (II-7) : Vision perturbée par les corps flottants

VIII. Les Moyens de freination de la myopie évolutive :

À ce jour, différents moyens de freination sont disponibles, et le choix d'une méthode ou d'une autre se fera selon un choix individualisé et la balance bénéfices/risques.

Il est important de comprendre qu'aucune méthode de contrôle de la myopie ne peut en arrêter totalement la progression. La croissance normale de l'enfant crée inévitablement une augmentation légère de la myopie chaque année. Les méthodes employées ont donc pour but de ralentir la progression trop rapide ou trop importante de la myopie.

A. Techniques optiques :

1. L'orthokératologie :

Les lentilles d'orthokératologie sont des lentilles rigides qui contrairement aux lentilles souples, doivent être portées durant la nuit. Cette méthode est utilisée depuis les années soixante. Le port de ces lentilles vient mouler la cornée (remodèlent l'épithélium cornéen de façon temporaire) à l'aide des larmes. Des forces de pression positives au centre et négatives en périphérie vont se combiner pour diminuer l'épithélium au centre et l'augmenter en périphérie. Ce remaniement de la surface durant le sommeil va permettre un effet optique stable pendant 24 à 36 heures, et permet de se libérer de tout moyen de correction tout au long de la journée.

L'orthokératologie ralentit la progression de la myopie de 45 %. Cette technique permet de corriger des amétropies allant jusqu'à -8,00 D et des astigmatismes jusqu'à 3,00 D. L'adaptation nécessite l'utilisation d'un topographe cornéen et un suivi régulier. Le renouvellement des lentilles est annuel. [37]

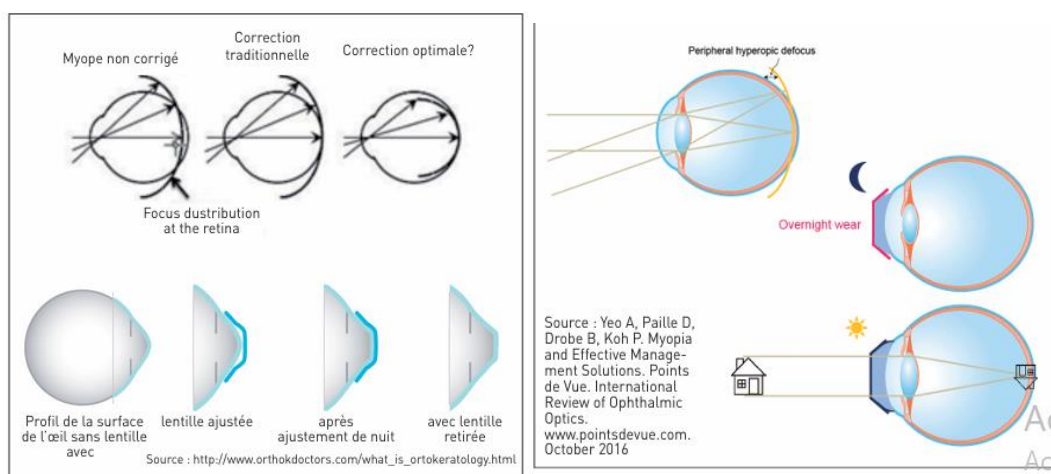


Figure (II-8) : Effet de correction du shift hypermétropique périphérique par lentille d'orthokératologie [37]

2. Lentilles cornéennes souples multifocales :

Les lentilles cornéennes multifocales sont des lentilles souples régulières, mais qui présentent un design optique particulier. Leur portion centrale permet d'obtenir une bonne vision de loin, alors que leur portion périphérique crée un flou permettant de contrôler la progression de la myopie. Comme les lentilles cornéennes souples régulières, elles sont portées durant la journée. Elles utilisent le principe de défocus myopique. Le renouvellement jetable journalier est à privilégier pour les enfants.[37]

3. Verres correcteurs défocalisants :

Cette nouvelle génération de verres permet aux enfants d'avoir une bonne vision au centre du verre et de corriger. C'est le fait qu'avec des verres standards, les rayons lumineux périphériques sont toujours projetés en arrière de la rétine et l'œil continue de s'allonger qu'une nouvelle génération de verre à vue le jour. Il s'agit d'un système de « défocalisation périphérique » intégré dans le verre, quasiment invisible à l'œil nu. Ils freinent la myopie jusqu'à 60% par rapport aux verres classiques. [38]



Figure (II-9) : un homme porte des lunettes

4. Sous-correction :

La sous-correction a été une méthode populaire préconisée par les professionnels pour ralentir le développement de la myopie. Ce principe de correction consiste à induire une défocalisation rétinienne myopique lors de la visualisation de loin et de réduire la demande et la réponse accommodatives pendant la vision de près.

En se basant sur cette théorie, une sous-correction de 0,50 à 0,75 D est généralement prescrite car elle maintient un niveau acceptable d'acuité en vision de loin tout en améliorant l'effort accommodatif de près.

Ce mode de correction a été adopté pendant de nombreuses années jusqu'à ce que des études mettent en doute l'effet freinateur de la sous correction par rapport à la correction optique totale chez le myope.[39]

B. Techniques pharmacologique :

1. Atropine :

L'atropine est un médicament bien connu dans le domaine de l'optométrie. Elle est utilisée depuis plusieurs années de manière sécuritaire avec les enfants pour d'autres conditions oculaires. Plus récemment, des études ont montré une certaine efficacité, à de très faibles concentrations, pour le contrôle de la progression de la myopie. L'atropine est utilisée chez les très jeunes enfants qui ne peuvent pas porter de lentilles cornéennes, ceux qui sont intolérants à ces dernières et la plupart du temps, en complément d'une méthode de correction optique (lunettes ou lentilles), lorsque l'on veut maximiser les résultats de contrôle. [37]



Figure (II-10) : ATROPINE

IX. Conclusion :

Il est important de savoir reconnaître le début de la myopie chez l'enfant car elle passe souvent inaperçue, l'enfant ne se plaignant que rarement d'une baisse de vision. Les verres correcteurs traditionnels permettent de rétablir une bonne vision cependant ne règlent pas le problème de la progression myopique

De nos jours, il existe des nouveaux verres spéciaux pour freiner la progression de la myopie.

Chapitre III

Les verres de freination de la myopie

I.Introduction :

L'Organisation Mondiale de la Santé a énoncé que la progression de la myopie est importante à contrôler notamment pour éviter le développement, plus tard dans la vie, de maladies oculaires. En effet, les forts myopes ($> 6,00 \delta$) présentent un plus grand risque d'atteintes rétinienne (déchirures), de glaucome et de cataracte précoces. L'objectif ultime du contrôle de la myopie est donc de limiter les risques de développer une maladie oculaire liée à la myopie au cours de la vie d'enfant. Aussi, une myopie plus faible et mieux contrôlée peut permettre au patient, une fois à l'âge adulte, d'être un meilleur candidat à la chirurgie réfractive. [40]

Il est aujourd'hui difficile de donner une vraie conduite à tenir concernant la prévention de la myopie. En effet, il semble se dessiner un ensemble de mesures plus ou moins efficaces pour freiner la progression de la myopie chez les patients.

Face à cette amétropie, la recherche en ophtalmologie a mis au point des stratégies innovantes pour ralentir l'évolution de la myopie chez les enfants. Parmi ces approches, les verres ophtalmiques dits « freinateurs » se distinguent par leur capacité à moduler la progression myopique, en influençant la croissance axiale de l'œil.

Chez l'enfant, l'utilisation des lunettes afin de ralentir la progression de la myopie a de nombreux avantages par rapport à d'autres corrections optiques. Les lunettes sont faciles à adapter, généralement bien acceptées, sont bien tolérées et peu invasives. Financièrement elles restent encore loin d'être abordables pour le budget de tous les parents. Cependant, leurs efficacités permettent un gain à long terme. Les interventions basées sur les lunettes comprennent à la fois des designs standards dites mono-focales et des lunettes bifocales ou progressives.

Ce chapitre abordera les mécanismes d'action des verres freinateurs de la myopie, leur évolution technologique, les preuves cliniques de leur efficacité, ainsi que leur place actuelle dans la prise en charge globale de la myopie infantile.

II. Historique des verres freinateurs de la myopie chez l'enfant :

Plusieurs stratégies se sont développées en matière de verres de lunettes freinateurs de myopie, depuis une vingtaine d'années. [41]

Avant les années 2000, une méthode utilisée de longue date pour ralentir la progression de la myopie est de la sous-corriger afin de diminuer l'effort accommodatif. Les premières études n'étaient pas scientifiquement convaincantes. Des études ont montré que le temps de port de la correction optique par lunettes n'influçait pas la progression de la myopie. Par ailleurs, Chung a retrouvé une accélération de la progression de la myopie en cas de sous correction de 0,75 D. Enfin, Goss n'a pas retrouvé d'accélération de la progression de la myopie en cas de sur correction de 0,75 D. Il est donc classiquement conseillé de prescrire la correction minimale donnant la meilleure acuité visuelle afin de minimiser les efforts accommodatifs, plus pour améliorer le confort visuel que pour ralentir l'évolution de la myopie.

Année 2000- 2010, c'est les premières recherches et alternatives, en 2003 l'étude COMET a comparé l'évolution de la réfraction et de la longueur axiale lors de l'utilisation de verres progressifs Leurs résultats retrouvaient une très légère freination durant la première année de suivi, ne justifiant pas une modification des pratiques courantes.

En 2014, Desmond et al. Ont comparé les verres bifocaux (+1,5D) et bifocaux prismatiques (+1,5D et prismes de 3D à base nasale) aux verres à simple foyer. Les deux premiers groupes ont montré une réduction significative de l'évolution myopique sur les 3 années d'observation, avec un effet prédominant la première année. Il n'y avait pas de différence d'efficacité entre les deux types de verres bifocaux,

En 2018 la naissance des verres freinateurs, les premiers verres été développé par l'université polytechnique de Hong Kong avec une technologie basée sur un verre en polycarbonate avec une zone centrale de 9,4 mm corrective permettant une vision nette avec une zone de traitement en moyenne périphérie. (Miyosmart HOYA). Une étude a été prolongée sur ce verre avec un suivi sur 3 ans et a confirmé les résultats : les enfants portant les verres correcteurs ont une évolution moyenne de -0,52 dioptries sur 3 ans et une croissance de l'œil proche de celle des patients emmétropes. [42]

Entre 2020 et 2021 après des études en Chine le laboratoire ESSILOR a développé un autre verre correcteur en polycarbonate (Stellest) fonctionnant sur un principe similaire de défocalisation avec une zone centrale de 9 mm de diamètre, 1021 microlentilles asphériques de puissance positive répartis en 11 anneaux concentriques.

Depuis le mois de mars 2022, la Commission nationale d'évaluation des dispositifs médicaux et des technologies de santé (dépendante de la Haute Autorité de Santé, HAS) a adopté les verres MIYOSMART

dans le traitement de la myopie forte (de plus -6 D) et/ou très évolutive ($-0,5 \text{ D / an}$) chez l'enfant au-delà de cinq ans et de moins de 16 ans [43].

III. Principaux indicateurs de progression de myopie :

De nombreuses études ont été menées ces dix dernières années et il est maintenant clairement établi que certaines interventions précoces diminuent l'élongation du globe oculaire et contrôlent la progression de la myopie. Le but de ces mesures est d'éviter le développement de la myopie puis, en cas de myopie établie, d'en freiner la progression et ainsi éviter l'apparition d'une myopie forte qui augmente significativement le risque de complications oculaires. [44]

1) La longueur axiale :

La longueur axiale correspond à la distance entre le sommet de la cornée et la fovéa, zone centrale de la rétine où la vision est la plus nette.

La mesure de la longueur axiale est la méthode la plus fiable qui puisse être utilisée pour évaluer la progression de la myopie, elle est jusqu'à dix fois plus précise que la mesure de la réfraction.

Chez les myopes, la longueur axiale suit un taux de croissance similaire à celui des emmétropes jusqu'à quelques années avant l'apparition de la myopie. Par la suite, aux âges où l'allongement axial ralentit régulièrement chez les emmétropes, il continue, et même s'accélère. En effet, le pic d'allongement axial se produit dans les 2 à 3 ans précédant l'apparition de la myopie. [45]

Fledelius et Christensen (1996) donnent des valeurs normales de **17,02 mm** à la naissance, **20,19 mm** à 1 an, **21,31 mm** à 2 ans, **22,07 mm** à 3 ans, avec un maximum de **23 mm** à 10 ans. Après cette période, la croissance ralentit avec une augmentation moyenne de 0,1 mm par an à l'adolescence chez l'enfant emmétrope, par contre, chez l'enfant myope notamment ceux avec une myopie évolutive, la longueur axiale s'allonge plus vite, souvent autour **0,2 à 0,3 mm** par an avant 10 ans et environ **0,2 mm** par an après 10 ans. [46]

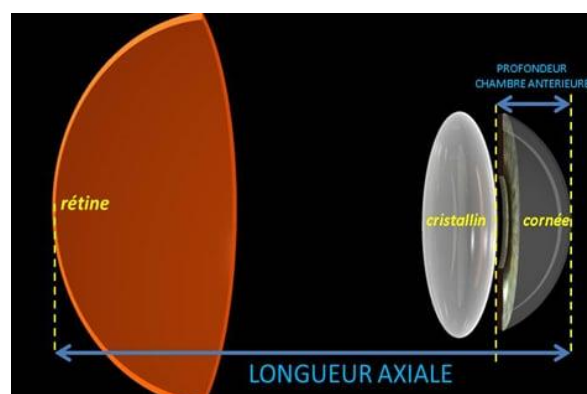


Figure (III-1) : La longueur axiale

Remarque :

Si une longueur axiale excessive est une cause fréquente de myopie (on parle alors de myopie « axiale »), il peut arriver que la myopie se développe sans que la longueur axiale ne soit anormale. Certains patients ont ainsi un œil aussi long qu'un œil emmétrope, voire moins long, et souffrent pourtant de myopie. Cette forme de myopie appelée « réfractive » est due à une inadéquation entre la puissance optique de la cornée et/ou du cristallin et la longueur axiale de l'œil. [47]

2) La réfraction :

La réfraction de l'œil désigne le pouvoir réfractif global de tous milieux oculaires traversés par la lumière. Il correspond à la somme des pouvoirs réfractifs de tous les dioptries, séparés par des milieux d'indices de réfraction différents.

L'erreur de réfraction peut être calculé rapidement à l'aide des instruments automatisés tels que l'auto réfractomètre, cette mesure objective sert de base pour le suivi régulier de la progression de la myopie permettant d'adapter rapidement les corrections optique ou les traitements freinateurs, couplée à un examen clinique d'acuité visuelle, la mesure répétée de la réfraction avec ces instruments est essentielle pour surveiller l'évolution du défaut visuel chez l'enfant ou l'adulte myope.[48]

IV. Technologies utilisées et principe du verre :

i. Les verres uni-focaux :

Les verres uni-focaux également appelés verres à simple foyer, ils possèdent une puissance uniforme sur toute leur surface (la correction est identique du centre jusqu'aux bords de verre). Pour la myopie, ces verres sont conçus sous une forme concave divergente, ils sont plus fins au centre que la périphérie.

Ces verres ne ralentissent pas la progression de la myopie mais ils sont toujours largement utilisés, notamment chez les enfants, peut-être à cause de leur faible cout, ou parce que de nombreux parents ne sont pas informés de l'existence ou de l'efficacité des nouvelles solutions de freination de la myopie. [49]

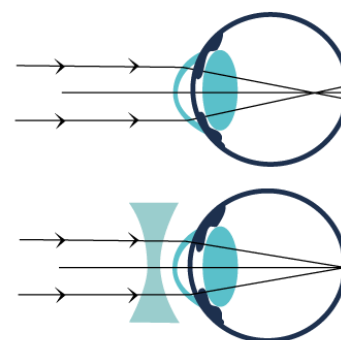


Figure (III-2) : la réfraction sous un verre uni-focal

ii. Les verres bifocaux :

Les verres bifocaux, également appelés les verres à double foyer comportent deux zones distinctes, une partie supérieure pour la vision de loin et une partie inférieure pour la vision de près. Bien qu'ils sont traditionnellement utilisés pour la presbytie chez les adultes. Ils peuvent aussi être prescrits à certains enfants myopes pour limiter l'effort accommodatif de près (lag accommodatif), ce qui pourrait réduire la progression de la myopie chez l'enfant.

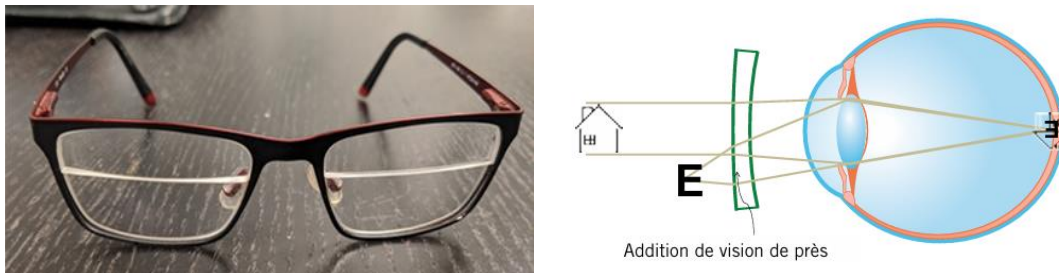


Figure (III-3) : les verres bifocaux et leurs principes de fonctionnement.

À ce jour, il a été prouvé qu'une valeur d'addition de **+2,00 D** est plus efficace que des valeurs d'addition inférieures pour le contrôle de la myopie, Cela amène une efficacité d'environ **30%** par an sur la réfraction et sur la longueur axiale. [49] [50]

iii. Les verres bifocaux prismatiques :

Les verres bifocaux avec prisme **3 dioptries** base interne sont une solution optique spécifiquement conçue pour freiner la progression de la myopie chez l'enfant. Particulièrement en cas d'exophorie.

La partie supérieure de verre corrige la myopie pour la vision de loin, tandis que la partie inférieure combine une addition positive généralement de **+2,00 dioptries** et un prisme de **3 dioptries** base interne pour compenser l'exophorie induite par l'addition. Ils sont destinés pour les enfants âgés de 6 à 16 ans.

Les verres bifocaux prismatiques offrent une réduction de **55%** de la progression de la myopie chez les enfants. [50] [51]

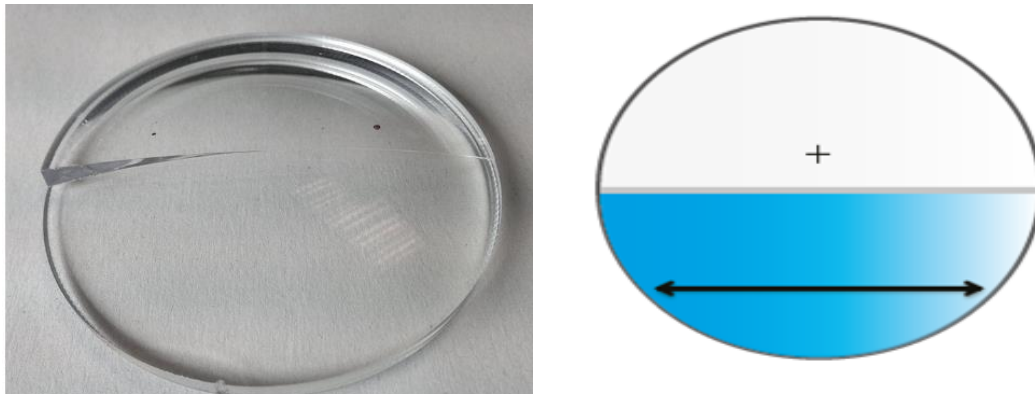


Figure (III-4) : le design de verre bifocal prismatique

iv. La technologie HALT (highly aspherical lens target):

Ce verre offre une correction de la myopie comme un verre unifocal standard, mais il la contrôle aussi. Il s'agit d'une constellation de **1021 microlentilles** invisibles asphériques réparties sur **11 anneaux** entourant une zone de correction centrale classique, ils sont disponibles jusqu'à **-10,00D** de sphère et jusqu'à **-4,00D** de cylindre en polycarbonate seulement avec une période d'adaptation jusqu'à une semaine.[52]

Un essai clinique a montré, après 2 ans de port de ces verres un ralentissement de la progression myopique de **0,80 D** et de **0,35 mm** de longueur axiale par rapport à des verres unifocaux. En effet, il détient un taux record de freination de la myopie et de l'allongement de l'œil de **67%** [53]

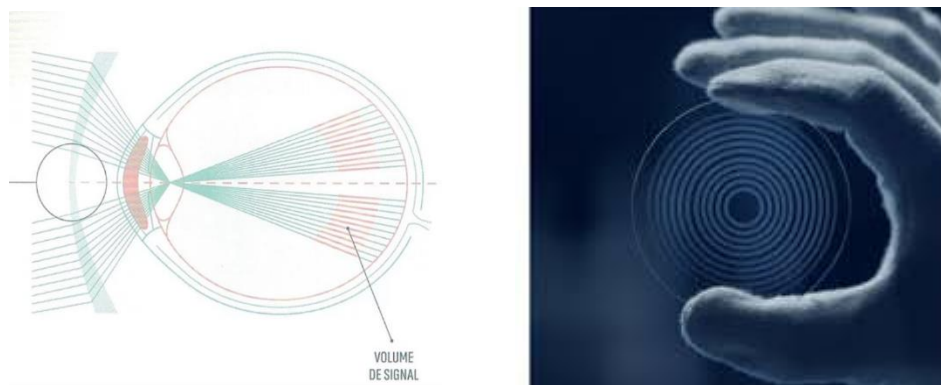


Figure (III-5) : le principe et le design de verre de HALT

v.La technologie DIMS :

Cette technologie de DIMS (defocus incorporated multiple segments) associe une zone centrale de **9,40 mm** de diamètre pour la correction myopique principale, une zone périphérique de **33 mm** contenant **400 microlentilles** de **1,05 mm** de diamètre. Ces microlentilles ont une puissance de + **3,50 D** et créent une défocalisation périphérique myopique.

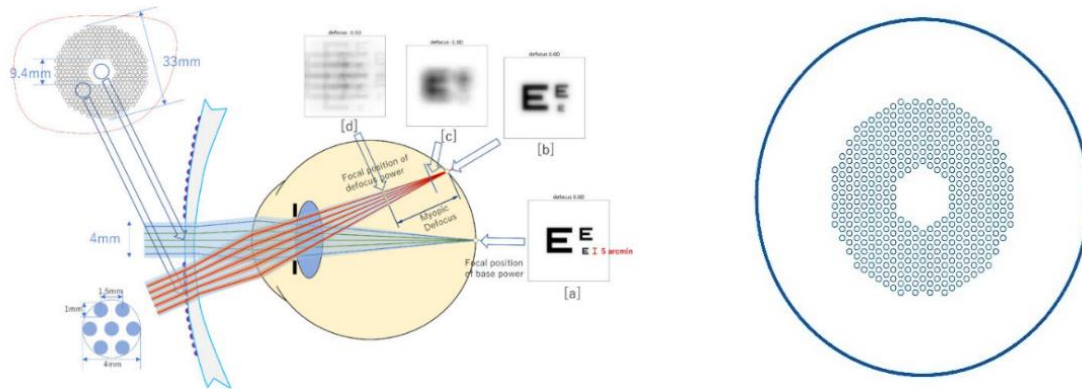


Figure (III-6) : le principe et le design de verre DIMS

Les premières versions de cette technologie ont été brevetées aux Etats-Unis en 2015. Le verre est disponible jusqu'à **-7,50 D** et un cylindre maximal de **-4, 00**, uniquement en polycarbonate et nécessite quelques d'adaptation.

Une étude clinique vise à étudier l'efficacité de ces verres en comparant l'évolution de la myopie chez deux groupes, un groupe d'enfants porteurs des verres de la technologie de DIMS (en bleu) et un autre groupe d'enfants porteurs de verres classique (en orange).

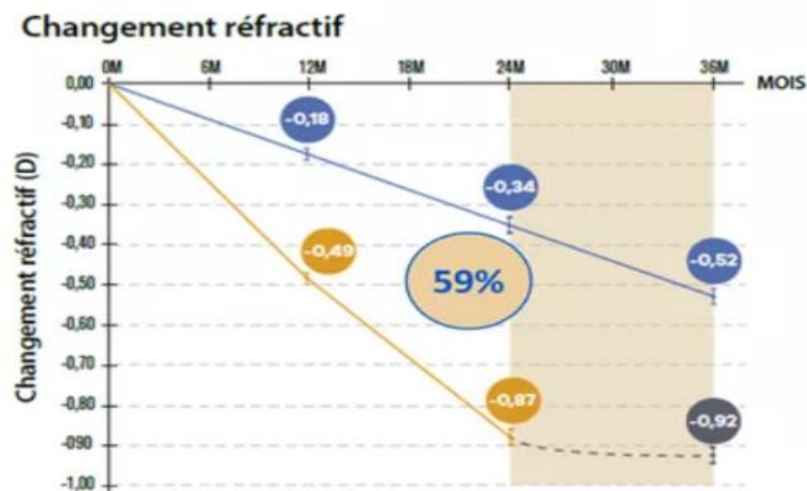


Figure (III-7) : l'évolution de l'erreur réfractif chez les enfants porteurs de verre DIMS et non porteurs

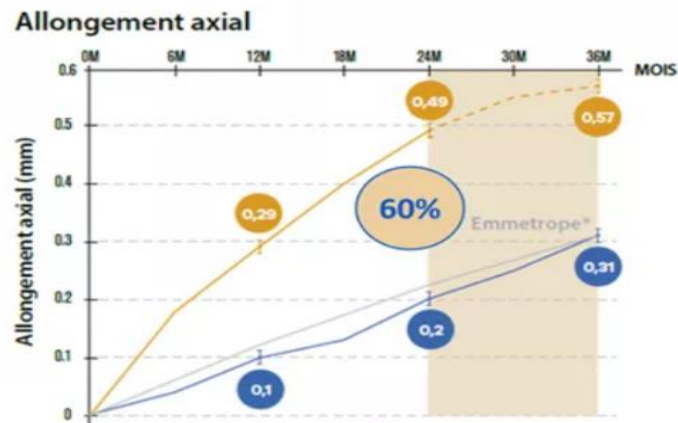


Figure (III-8) : l'évolution de la longueur axiale chez les enfants porteurs de verre DIMS et non porteurs

Les verres de la technologie de DIMS ralentissent **60%** de la progression de la l'allongement axiale et **59%** de la progression de la myopie en dioptries. [54]

vi.La technologie CARE :

La technologie care propose une approche pour gérer la myopie associée à l'âge. Ce sont deux modèles différents :

- **Pour les enfants de moins de 10 ans (CARE) :** une zone de vision centrale nette et étroite de **7 mm**, ainsi qu'une grande puissance d'addition moyenne de **+ 4,60 dioptries**, et un facteur de remplissage de **0,5**. Cette version est destinée aux enfants chez qui la myopie évolue plus rapidement.
- **Pour les enfants de 10 ans et plus (CARE S) :** une zone de vision centrale plus large de **9 mm**, une faible addition moyenne de **+3,8 dioptries** et un facteur de remplissage de **0,5**. Cette version est destinée aux enfants pour qui une adaptation plus faible est nécessaire.

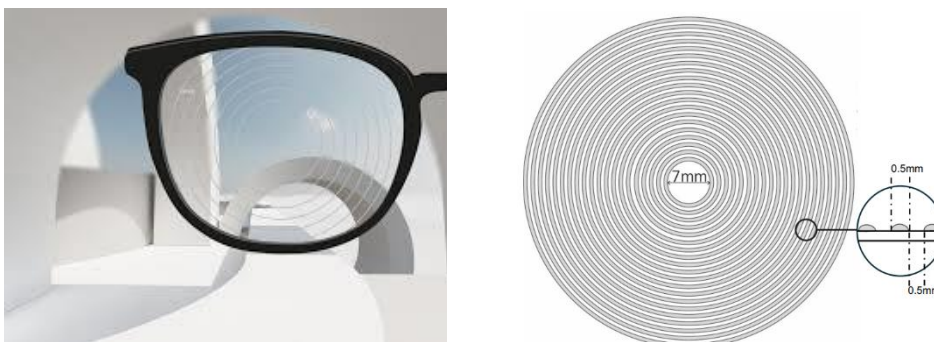


Figure (III-9) : le design de verre CARE.

Avec des Care, le taux de progression de la longueur axiale vers l'emmétropie moyenne est de **70 %** en moyenne et care S, il est de **68 %** en moyenne (en comparant avec la courbe de croissance d'un œil emmétrope). [55] [56]

vii. La technologie de défocalisation périphérique : [57-59]

Les verres périfocaux sont des verres de contrôle de la myopie qui reposent sur une technologie de compensation périphérique, qui consiste à ajouter une correction optique en périphérie du champ.

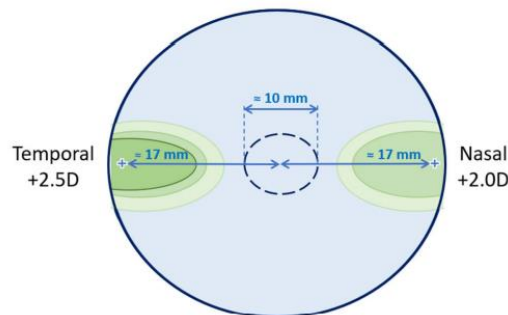


Figure (III-10) : le design de verre péri focal.

Donc ils se composent de deux zones distinctes :

Zone centrale de **10 mm** présente une correction optique équivalente à la prescription réfractive principale du porteur.

Zone périphérique répartie en deux régions :

- Une zone de puissance temporelle qui augmente progressivement jusqu'à **+2,5 D** où à **+2D** selon la gamme de verre.
- Une zone de puissance nasale qui augmente progressivement jusqu'à atteindre **+2,0 D**.

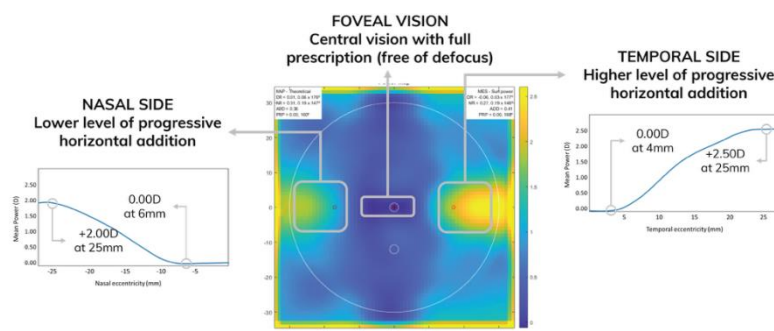


Figure (III-11) : principe de fonctionnement de verre périfocal.

1) Bases théoriques de la méthode de ralentissement de la progression de la myopie à l'aide des verres périfocaux :

1.1. La défocalisation myopique périphérique :

Lorsqu'un œil est corrigé avec des verres unifocaux classiques la vision centrale est nette car les rayons lumineux convergent sur la macula. Cependant, en périphérie, les rayons lumineux se focalisent derrière la rétine, créant une hypermétropie périphérique. Des études ont montré que ce phénomène est perçu par l'œil comme un signal de croissance ce qui stimule l'allongement axial de l'œil.

Les verres périfocaux visent à contrer ce processus, en modifiant le profil optique périphérique, en intégrant des zones de défocalisations myopiques dans la périphérie. C'est-à-dire on ajoute des puissances positives en périphérie pour que l'image se forme en avant de la rétine.

Ce processus envoie un signal à l'œil, l'informant que sa croissance est suffisante, ce qui aide à ralentir la progression de la myopie.

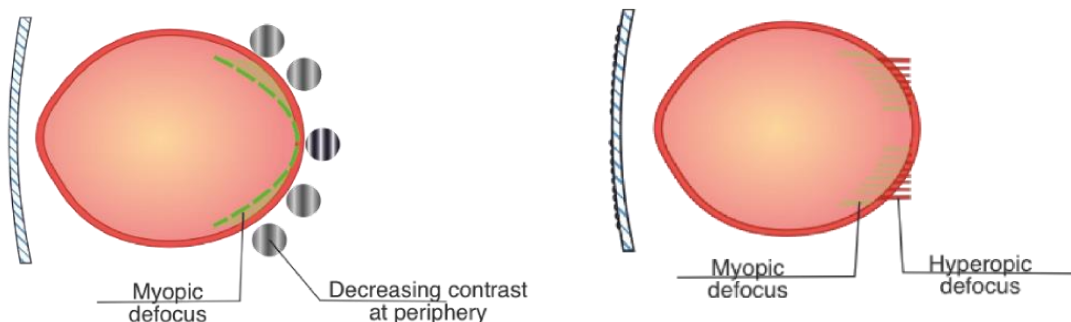


Figure (III-12) : la défocalisation myopique et la défocalisation hypermétropique

1.2. Défocalisation horizontale :

Le taux de densité des cellules rétiniennes est plus élevé dans le méridien horizontal de la rétine, cela se traduit par une acuité visuelle et une sensibilité au contraste plus élevée dans ce méridien.

En agissant sur la défocalisation dans ce méridien, on peut influencer la manière dont l'œil se développe, ce qui est exploité dans la conception des verres périfocaux.

1.3. Asymétrie :

Il existe un niveau de défocalisation plus élevé au côté temporel que de côté nasal de la rétine, cette asymétrie naturelle de la défocalisation est prise en compte dans la conception des verres périfocaux.

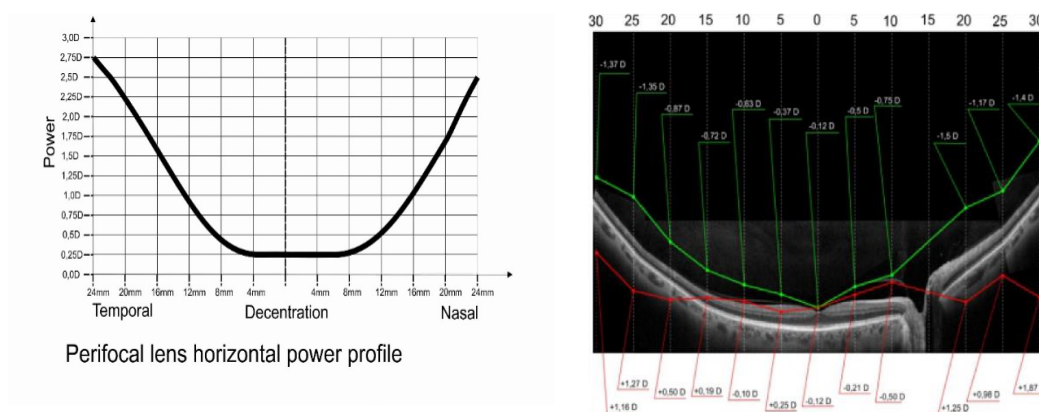


Figure (III-13) : l'asymétrie naturelle de la défocalisation hypermétropique sur la rétine

Une étude clinique randomisée en double aveugle menée par le Centre de recherche médicale scientifique sur les maladies oculaires de Helmholtz du ministère de la Santé de Russie et l'institut de la vision Brien Holden, entre 2012 et 2018, afin d'évaluer l'efficacité à long terme des verres défocalisants périphériques pour ralentir la progression de la myopie.

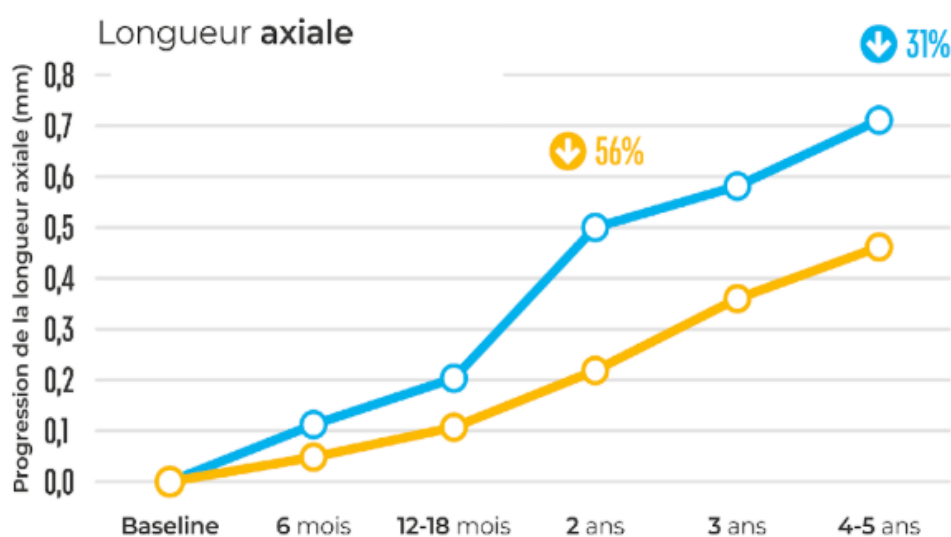


Figure (III-14) : impact des verres périfocaux sur l'évolution de la longueur axiale.

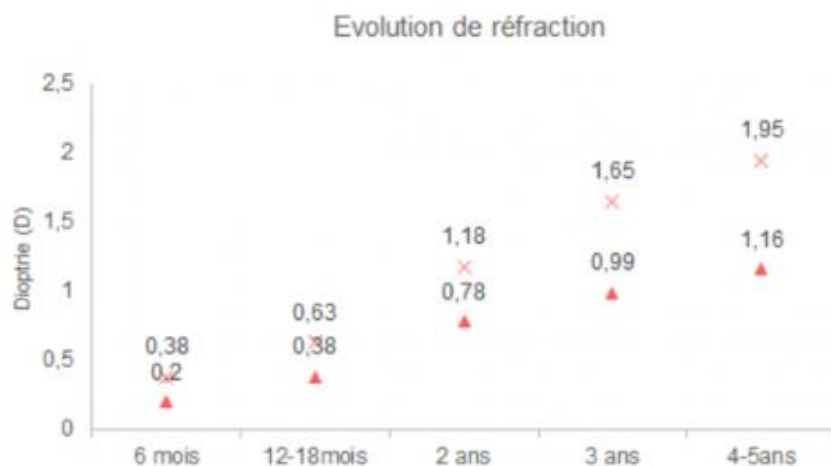


Figure (III-15) : impact des verres périfocaux sur la progression de la myopie en dioptries

Les verres perifocaux permet de réduire la progression axiale de 31% sur la période totale et jusqu'à 56% à certains points de suivi et de réduire significativement la progression de la myopie en dioptries. (Réduction de plus de 40%)

Les verres péri focaux se distinguent par un confort visuel. Cela dû à l'intégration d'une zone de dégression de puissance supplémentaire, conçue pour atténuer les effets indésirables tels que les vertiges et les distorsions d'image. Cette configuration optimise l'acceptation du port de ces verres chez les enfants.

Remarque

Il est important de souligner que le flou myopique induit par les zones de sphère positive, intégrées dans ces verres freinateurs, ne gêne pas la vision centrale de l'enfant. De plus, les études cliniques montrent une adaptation rapide et complète des enfants à ces verres, souvent en quelques jours seulement. Enfin, sur le plan esthétique, ces verres conservent un aspect similaire à celui des verres unifocaux classiques, sans relief ni ligne visible, ce qui favorise leur acceptation par les enfants et leurs familles.

Afin de comparer l'efficacité des différentes technologies de verre optique dans la freination de la myopie chez les enfants, plusieurs études cliniques récentes ont été publiées. le tableau ci-dessous présente et synthétise les principaux résultats publiés concernant les verres freinateurs de la myopie (**CARE,DIMS,HALT, péricentral**), en tenant compte de la progression de la longueur axiale de l'œil et de l'évolution de la myopie en dioptries sur différentes durées de suivi et tranches d'âge. Plusieurs options sont actuellement disponibles afin de gérer la myopie. Elles peuvent être classées selon leur capacité à corriger et à ralentir la progression de la myopie pendant l'enfance.

Clé du tableau :

LA tx : progression moyenne de la longueur axiale pour le groupe des enfants traités (avec verre freinateur)

LA cont : progression moyenne de la longueur axiale pour le groupe des enfants contrôle (sans verre freinateur)

Diff : différence entre les résultats des deux groupes

Rx tx : progression moyenne de l'erreur réfractif pour le groupe des enfants traités

Rx cont : progression moyenne de l'erreur réfractif pour le groupe des enfants contrôle

VI. Conclusion :

Plusieurs technologies de verres freinateurs ont été développées pour ralentir la progression de la myopie chez l'enfant. Ces solutions sont spéciales pour les besoins visuels des enfants, modulent la focalisation de la lumière afin de ralentir la croissance excessive de l'œil

Ces verres innovants jouent un rôle clé dans la gestion de la myopie infantile et la protection de la vision future des enfants.

TYPE	Nom comme rcial princi pal	AGE	MOIS	LA tx	LA cont	DIFF	Rx tx	Rx cont	Diff	comme ntaire
CARE	myocar e	8-12	12	0,2 ±0,16	0,37 ±0,17	0,17	- 0,37 ±0,39	- 0,65 ±0,40	0,28	Design pour les jeunes
CARE S	Myoca re s	8-12	12	0,22 ±0,16	0,37 ±0,17	0,15	- 0,38 ±0,38	- 0,65 ±0,40	0,27	Design pour les adolesc ents
DIMS	myosm art	8-13	12	0,11 ±0,03	0,30 ±0,04	0,19	- 0,23 ±0,11	- 0,50 ±0,10	0,27	
HALT	stellest	8-13	12	0,13 ±0,02	0,25 ±0,02	0,12	- 0,27 ±0,13	- 0,81 ±0,36	0,54	
PERIF OCAL	myolif e	7-14	12	0,11 ±0,02	0,20 ±0,03	0,09	-0,38	-0,63	0,25	
CARE	myocar e	6-13	24	0,40 ±0,26	0,59 ±0,26	0,19	- 0,73 ±0,63	- 1,15 ±0,63	0,42	Une meilleu re efficaci té chez les adolesc ents
CARE S	Myoca re s	6-13	24	0,22 ±0,15	0,44 ±0,25	0,19	- 1,11 ±0,15	- 1,64 ±0,16	0,53	
DIMS	myosm art	8-13	48	0,35 ±0,10	N/A		- 0,70 ±0,42	N/A		Pas de groupe contrôle apres 24 mois
HALT	stellest	8-13	48	0,58 ±0,06	1,20 ±0,07	0,62	- 1,13 ±0,14	- 2,56 ±0,18	1,43	
PERIF OCAL	myolif e	7-14	48	0,46 ±0,05	0,71 ±0,09	0,25	-1,16	-1,95	0,79	
DIMS	myosm art	8-13	72	0,60 ±0,25	N/A		- 1,00 ±0,65	N/A		Pas de groupe contrôle apres 24 mois

Tableau (III-1) : les principaux résultats publiés concernant les verres freinateurs de la myopie [06-68]

Partie pratique :

Etude clinique

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. 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. Il existe de multiples méthodes pour corriger la myopie, comme on a dit dans la partie théorique parmi elles les verres pérefocaux.

Dans cette partie, nous avons réalisé une étude de cohorte rétrospective sur la progression de la myopie chez un échantillon d'enfants myopes qui portant des verres pérefocaux. À travers un suivi rigoureux sur une période déterminée, nous analyserons l'évolution de la réfraction, la longueur axiale, tout en recueillant les retours des enfants et de leurs parents concernant le confort et l'adaptation de ces verres.

Par ce travail, nous avons choisi d'examiner les pratiques au Centre Ibn Al-Haythem de contactologie et de la Chirurgie Ophtalmique, à Alger en termes de freination de myopie chez les enfants par les verres pérefocaux sur une période s'étalant de 2 février 2025 à 2 mai 2025.

II. L'objectif :

De nos jours, il y a toujours un manque d'informations sur les diverses interventions et techniques actuellement utilisées par les professionnels de la santé visuelle Algérienne ainsi que le manque de suivi de l'évolution de la myopie chez les enfants à long terme.

Cette étude vise à évaluer l'efficacité des verres périfocaux dans le ralentissement de la myopie chez les enfants, ainsi que le niveau de connaissances des parents sur ces verres, Pour ce, nous analysons l'évolution de la réfraction myopique et la longueur axiale chez un groupe de jeunes myopes porteurs de verres périfocaux.

III. Méthode et Matériel :

i. Critères d'inclusion :

Dans notre échantillon nous avons inclus les patients :

- ✓ présentant une myopie évolutive si on notait une progression de 0,5 δ par 6 mois ou de plus de 0,3 mm d'élongation axiale.
- ✓ Age inférieure à 17 ans
- ✓ Ont été Adaptés avec des verres périfocaux.
- ✓ Avoir au minimum deux prises de mesure de la longueur axiale sur le dossier médical.

ii. Critères d'exclusion :

Les critères d'exclusion dans notre étude sont :

- ✓ Une seule prise de Mesure de longueur axiale réalisée
- ✓ Antécédents des pathologies ou de traumatismes oculaires
- ✓ Age supérieure à 17 ans

Nous avons indiqué que notre étude est rétrospective, mais cela ne signifie pas que nous n'avons pas assisté à l'examen de cas suspects de myopie évolutive, Certains patients sont venus pour un contrôle de 24 mois, et nous étions présents lors de la consultation et qu'ils font partie de notre échantillon. D'autres parents amènent leurs enfants pour une première consultation et nous avons réalisé quelques examens pour vérifier s'ils y a une myopie évolutive ou non.

iii. Bilan clinique d'un patient myope :

Il est important de préciser qu'un examen optométrique complet ne se limite pas à la simple détermination de la correction optique, mais inclure plusieurs volets pour une évaluation globale.

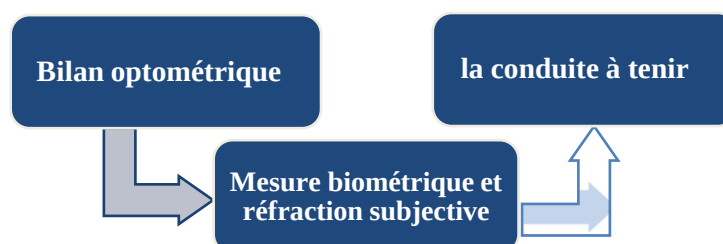


Figure (IV-1) : les étapes d'examen clinique d'un patient myope

A. Bilan optométrique :

Dans notre stage, il existait un service au 1er étage où les patients pouvaient réaliser un fond d'œil sans dilatation (daytona) avant de consulter le médecin. Cet examen simple permet d'observer directement le fond de l'œil, notamment la rétine et ses vaisseaux, ainsi que la macula.

Voici quelque photo de fond d'œil des enfants myopes de notre étude :

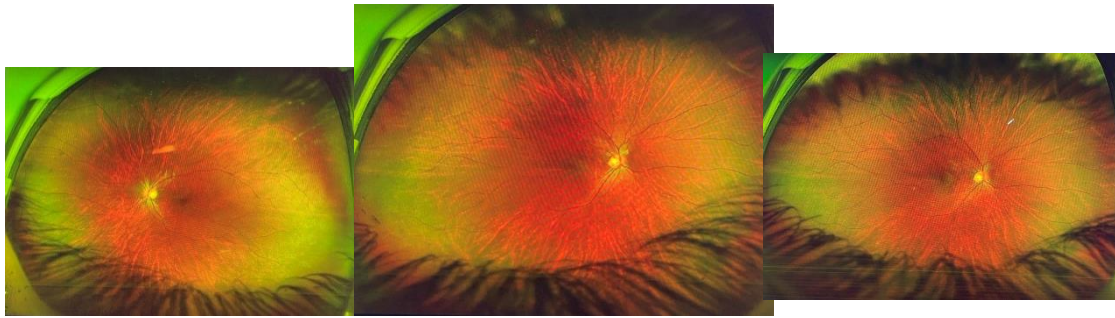


Figure (IV-2) : photos de Fond d'œil

1) L'anamnèse :

Cette étape de l'examen ne doit pas être négligée pour garantir le bon déroulement de la consultation. Dans notre cas elle se déroule essentiellement avec les parents tout en incluant l'enfant en fonction de son âge. **(Cf. Annexe 1)**

Ainsi, au cours de l'anamnèse, l'optométriste observe et analyse les réponses de patient car plusieurs hypothèses pourront être dégagées.

2) Examen préliminaire :

Les examens préliminaires permettent de confirmer ou d'infirmer les hypothèses de l'anamnèse et pour objectif d'évaluer rapidement le fonctionnement visuel habituel.

L'examen préliminaire est composé dans la mesure du possible de tests simples et rapides :

- On mesure l'acuité visuelle brute de loin et de près dans l'OD et l'OG après on la mesure avec correction.
- On fait cover / un-cover test.
- Contrôle de la motilité oculaire
- Vérification des réflexes pupillaires

Dans notre stage on a mesuré l'acuité visuelle des patients utilisons le projecteur (Topcon de la série ACP-8).



Figure (IV-3) : Projecteur Topcon ACP-8

3) Réfraction objective :

Pour connaître la réfraction de base chez un enfant, il faut éliminer tout influx accommodatif par une action médicamenteuse pour ainsi stabiliser les milieux traversés par les rayons lumineux utilisant la cycloplégie.

Nous avons utilisé une goutte toutes les 5 minutes pendant 15 minutes et on fait l'examen 45 minutes après la dernière goutte.

La réfraction objective est dénommée comme ça, car elle ne fait pas appel à l'intervention du patient. Elle ne pourra constituer qu'une première approche de la prescription et devra ensuite être validée par un examen subjectif de la réfraction.

Dans notre stage nous avons utilisé l'autoref (Topocon KR 800) un appareil optique multifonction 3-en-1 combine un réfractomètre et kératomètre et tonomètre.

Nous avons mesuré avec cet appareil l'amétropie du patient : sphère, cylindre et axe de l'astigmatisme, la face antérieure de la cornée, les rayons de courbure en mm et en dioptrie (δ) et la pression intraoculaire à l'aide d'un tonomètre à air pulsé.



Figure (IV-4) : cycloplégie



Figure (IV-5): Autoref Topocon KR 800

Comme dernière étape de cette partie un examen du segment antérieur est réalisé à la lampe à fente, accompagné d'une mesure précise de la pression intraoculaire au tonomètre de Goldman est installé sur la lampe à fente on appliquant une dépression sur la cornée.



Figure (IV-7) : Tonomètre de Goldman



Figure (IV-6) : Lampe à fente

B. Mesure biométrique et réfraction subjective :

1) Examen de topographie cornéenne :

Dans notre stage on a utilisé topographie topocon, un appareil qui projette des anneaux lumineux sur la cornée et enregistre leur réflexion pour générer une carte topographique. Il permet d'analyser la puissance cornéenne, la courbure et les irrégularités.

Nous avons réalisé la topographie chez les enfants myopes venus pour leur première consultation afin de vérifier qu'il n'y avait pas de problème pathologique.



Figure (IV-8) : Topographe oculus pentacam

2) Examen de biométrie :

Pour la mesure de la longueur axiale on a utilisé deux instruments :

➤ La biométrie IOL Master :

Cet appareil est le standard en chirurgie de la cataracte, très précis pour les mesures préopératoires et les formules d'implant IOL. Il est peu utile seul dans un contexte de suivi de myopie chez l'enfant.

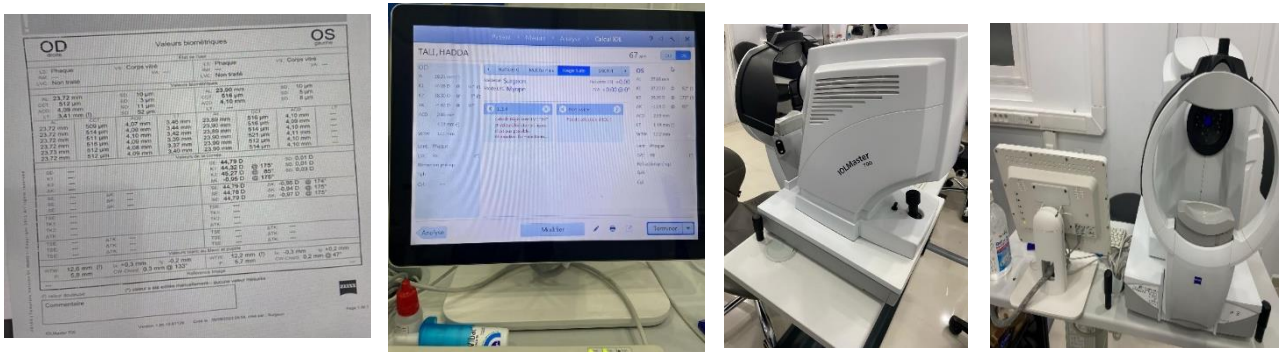


Figure (IV-9) : IOL master 700 et sa prise de mesure

➤ La biométrie de MYAH :

Cet appareil est spécialement conçu pour le suivi de la myopie évolutive. Il combine topographie cornéenne et biométrie axiale.



Figure (IV-10) : MYAH Topocon et sa prise de mesure

3) Réfraction subjective :

La mesure subjective de la réfraction de loin a pour objectif de déterminer la combinaison de verres qui donne une image rétinienne nette et donc la meilleure acuité visuelle possible au loin.

Lors de notre stage on a utilisé le phoroptère automatique qu'est un appareil électronique il permet de réaliser une réfraction subjective automatisée, c'est-à-dire :

- le patient regarde à travers différentes lentilles,
- l'appareil change rapidement les verres,
- le praticien analyse les réponses pour affiner la correction



Figure (IV-11) : Phoroptère automatique topocon CV5000

C.La conduite à tenir :

Les points à considérer dans la ou les décisions cliniques sont les suivants :

- Nouvelle correction optique
- Type de correction (choix des verres, option lentilles de contact)
- Discussion avec le sujet (expliquer, rassurer, conseiller)

A la fin on donne un RDV de contrôle à trois mois pour étudier les paramètres tels que la pression intraoculaire, la longueur axiale, et la fonction accommodative afin d'évaluer l'impact de ces deux types de correction sur l'évolution de la myopie chez ces enfants.

vi.Verre perifocal MYOLIFE de NOVATIS :

Dans le cadre de notre stage, nous avons réalisé une étude pratique sur les verres périfocaux MYOLIFE développés par Novatis, et prescrire au Centre Ibn Al-Haythem de contactologie dans la prise en charge de la myopie évolutive chez l'enfant.

Ces verres innovants sont conçus pour corriger la vision centrale tout en induisant une défocalisation myopique contrôlée en périphérie, un mécanisme reconnu pour freiner la progression de la myopie.

1. Visite chez le laboratoire de NOVATIS :

Pour mieux comprendre le principe de fonctionnement des verres périfocaux MYOLIFE, nous avons eu l'opportunité de visiter le laboratoire de NOVATIS situé à Oued Semmar à Alger. Cette visite nous a permis d'observer de près les différentes étapes de fabrication de ces verres. Ces étapes comprennent :

➤ Préparation :

Dans le processus de la fabrication des verres en général, un groupe de personnes est chargé de recevoir les commandes et les informations détaillées du patient, transmise par l'opticien. Ces données incluent la prescription, les mesures de centrage, type de verre, le design souhaité (myolife). Une fois la commande est reçue, ce groupe sélectionne le semi-fini le plus adapté depuis un stock organisé, c'est-à-dire le verre de base sur lequel seront usinés les courbures nécessaires. Ce choix dépend de plusieurs paramètres : la puissance prescrite, le matériau (indice, transmission,etc.).

Par la suite, toutes ces informations sont regroupées dans une fiche de fabrication (carte d'identité du verre), elle rassemble toutes les instructions techniques nécessaires pour les étapes suivantes.

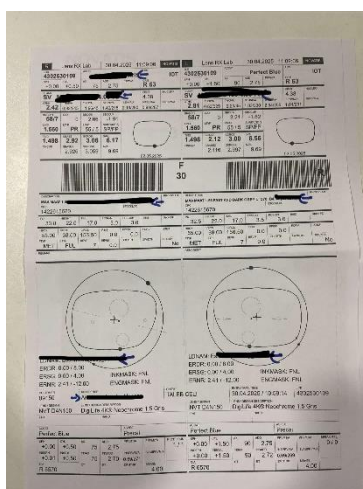


Figure (IV-13) : fiche de fabrication

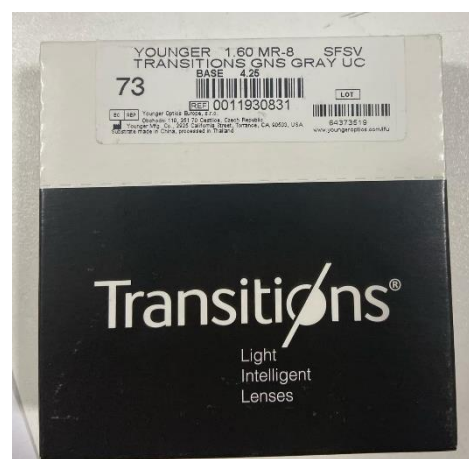


Figure (IV-12) : semi-fini

➤ L'usinage :

- **Système de fixation** : l'étape suivante est de préparer le verre semi-fini pour l'usinage. Le semi-fini possède deux faces : une face convexe déjà finie, et une face concave qui est la surface de travail. Pour protéger la face convexe on applique un film plastique bleu qui évite tout endommagement pendant l'usinage.

Pour fixer le verre sur les bras mécanique des machines, on bloque le verre sur un support temporaire. Pour le blocage, on utilise généralement un alliage métallique, cet alliage est chauffé au-dessus de sa température de fusion pour devenir liquide. On le verse entre le support et le verre.

En refroidissant, l'alliage se solidifie, assurant une adhésion parfaite entre le verre et le support, sans abimer le verre.

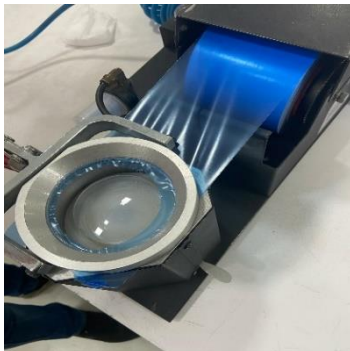


Figure (IV-15) : la protection d'un verre avec un film plastique bleu



Figure (IV-14) : un semi-fini bloqué sur un support.

- Ebauchage :

Le verre après passe à l'ébauchage, où il prend sa forme finale, sa puissance optique centrale, ainsi que les additions périphériques du design myolife. Cette opération s'effectue à l'aide d'une machine de haute précision, dotée d'un outil de coupe en diamant pour tailler avec une extrême finesse la face concave du verre. Le verre sort de cette étape avec un diamètre modifié, puissance conforme à la prescription et une surface concave lisse.



Figure (IV-16) : taillage du verre effectué à l'aide d'un

- **Gravage** : consiste à marquer le verre à l'aide d'un laser, ces gravures souvent très discrètes servent à identifier le design du verre (myolife), le logo de Novatis, les additions et le numéro de produit.
- **Polissage** : on retire la mollette métallique (support) et le film de protection bleu pour que le verre passe au polissage.

Le polissage consiste à éliminer la rugosité laissée par l'ébauchage pour avoir une surface parfaitement transparente.



Figure (IV-18) : retrait de la mollette mécanique

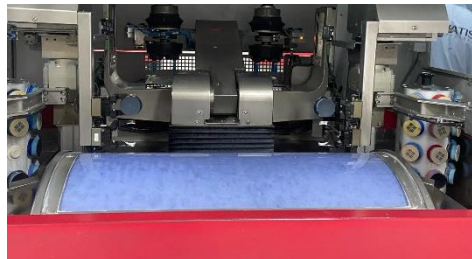


Figure (IV-17) polisseuse automatique des verres

- **Contrôle** : un technicien vérifie si le verre correspond précisément aux paramètres indiqués sur la fiche de fabrication, si le verre est validé il peut alors passer aux autres étapes.

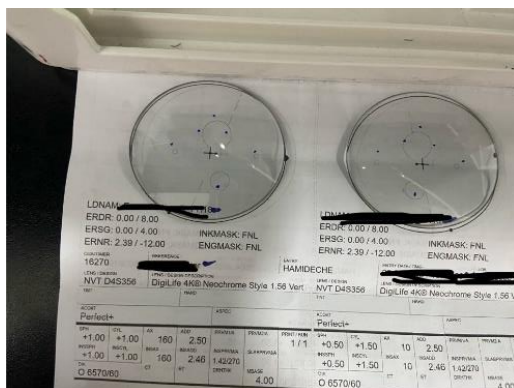


Figure (IV-19) : contrôle des verres

➤ Le processus de durcissement des verres (vernis) :

Une fois les verres nettoyés et inspectés, l'étape suivante consiste à appliquer le revêtement dur (vernis). Le revêtement dur est une couche protectrice transparente qui améliore considérablement la résistance aux rayures des verres.

Les verres sont plongés dans un réservoir contenant le matériau de revêtement dur, puis soulevés lentement, permettant à l'excès de revêtement de s'égoutter. Une fois le revêtement dur appliqué durci, les verres doivent subir un processus de durcissement pour garantir que le revêtement adhère

complètement et durcit correctement. Le processus de durcissement a généralement lieu dans un environnement contrôlé, en utilisant soit de la chaleur soit des UV.

Une fois le processus de durcissement terminé, les verres doivent refroidir lentement pour éviter les contraintes et les fissures potentielles dues aux changements brusques de température.



Figure (IV-20) : un support pour des verres

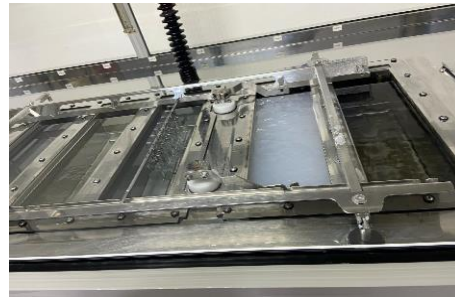


Figure (IV-21) : les couches de durcissement

➤ **Processus de revêtement antireflet :**

Le processus de revêtement antireflet repose sur la technologie de dépôt sous vide. Il commence par la préparation de la chambre à vide, où les verres sont soigneusement placés sur un support rotatif. Cette chambre est vide de tout air et contaminant pour garantir un environnement propre. Les matériaux de revêtement (produits chimiques, comme le dioxyde de silicium ou l'oxyde d'aluminium) sont chauffés jusqu'à vaporisation. Ces vapeurs se déposent uniformément sur les surfaces des verres, formant des couches minces qui assurent la transparence, la résistance aux rayures et l'effet antireflet.



Figure (IV-24) : le mélange de l'antireflets (les produits chimiques)



Figure (IV-23) : la chambre à vide



Figure (IV-22) : les supports rotatifs

➤ Contrôle finale :

Après le contrôle final, qui permet de vérifier une dernière fois la conformité du verre aux paramètres indiqués sur la fiche de fabrication. Les verres sont soigneusement nettoyés, emballés et étiquetés. Ils sont ensuite préparés pour l'expédition vers l'opticien prescripteur afin d'être montés sur la monture choisie par le patient.



Figure (IV-25) : contrôle finale

2. Un montage de verre Myolife :

Après notre visite au laboratoire Novatis pour comprendre la fabrication des verres freinateurs Myolife, nous avons souhaité compléter notre travail pratique par une observation sur le montage de ces verres. Dans ce but, nous avons contacté plusieurs opticiens dans l'espoir de pouvoir assister à un montage réel de verres Myolife. Malheureusement, aucun d'eux ne disposait de ce type de verre au moment de notre visite.

Cependant, l'opticien EL HABIBATEN nous a accueillies et a accepté de nous expliquer en détail le principe du montage, en utilisant un autre type de verre comme exemple, afin de nous aider à mieux comprendre les étapes spécifiques au verre Myolife.



Figure (IV-26) : Optique EL HABIBATEN

Les verres Myolife ont une structure particulière, différente des verres classiques. Ils possèdent une zone centrale de vision nette et des zones périphériques destinées à freiner la progression de la myopie. Pour que ces zones agissent correctement, le montage doit être fait avec précision.

- **L'importance de choix de monture :**

L'opticien nous a d'abord expliqué que le choix de la monture est essentiel. Elle doit être adaptée au visage de l'enfant, bien centrée et stable. Une monture mal choisie peut désaligner les zones actives du verre et réduire l'efficacité du traitement.

- Les étapes du montage :

Même si nous n'avons pas pu assister au montage d'un verre Myolife en particulier, l'opticien nous a parlé sur les principales étapes du montage, en nous les illustrant avec un autre verre, pour que nous comprenions le processus :

Comme première étape on vérifie le verre au frontofocomètre pour repérer la zone optique centrale. Cela permet de s'assurer qu'il correspond à la prescription.



Figure (IV-28) : un frontofocomètre



Figure (IV-27) : un verre de freinateur de la myopie

Ensuite l'opticien utilise une machine de traçage pour relever la forme exacte de la monture, ce qui est nécessaire pour tailler le verre et en même temps l'appareil permet de centrer le verre en précisant la hauteur et le diamètre : la zone centrale du verre Myolife doit être bien alignée avec la pupille.



Figure 0-30) : L'appareille permet relever la forme exacte de la monture

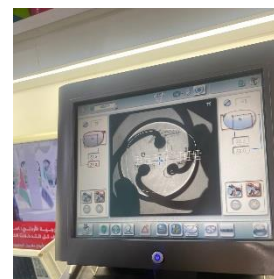


Figure (IV-29) : L'appareille permet de centré le verre

Le verre est découpé selon les dimensions de la monture à l'aide d'une meuleuse. Il faut être très précis, surtout pour ne pas froter les zones périphériques actives du verre.

Une fois taillé, le verre est inséré délicatement dans la monture. L'opticien vérifie que le verre est bien positionné et stable.



Figure (IV-31) : la meuleuse manuelle



Figure (IV-33) : La forme du verre dans la monture

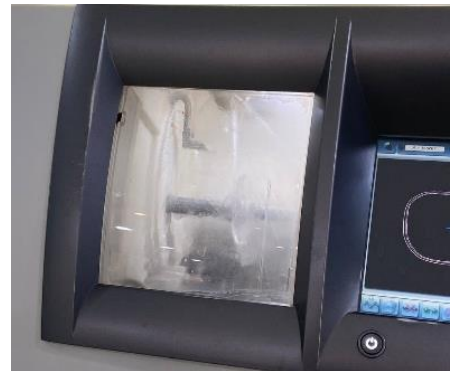


Figure (IV-32) : la meuleuse automatique

Même si nous n'avons pas pu observer directement le montage d'un verre Myolife, cette visite nous a permis de comprendre les étapes spécifiques de montage de ce type de verre.

Le choix de la monture et le centrage précis sont deux éléments essentiels pour assurer l'efficacité du verre.

IV. Statistique :

Les données ont été recueillies à partir des dossiers médicaux archivés au centre, mais aussi lors des consultations de suivi, lorsque certains enfants se sont présentés pour un contrôle avec leurs verres périfocaux. Les données recueillies ont été saisies et analysées sur le logiciel Statistique et le traitement de texte a été fait sur Microsoft Word 2016. Les représentations graphiques ont été faites à partir du tableur Excel.

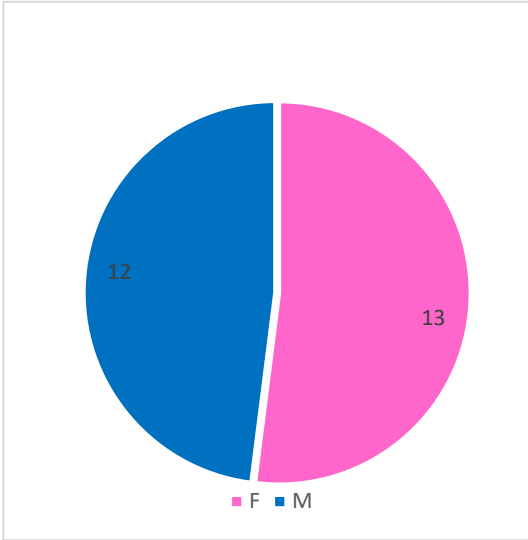
V. Résultats :

1) Description de l'échantillon étudié :

Cette étude a été menée sur un échantillon de 25 enfants myopes, âgés de 5 à 17 ans avec un âge moyen de 12,33 ans, comprenant 13 filles et 12 garçons.

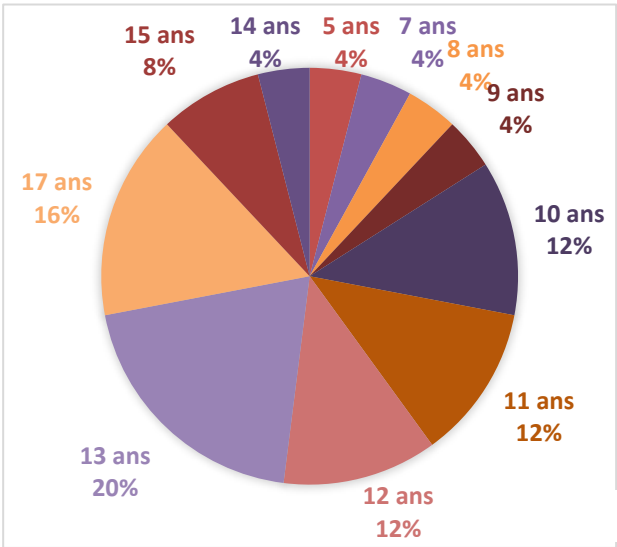
Sexe	Filles	13
	Garçons	12
Age (ans)	Min	5
	Moyenne	12,33
	Max	17
	Ecart-type	2,5

Tableau (IV-1) : description initiale d'échantillon

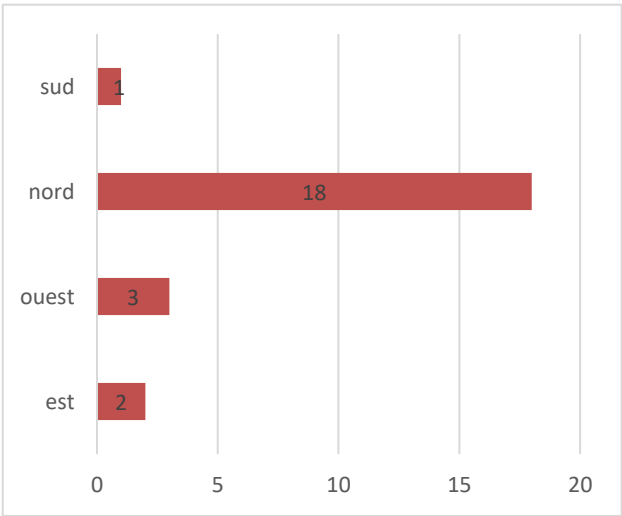


Graphe 1 : Répartition selon le sexe

Afin d’avoir une vision globale sur la composition de l’échantillon, nous avons analysé la répartition des patients selon l’âge et la région d’origine.



Graphe 2 : Répartition selon l'âge



Graphe 3 : Répartition selon la région

La majorité des patients résident à Alger, représentant une valeur maximale de **56%**. En ce qui concerne l'âge, la tranche la plus représentée est celle de 13 ans avec un pourcentage de **20%** constituant la valeur maximale dans cette catégorie.

2) Influence du verre sur la longueur axiale :

La progression de la longueur axiale a été suivie à différents intervalles, allant de **3 mois** jusqu'à **24 mois** avec des contrôles réalisés environ tous les **3 mois**. Les mesures ont été réalisées en utilisant à la fois le **IOS Master 700** et/ou le **Myah** comme des instruments de contrôle.

Pour le calcul de la moyenne, nous avons saisi l'ensemble des données dans le logiciel Excel. Nous avons ensuite utilisé la fonction =Moyenne () et en sélectionnant les valeurs.

Les tableaux suivants présentent les résultats :

Les valeurs de LA pendant le port des verres périfocaux (mm)				
Période	Max	Moyenne	Min	Ecart-type
T=0	29,59	25,76	23,21	1,14
3 mois	29,65	25,53	23,28	1,67
6 mois	29,66	26,66	24,47	1,33
12 mois	29,71	25,95	23,39	1,15
>12 mois	25,06	25	24,94	0,06
18 mois	29,4	25,98	23,44	1,38
24 mois	27,12	25,38	23,51	1,15

Tableau (IV-2) : les valeurs de LA pendant le port des verres périfocaux

Après avoir déterminé la valeur de la longueur axiale, Nous avons calculé l'évolution de cette dernière en soustrayant la valeur moyenne observée à chaque période de contrôle la valeur moyenne de la longueur axiale au temps initial (T=0). Voici les résultats

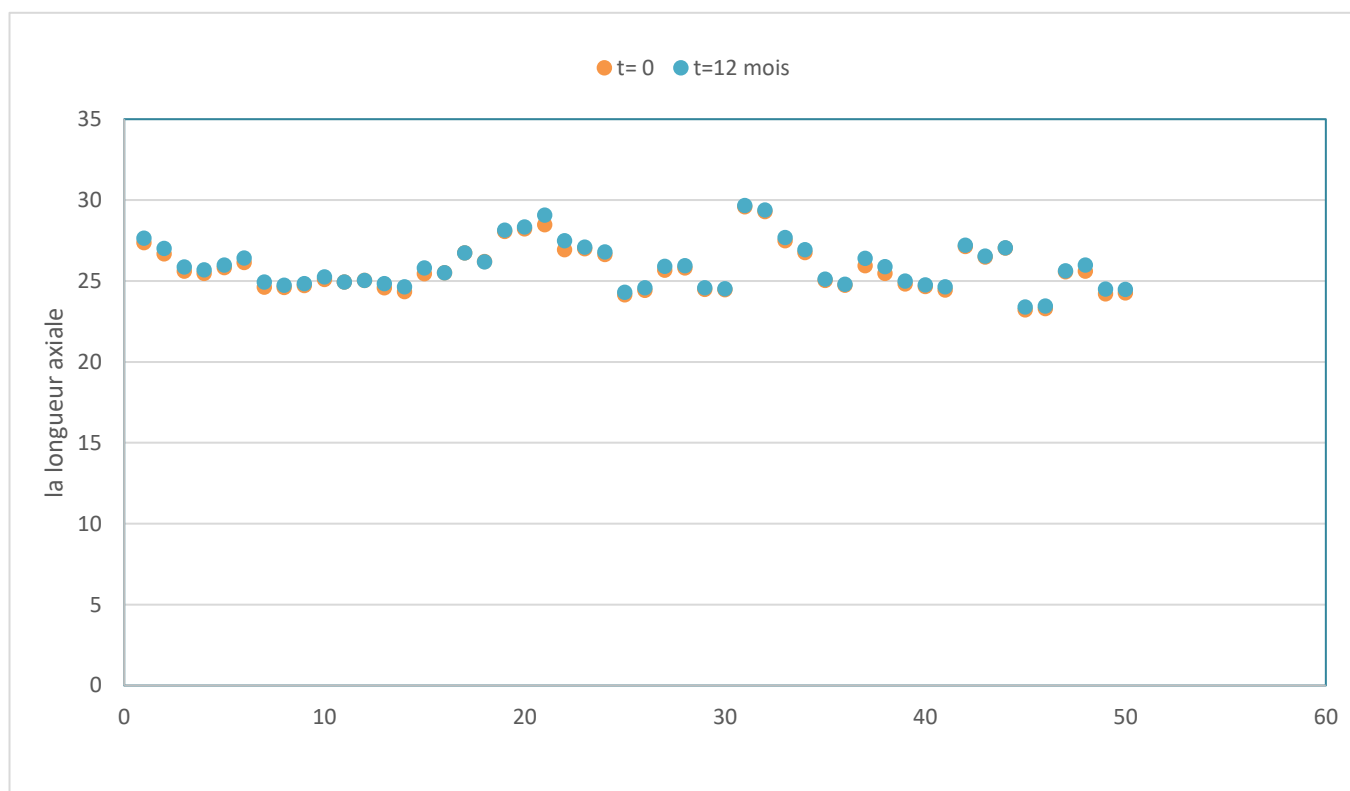
L'évolution de LA pendant le port des verres périfocaux (mm)

Période	Max	Moyenne	Min	Ecart-type
3 mois	0,13	0,03	-0,14	0,05
6 mois	0,4	0,12	0,03	0,07
12 mois	0,58	0,18	-0,01	0,10
>12 mois	0,03	0,02	0,01	0,01
18 mois	0,91	0,3	0,03	0,22
24 mois	0,77	0,42	0,08	0,19

Tableau (IV-3) : l'évolution de LA pendant le port des verres périfocaux

Il est important de préciser que les cas sélectionnés pour cette étude ont tous une mesure de la longueur axiale au contrôle initial (T=0) ainsi qu'au contrôle à 12 mois. Mais pour les autres périodes de suivi, pas tous les patients ont les mesures de la longueur axiale, en raison de leur absence lors de certains contrôles. Donc même si nous avons calculé les valeurs moyennes pour chaque période, les résultats les plus représentatifs et fiables concernent principalement les valeurs du contrôle initial et celles à 12 mois. (Tableau annexe 2)

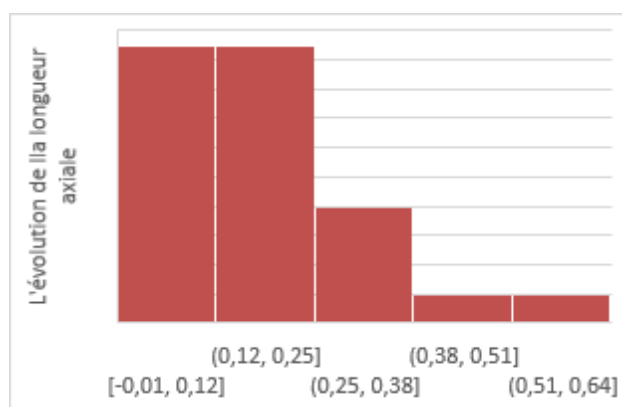
- D'après les deux tableaux on trouve que la valeur moyenne de la longueur axiale initiale est de
- **$25,76 \pm 1,14$ mm** et celle du contrôle à 12 mois est de **$25,95 \pm 1,15$ mm** avec une évolution moyenne de **$0,18 \pm 0,1$ mm**.



Graphe4 : les valeurs de la longueur axiale à t=0 et t= 12 mois

Le graphe représente une comparaison de LA au temps initial (**t=0**) et après **12 mois** de port des verres. Chaque point représente un œil (au total **50 yeux**). Les points en bleu illustrent la valeur de la LA au début de port et les points en orange celle mesurée un an plus tard.

Pour mieux comprendre comment la longueur axiale a été évaluée dans ces **12 mois**, l'histogramme ci-dessus représente sa progression après une année de port pour les **50 yeux (25 patients)**.



Graphe 5 : la progression après une année de port pour les 50 yeux

La majorité des cas (**19 patients** ce qui correspond à **76%** de l'échantillon) représentent une évolution modérée de la longueur axiale comprise entre **0** et **0,25 mm**, une minorité, **4 patients (8 yeux)** présentent une évolution un peu plus marquée entre **0,25** et **0,38 mm**. Seuls **2 patients (4 yeux)** ont connu une évolution plus importante de la LA, supérieure à **0,38 mm**, ce qui correspond à moins de **10%** de l'échantillon.

- Evolution de la longueur axiale à 24 mois :

Compte tenu du fait que tous les patients inclus initialement n'ont pas pu assister au contrôle des 24 mois, et afin d'obtenir des résultats plus précis sur l'influence des verres périfocaux sur la longueur axiale, nous avons uniquement pris en compte les cas pour lesquels une mesure a été réalisée à cette période. Ainsi, sur les 25 patients suivis, seuls **4** ont été revus au bout de 24 mois, soit un total **de 8 yeux** analysés.

Numéro	contrôle t=0		t= 12 mois		t= 24 mois	
	l'œil	LA (mm)	œil	LA	l'œil	LA(mm)
106759	OD	26,49	OD	26,55	OD	26,64
	OG	27,04	OG	27,06	OG	27,12
103469	OD	23,21	OD	23,39	OD	23,51
	OG	23,29	OG	23,45	OG	23,68
125374	OD	25,58	OD	25,63	OD	26,04
	OG	25,61	OG	25,99	OG	26,38
126913	OD	24,2	OD	24,51	OD	24,9
	OG	24,27	OG	24,49	OG	24,83

Tableau (IV-4) : les valeurs des longueurs axiales des 4 cas

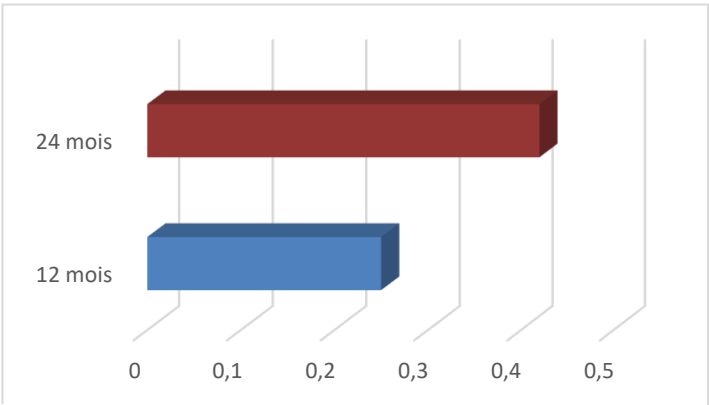
Nous avons appliqué les mêmes étapes que précédemment, en calculant la valeur moyenne des longueurs axiales dans chaque contrôle, voici les résultats

Les valeurs de LA pendant le port des verres périfocaux (mm)

Période	Max	Moyenne	Min	Ecart-type
T=0	27,04	24,96	23,21	1,21
12 mois	27,06	25,13	23,39	1,17
24 mois	27,12	25,38	23,51	1,15

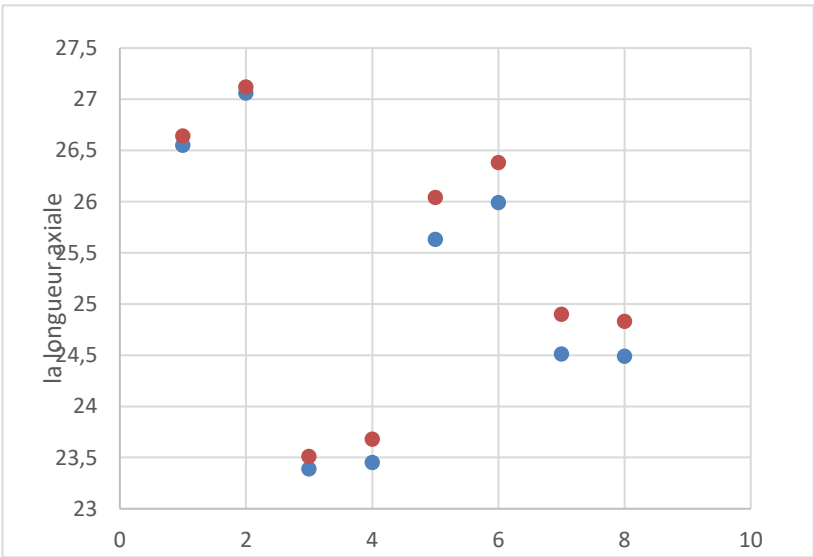
Tableau (IV-5) : Les valeurs de LA pendant le port des verres périfocaux (mm)

D’après le tableau, la valeur moyenne de la longueur axiale au cours de la période de port (24 mois) pour les 4 patients est $25,38 \pm 1,15$ mm.



Graphe 6 : Evaluation de la longueur axiale pour ces 4 cas

En calculant l’évolution de la longueur axiale pour ces 4 cas on trouve : une évolution moyenne de la longueur axiale de $0,25 \pm 0,12$ mm après 12 mois de port et de $0,42 \pm 0,19$ mm après 24 mois de port des verres



Graphe 7 : comparaison de l’évolution de LA entre T0 et T12 mois

Numéro	Evolution de LA (De 12 mois a 24 mois)	
106759	OD	0,09
	OG	0,06
103469	OD	0,12
	OG	0,23
125374	OD	0,41
	OG	0,39
126913	OD	0,39
	OG	0,34

Tableau (IV-6) : Evolution de LA de 12mois a 24 mois

Le graphique au-dessus représente l’évolution de la longueur axiale (LA) entre les contrôles à 12 mois et à 24 mois pour 8 yeux appartenant à 4 patients ayant assisté aux deux examens.

On observe une progression de la LA chez tous les patients. Cette évolution peut être classée comme suit :

- **Faible** : chez 3 yeux (le patient 106759 OD : 0,09 mm OG : 0,06, le patient 103469 OD : 0,12 mm)
- **Modérée** : chez 2 yeux (le patient 103469 OG : 0,23 mm et le patient 126913 OG : 0,34 mm)
- **Importante** : chez 3 yeux (le patient 125374 OD : 0,41 mm OG : 0,39 mm et le patient 126913 OD : 0,39mm)

3) Influence de verre périfocal sur les deux méridiens de réfraction :

Nous avons calculé les valeurs moyennes de la puissance réfractive sur les deux méridiens le plus plat et le plus cambré, ainsi que l'évolution de la réfraction dans ces deux méridiens après 12 mois de port de verres défocalisants pour l'ensemble des 25 cas, et après 24 mois uniquement pour les 4 patients ayant assisté au contrôle de cette période.

Nous avons calculé la puissance dans les deux méridiens de réfraction en appliquant la méthode de transposition sphère-cylindrique.

sphère1 (cylindre) axe donc $\longrightarrow$ sphère 2 = sphère+ cylindre

Par exemple : -2,25(-1,5)175°

Sphère 1 = -2,25 δ

sphère2 = -2,25+ (-1,5) = -3,75 δ

	Pendant une période de 12 mois (dioptries)			
	Avant le port		Après le port	
	Puissance 1	Puissance 2	Puissance 1	Puissance 2
Moyenne	-6,29	-7,95	-6 ,47	-8,14
Max	-1,5	-1,75	-1,5	-2
Min	-17	-22	-15,75	-22,25
Ecart-type	3,56	3,94	3,15	3,49

Tableau (IV-7) : les valeurs moyennes de la puissance réfractive sur les deux méridiens le plus plat et le plus cambré a T0 et T12 mois avant et après le port

Avant le port :

- La puissance moyenne du 1^{er} méridien était à $-6,29 \pm 3,56$ dioptries, allant de $[-1,5 ; -17]$.
- La puissance moyenne du 2^{ème} méridien était à $-7,95 \pm 3,93$ dioptries, allant à $[-1,75 ; -22]$.

Après le port :

- La valeur moyenne de la puissance du 1^{er} méridien de notre échantillon est trouvée de $-6,47 \pm 3,15$ dioptries, allant de $[-1,5 ; -15,75]$.
- La valeur moyenne de la puissance du 2^{ème} méridien de notre échantillon est trouvée de $-8,14 \pm 3,49$ dioptries, allant de $[-2 ; -22,25]$.

L'évolution de la réfraction Pendant le port de 12 mois (dioptries)

	Puissance 1	Puissance 2
Moyenne	-0,18	-0,19
Max	0	0,25
Min	-0,75	-1
Ecart-type	-0,20	0,26

Tableau (IV-8) : L'évolution de la réfraction Pendant le port de 12 mois sur les deux méridiens (en dioptries).

Le tableau au-dessus représente la valeur moyenne d'évolution de la réfraction, on trouve :

- L'évolution de la réfraction moyenne du 1^{er} méridien était à $-0,18 \pm 0,2$ dioptries.
- L'évolution de la réfraction moyenne du 2^{ème} méridien était à $-0,19 \pm 0,26$ dioptries.

Pendant une période de 24 mois (dioptries)

	Avant le port		Après le port	
	Puissance 1	Puissance 2	Puissance 1	Puissance 2
Moyenne	-4,59	-5,5	-5,53	-6,75
Max	-1,5	-1,75	-2	-2,75
Min	-8,25	-9,5	-9	-11,5
Ecart-type	2,28	2,25	2,21	2,37

Tableau (IV-9) : les valeurs moyennes de la puissance réfractive sur les deux méridiens le plus plat et le plus cambré à T0 et T24 en mois avant et après le port

Avant le port :

- La puissance moyenne du 1^{er} méridien était à $-4,59 \pm 2,28$ dioptries, allant de $[-1,5 ; -8,25]$.
- La puissance moyenne du 2^{ème} méridien était à $-5,5 \pm 2,25$ dioptries, allant à $[-1,75 ; -9,5]$.

Après le port :

- La puissance moyenne de du 1^{er} méridien de notre échantillon est trouvée de $-5,53 \pm 2,21$ dioptries, allant de $[-2 ; -9]$.
- La puissance moyenne du 2^{ème} méridien de notre échantillon est trouvée de $-6,75 \pm 2,37$ dioptries, allant de $[-2,75 ; -11]$.

**L'évolution de la réfraction Pendant le port de 24 mois
(dioptries)**

	Puissance 1	Puissance 2
Moyenne	-0,93	-1,25
Max	-0,5	-0,5
Min	-2	-2,5
Ecart-type	0,48	0,5

Tableau (IV-10) : L'évolution de la réfraction Pendant une période de 24 mois

Le tableau au-dessus représente la valeur moyenne d'évolution de la réfraction, on trouve :

- L'évolution de la réfraction moyenne du 1^{er} méridien était à $-0,93 \pm 0,48$ dioptries.
- L'évolution de la réfraction moyenne du 2^{ème} méridien était à $-1,25 \pm 0,5$ dioptries

i. Résultats d'efficacité :

Afin de déterminer l'efficacité des verres défocalisants, nous avons comparé les indicateurs clé de la progression de la myopie aux normes de référence :

1) Influence des verres périfocaux sur la longueur axiale :

L'étude de Guy clergeau de 2007 [69] fournit des normes théoriques essentielles pour évaluer le développement visuel chez l'enfant, Selon cette étude la croissance de l'œil est naturelle chez les enfants, mais elle varie selon qu'ils deviennent myopes ou non et selon l'âge :

Age d'enfants	Enfants emmétropes	Enfants devenant myopes
Avant 10 ans	0,1 à 0,2 mm / an	0,30 mm/an
Après 10 ans	< 0,1 mm /an	0,20 mm/an

Tableau (IV-11) : les normes de l'évolution de la LA selon l'étude de clergeau 2007

Donc pour dire que la myopie chez les enfants est évolutive il faut que l'évolution de la longueur axiale pour les enfants myopes avant 10 ans dépasse 0,30 mm/an et pour les enfants myopes avec l'âge plus de 10 ans elle soit supérieure à 0,2 mm/an.

Pour comparer les valeurs obtenues de notre échantillon avec ces normes, nous avons réparti les enfants en deux groupes selon leur l'âge, un groupe avant l'âge de 10 ans et un autre groupe après l'âge de 10 ans. Nous avons calculé la valeur moyenne de l'évolution de la longueur axiale pendant 12 mois de port des verres périphocaux pour chaque groupe, voici les résultats :

	Avant l'âge de 10 ans	Après l'âge de 10ans
Nombre des enfants	7	18
Yeux	14	26
L'évolution de la longueur axiale (mm/an)	0 ,17	0,19
Ecart-type (mm/an)	0,11	0,10

Tableau (IV-12) : l'évolution de la longueur axiale selon la tranche d'âge

On remarque d'après le tableau que l'évolution de la longueur axiale avant l'âge de 10 ans est de $0,17 \pm 0,11$ mm/an, en comparant cette valeur avec les normes de 0,3 mm/an de l'étude, on trouve que la myopie dans ce groupe est considérée comme non évolutive ($0,17 < 0,3$ mm/an).

Et pour les enfants de plus de 10 ans l'évolution observée est de 0,19 mm /an, proche mais elle ne dépasse pas la norme de 0,20 mm/an, donc aussi pour ce groupe après le port des verres pour 12 mois la myopie est considérée comme non évolutive.

Après nous avons calculé l'efficacité des verres périphocaux pour chaque groupe, voici un exemple de calcul :

Par exemple pour le premier groupe (avant l'âge de 10 ans), nous avons calculé le nombre des yeux qui ont une évolution moins de la norme (0,3 mm/an) que nous avons nommé groupe A , et le nombre des yeux dont l'évolution de la LA dépasse la norme , désigné comme groupe B.

Le groupe A est utilisé pour calculer le pourcentage d'efficacité des verres tandis que le groupe B a servi de déterminer le pourcentage d'inefficacité.

Voici comment ce fait le calcul de ces pourcentages :

Le pourcentage d'efficacité de verre : le groupe A est composé de 11 yeux donc :

Groupe avant l'âge de 10 ans (14 yeux) $\longrightarrow$ 100%

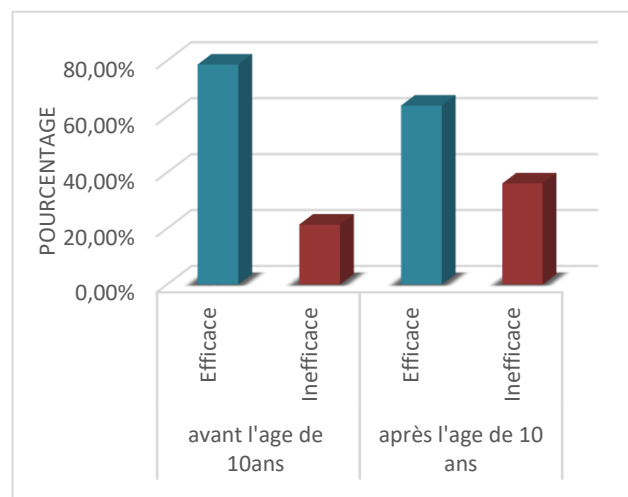
Groupe A (11 yeux) $\longrightarrow$ X %

$$X = (11 \times 100) / 14 = 78,6\%$$

On suit les mêmes étapes pour le groupe B et les enfants après l'âge de 10 ans.

Nous avons résumé les résultats dans le graphe suivant :

Les enfants d'avant l'âge de 10 ans représentent un pourcentage d'efficacité de **78,6%** et d'inefficacité de **21,4%** et le deuxième groupe représente un pourcentage d'efficacité de **63,9%** et d'inefficacité de **36,1%**.



Graphique 8 : le pourcentage d'efficacité et d'inefficacité selon la tranche d'âge.

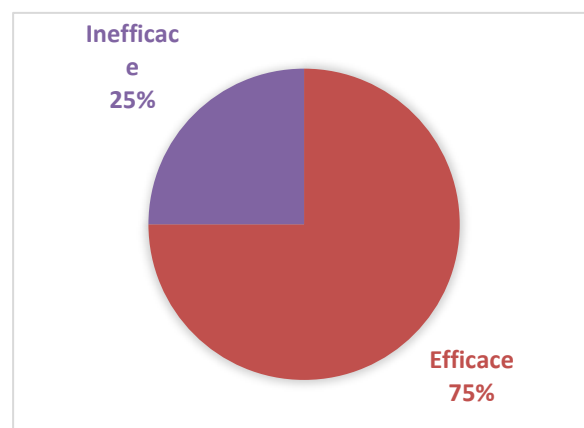
Pour l'échantillon ayant bénéficié d'un port de 24 mois, constitué de 4 patients (soit 8 yeux), nous avons choisi de comparer les résultats d'évolution moyenne de la LA avec les normes moyennes d'évolution de cette dernière, fixées à 0,3 mm pour 12 mois et 0,6 pour 24 mois (0,3mm/ an).

Dans ce cas, nous n'avons pas effectué de répartition selon l'âge, car l'échantillon, composé uniquement de 4 patients, était trop réduit. Une division supplémentaire aurait rendu l'analyse moins représentative et les pourcentages peu significatifs.

Nous avons compté le nombre de patients ayant présenté une évolution de la longueur axiale inférieure (groupe 1) et supérieure (groupe 2) à la norme 0,6 mm, puis nous avons calculé les pourcentages d'efficacité et d'inefficacité des verres en suivant les mêmes étapes que précédemment. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Pendant le port de 24 mois		
	Groupe 1 < 0,6	Groupe 2 > 0,6
Nombre des enfants	3	1
Nombre des yeux	6	2
L'évolution de LA (mm)	0,32	0,73

Tableau (IV-13) : l'évolution de la longueur axiale selon les normes pour une période de port de 24 mois

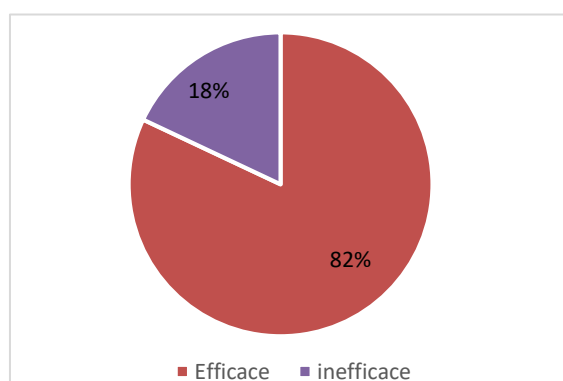


Graphique 9 : pourcentage d'efficacité et d'inefficacité des verres périphocaux pour une période de port de 24 mois

L'évolution moyenne de la longueur axiale sur 24 mois pour le groupe 1 est de 0,32 mm qui correspond à un taux d'efficacité de 75% et pour le groupe 2 est de 0,73 mm avec un taux d'inefficacité de 25%.

- Pourcentage d'efficacité globale des verres périphocaux sur notre échantillon :

Afin d'évaluer l'efficacité globale des verres périphocaux sur l'ensemble de notre échantillon, sans tenir compte de la répartition par âge, nous avons comparé l'évolution de la longueur axiale pour chacun des 25 patients (50 yeux) avec les normes. Ces normes considèrent qu'une progression inférieure ou égale à 0,3 mm/an est compatible avec une myopie stable, tandis qu'une progression supérieure à cette valeur indique une myopie évolutive.



Graphique 10 : pourcentage d'efficacité et d'inefficacité des verres périphocaux pour une période de port de 12 mois

Pendant le port de 24 mois		
	Efficace	Inefficace
œil	41	9
Pourcentage (%)	82%	18%

Tableau (IV-14) : pourcentage d'efficacité et d'inefficacité des verres périphocaux pour une période de port de 12 mois

D'après nos résultats sur l'échantillon étudié, nous pouvons conclure que l'efficacité de freination de la myopie par verres périfocaux est estimée de 82% comme représenté ci-dessous (nous avons calculé les pourcentages d'efficacité et d'inefficacité des verres en suivant les mêmes étapes que précédemment)

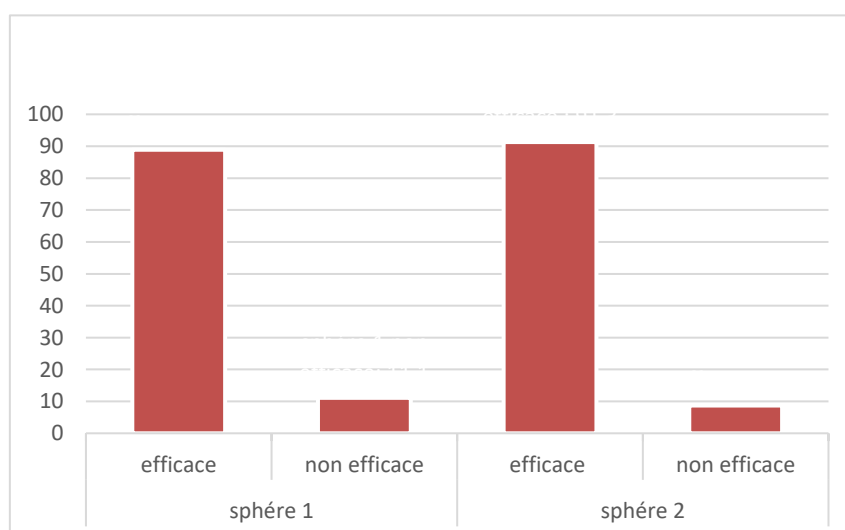
2) L'influence des verres périfocaux sur les deux méridiens de réfraction :

En ce qui concerne la réfraction, nous avons également procédé à une analyse comparative en nous basant sur les normes, selon lesquelles une évolution supérieure à 0,50 dioptrie par an est considérée comme anormale, traduisant une myopie évolutive. Pour affiner cette évaluation, nous avons analysé séparément l'évolution de la Sphère 1 et de la Sphère 2. Pour chaque groupe (Sph1 et Sph2), nous avons calculé le nombre des yeux dont la progression restait dans les limites normales, ainsi que ceux qui dépassaient cette norme. Voici les résultats :[69]

	Sphère 1		Sphère 2	
Les normes	< 0,5 D	> 0,5 D	< 0,5 D	> 0,5 D
Œil	45	5	46	4

Tableau (IV-15) : répartition de l'évolution de la réfraction selon la norme

Après nous avons calculé le taux d'efficacité et d'inefficacité des verres périfocaux sur les deux méridiens de réfraction, on résume les résultats dans l'histogramme ci-dessus :



Graphie 11 : pourcentage d'efficacité et d'inefficacité des verres périfocaux selon les deux méridiens de réfraction

pour la sphère(1), **88,9%** des yeux ont présenté une évolution normale de la réfraction. Par contre **11,1%** des yeux étaient classé comme non efficace.

Pour la sphère (2), **91,3%** des yeux ont montré une évolution normale tandis que **8,7%** des yeux étaient classé comme non efficace.

VI. Discussion

Notre étude a pour objectif d'analyser l'efficacité des verres périfocaux pour la freination de la myopie chez les enfants. Pour cela nous avons analysé les résultats des indicateurs clés de la progression de la myopie, la longueur axiale et la réfraction des deux méridiens de 25 enfants myopes, âgés de 5 à 17 ans avec un âge moyen de 12,33 ans, comprenant 13 filles et 12 garçons. Nous avons calculé l'évolution moyenne de la longueur axiale de chaque contrôle, allant de 3 mois jusqu'à 24 mois avec des contrôles réalisés environ tous les 3 mois. Ensuite, nous avons comparé les données de la longueur axiale pendant une période de port de 12 mois aux normes de croissance axiale 0,3mm/an selon l'étude de clergeau, 2007. Une majorité des enfants de notre échantillon ont présenté une évolution inférieure à cette limite, ce qui indique un bon effet de freination surtout pour les enfants de moins de 10 ans. ce qui indique que l'intervention précoce est importante pour ralentir l'évolution de la myopie.

Ce qui concerne les données de port pour 24 mois, les résultats ont montré que 6 yeux sur 8 présentent une évolution inférieure aux normes (0,3 mm/an), ce qui indique une bonne efficacité du verre défocalisant sur long terme, avec un taux d'efficacité de **75%**. Après cela, nous avons calculé le taux d'efficacité globale des verres défocalisants en prenant en compte l'ensemble des 25 patients sans faire de répartition par âge. 41 yeux sur 50 yeux avaient une progression normale, ce qui correspond à un taux d'efficacité globale de **82%**. Concernant la réfraction, en utilisant le seuil de 0,5 dioptrie/an comme norme, les résultats sont également encourageants. En effet, **88,9 %** des yeux pour la sphère 1 et **91,3 %** pour la sphère 2 ont montré une évolution considérée comme efficace.

Pour résumer, les résultats obtenus de notre étude montrent que les verres périfocaux offrent un bon taux d'efficacité qui dépasse 80%, ce pourcentage montre que les verres périfocaux peuvent freiner l'évolution de la myopie chez les enfants et donc limiter les complications grave liée à la myopie évolutive.

VII. Résultats et discussion des questionnaires :

A la fin de notre stage, nous avons décidé d'ajouter un questionnaire supplémentaire à notre travail pratique. Ce n'était pas prévu au début, mais nous avons voulu faire un travail complémentaire à notre mémoire avec des données du terrain, en lien avec les informations théorique que nous avons étudiées

Nous avons donc préparé deux questionnaires :

- ✓ Un pour les professionnels de la santé visuelle.
 - ✓ Un autre pour les parents d'enfants porteurs de verres freinateurs.
- Les versions complètes des questionnaires sont reproduites en Annexe 3 pour consultation.

Nous avons présenté le questionnaire aux parents des patients du **Centre Ibn El Haythem**, mais nous avons constaté que peu de patients étaient présents pour un suivi de verres MYOLIFE seuls **8** parents ont pu répondre.

Nous avons visité plusieurs villes pour rencontre des professionnels : Alger, Oran, Chlef et tissemsilet.

Malheureusement dans plusieurs magasins d'optique les vendeurs ou employés ne pouvaient pas répondre par manque d'information sur les verres freinateurs malgré ça nous avons pu recueillir **25** réponses.

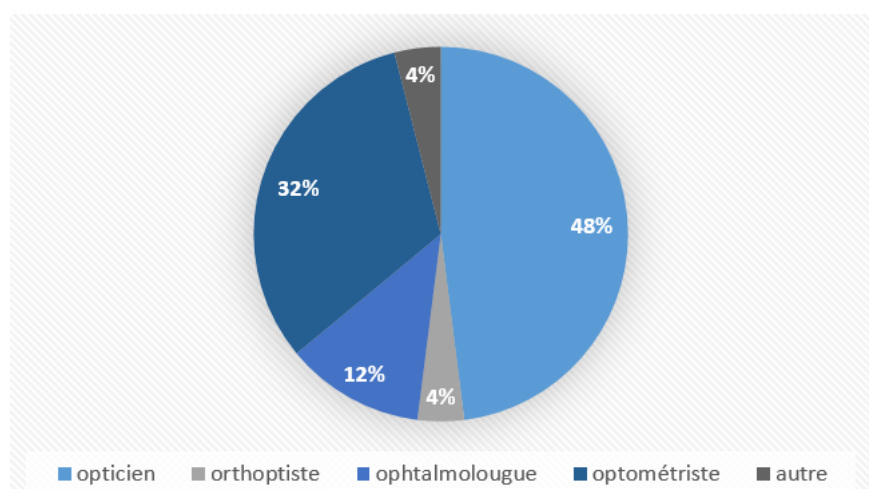
➤ Le but des questionnaires :

- ✓ Vérifier et confirmer certaines données théoriques mentionnées dans notre mémoire.
- ✓ Mieux comprendre le niveau de sensibilisation autour de la myopie évolutive.

1) Discussion et résultats de questionnaire pour les professionnels :

- Répartition des répondeurs au questionnaire (Question 1) :

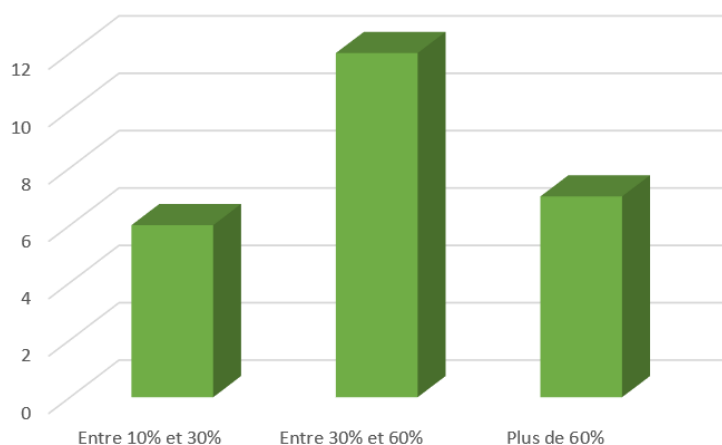
Afin de garantir la fiabilité et la transparence des réponses recueillies, le questionnaire a été distribué à divers professionnels du domaine de la santé visuelle. Il a été adressé non seulement aux opticiens et optométristes, mais également à d'autres acteurs du domaine visuel tels que les orthoptistes et l'ophtalmologiste.



Graphie 12 : Répartition des répondeurs au questionnaire

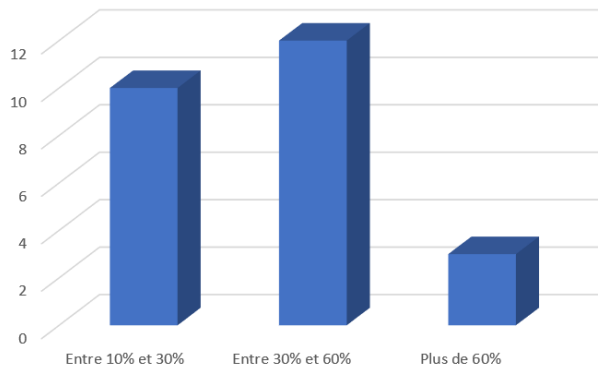
- Expérience professionnelle (Question 2 et 3) :

La majorité des professionnels indiqués qu'entre 30 % à 60 % de leurs patients sont myope, et une proportion presque équivalente pour qui estiment entre 10 % à 30 % et plus de 60 %



Graphie 13 : Répartition des patients myopes parmi l'ensemble des consultations

Chez la plupart des professionnels, une part importante de leurs patients myopes estimé entre **30 % à 60 %** et entre **10 % à 30 %** sont des enfants myopes. Et certain ont mentionné une proportion d'enfants myopes dépassant les **60 %**.

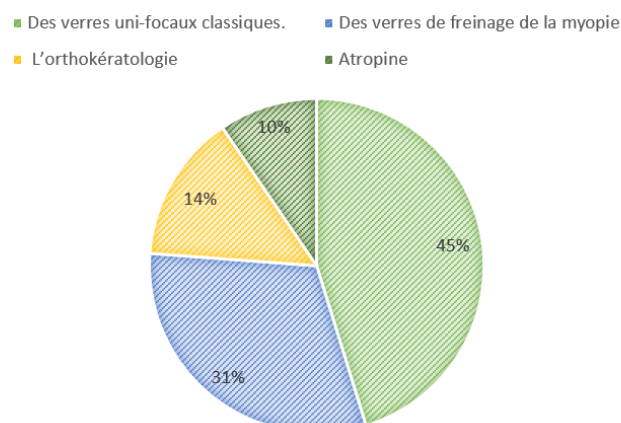


Graphe 14 : Répartition des enfants myopes parmi les myopes

Ces résultats confirment la forte prévalence de la myopie, exactement chez les enfants, ce qui vient appuyer les données abordées dans la partie théorique de ce mémoire.

- Répartition des solutions proposées aux parents d'enfants myopes (Question 5) :

Les professionnels de la santé visuelle avaient la possibilité de sélectionner plusieurs réponses dans cette question. La majorité d'entre eux propose les verres uni-focaux classiques (**45 %**) ainsi que les verres de freinage de la myopie (**31 %**). De plus, l'orthokératologie (**14 %**) et l'atropine (**10 %**) sont moins suggérées.

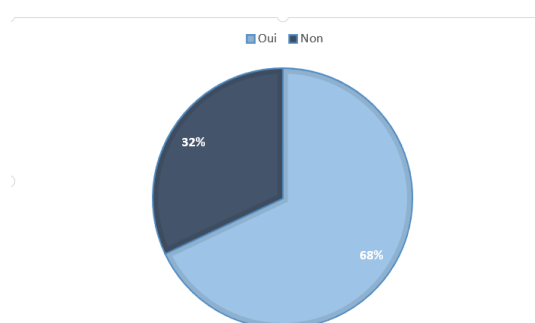


Graphe 15 : Répartition des solutions proposées aux parents d'enfants myopes

Les verres uni-focaux restent la solution la plus proposée par les professionnels, cependant les verres frénateur de la myopie commencent à être intégrés et pour les autres solutions comme l'atropine et l'orthokératologie sont moins recommander.

- Répartition des professionnels ayant recommandé les verres périfocaux aux enfants myopes (Question 6) :

D'après les réponses recueillies, Plus que la moitié des professionnels **68%** ont déjà conseillé aux parents d'enfants myopes d'utiliser des verres périfocaux, tandis que **32%** ne les ont pas proposés.



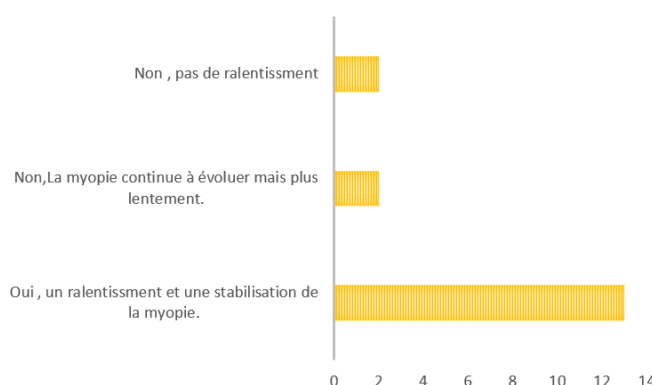
Graphe16 : Répartition des professionnels ayant recommandé les verres périfocaux aux enfants myopes

Ces résultats montrent que la majorité des spécialistes connaissent et utilisent cette solution pour freiner la progression de la myopie chez l'enfant.

- Répartition de l'efficacité des verres selon les professionnels et la durée de ralentissement (Question 8 et 9) :

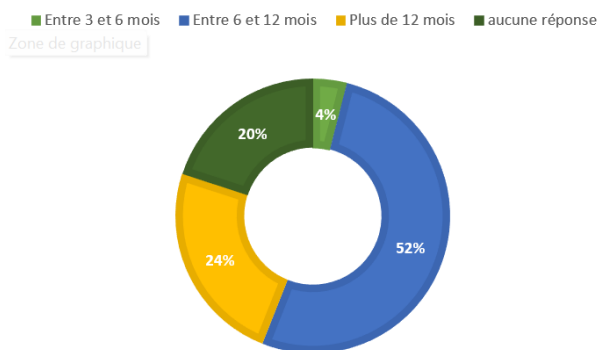
La plupart des professionnels interrogés (environ **76 %**) ont observé une amélioration nette avec une stabilisation de la myopie chez les enfants équipés de verres périfocaux.

Un plus petit nombre de répondants ont indiqué que la myopie continue d'évoluer mais plus lentement, tandis qu'une minorité estime qu'il n'y a pas de ralentissement notable.



Graphe 17 : Répartition de l'efficacité des verres selon les professionnels

Parmi les professionnels ayant constaté une amélioration chez les enfants myopes équipés de verres périphocaux, Certains **20%** notent une amélioration entre **3 et 6 mois** par contre entre **6 et 12 mois** il y a beaucoup qui disent que dans cette période on remarque un ralentissement **52%**, et quelques-uns **24%** seulement au-delà de **12 mois**.

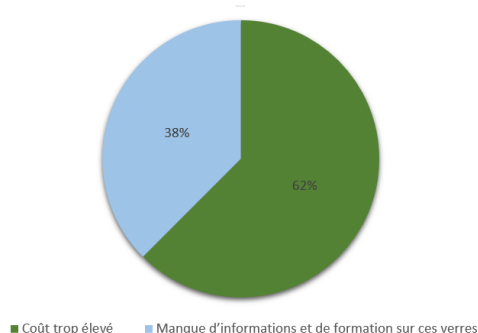


Graphe 18: Répartition de la durée de ralentissement

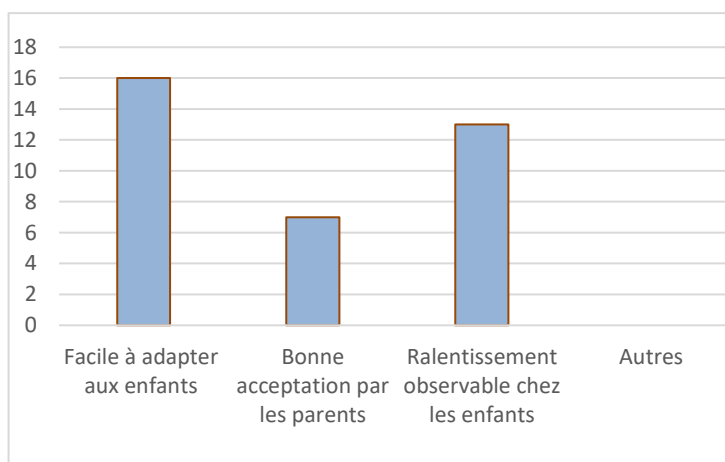
Les résultats montrent que beaucoup de professionnelle assurent que les verres sont efficaces et l'effet semble entre **6 mois** et **12 mois** car ils ont remarqué un ralentissement et une stabilisation de la myopie.

- Répartition des avantages et des inconvénients sur ces verres (Question10 et 11) :

64% des professionnels trouvent que les verres sont faciles à adapter chez les enfants avec une amélioration observable de la myopie par contre seuls quelques-uns **24%** ont mentionné qu'une bonne acceptation de la part des parents. Cependant, dans l'autre graphe **62%** disent que ces verres sont très chers et **38%** pour le manque d'information ou sensibilisation.



Graphe 20 : les principaux inconvénients des verres périphocaux selon les professionnels



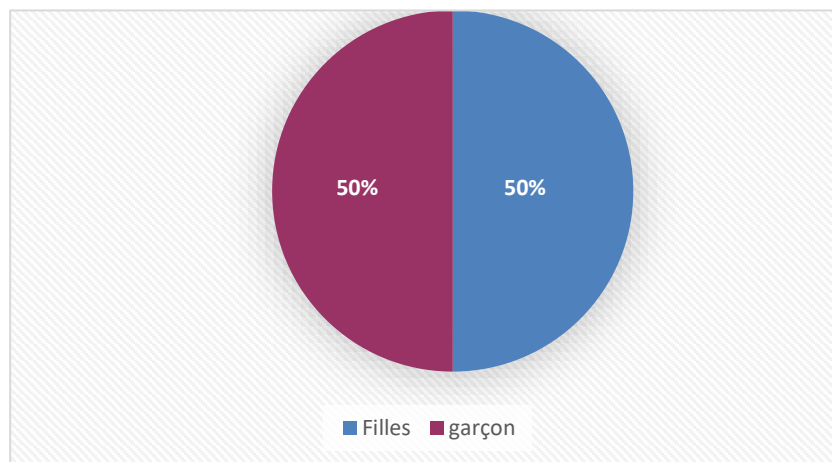
Graphe 19: les principaux avantages des verres périphocaux selon les professionnels

Bien que les verres soient faciles à adapter et efficaces pour les enfants mais leur adoption reste limitée à cause de leur cout élevé et du manque d'information. Il est donc important de mieux informer et sensibiliser les familles.

2) Résultats de questionnaire pour les parents :

- Répartition des catégories :

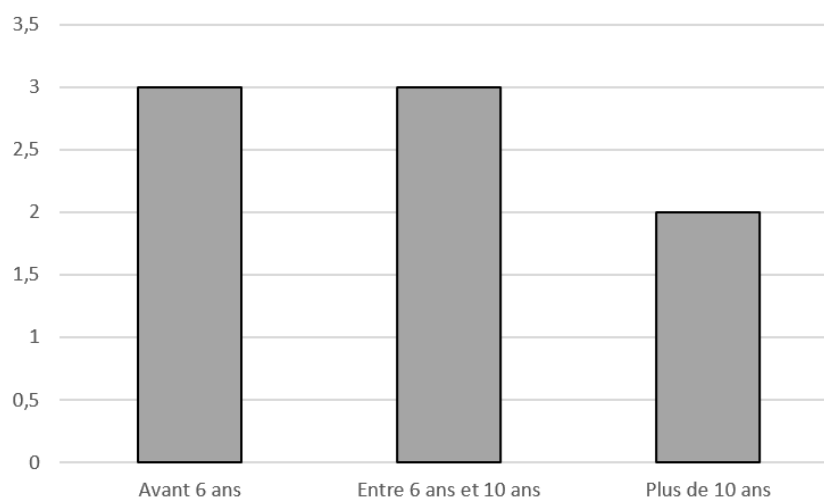
On a donné le questionnaire à seulement **8** parents, ce qui a donné une répartition équilibrée entre les garçons **50%** et les filles **50%**, âgés de **8** à **16** ans. Parmi les parents ayant répondu, la majorité sont des mères.



Graphe 21: Répartition des catégories des enfants myopes

- Répartition des dates du premier diagnostic pour la myopie (Question 3) :

La majorité des enfants ont fait leur premier diagnostic de myopie avant l'âge de 10 ans, tandis que deux enfants ont été diagnostiqués après l'âge de 10 ans.



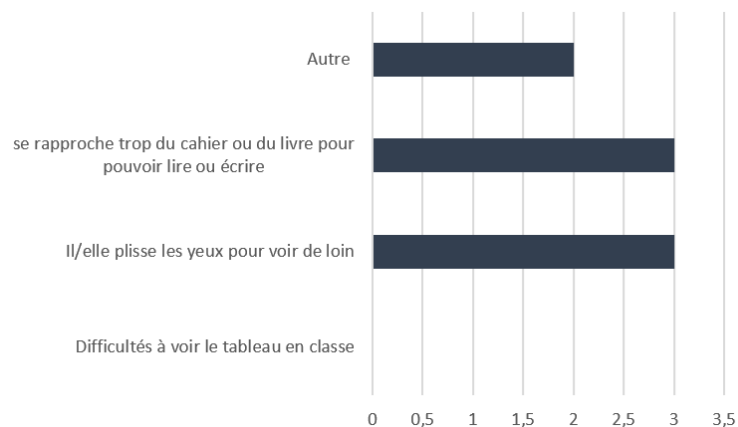
Graphe 22 : Les dates du premier diagnostic

Ces résultats montrent l'importance du dépistage visuel avant l'entrée à l'école afin de corriger rapidement.

- Répartition des signes de la myopie (Question 5) :

Les réponses les plus fréquentes des parents indiquent qu'ils remarquent que leur enfant plisse les yeux pour voir de loin ou se rapproche trop pour voir de près.

Deux parents ont mentionné qu'il y a d'autre signe tel que la fatigue et l'enfant tombe beaucoup à l'extérieur.



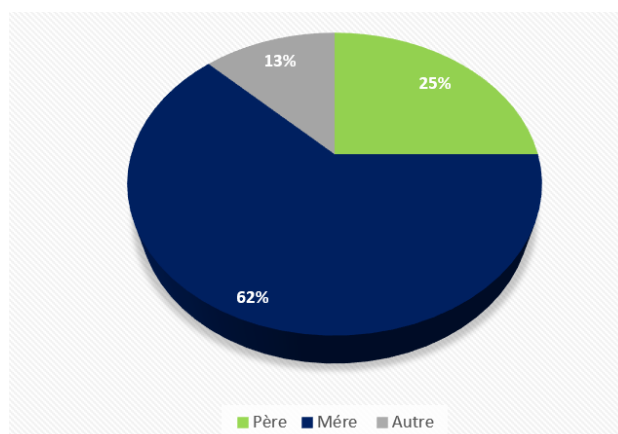
Graph 23: Répartition des signes de la myopie par les parents

Ces résultats signifient l'importance d'observer le comportement de l'enfant et de contrôler sa vision.

- Répartition des Antécédents familiaux (Question 6) :

On n'observe que la majorité des répondants disent qu'au moins un membre dans la famille a la myopie.

Plus que la moitié 62% sont des mères.

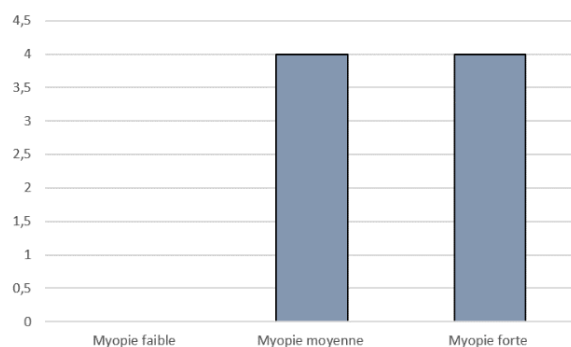


Graph 24: Répartition des antécédents familiaux

La forte prévalence de la myopie chez les membres de la famille des répondants suggère un possible composant génétique cette donnée confirme ce qui a été présenté dans la partie théorique que le facteur génétique est important dans la progression de la myopie.

- Répartition du degré de la myopie (Question 8) :

4 répondants confirment que leur myopie est moyenne, 4 confirme qu'elle est forte et aucun personnes confirment que celle-ci est faible.

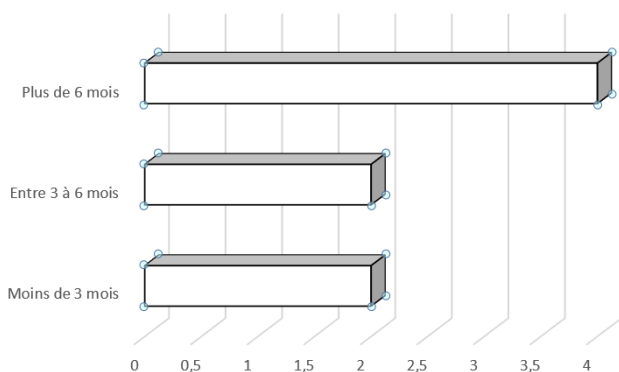


Graphe 25: Répartition du degré de la myopie

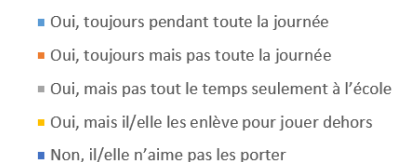
Ces résultats expliquent l'importance d'un suivi régulier et d'une prise en charge adaptés pour prévenir les complications liées à la myopie élevée.

- Répartition du port de lunettes (Question 9 et 13) :

4 enfants utilisent ces verres depuis plus de 6 mois, tandis que 2 enfants les portent depuis 3 à 6 mois, et 2 autres depuis moins de 3 mois. Il est important de noter que tous les répondants ont affirmé que leurs enfants portent les verres de manière constante.



Graphe 27 : Répartition du premier port des lunettes

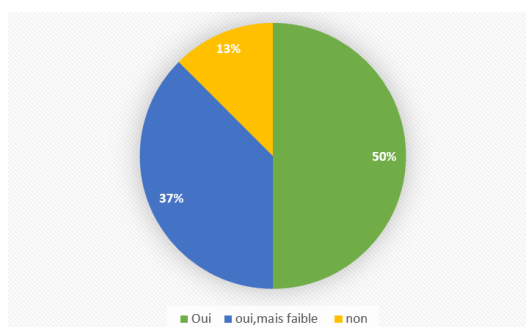


Graphe 26 : Répartition de port de lunettes

La discipline dans le port des verres est très importante surtout chez les enfants ayant une myopie forte et qui portent des lunettes depuis longtemps, tout ça afin de garantir l'efficacité de ce verre.

- **Le niveau d'information et l'observation des parents concernant les verres freinateurs de la myopie (Question11 et 14) :**

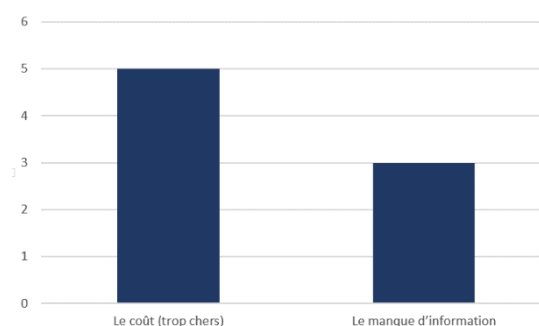
Tous les parents connaissaient les verres de freination de la myopie, et une grande partie d'entre eux ont déclaré qu'ils les trouvent plus efficaces que les verres classiques. La majorité des répondants ont également remarqué un ralentissement dans la progression de la myopie



Graphique 28: Répartition de l'efficacité des verres de freination selon les parents

- **Répartition des inconvénients sur les verres (Question16) :**

5 parents trouvent que les verres freinateurs sont trop chers, ce qui constitue une raison importante pour laquelle ils ne sont pas portés. De plus, certaines personnes indiquent que le manque d'information sur ces verres joue un rôle au faible de port chez les enfants.



Graphique 29: Répartition des inconvénients sur les verres

Conclusion générale :

La myopie n'est plus un simple trouble visuel, elle est devenue un véritable enjeu de santé publique. Sa progression rapide surtout dans les premières années de vie soulève des sérieuses complications. Derrière chaque chiffre, chaque dioptrie. Un enfant mal équipé ou qu'il n'est pas pris en charge à temps sa vision risque de se détériorer de manière irréversible.

Le décollement de la rétine, la dégénérence maculaire, le glaucome, et plusieurs d'autres pathologies sont parmi les problèmes visuelles que nous avons malheureusement observés de près lors de notre stage chez des adultes souffrant de forte myopie et qui n'ont pas eu la chance durant leur enfance de bénéficier d'un moyen efficace pour freiner la progression de leur myopie. C'est dans cet esprit que s'inscrit notre mémoire, dont l'objectif est d'évaluer un moyen de freination de la myopie « les verres périfocaux »

Ce mémoire reflète notre engagement à contribuer, même modestement, à la lutte contre la myopie évolutive, en mettant la science et l'observation clinique au service d'une meilleure santé visuelle pour les générations futures.

Annexes:

Annexe 01 :

Recueil des informations essentielles dans l'anamnèse

- ✓ Age et sexe de l'enfant
- ✓ Les raisons de la visite et les besoins visuels :
 - Avez-vous remarqué que votre enfant a des difficultés à voir de loin ou de près ?
 - L'enseignant a-t-il signalé des problèmes de vision à l'école ?
- ✓ Antécédents ophtalmologiques et généraux :
 - Est-ce que votre enfant a déjà porté des lunettes ou des lentilles ?
 - Ya-t-il déjà eu des examens ophtalmologiques auparavant ?
- ✓ Antécédents familiaux de myopie :
 - Y a-t-il des personnes myopes dans la famille (parents, frères, sœurs...) ?
- ✓ Age d'apparition et évolution de la myopie :
 - À quel âge a-t-on diagnostiqué la myopie chez votre enfant ?
- ✓ Traitements de freination déjà entrepris :
 - ❖ Est-ce que votre enfant a déjà suivi un traitement pour ralentir la progression de la myopie ?
- ✓ Habitudes visuelles (travail de près et activité en extérieur) :
 - ❖ Combien de temps votre enfant passe-t-il chaque jour sur les écrans ou à lire ?
 - ❖ Passe-t-il du temps à l'extérieur ?

Annexe 02 :

numéro	sexe	contrôle à t=0		contrôle à t=12 mois							
		l'œil	LA	l'œil	LA			OD		OD	
70590	M	OD	27,38	OD	27,65	127185	F	OD	24,15	OD	24,31
		OG	26,69	OG	27,01			OG	24,42	OG	24,58
18831	F	OD	25,62	OD	25,87	144546	F	OD	25,67	OD	25,91
		OG	25,47	OG	25,7			OG	25,8	OG	25,94
34829	M	OD	25,82	OD	25,98	138074	M	OD	24,49	OD	24,59
		OG	26,15	OG	26,42			OG	24,47	OG	24,53
96679	F	OD	24,62	OD	24,94	99027	M	OD	29,59	OD	29,71
		OG	24,6	OG	24,75			OG	29,29	OG	29,39
9491	F	OD	24,72	OD	24,85	130905	F	OD	27,49	OD	27,68
		OG	25,09	OG	25,25			OG	26,75	OG	26,93
35393	F	OD	24,93	OD	24,93	126718	F	OD	25,03	OD	25,11
		OG	25,03	OG	25,04			OG	24,75	OG	24,81
124952	M	OD	24,59	OD	24,84	124034	M	OD	25,95	OD	26,41
		OG	24,35	OG	24,65			OG	25,48	OG	25,89
125115	F	OD	25,45	OD	25,8	120571	M	OD	24,82	OD	24,99
		OG	25,51	OG	25,52			OG	24,66	OG	24,77
125794	F	OD	26,74	OD	26,74	34256	M	OD	24,45	OD	24,65
		OG	26,2	OG	26,19			OG	27,14	OG	27,21
125535	M	OD	28,07	OD	28,14	106759	F	OD	26,49	OD	26,55
		OG	28,23	OG	28,35			OG	27,04	OG	27,06
128046	F	OD	28,49	OD	29,07	103469	F	OD	23,21	OD	23,39
		OG	26,93	OG	27,5			OG	23,29	OG	23,45
127019	M	OD	27	OD	27,09	125374	M	OD	25,58	OD	25,63
		OG	26,64	OG	26,79			OG	25,61	OG	25,99
						126913	M	OD	24,2	OD	24,51
								OG	24,27	OG	24,49

Annexe 03 :

➤ Questionnaire pour les professionnelles

QUESTIONNAIRE : L'EFFICACITÉ DES VERRES PÉRI-FOCAUX POUR FREINER LA MYOPIE CHEZ LES ENFANTS

Veillez répondre aux questions suivantes, s'il vous plaît

- 1 Vous êtes :
 - ☐ opticien(ne).
 - ☐ optométriste.
 - ☐ ophtalmologiste.
 - ☐ orthoptiste
- 2 Depuis combien de temps exercez-vous votre métier ?
 - ☐ Moins de 2 ans.
 - ☐ 2 à 5 ans.
 - ☐ 6 à 10 ans.
 - ☐ Plus de 10 ans.
- 3 Quel pourcentage de vos patients sont myopes ?
 - ☐ Entre 10% et 30%
 - ☐ Entre 30% et 60%
 - ☐ Plus de 60%
- 4 Parmi ces patients, combien sont des enfants ?
 - ☐ Entre 10% et 30%
 - ☐ Entre 30% et 60%
 - ☐ Plus de 60%
- 5 Quelles solutions proposez-vous généralement aux parents pour vos jeunes patients myopes ?
 - ☐ Des verres uni-focaux classiques.
 - ☐ Des verres de freinage de la myopie.
 - ☐ L'orthokératologie.
 - ☐ Atropine
 - ☐ Aucune des solutions proposées
- 6 Avez-vous déjà conseillé aux parents de ces enfants myopes de leur faire porter des verres péri-focaux ?
 - ☐ oui
 - ☐ non
- 7 Si oui, combien de patients avez-vous équipés avec ces verres au cours des 12 derniers mois ?
 - ☐ Moins de 5 patients.
 - ☐ Entre 5 et 10 patients.
 - ☐ Entre 10 et 20 patients.
 - ☐ Plus de 20 patients
- 8 Avez-vous constaté un ralentissement chez les enfants porteurs de verres péri-focaux ?
 - ☐ Oui, un ralentissement et une stabilisation de la myopie.
 - ☐ Non, La myopie continue à évoluer mais plus lentement.
 - ☐ Non, pas de ralentissement

Veillez répondre aux questions suivantes, s'il vous plaît

- 9 Si oui, après combien de temps :
 - ☐ Entre 3 et 6 mois
 - ☐ Entre 6 et 12 mois
 - ☐ Plus de 12 mois
- 10 Quels sont les principaux avantages des verres péri-focaux selon vous ? (Plusieurs réponses possibles)
 - ☐ Facile à adapter aux enfants
 - ☐ Bonne acceptation par les parents
 - ☐ Amélioration observable chez les enfants
 - ☐ Autres :
- 11 Quels sont les principaux inconvénients des verres péri-focaux selon vous ? (Plusieurs réponses possibles)
 - ☐ Coût trop élevé
 - ☐ Manque d'informations et de formation sur ces verres
 - ☐ Difficulté d'adaptation chez les enfants
 - ☐ Autres :
- 12 Quel est selon vous, le retour des parents d'enfants myopes porteurs de verres péri-focaux :
 - ☐ Très favorables, ils sont convaincus par leur efficacité
 - ☐ Favorables, mais hésitent en raison du prix ou de manque d'informations
 - ☐ Ils doutent de l'efficacité des verres péri-focaux
 - ☐ Ils préfèrent d'autres solutions

➤ Questionnaire pour les parents :

QUESTIONNAIRE (POUR LES PARENTS)

Objectif du questionnaire : Ce questionnaire a pour but d'évaluer l'état visuel de votre enfant et son évolution et de collecter des informations nécessaires pour le suivi du traitement par les verres ralentisseurs de myopie.

Date : / / 2025

Âge :

Sexe : ☐ garçon ☐ fille

☐ Corrections prescrites précédemment :

OD :

OG :

Veillez répondre aux questions suivantes, s'il vous plaît

- 1 Lien parental :
 - ☐ Père
 - ☐ Mère
 - ☐ Autre :
- 2 Habitez-vous dans un environnement
 - ☐ Rural
 - ☐ Urbain
- 3 Date du premier diagnostic pour la myopie :
 - ☐ Avant 6 ans
 - ☐ Entre 6 ans et 10 ans
 - ☐ Plus de 10 ans
- 4 Qui a remarqué en premier les difficultés visuelles de votre enfant ?
 - ☐ Père
 - ☐ Mère
 - ☐ enseignant à l'école
 - ☐ Autre :
- 5 Quelles sont les premiers signes qui vous ont fait comprendre que votre enfant a des difficultés visuelles (plusieurs réponses sont possibles) ?
 - ☐ Difficultés à voir le tableau en classe
 - ☐ Il/elle plisse les yeux pour voir de loin
 - ☐ se rapproche trop du cahier ou du livre pour pouvoir lire ou écrire
 - ☐ Autre :
- 6 Avez-vous des antécédents familiaux de myopie ? (Plusieurs réponses sont possibles) :
 - ☐ Père
 - ☐ Mère
 - ☐ Autre :
- 7 Considérez-vous la myopie de votre enfant comme un problème de santé qui nécessite une prise en charge et un suivi permanent ?
 - ☐ Oui
 - ☐ Oui, mais seulement s'il/elle n'arrive pas à voir bien
 - ☐ Non, c'est juste un défaut visuel corrigible par de simple lunette et c'est stable
- 8 Dans quelle catégorie classez-vous la myopie de votre enfant :
 - ☐ Myopie faible
 - ☐ Myopie moyenne
 - ☐ Myopie forte
 - ☐ Vous ne savez pas

Veillez répondre aux questions suivantes, s'il vous plaît

- 9 Votre enfant porte-t-il ses lunettes ?
 - ☐ Oui, toujours pendant toute la journée
 - ☐ Oui, toujours mais pas toute la journée
 - ☐ Oui, mais pas tout le temps seulement à l'école
 - ☐ Oui, mais il/elle les enlève pour jouer dehors
 - ☐ Non, il/elle n'aime pas les porter
- 10 Pensez-vous que la myopie de votre enfant affecte son apprentissage à l'école ?
 - ☐ Oui
 - ☐ Non
- 11 Avez-vous une quelconque information concernant les verres frénateurs de la myopie ?
 - ☐ Oui
 - ☐ Non
- 12 Si oui, avez-vous déjà fait porter des verres ralentisseurs de myopie à votre enfant ?
 - ☐ Oui
 - ☐ Non
- 13 Si oui, quel type de verre et pour combien de temps il/elle les porte ?
 - ☐ Moins de 3 mois
 - ☐ Entre 3 à 6 mois
 - ☐ Plus de 6 mois
- 14 Avez-vous remarqué un ralentissement ?
 - ☐ Oui
 - ☐ Oui, mais faible
 - ☐ Non
 - ☐ Je ne sais pas
- 15 Pensez-vous que ces verres sont une bonne alternative aux verres classiques ?
 - ☐ Oui
 - ☐ Non
 - ☐ Je ne sais pas
- 16 Quels sont les inconvénients, à votre avis, à l'utilisation de ces verres (plusieurs réponses sont possibles) ?
 - ☐ Le coût (trop chers)
 - ☐ Le manque d'information
 - ☐ Autres :
- 17 Avez-vous des questions concernant les verres frénateurs de la myopie ?
 - ☐

Référence:

- [1] Institut d'Éducation Médicale et de Prévention (IEMP). (2022). Agissons ensemble contre la myopie : Campagne nationale d'information et de dépistage.
- [2] Jong, M., & Flitcroft, D. I. (Eds.). (2019). IMI – Rapport sur la définition et classification de la myopie. International Myopia Institute.
- [3] Kovarski, C. (Coord.). (2014). Les anomalies de la vision chez l'enfant et l'adolescent (livre 2e éd.). Tec & Doc Lavoisier.
- [4] Robert, C., Rouchouze, C., & Serraille, H. (2023). Étude comparative entre les lentilles orthokératologiques et les verres freinant la myopie en évolution chez les enfants et les adolescents (Mémoire de Certificat de Capacité d'Orthoptiste). Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation, Université de Lyon.
- [5] Ensemble contre la myopie. (2022, 12 avril). Les différents types et degrés de myopie <https://ensemblecontrelamyopie.fr/les-differents-types-et-degres-de-myopie/>
- [6] COHEN Salomon-Yves, SOUIED Eric, QUENTEL Gabriel Dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) / Myopie et étiologies de la néovascularisation choroïdienne (volume 7 - coffret rétine) · 2014 P213..
- [7] M Cavanagh, la myopie, un fléau mondial et ces conséquences, - International Review of Ophthalmic Optics, 2016
- [8] Arnaud Sauer Prévention de la myopie chez les enfants, Les Cahiers d'Ophtalmologie Mars 2019 ; 226:27-30. Pagination.
- [9] David Gaucher, Nicolas Leveziel, les myopes, © Société Française d'Ophtalmologie, 2019.
- [10] Dr Yacoub Said, La Rédaction. (2024, 25 mai). Santé : Prévalence effrayante de la myopie aiguë en Algérie. Algérie Focus Jouault, T., & Bremond-Gignac, D. (2020). Rétine (6) : Une série animée Myopie de l'enfant. Rétine, août-septembre 2020, numéro 6.
- [11] Thierry Jouault, Bremond-Gignac, Rétine (6) : Une série animée Myopie de l'enfant, août-septembre 2020.
- [12] Pan C-W, Ramamurthy D & Saw S-M. Worldwide prevalence and risk factors for myopia. Ophthalmic Physiol Opt 2012, 32, 3–16. doi: 10.1111/j.1475-1313.2011.00884.
- [13] Morgan IG, Wu P-C, Ostrin LA, et al. IMI Risk factors for myopia. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2021; 62(5):3.
- [14] Biswas et al, the influence of the environment and lifestyle on myopia, Journal of Physiological Anthropology
- [15] Huang PC et al. Protective behaviours of near work and time outdoors in myopia prevalence and progression in myopic children: a 2-year prospective population study. Bt J Ophthalmol, 2019 Oct 15).
- [16] Rose ET coll. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. Ophthalmology 2008 115: 1279–1285)
- [17] Padmaja Sankaridurg The Consequences of Myopia: Impact on Individuals and Society Overview for the eye care professional's practice, Prof 14 MAY 2024 · 4 MIN READ
- [18] Sankaridurg P, Tahhan N, Kandel H, et al. IMI Impact of myopia. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2021; 62(5):2.
- [20] Nathan Congdon, COMMUNITY EYE HEALTH JOURNAL VOLUME 32 | NUMBER 105 | 2019
- [21] Ordre des optométristes du Québec. (2019). La vision et l'enfant, consulté le 18 avril 2025 sur [file:///C:/Users/DELL/Desktop/LA%20RECHERCHE%20BIBLIO/VisionEnfant\(%20important%20\).pdf](file:///C:/Users/DELL/Desktop/LA%20RECHERCHE%20BIBLIO/VisionEnfant(%20important%20).pdf)
- [22] Blot, J. (s.d.). La myopie évolutive chez l'enfant. Ordre des optométristes du Québec. (2019). La vision et l'enfant
- [23] Hélène Panis ; la myopie évolutive chez l'enfant : facteurs de risque, complications potentielles et méthodes de traitement (30.07.2023)

- [24] Université de Montréal.Clinique universitaire de la vision. (s.d.). Formulaire de consentement – Contrôle de la myopie chez l'enfant.
- [25] T. He et al, « Survey on pattern of myopia in school children in Hangzhou after the COVID-19 pandemic : a school-based vision screening study », BMC Public Health, vol. 24, n° 1, p. 1850, juill. 2024,
- [26] Chebil A, Jeddidi L, Chaker N, Kort F, Bouladi M, Largueche L, Limaiem R, Mghaieth F, El Matri L. Profil épidémiologique de la myopie en milieu scolaire primaire en Tunisie. La Tunisie Médicale. 2016
- [27] N. Leveziel, « Épidémiologie de la myopie de l'enfant », 2022.
- [28] Kaeser, P.-F. (s.d.). Comment la vision se développe-t-elle chez l'enfant ? Les Yeux des Enfants. Consulté sur <https://www.lesyeuxdesenfants.org/faq/comment-la-vision-se-developpe-t-elle-chez-lenfant/>.
- [29] Troilo D, Smith EL III, Nickla DL, et al. IMI – Report on Experimental Models of Emmetropization and Myopia. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2019;60:M31–M88.
- [30] Société Française des Experts en Rééducation de l'Orthoptie. (2023). La myopie évolutive chez l'enfant : facteurs de risque, complications potentielles et méthodes de traitement.consulté le 18 avril sur <https://sferorthoptie.com/actualite/la-myopie-evolutive-chez-lenfant-facteurs-de-risque-complications-potentielles-et-methodes-de-traitement/>
- [31] Smart Optometry with Samir. (2023, 20 août). Emmetropization, Normal Vision, Optometry [Vidéo].Youtube consulté le sur https://youtu.be/doDIRo_7kUs
- [32] Marina Barthe, FIACLE, Association Française des Experts en Lentilles de Contact, pour le compte de l'AFELC
- [33] Centre Oculus.La myopie et ses complications. Consulté le 18 avril 2025 sur <https://www.centre-oculus.fr/maladie-des-yeux/la-myopie-et-ses-complications/>.
- [34] Assurance Maladie. (16 octobre 2022). Décollement de rétine. Consulté le 27 avril 2025 sur <https://www.ameli.fr/assure/sante/urgence/pathologies/decollement-retine>
- [35] Ensemble Contre la Myopie.L'évolution et les complications de la myopie. Consulté sur <https://ensemblecontrelamyopie.fr/levolution-et-les-complications-de-la-myopie/>.
- [36] Hashemi H, Pakzad R, Yekta A, et al: Global and regional prevalence of age-related cataract: A comprehensive systematic review and meta-analysis. Eye 34:1357–1370, 2020. do: 10.1038/s41433-020-0806-3
- [37] Rossi, Perrine. 2022. "Myopie évolutive : quelles solutions ? Comment choisir ?" Les Cahiers d'Ophtalmologie, no. 253: 39–42
- [38] Blot Myopie évolutive. Dr Julie Bolt,ophtalmologiste.Consulté en 2025 sur <https://dr-julie-blot.com/pathologies/myopie-evolutive/>
- [39] Boudiaf S, Boudiaf A. Étude comparative entre la sous-correction et la correction totale de la myopie. Mémoire de fin d'études. Université Abou Bekr Belkaïd - Tlemcen, Faculté de Médecine; 2020.
- [40] École d'optométrie de l'Université de Montréal. (s.d.). Formulaire de consentement – Contrôle de la myopie chez l'enfant
- [41] P. N. Lefebvre, « Freination de la myopie, état des lieux au CHU de Lille : population, stratégies thérapeutiques, résultats ».
- [42] Sciences et Avenir. (2023, 28 août). Les verres qui freinent la myopie : un espoir face à l'explosion de cette pathologie
- [43] Gaujoux, T. (2013). Myopie évolutive : facteurs de risque et tentative de freination. Les Cahiers d'Ophtalmologie, (167), 37–39.
- [44] Dr NATHALIE VOIDE a et Dr PIERRE-FRANÇOIS KAESER, Épidémie de myopie en pédiatrie : prise en charge, prévention et traitement , Rev Med Suisse 2023 ; 19 : 2407-11 | DOI : 10.53738/REVMED.2023.19.854.2407
- [45] Chamberlain P, Lazon de la Jara P, Arumugam B et Bullimore MA. Cibles de longueur axiale pour le contrôle de la myopie.Physiol Ophtalmique Opt2021 ; 41 : 523–531.

- [46] Chen L, Li X, Li Z. Risk factors for idiopathic rhegmatogenous retinal detachment. The Eye Disease Case-Control Study Group. *Am J Epidemiol.* 1993;137(7):749-57.
- [47] Ensemble contre la myopie, longueur axiale et la myopie. Consulté sur <https://www.acuite.fr/actualite/sante/8694/le-port-de-verres-bifocaux-ralentirait-de-40-la-progression-de-la-myopie-chez>
- [48] Angéneux. La réfraction oculaire : réfraction subjective binoculaire VS réfraction objective sous cycloplégique chez les enfants de 8 à 18 ans. médecine humaine et pathologie. 2015.
- [49] Acuité. (2010). Le port de verres bifocaux ralentirait de 40 % la progression de la myopie chez l'enfant. Consulté le 8 juin 2025 sur <https://www.acuite.fr/actualite/sante/8694/le-port-de-verres-bifocaux-ralentirait-de-40-la-progression-de-la-myopie-chez>
- [50] Points de Vue - International Review of Ophthalmic Optics Numéro 73 - Automne 2016
- [51] Pynson, J. (2022). Lunettes pour contrôler l'évolution de la myopie : état des lieux des solutions optiques et données cliniques. Contaguide. Consulté sur <https://www.contaguide.com/486-dossier-lunettes-pour-controler-levolution-de-la-myopie.html>
- [52] Acuité. (2021). Freination de la myopie : résultats cliniques du verre Stellest d'Essilor qui ralentit la progression de 67 %. Consulté le 19 mai 2025 sur <https://www.acuite.fr/actualite/produit/204410/freination-de-la-myopie-resultats-cliniques-du-verre-stellest-dessilor-qui>
- [53] Perrine Rossi ,(2022) Myopie évolutive: quelles solutions ? comment choisir ? Les Cahiers d'Ophtalmologie Mai 2022 n°253:39-42. Pagination 1/3
- [54] HOYA Vision. (s.d.). MiYOSMART : Verre de freination de la myopie par défocalisation myopique. Consulté sur <https://www.hoyavision.com/fr/produits-vision/miyosmart/>
- [55] ZEISS Vision Care. (s.d.). Des verres conçus pour maîtriser la progression de la myopie chez l'enfant – ZEISS MyoCare. Consulté sur <https://www.zeiss.fr/vision-care/pour-les-opticiens/verres/des-verres-pour-tous-les-besoins/des-verres-concus-pour-maitriser-la-progression-de-la-myopie-chez-lenfant.html>
- [56] Alvarez-Peregrina C, Sanchez-Tena MA, Villa-Collar C, Martinez-Perez C, de Corcuera-Terrero B, Liu N, et al. Évaluation clinique de MyoCare en Europe (CEME) pour la gestion de la myopie : résultats à un an. *Physiol Ophtalmique Opt.* 2025;00:1–11.
- [57] Tarutta, E. P., Proskurina, O. V., Tarasova, N. A., Milash, S. V., & Markosyan, G. A. (2019), Long-term results of perifocal defocus spectacle lens correction in children with progressive myopia Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19 Sadovaya-Chernogryazskaya
- [58] Silva-Leite, S.; Amorim-de-Sousa, A.; Queirós, A.; González-Méijome, J.M.; Fernandes, P. Peripheral Refraction and Visual Function of Novel Perifocal Ophthalmic Lens for the Control of Myopia Progression. *Journal of Clinical Medicine* 2023, 12, 1435. <https://doi.org/10.3390/jcm12041435>
- [59] Mhamed Ouzzani PhD. Contrôle de la myopie évolutive chez l'enfant par verre défocalisant Myolife,
- [60] Chen, X., Wu, M., Tu, C., et al. (2024). Slowing myopia progression with cylindrical annular refractive elements spectacle lenses: 24 months follow-up results from a multicenter, double-masked, randomized clinical trial. *Acta Ophthalmologica.*
- [61] Chen, X., Wu, M., Tu, C., Sankaridurg, P., & Wahl, S. (2020). Myopia control efficacy of spectacle lenses with highly aspherical lenslets: 5-year results. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 61(7), ARVO Abstract 2020

Référence

- [62] Rappon, I., Chong, C., Young, G., et al. (2023). One-year results of the DOT myopia control spectacle lenses: a randomized clinical trial. *British Journal of Ophthalmology*, 107(13), 1703–1713
- [63] Laughton, D., His Is, S., McPartland, N., et al. (2024). Control of myopia using diffusion optics spectacle lenses: 4-year results of a multicenter randomized controlled trial. *EM Optometry & Opticianry*, 55(1), Article a0017..
- [64] Lam, C. S. Y., Tang, W. C., Tse, D. Y., et al. (2020). Defocus Incorporated Multiple Segments (DIMS) spectacle lenses slow myopia progression : a 2-year randomized clinical trial. *British Journal of Ophthalmology*
- [65] Lam, C. S. Y., Tang, W. C., Zhang, H. Y., et al. (2023). Long-term myopia control effect and safety in children wearing Defocus Incorporated Multiple Segments (DIMS) spectacle lenses: up to 6 years of follow-up. *Scientific Reports*.
- [66] Bao, J., Yang, A., Spiegel, D., Drobe, B., Chen, H., et al. (2023). Advances in myopia control strategies for children. *British Journal of Ophthalmology*
- [67] Xue, L. L., Huang, Y., Liu, C., Yin, Z., Cui, Z., Lim, E. W., Drobe, B., Chen, H., & Bao, J. (2024). Myopia control efficacy of spectacle lenses with highly aspherical lenslets: results of a 5-year follow-up study. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*
- [68] Tarutta, E. P., Preslurina, O. V., et al. (2019). Long-term results of perifocal defocus spectacle lens correction in children with progressive myopia. *Vestnik Oftalmologii*
- [69]: SFERO (Société Française des Experts en Rééducation de l'Orthoptie). (2023). La myopie évolutive chez l'enfant : facteurs de risque, complications potentielles et méthodes de traitement. Consulté le 19 mai 2025 sur <https://sferorthoptie.com/actualite/la-myopie-evolutive-chez-lenfant-facteurs-de-risque-complications-potentielles-et-methodes-de-traitement/>