



UNIVERSITÉ DE NANTES



CENTRE HOSPITALIER
UNIVERSITAIRE DE NANTES

Biométrie et réfraction

Faisabilité du dépistage réfractif chez l'enfant de 3 à 16 ans

En vue de l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthoptie

Dirigé par Docteur COURET,
Ophtalmologiste, C.H.U. de Nantes

Margot FIARD
Laetitia JOUIN
Constance PETIT
Manon ROUSSIER

Sommaire

Remerciements	4
Introduction	5
I. Généralités	6
A. Rappels anatomiques et fonctionnels	6
1. Dioptries et accommodation	6
2. Les amétropies	7
a) La myopie	8
b) L'hypermétropie	8
c) L'astigmatisme	8
d) La presbytie	9
e) L'anisométrie	9
3. Réfractométrie	9
a) Le réfractomètre automatique	9
b) Lenstar 900	10
B. Le dépistage	10
1. Principes	10
2. Statistiques : définitions	11
a) La sensibilité et la spécificité	11
b) La valeur prédictive positive et la valeur prédictive négative	13
II. Matériels et méthodes	14
A. Objectifs	14
B. Echantillons	14
1. Critères d'inclusion et d'exclusion	14
2. Caractéristiques de l'échantillon	15
C. Méthodes	17
1. Recueil de données	17
2. Cycloplégie	17
3. Kératométrie	19
III. Présentation des résultats	20
A. Méthodes statistiques	20
1. Équivalent sphérique pré et post cycloplégie	20
2. Équivalent sphérique par rapport à la longueur axiale	21
3. Équivalent sphérique par rapport à K moyen	22

4. Équivalent sphérique par rapport à la longueur axiale/RC	24
5. Statistiques de l'astigmatisme	25
B. Utilisation des données dans le cadre du dépistage	26
1. Méthodes	26
a) Rappel des principes du dépistage	26
b) Choix des seuils	27
2. Analyse du RA	28
3. Analyse ES / LA	29
4. Analyse ES / Kmoy	29
5. Analyse ES / (LA/RC)	30
6. Analyse astigmatisme	30
IV. Discussion	32
V. Conclusion	39
VI. Bibliographie	40

Remerciements

Nous tenons à adresser nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

En premier lieu, nous remercions Dr. Couret, ophtalmologiste au C.H.U. de Nantes qui s'est rendue disponible et qui nous a fourni de précieux conseils. Sa patience et son investissement ont contribué à mener à terme le mémoire.

Nous tenons à témoigner notre reconnaissance envers les personnes suivantes :

Quentin Lefebvre, interne en ophtalmologie, qui a aussi été un réel soutien pour amorcer et supporter le mémoire sur ces deux dernières années.

Marie Godefroy et Stecy David qui avaient entrepris dans le cadre de leur mémoire l'étude de la biométrie et de la réfraction. Nous avons poursuivi leurs recherches pour les mener plus loin.

Pr. Pechereau pour ses conseils dans le choix de nos seuils des amétropies, lors de leur réévaluation.

Nous adressons également à l'ensemble du personnel du service d'ophtalmologie ainsi qu'à l'équipe pédagogique de l'école d'Orthoptie, nos profonds remerciements pour l'encadrement et le soutien durant notre formation.

Nous adressons quelques mots supplémentaires à l'ensemble des patients inclus dans nos recherches sans qui le mémoire n'aurait pas pu exister.

Pour finir, nous exprimons les unes pour les autres une profonde reconnaissance pour le travail fourni par chacune individuellement et au sein du groupe durant ces deux années.

Introduction

Notre mémoire “Biométrie et Réfraction” s’inscrit à la suite de celui de Marie Godefroy et Stecy David.

En France, le dépistage n’a pas de protocoles uniformisés. Sur le plan départemental, les programmes de dépistages obtiennent des performances inégales et incertaines avec peu de statistiques.

Or, l’intérêt d’un dépistage semble évident. Les troubles réfractifs induisent des répercussions majeures sur le développement psychomoteur et l’apprentissage scolaire chez l’enfant.

Nous savons qu’aujourd’hui, le dépistage des troubles visuels chez les enfants est limité, entraînant une utilisation excessive de la cycloplégie.

Dans ce mémoire nous allons rechercher une corrélation entre l’amétropie et les données biométriques de l’œil. L’objectif de notre travail étant de diminuer l’utilisation de cycloplégiques, nous voulons trouver une formule fiable dépistant les amétropies chez les enfants.

Pour cela, après quelques rappels anatomiques et fonctionnels, nous présenterons nos méthodes d’analyse et les résultats auxquels nous sommes parvenus ainsi que leurs utilisations dans le cadre du dépistage.

I. Généralités

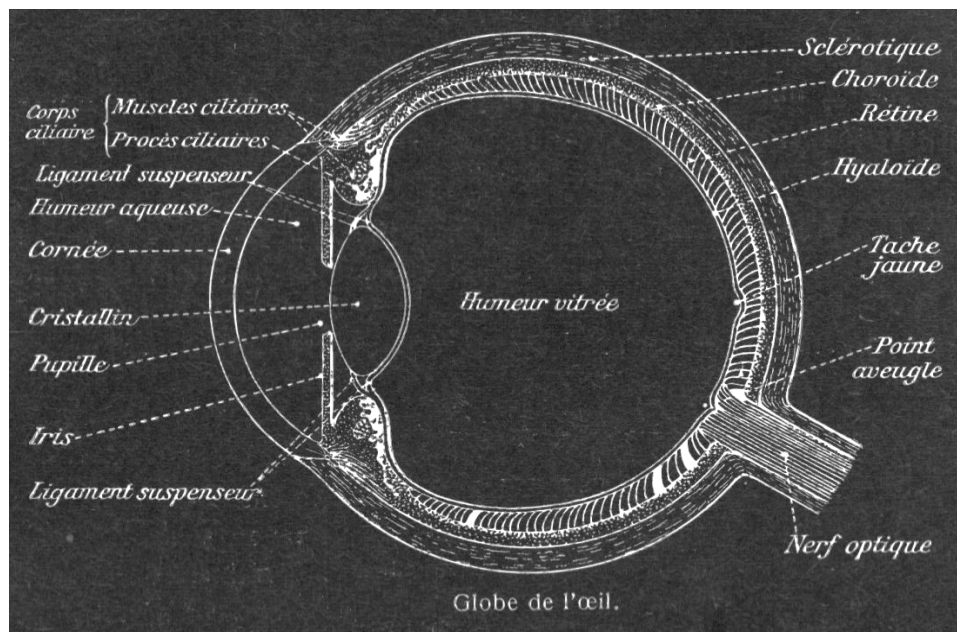
A. Rappels anatomiques et fonctionnels

1. Dioptries et accommodation

La vision fait partie des cinq sens que possède l'être humain. Celle-ci est possible grâce à un organe sensoriel : l'œil.

Les rayons lumineux traversent le globe oculaire en passant successivement par les milieux transparents de l'œil : la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin, le corps vitré jusqu'à la rétine. La stimulation lumineuse induit un message électrique transmis par le nerf optique jusqu'au cortex visuel, lieu de traitement de l'information visuelle.

La convergence de ces rayons est permise par deux dioptries transparents : la cornée et le cristallin.

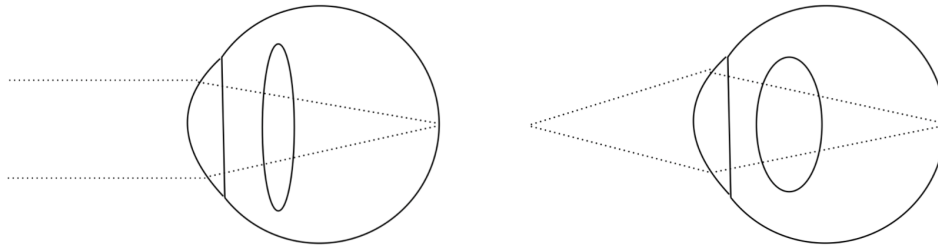


La **cornée** constitue les deux-tiers de la puissance accommodative de l'œil soit 43 dioptries. Son rayon de courbure moyen est de 7,8 mm pour la face antérieure et de 6,5 mm pour la face postérieure.

Le **cristallin** est une lentille biconvexe translucide. Il est entouré d'une capsule et est relié aux corps ciliaires par la zonule de Zinn. Il permet l'accommodation grâce à l'actionnement

de deux muscles antagonistes. Avec l'âge, nous observons une perte de sa transparence ainsi que de son pouvoir accommodatif.

L'accommodation permet de focaliser une image nette sur la rétine, peu importe la distance oeil-objet. A la naissance, elle est maximale mais sa performance diminue avec l'âge et devient nulle à un certain âge (environ 70 ans).

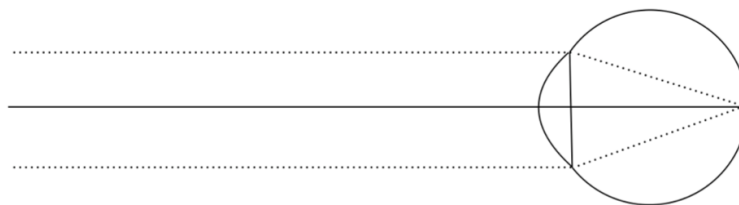


L'accommodation

Lors d'une fixation de près, le muscle ciliaire se contracte, les zonules se relâchent, ainsi le cristallin prend une forme bombée en modifiant sa courbure. C'est le phénomène d'accommodation.

2. Les amétropies

En théorie, un œil parfaitement équilibré entre sa puissance accommodative et sa longueur axiale se définit comme emmétrope. Dans les faits, nous le définirons comme un œil ne nécessitant pas de correction optique et sans signes fonctionnels.

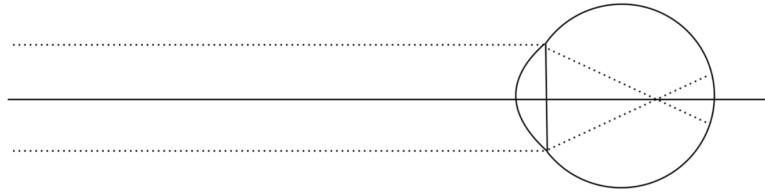


Système optique "idéal" dit emmétrope

A contrario, l'amétropie est un trouble réfractif se caractérisant par une mauvaise convergence des rayons lumineux sur la rétine et/ou une longueur oculaire inadaptée causant la myopie, l'hypermétropie et l'astigmatisme.

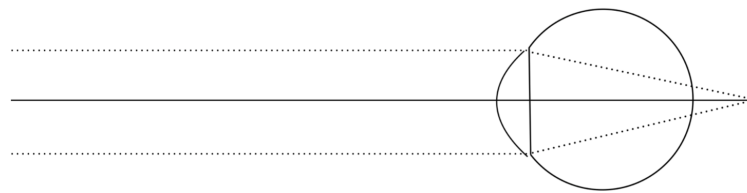
a) La myopie

La myopie axiale ou de puissance est la conséquence d'un œil respectivement trop long ou trop puissant pour sa longueur. Les rayons lumineux convergent en avant de la rétine, ainsi l'image est floue en vision de loin.



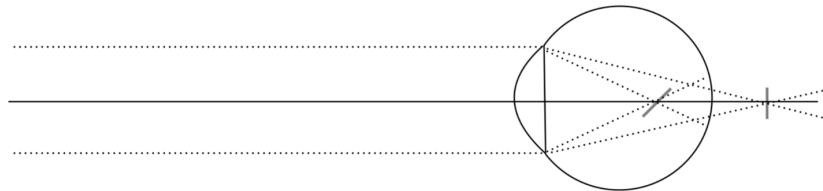
b) L'hypermétropie

L'hypermétropie, axiale ou de puissance, quant à elle résulte d'un œil trop court ou trop peu puissant pour sa longueur. A l'inverse de la myopie, l'image arrive en arrière de la rétine. Pour pallier ce défaut réfractif, un effort accommodatif est nécessaire, ce qui peut engendrer au long terme une asthénopie.



c) L'astigmatisme

L'astigmatisme se définit par une différence de puissance entre les deux principaux méridiens. Il peut être cornéen, cristallinien ou les deux associés. La vision sera floue de loin comme de près et peut également être responsable de diplopie.



d) La presbytie

Le vieillissement physiologique du cristallin provoque le phénomène de presbytie. Le cristallin perd de son élasticité progressivement dès le début de l'adolescence. A partir de 42 ans, une correction optique de près devient nécessaire.

e) L'anisométrie

L'anisométrie se caractérise par une différence du pouvoir réfractif entre les deux yeux. L'anisométrie est dite de puissance s'il existe une différence sphérique d'au moins 1 dioptrie.

Elle peut également concerner le cylindre: nous parlons d'une anisométrie astigmatique s'il existe une différence d'au moins 0,75 dioptrie.

Elle peut être une anisométrie axiale, causée par une différence de longueur axiale ou plus rarement par une différence de puissance des dioptries oculaires, dite anisométrie d'indice.

3. Réfractométrie

La réfractométrie cherche à connaître l'amétropie du patient. Différents outils techniques sont à notre disposition. Dans le cadre de notre mémoire, nous avons utilisé les appareils suivants:

a) Le réfractomètre automatique

Cet appareil de mesure permet de déterminer la réfraction objective d'un patient. Il utilise le principe de skiascopie et de la rétinoscopie : déplacement d'une cible derrière une lentille pour déterminer le point de neutralisation des rayons émergents de l'œil.

Le système d'éclairage projette sur la rétine l'image d'un test en lumière infrarouge pour minimiser l'accommodation induite par l'appareil. Le patient ne perçoit donc pas la lumière infrarouge. Le système d'observation, constitué de récepteurs photosensibles, est couplé à un ordinateur pour déterminer le plan conjugué de la rétine.

Pour un système emmétrope, la fente lumineuse se trouve à la distance focale de la lentille optique du système émetteur. L'image de la fente se projette précisément sur la rétine du patient à travers la lentille du système optique émetteur et le cristallin du patient.

Pour un système hypermétrope, si la fente lumineuse se trouve à la distance focale de la lentille optique du système émetteur, l'image de la fente se projette en arrière de la rétine.

Cet examen a l'avantage d'être rapide, précis, il peut être utilisé par du personnel non qualifié. Cependant il n'est pas adapté aux enfants d'âge préverbal et l'accommodation peut fausser sa valeur.

Pour notre mémoire, nous avons recueilli les valeurs d'amétropies avec l'autoréfracto-kératomètre, TONOREF III de chez Nidek.

b) Lenstar 900

Le but de cet examen est de recueillir certaines dimensions de l'œil telles que la longueur axiale, l'épaisseur de la cornée, la kératométrie.

Pour notre recueil de données, nous avons utilisé le biomètre Lenstar LS 900, de chez Haag Streit. Il se base sur le principe d'interférométrie à cohérence partielle et double faisceau. C'est un examen précis, non invasif et le biomètre possède une mire de fixation.

Cependant comme l'ont démontré Marie et Stecy lors de leur mémoire, cet examen est difficilement réalisable chez les enfants d'âge préverbal notamment au niveau de l'installation.

B. Le dépistage

1. Principes

Le dépistage consiste, selon le Dictionnaire de l'Académie de médecine, en "une action de santé par laquelle on soumet une population qui se considère comme en bonne santé, à des procédés de diagnostic pour déceler éventuellement une ou plusieurs maladies avant qu'elles aient donné des manifestations morbides."

Il s'inscrit dans la prévention secondaire, c'est-à-dire dans le repérage d'une maladie au stade initial, sans symptômes.

L'objectif de ce test est donc d'identifier une sous-population plus à risque de développer une maladie que la population générale, afin de l'intégrer dans une filière de soins appropriée.

L'organisation d'un dépistage peut être discutée en se référant aux 10 critères définis par l'OMS (1968) et aussi connus sous le nom de critères de Wilson et Jungner. Ils représentent une check-list utile, et permettent de réduire la complexité d'une décision concernant un dépistage.

- La maladie étudiée doit présenter un problème majeur de santé publique.
- L'histoire naturelle de la maladie doit être connue.
- Une technique diagnostique doit permettre de visualiser le stade précoce de la maladie.
- Les résultats du traitement à un stade précoce de la maladie doivent être supérieurs à ceux obtenus à un stade avancé.
- La sensibilité et la spécificité du test de dépistage doivent être optimales.
- Le test de dépistage doit être acceptable pour la population.
- Les moyens pour le diagnostic et le traitement des anomalies découvertes dans le cadre du dépistage doivent être acceptables.
- Le test de dépistage doit pouvoir être répété à intervalles réguliers si nécessaire.
- Les nuisances physiques et psychologiques engendrées par le dépistage doivent être inférieures aux bénéfices attendus.
- Le coût économique d'un programme de dépistage doit être compensé par les bénéfices attendus.

2. Statistiques : définitions

a) La sensibilité et la spécificité

Tout d'abord, un test de dépistage est caractérisé par ses performances propres, soit sa sensibilité et sa spécificité qui définissent ensemble sa validité intrinsèque et ne dépendent pas du type de personnes testées. Elles sont liées aux caractéristiques du test et s'expriment en pourcentage.

Le test de dépistage se distingue d'un test diagnostic puisqu'il s'applique sur une population apparemment indemne de la maladie mais présentant un fort risque de la contracter. Le test de dépistage ne permet pas le diagnostic mais constitue une aide à la décision thérapeutique.

La **sensibilité** ou **Se** d'un test est la capacité à identifier un individu comme étant malade si la maladie est effectivement présente. Si le test est d'une grande sensibilité, on peut exclure la maladie. Elle correspond au nombre de vrais positifs (VP) divisé par le nombre total de personnes atteintes de la maladie.

Exemple :

La sensibilité est la probabilité que le patient soit hypermétrope avec le test de dépistage si celui-ci est réellement hypermétrope, confirmé sous cycloplégie.

$$Se = \frac{VP}{VP + FN}$$

La **spécificité** ou **Sp** d'un test est la capacité à identifier un individu comme n'étant pas malade si la maladie n'est effectivement pas présente. Si le test est d'une grande spécificité, on peut affirmer la maladie. C'est le nombre de vrais négatifs (VN) divisé par le nombre total de personnes indemnes de la maladie.

Exemple :

La spécificité est la probabilité que le patient ne soit pas hypermétrope avec le test de dépistage si celui-ci n'est pas hypermétrope sous cycloplégie.

$$Sp = \frac{VN}{VN + FP}$$

La sensibilité et la spécificité sont interdépendantes et l'augmentation de l'une se fait au détriment de l'autre. Plus elles sont proches de 100%, plus elles sont bonnes.

Les tests très sensibles sont utiles principalement pour s'assurer qu'une maladie n'est pas présente. Il y aura peu de faux négatifs.

Les tests très spécifiques sont utiles pour s'assurer qu'une maladie est bien présente. Il y aura peu de faux positifs.

b) La valeur prédictive positive et la valeur prédictive négative

De plus, un test de dépistage possède des performances extrinsèques qui sont sa valeur prédictive positive et sa valeur prédictive négative. Celles-ci sont conditionnées par les caractéristiques de la population testée, en particulier, la prévalence de la maladie.

Elles sont définies et calculées en situation de dépistage et permettent d'apprécier la pertinence de l'utilisation d'un test dans une population précise.

La **valeur prédictive positive ou VPP** est la capacité à identifier un individu malade sachant que le test est positif. Elle correspond au nombre de vrais positifs divisé par le nombre total d'individus positifs au test.

$$VPP = \frac{VP}{VP + FP}$$

La **valeur prédictive négative ou VPN** est la capacité à identifier un individu sain sachant que le test est négatif. C'est le nombre de vrais négatifs divisé par le nombre total de tests négatifs.

$$VPN = \frac{VN}{VN + FN}$$

Plus la spécificité est élevée, plus la VPP est élevée. Plus la sensibilité est élevée, plus la VPN est élevée. Les valeurs prédictives varient suivant la prévalence de la maladie. Pour de faibles prévalences, la VPP est faible et varie rapidement alors que la VPN est élevée et varie peu et inversement.

De ces valeurs découlent les notions de vrai positif, faux positif, vrai négatif et faux négatif.

L'individu **vrai positif** présente un test positif et est atteint de la maladie.

Exemple:

L'individu est hypermétrope au test de dépistage, confirmé par la cycloplégie.

L'individu **vrai négatif** présente un test négatif et est indemne de la maladie.

Exemple:

Un individu qui n'est pas myope au test de dépistage et confirmé par la cycloplégie comme non myope.

L'individu **faux positif** présente un test positif et est indemne de la maladie.

Exemple:

Un individu se révélant myope au test de dépistage n'est pas confirmé par la cycloplégie comme myope.

L'individu **faux négatif** présente un test négatif et est atteint de la maladie.

Exemple:

Un individu n'est pas reconnu comme étant myope au test de dépistage mais la cycloplégie confirme qu'il est myope.

II. Matériels et méthodes

A. Objectifs

D'après la conclusion du précédent mémoire, il a été établi une corrélation entre la longueur axiale et l'équivalent sphérique retrouvé sous cycloplégie.

L'idée d'inclure la kératométrie à la recherche a été soumise afin de trouver la réfraction la plus fiable chez le jeune patient. Ainsi nous pourrions diminuer l'utilisation de cycloplégiant pour prescrire la correction optique de l'enfant.

L'objectif étant de trouver un outil de dépistage fiable afin de privilégier la cycloplégie aux enfants présentant de réelles troubles de la réfraction et ainsi en réduire son utilisation.

B. Echantillons

1. Critères d'inclusion et d'exclusion

Afin d'analyser les données de chaque patient, nous avons créé une base de données.

En discussion avec le Dr. Couret, nous avons également établi des critères d'exclusions. Ainsi, les patients atteints de cataracte et/ou d'un glaucome congénital ont été exclus de l'étude pour une meilleure fiabilité des résultats statistiques.

Nous savons que l'œil d'un nourrisson est plastique. Sous l'effet d'une pression intra-oculaire supérieure à la moyenne, l'œil se déforme. Ainsi, la longueur axiale est plus importante chez un nourrisson atteint d'un glaucome congénital. Cette longueur axiale est pathologique, puisqu'elle a été engendrée par cette pathologie.

Lors d'une cataracte, le cristallin n'est plus transparent, voire devient opaque. Les rayons lumineux, notamment ceux utilisés pour réaliser les examens, ont plus de mal à traverser le cristallin. Les examens sont ainsi rendus difficiles voire impossibles.

2. Caractéristiques de l'échantillon

L'étude comprend un échantillon de 1230 yeux (614 yeux droit et 616 yeux gauche) provenant principalement de la population du C.H.U. de Nantes mais également d'une clinique d'Alger en Algérie.

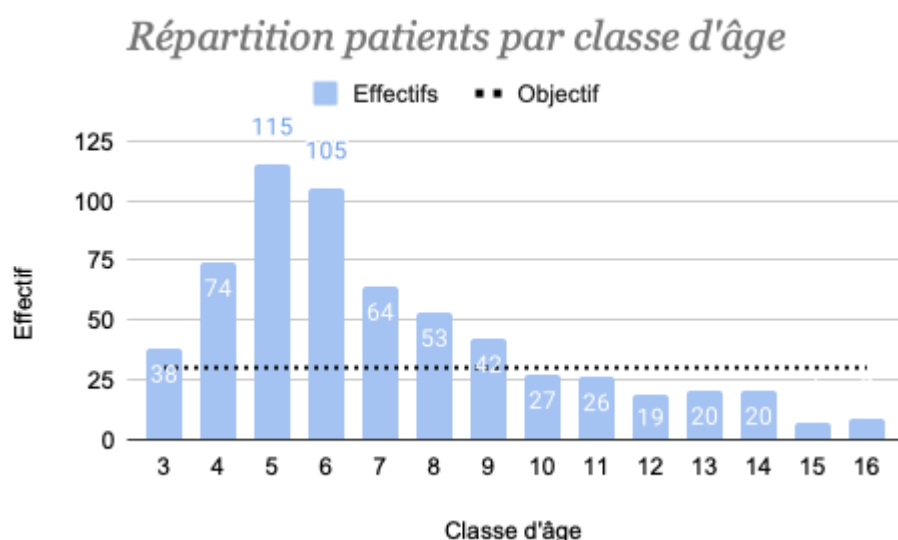
L'origine ethnique des sujets ne rentre pas dans le cadre de l'étude et n'est donc pas prise en considération pour les résultats suivants.

De 2017 à 2019, 62 patients ont intégré le mémoire “biométrie et réfraction” de Marie et Stecy. Nous avons pu seulement reprendre les données de 32 patients, la mesure de la kératométrie étant absente pour l’autre partie de l’échantillon. Pour que nos résultats soient les plus fiables possibles, il nous fallait un large échantillon ainsi le recueil de données a duré un an.

Cette base de données regroupe des enfants de 3 à 16 ans. L’âge minimum a été fixé grâce au mémoire ‘biométrie et réfraction’ de Marie et Stecy.

D’après cette étude, il semble que la faisabilité des examens biométriques chez les enfants de 3 ans soit limitée par l’installation de ces jeunes patients sur les appareils notamment au niveau du tabouret et de la mentonnière. De plus s’ajoute à cela une capacité de concentration limitée induisant un nombre d’échecs important pour cette tranche d’âge.

Ci-dessous, quelques diagrammes illustrant des informations qui nous ont semblé importantes à mettre en lumière.



Pour une population totale de 619 patients, la répartition selon l’âge est la suivante :

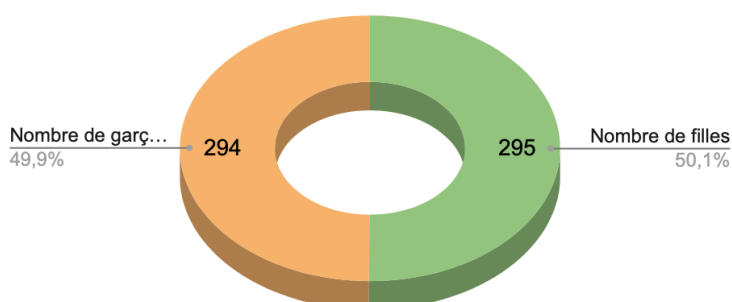
- 38 patients âgés de 3 ans
- 74 patients âgés de 4 ans
- 115 patients âgés de 5 ans
- 105 patients âgés de 6 ans
- 64 patients âgés de 7 ans
- 53 patients âgés de 8 ans
- 42 patients âgés de 9 ans
- 27 patients âgés de 10 ans
- 26 patients âgés de 11 ans
- 19 patients âgés de 12 ans
- 20 patients âgés de 13 ans
- 20 patients âgés de 14 ans
- 7 patients âgés de 15 ans
- 9 patients âgés de 16 ans

L'objectif d'un effectif de 30 patients a été atteint pour les tranches d'âges de 3 à 9 ans inclus.

Nous remarquons une hétérogénéité de répartition pour les tranches d'âges de 10 à 16 ans. Cette disparité s'explique par la diminution de cycloplégie réalisée à cet âge liée à la perte de la fonction accommodative.

Nous pouvons observer une quasi stricte équité de représentations des sexes dans notre base de données. Nous chiffrons 295 filles pour 294 garçons.

Répartition des sexes



Cela représente un total de 589 enfants. Nous observons une différence de 30 enfants par rapport à l'effectif total de notre base de données.

Ce sont des enfants dont le recueil d'information s'est réalisé en dehors du C.H.U et dont nous n'avons pas pu identifier le sexe.

C. Méthodes

1. Recueil de données

Pour procéder au recueil des données nous avons demandé aux médecins et orthoptistes du C.H.U. d'effectuer une biométrie sur les enfants répondant à nos critères d'inclusion.

Pour se faire, nous avons informé l'ensemble du service du sujet de notre mémoire et mis à disposition en salle de consultation des fiches récapitulatives de recueil.

Afin d'organiser au mieux notre mémoire, nous avons décidé de regrouper l'ensemble des informations des patients dans une large base de données.

Celle-ci contient les **informations personnelles** de chaque enfant :

- Nom,
- Prénom,

- IPP,
- Date de naissance,
- Date de réalisation des examens,
- L'âge du patient au même jour.

Les informations cliniques :

- Pathologie ophtalmologique connue,
- Correction optique,
- Amétropie (RA),
- Amétropie sous cycloplégie (RA),
- Équivalents sphériques avant et après cycloplégie,
- Type de cycloplégiant utilisé,
- Données biométriques : longueur axiale et kératométrie.

2. Cycloplégie

La cycloplégie inhibe les capacités accommodatives des patients, en particulier chez les enfants où celles-ci sont maximales. Elle peut être réalisée sous Atropine® ou avec du cyclopentolate (Skiacol®).

Le Skiacol® s'instille au sein du service. Le protocole préconise une goutte dans chaque œil à 5 minutes d'intervalle, T_0 , $T_5\text{min}$ et $T_{10}\text{min}$. La mesure au réfractomètre automatique se fait à $T_{45}\text{min}$.

Au C.H.U., il est utilisé un autre cycloplégiant : l'Atropine® .

Il s'instille matin et soir pendant les 5 jours précédant la consultation ainsi que le matin de la consultation. La mesure au réfractomètre automatique se fait à l'arrivée du patient.

L'Atropine® se révèle bien plus efficace chez les enfants mélanodermes. Il est indiqué pour les patients réticents lors de la mise en place du protocole au Skiacol® ou ayant des contre-indications (predisposition au glaucome à angle fermé, antécédents d'épilepsie ou de convulsions ou enfant de moins de 1 an). Cependant, seul le Skiacol® est utilisé dans cette étude. En effet le protocole de l'Atropine® ne permet pas le recueil des valeurs de l'équivalent sphérique avant son instillation.

Pour finir, la mesure au Lenstar 900® est réalisée pendant les 35 minutes qui séparent la dernière goutte de la mesure au réfractomètre automatique.

3. Kératométrie

La kératométrie est une méthode de mesure optique permettant l'étude du rayon de courbure de la cornée. Ces mesures sont effectuées en suivant les deux méridiens principaux. Leur différence nous permet d'estimer l'astigmatisme cornéen du patient. Son pouvoir réfractif est de 43 dioptries en moyenne.

Pour l'étude, sa mesure est réalisée au kératomètre automatique Lenstar 900 de chez Haag-Streit et nous obtenons les mesures sous le format ci-dessous.

		OD	OS
		oeil droit	oeil gauche
Mode de mesure	Mode	Phaque	Phaque
Longueur axiale	AL	22,76 mm	22,71 mm
Épaisseur de la cornée	CCT	523 µm	523 µm
Humeur aqueuse	AD	3,20 mm	-----
Profondeur chambre antérie..	ACD	3,72 mm	-----
Épaisseur du cristallin	LT	3,58 mm	-----
Épaisseur de la rétine	RT	200** µm	200** µm
Méridien plat	K1	43,82 D @ 3°	43,68 D @ 171°
Méridien bombé	K2	45,56 D @ 93°	45,08 D @ 81°
Astigmatisme	AST	1,73 D @ 93°	1,40 D @ 81°
Indice kératométrique	n	1,3375	1,3375
Blanc à blanc	WTW	11,95 mm	12,00 mm
Barycentre de l'iris	IC	-0,70 / 0,08 mm	0,63 / 0,03 mm
Diamètre de la pupille	PD	8,14 mm	8,28 mm
Barycentre de la pupille	PC	-0,40 / -0,08 mm	0,38 / 0,05 mm

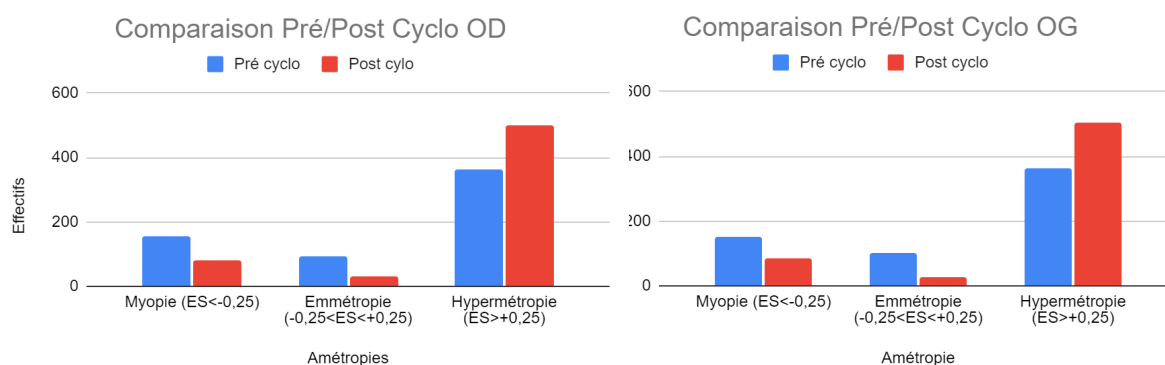
Résultats biométriques au Lenstar

III. Présentation des résultats

A. Méthodes statistiques

1. Équivalent sphérique pré et post cycloplégie

Nous avons comparé l'équivalent sphérique avant cycloplégie avec l'équivalent sphérique après cycloplégie. Sur un échantillon de 614 patients pour l'œil droit et 616 patients pour l'œil gauche, nous obtenons une moyenne de différence de 1,05 dioptries de chaque côté.



Ci-dessus, nous retrouvons deux histogrammes illustrant la proportion de myopes, d'hypermétropes et d'emmétropes selon un certain seuil de dépistage.

Nous observons une représentation moins importante d'emmétropes et de myopes après cycloplégie. Ce constat est prévisible dû au phénomène d'accommodation. Ces individus sont révélés par la cycloplégie et ainsi étoffent la proportion d'hypermétropes après cycloplégie.

Moyenne différence pré/post cycloplégie OD	1,05
Moyenne différence pré/post cycloplégie OG	1,05

Nous observons une différence de l'équivalent sphérique avant et après cycloplégie de 1,05 dioptries. Ainsi, la cycloplégie se révèle efficace et permet de dégorger en moyenne 1,05 dioptries d'amétropie .

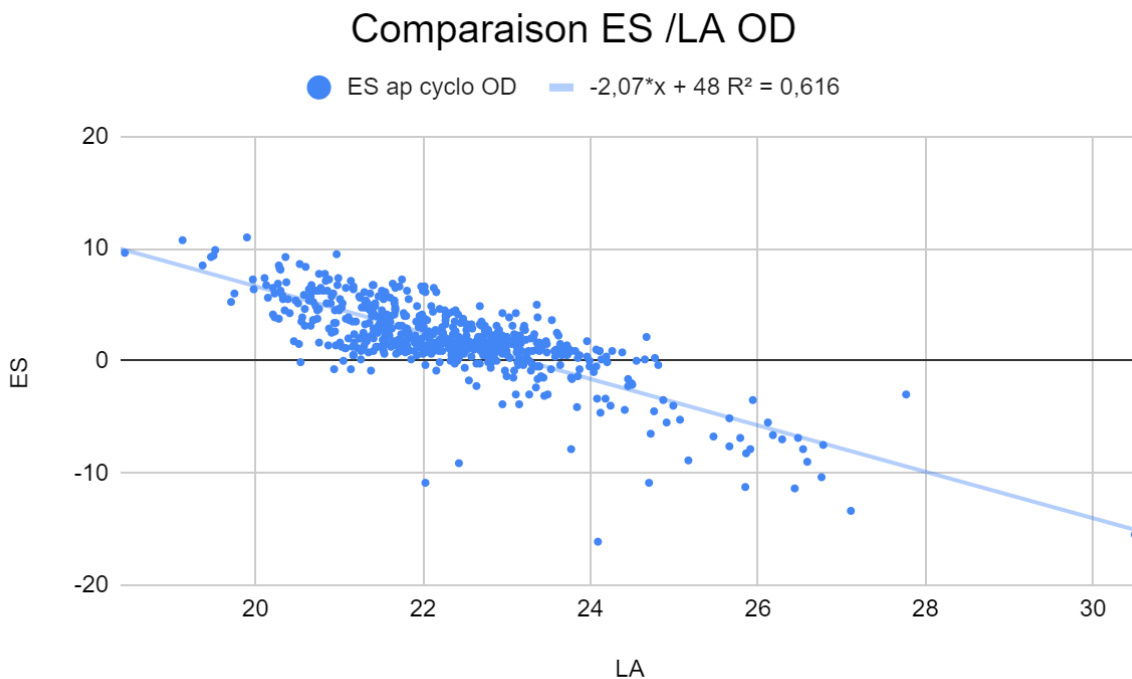
De plus, nous notifions que cette différence est symétrique pour l'œil droit et l'œil gauche.

2. Équivalent sphérique par rapport à la longueur axiale

Nous souhaitons mettre en avant une corrélation entre l'équivalent sphérique et la longueur axiale. Après avoir sélectionné dans la base de données la colonne "ES après cycloplégie OD" et "LA OD", nous obtenons une courbe grâce à la fonction "insérer un graphique" de google sheets.

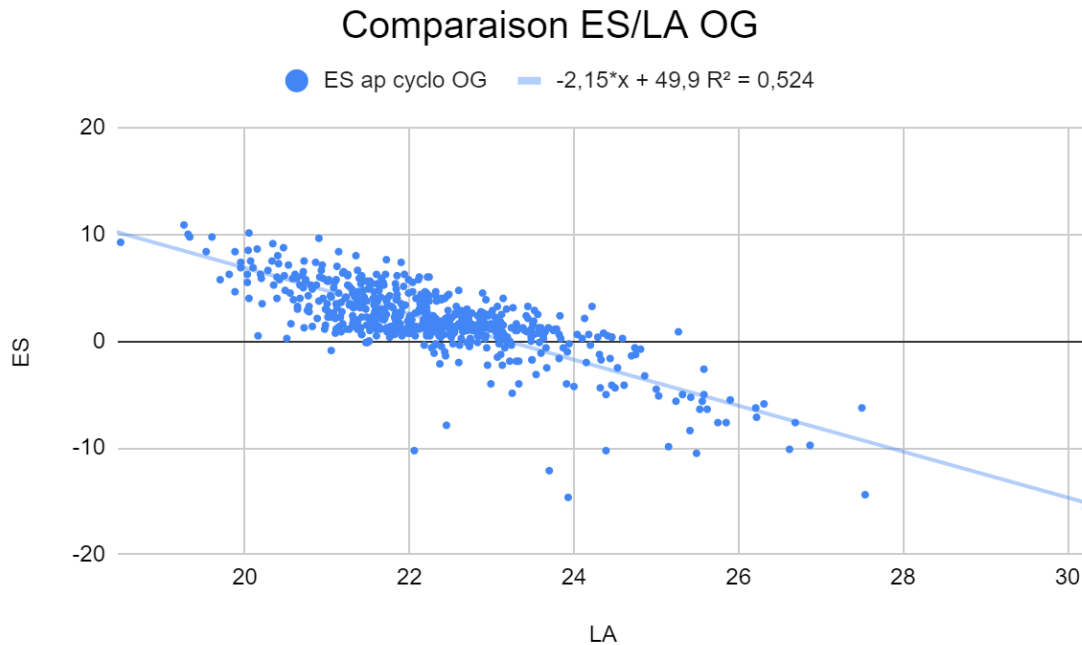
Cette courbe représente l'équation de droite d'une fonction affine de type : $f(x) = ax + b$. Son coefficient de détermination R^2 est compris entre 0 et 1. Plus il est proche de 1, plus la corrélation est forte. S'il est supérieur à 0,6, cela établit une corrélation positive.

Voici les courbes respectives de l'œil droit et gauche dont on extrait les formules suivantes :



Pour l'œil droit : $f(x) = -2,07x + 48$ avec "f(x)" représentant l'équivalent sphérique et "x" la longueur axiale.

Le R^2 est de 0,62 révélant une corrélation modérément positive.



Pour la courbe de l'œil gauche, la formule $f(x) = -2,15x + 49,9$ est liée à un R^2 de 0,52 démontrant une corrélation insuffisante.

3. Équivalent sphérique par rapport à K moyen

Le Kmoy correspond à la kératométrie moyenne de chaque patient. Elle n'est pas donnée directement par l'examen biométrique et a donc nécessité un calcul grâce à la formule :

$$Kmoy = \frac{(K2 - K1)}{2}$$

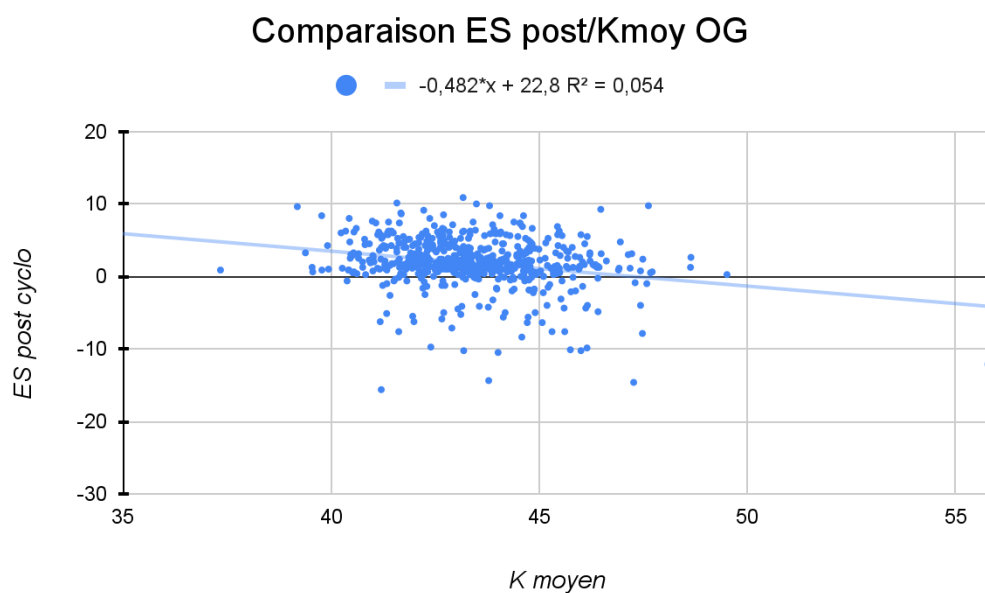
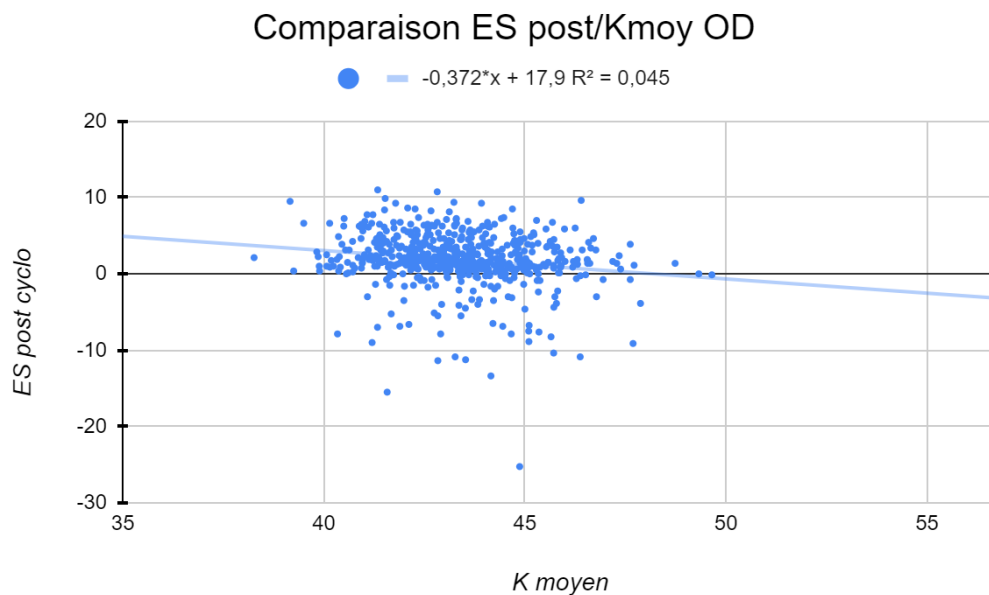
Plusieurs études menées dans les années 80, notamment celle de Lowe et Clark, (1973), concluent à une courbure moyenne de 7,65 mn et une puissance totale de 43,2 dioptries.

Nous avons extrait de la base de données les informations concernant la kératométrie afin d'obtenir les statistiques suivantes.

Kmoy	Moyenne	Médiane	Valeur min	Valeur max	Ecart type
OD	43,31	43,28	24,37	56,67	2,04
OD	43,41	43,3	37,35	55,78	1,74

D'après la moyenne, l'échantillon est représentatif de la population générale française.
La valeur minimale pour l'œil droit de 24,37 est une valeur aberrante. Cet individu est issu du recueil d'une clinique d'Alger, la vérification de ses données biométriques est impossible.

En utilisant toujours le même procédé, nous étudions l'équivalent sphérique par rapport au Kmoy. Nous obtenons les résultats suivants :



Nous observons une répartition homogène de l'échantillon permettant de tracer une courbe de tendance.

Pour l'œil droit: $f(x) = -0,372x + 17,9$ et $R^2 = 0,045$

Pour l'œil gauche : $f(x) = -0,499x + 23,6$ et $R^2 = 0,048$

Sachant que $f(x)$ représente l'équivalent sphérique et "x" représente le K moyen. L'équivalent sphérique est donc représenté sur l'axe des ordonnées et le K moyen sur l'axe des abscisses.

Après l'analyse de nos résultats, nous concluons avec certitude qu'il n'existe pas de lien entre ces données.

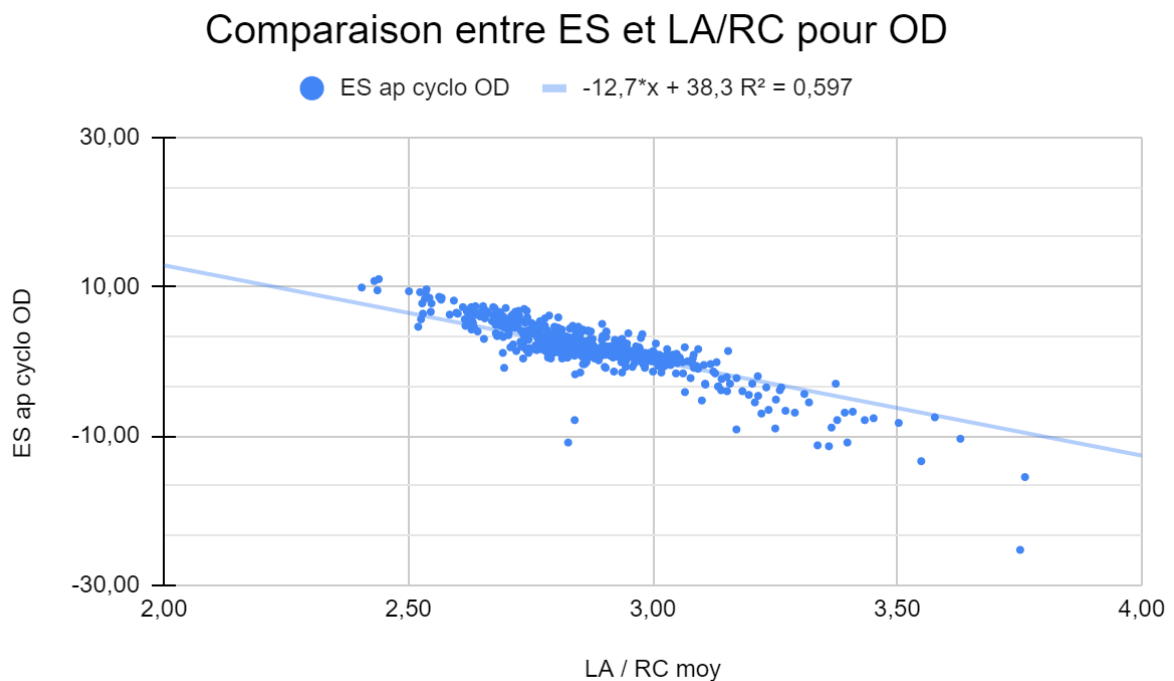
4. Équivalent sphérique par rapport à la longueur axiale/RC

La relation entre kératométrie et courbure s'exprime par la relation suivante :

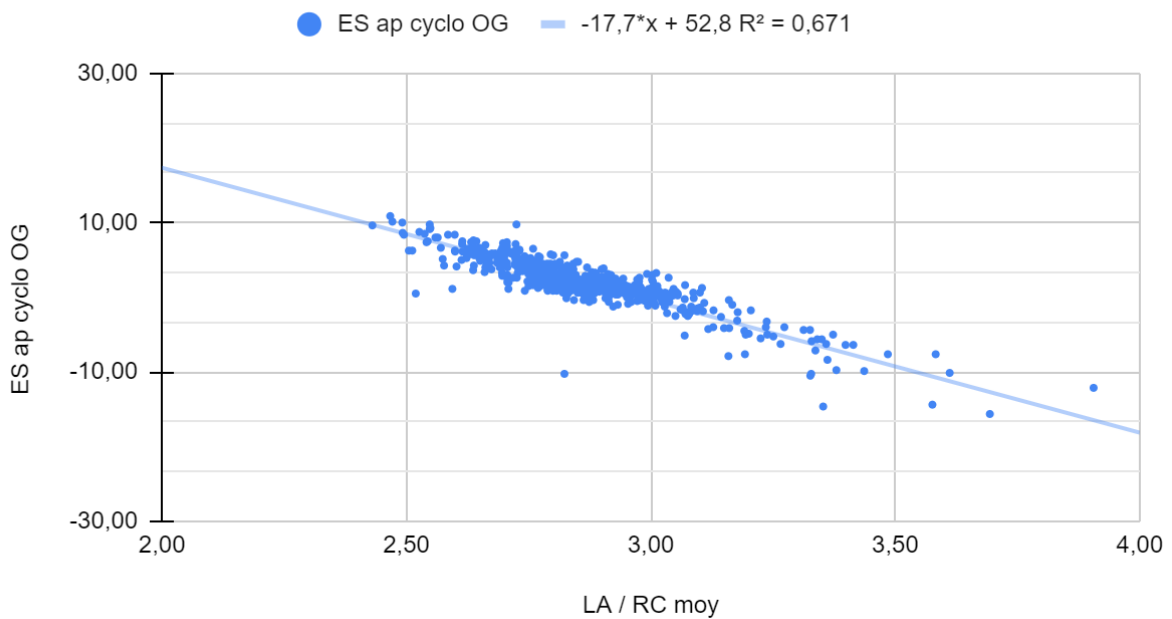
$$K = \frac{(1,333-1)}{RC}$$

K étant la kératométrie (en dioptrie), et RC le rayon de courbure (en mètre). Cette formule a été utilisée pour intégrer la courbure cornéenne dans notre base de données.

Ci-dessous est présenté un diagramme comparant l'équivalent sphérique, au rapport de la longueur axiale sur la kératométrie.



Comparaison entre ES et LA/RC pour OG



Nous observons une répartition homogène de l'échantillon permettant de tracer une courbe de tendance.

Pour l'oeil droit: $f(x) = -12,7x + 38,3$ et $R^2 = 0,60$

Pour l'oeil gauche : $f(x) = -17,7x + 52,8$ et $R^2 = 0,67$

“ $f(x)$ ” représente l'équivalent sphérique et “ x ” le rapport LA/RC

Les deux R^2 étant supérieurs et égales à 0,6 on peut conclure qu'il existe une corrélation positive entre l'équivalent sphérique et le rapport de la longueur axiale sur le rayon de courbure moyen.

5. Statistiques de l'astigmatisme

	Cyl OD av cyclo	Cyl OD ap cyclo	Cyl OG av cyclo	Cyl OG ap cyclo
Moyenne	1,26	1,25	1,27	1,26
Médiane	0,75	1,00	0,75	0,75
Valeur max	6,50	6,25	7,05	8,75
Valeur min	0	0	0	0
Ecart type	1,24	1,20	1,24	1,24

Contrairement à l'équivalent sphérique, l'astigmatisme mesuré avant et après cycloplégie est identique.

Nous savons que l'équivalent sphérique comprend la sphère et le cylindre. Le cylindre étant inchangé par la cycloplégie, nous en déduisons que la variation avant et après cycloplégie de l'équivalent sphérique est uniquement dû à la sphère.

B. Utilisation des données dans le cadre du dépistage

1. Méthodes

a) Rappel des principes du dépistage

Après avoir établi des relations entre les données biométriques et l'équivalent sphérique, nous souhaitons mettre à l'épreuve, au sein d'un dépistage, chaque formule, afin d'obtenir les performances de chaque test.

En appliquant cette formule au logiciel Google Sheet, nous obtenons une estimation d'un équivalent sphérique. Cette valeur représente notre test de dépistage.

Chaque patient est catégorisé par amétropie grâce aux formules à condition de Google sheet. Ceci est réalisé avec les résultats après cycloplégie et après estimation de l'équivalent sphérique. Les réponses sont déterminées selon un système binaire.

L'estimation de l'équivalent sphérique par la formule est notre test. Tandis que, celui obtenu après cycloplégie est notre référence.

Toujours en utilisant le modèle binaire, nous relevons de notre base de données les vrais positifs, les vrais négatifs, les faux positifs et négatifs.

Pour rappel,

Un **vrai positif** se révèle hypermétrope avec l'estimation et est confirmé hypermétrope par la cycloplégie.

Tandis que le **vrai négatif** n'est pas hypermétrope avec l'estimation et est confirmé comme ne l'étant pas sous cycloplégie.

Le **faux négatif** se caractérise par un équivalent sphérique myope ou emmétrope avec notre estimation tandis que sous cycloplégie il est hypermétrope.

Enfin, le **faux positif** n'est pas hypermétrope sous cycloplégie, mais l'est avec l'estimation.

A partir de ces valeurs nous avons réalisé les tableaux de contingence.

	Maladie positif	Maladie négatif	Total
Test positif	Vrais Positifs	Faux Positifs	Effectif Test +
Test négatif	Faux Négatifs	Vrais Négatifs	Effectif Test -
Total	Effectif malade	Effectif indemne	Effectif total

Tableau de contingence type

Dans notre dépistage, le “test” correspond à l'estimation obtenue après application de la formule et la “maladie” aux résultats après cycloplégie.

Depuis ce tableau, nous calculons la sensibilité (Se), la spécificité (Sp), la valeur prédictive positive (VPP) et la valeur prédictive négative (VPN), celles-ci nous indiquant la fiabilité du test de dépistage.

b) Choix des seuils

Notre étude étant basée sur un principe de dépistage, l'intérêt est de détecter les amétropies pouvant entraîner des signes fonctionnels.

Pour ce faire, il nous fallait des seuils d'amétropie afin de dépister la concordance de nos tests.

Dans un premier temps, nous avons considéré un patient comme amétrope à partir d'un équivalent sphérique de $\pm 0,25$ dioptrie.

D'après l'étude de Padmaja Sankaridurg, réalisée en 2017, un patient est considéré comme hypermétrope pour un équivalent sphérique de $+0,75$ dioptrie, un patient myope à partir de $-0,75$ dioptrie. Or, le Professeur Péchereau a soumis l'idée d'étendre ces seuils à $+3,50$ dioptries d'hypermétropie et $-1,00$ dioptrie de myopie dans le but d'isoler les amétropies significatives.

Concernant l'amétropie cylindrique, celle-ci est dépistée dans cette étude, si sa valeur est supérieure ou égale à 0,75 dioptrie.

En étendant les seuils de dépistage des amétropies, nous réduisons la population dépistée rendant plus fiable le dépistage.

Pour la suite de notre étude, l'emmétropie n'étant pas source de signes fonctionnels, elle ne présente aucun intérêt dans le dépistage et est donc écartée des statistiques.

2. Analyse du RA

L'analyse des résultats obtenus au réfractomètre automatique permet de démontrer une affirmation déjà connue, la fiabilité de la réfraction objective est supérieure sous cycloplégie. Le souhait est de l'illustrer en testant les performances du test.

	Amétropie	Se	Sp	VPP	VPN
OD	Hypermétropie	0,63	1,00	1,00	0,87
	Myopie	0,97	0,94	0,64	1,00
OG	Hypermétropie	0,69	1,00	0,99	0,89
	Myopie	0,97	0,94	0,65	1,00

Le réfractomètre automatique se révèle efficace pour dépister la myopie avec une sensibilité et une spécificité proche de 100%.

Contrairement à l'hypermétropie, où les performances intrinsèques restent trop faibles (0,63 et 0,69). Pour rappel, l'objectif étant une sensibilité et une spécificité supérieure à 90%.

Nous aspirons à retrouver des performances de dépistage plus fiables, notamment pour l'hypermétropie, avec nos formules biométriques comparées au réfractomètre automatique sans cycloplégie.

3. Analyse ES / LA

Après avoir testé la fiabilité du réfractomètre automatique seul, nous y incorporons un des éléments biométriques : la longueur axiale.

	Amétropie	Se	Sp	VPP	VPN
OD	Hypermétropie	0,65	0,86	0,65	0,86
	Myopie	0,73	0,95	0,61	0,97
OG	Hypermétropie	0,65	0,85	0,63	0,86
	Myopie	0,68	0,95	0,64	0,96

L'ajout ici, de la longueur axiale, semble insuffisant pour augmenter la fiabilité du test. Cependant, nous parvenons à une bonne corrélation entre ces deux éléments et les performances du test restent correctes pour un dépistage.

En comparaison des résultats avec le réfractomètre seul, l'intérêt de cette formule ne paraît pas intéressant, surtout pour la myopie.

4. Analyse ES / Kmoy

Nous testons désormais la formule en incluant la kératométrie moyenne.

	Amétropies	Se	Sp	VPP	VPN
OD	Hypermétropie	1,00	0	0,28	X
	Myopie	0	1,00	X	0,90
OG	Hypermétropie	1,00	0	0,28	X
	Myopie	0	1,00	X	0,89

Ayant affirmé une corrélation négative entre l'équivalent sphérique et la kératométrie moyenne, les performances de dépistage sont non concluantes.

5. Analyse ES / (LA/RC)

Après deux formules se révélant infructueuses, nous couplons les données biométriques : la longueur axiale et le rayon de courbure moyen.

	Amétropie	Se	Sp	VPP	VPN
OD	Hypermétropie	0,62	0,97	0,88	0,87
	Myopie	0,80	0,99	0,92	0,98
OG	Hypermétropie	0,83	0,89	0,76	0,93
	Myopie	0,91	0,97	0,79	0,99

Les résultats sont convaincants. Toutes les valeurs tendent vers 0,90 pour les deux amétropies.

Nous remarquons cependant une valeur non expliquée : 0,62 de sensibilité pour l'hypermétropie de l'œil droit. Aucune raison ne justifie une différence significative entre les deux yeux.

6. Analyse astigmatisme

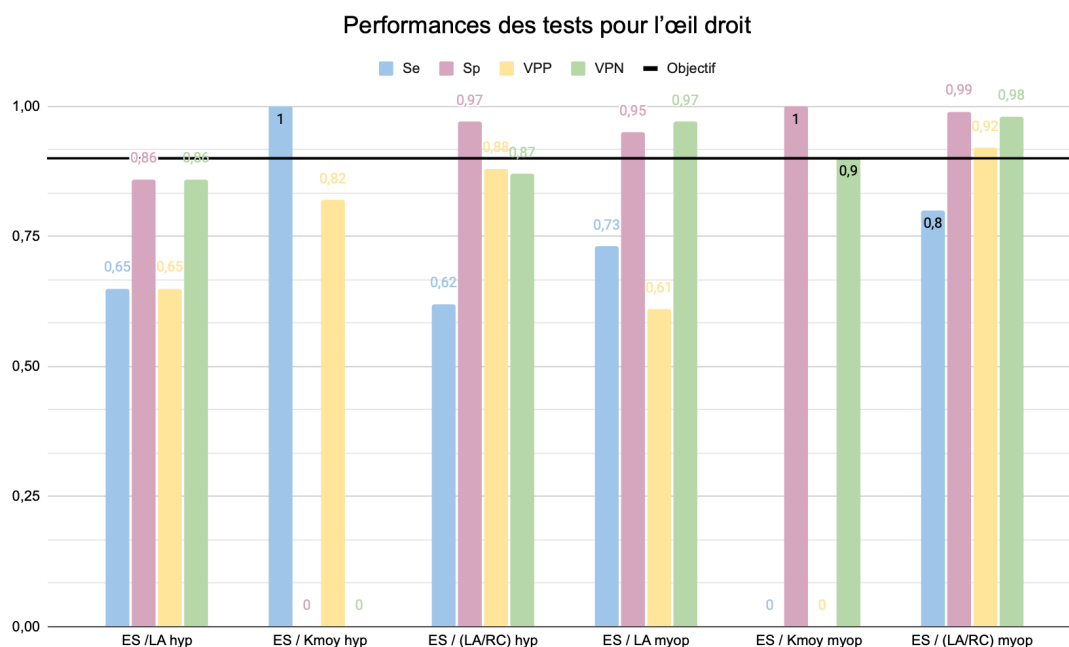
Le tableau ci-dessous présente les résultats d'une comparaison entre l'astigmatisme biométrique et celui du réfractomètre automatique.

	Astigmatisme	Se	Sp	VPP	VPN
OD	Biométrique	0,89	0,41	0,66	0,76
	RA	0,94	0,94	0,95	0,92
OG	Biométrique	0,92	0,40	0,64	0,80
	RA	0,94	0,93	0,94	0,93

Le dépistage de l'astigmatisme au réfractomètre automatique est plus performant qu'au biomètre, notamment car nous retrouvons une spécificité deux fois plus importante. Une

personne astigmate au dépistage a une probabilité importante de l'être. Ainsi, le taux de patient faussement positif est réduit.

IV. Discussion



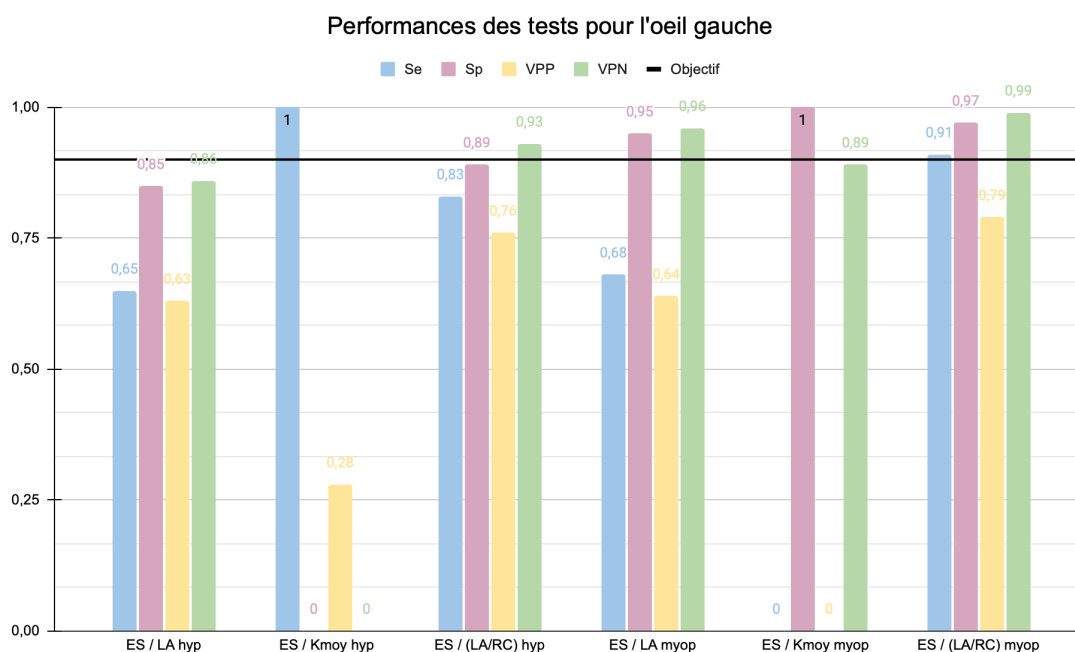
Dans cet histogramme, nous avons rassemblé et classé nos résultats par amétropies.

En comparant les performances résultantes, nous notons que la formule avec laquelle le test de dépistage est le plus fiable est celle prenant en compte l'équivalent sphérique comparé à la longueur axiale sur le rayon de courbure moyen, et ce, chez un myope ou un hypermétrope.

En effet, avec cette formule nous obtenons pour toute amétropie une spécificité proche de 100% ce qui signifie que le test n'engendre que très peu de faux positifs. Cependant, nous retrouvons une sensibilité plus faible avec 0,62 chez les hypermétropes et 0,80 chez les myopes. Par conséquent, nous obtenons un fort taux de faux négatifs, et ainsi, des amétropies non dépistées.

L'histogramme atteste de l'absence de corrélation entre l'équivalent sphérique et la kératométrie moyenne, comme nous l'avions démontré dans nos résultats.

Enfin, le test rapprochant l'équivalent sphérique à la longueur axiale, nous donne des performances acceptables mais restant inférieures à celles incluant la kératométrie. Cette formule est plus intéressante chez les myopes où la spécificité et la valeur prédictive négative sont respectivement de 0,95 et 0,97.



Cependant, nous notons une différence significative pour les résultats de la sensibilité entre l'œil droit et gauche. La sensibilité obtenue pour l'œil droit est de 0,62. Cela représente une perte de 21% par rapport à l'œil gauche (Se = 0,83).

Ces résultats peuvent s'expliquer par une erreur de saisie des données initiales dans la base de données.

L'étude épidémiologique de notre population nous informe qu'il existe une symétrie avérée entre l'œil droit et l'œil gauche.

	LA OD	LA OG
Moyenne	22,34	22,31
Médiane	22,24	22,21
Valeur minimale	18,44	18,49
Valeur maximale	30,50	30,22
Ecart-type	1,36	1,35

Tableau comparatif des longueurs axiales pour l'OD et l'OG

En effet, nous observons pour la longueur axiale une parfaite concordance des résultats obtenus pour l'œil droit comparativement à l'œil gauche.

	ES avant cyclo OD	ES avant cyclo OG
Moyenne	0,77	0,79
Médiane	0,63	0,63
Valeur minimale	-28,50	-29,00
Valeur maximale	10,88	10,50
Ecart-type	3,47	3,66

Tableau comparatif des équivalents sphérique avant cycloplégie OD/OG

	ES après cyclo OD	ES après cyclo OG
Moyenne	1,82	1,84
Médiane	1,75	1,75
Valeur minimale	-25,25	-31,13
Valeur maximale	11,00	10,88
Ecart-type	3,57	3,63

Tableau comparatif des équivalents sphérique après cycloplégie OD/OG

Les résultats obtenus pour les équivalents sphériques avant et après cycloplégie sont sensiblement harmonieux entre l'œil droit et gauche.

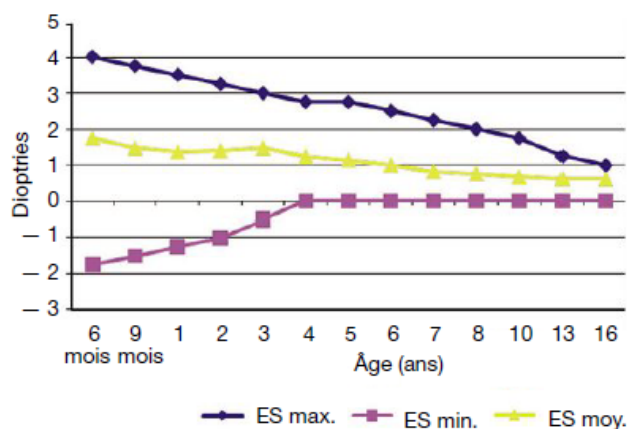
	Kmoy OD	Kmoy OG
Moyenne	43,31	43,41
Médiane	43,28	43,30
Valeur minimale	24,37	37,35
Valeur maximale	56,67	55,78
Ecart-type	2,04	1,74

Tableau comparatif des rayons de courbure OD/OG

Il existe donc bel et bien une concordance des données réfractométriques et biométriques pour l'œil droit et gauche.

Concernant nos seuils de dépistage, la myopie, inférieure ou égale à -1,00 dioptrie, et l'hypermétropie, supérieure ou égale à 3,50 dioptries, ils sont basés sur les limites dites physiologiques et non compensables pour un enfant de 2 ans.

Pour rappel, le tableau ci-dessous représente pour une population non strabique l'évolution de l'équivalent sphérique de 6 mois à 16 ans avec la moyenne en jaune, et les limites physiologiques en bleu et rose.



Rapport de la SFO 2013

Or, ces seuils semblent convenir jusqu'à l'âge de 2 ans . Notre échantillon quant à lui s'étend de 3 à 16 ans, et ces seuils ne semblent pas s'y adapter.

A partir de 4 ans, toute myopie doit être corrigée. Nous devons ainsi être en capacité de dépister le maximum de myopie à partir de -0,25 dioptrie.

Ainsi, nous nous posons la question suivante : le seuil de dépistage a-t-il un impact selon la classe d'âge dépistée ? Pour y répondre, ci-dessous sont représentées les performances de dépistage pour la classe d'âge de 3 à 6 ans.

		Formule ES/LA				Formule ES/(LA/RC)				Test RA			
		Se	Sp	VPP	VPN	Se	Sp	VPP	VPN	Se	Sp	VPP	VPN
OD	Hyp	0,79	0,81	0,59	0,91	0,75	0,94	0,82	0,91	0,61	1,00	1,00	0,88
	Myo	0,56	0,98	0,63	0,97	0,56	0,98	0,63	0,97	0,89	0,92	0,41	0,99
OG	Hyp	0,77	0,81	0,59	0,91	0,81	0,95	0,84	0,93	0,63	1,00	1,00	0,88
	Myo	0,40	0,98	0,57	0,96	0,60	1,00	0,92	0,97	0,95	0,82	0,44	1,00

Performances de dépistage pour la classe d'âge 3-6 ans

Pour rappel, voici les performances de dépistage chez les enfants de 3 à 16 ans.

		Formule ES/LA				Formule ES/(LA/RC)				Test RA			
		Se	Sp	VPP	VPN	Se	Sp	VPP	VPN	Se	Sp	VPP	VPN
OD	Hyp	0,65	0,86	0,65	0,86	0,62	0,97	0,88	0,87	0,63	1,00	1,00	0,87
	Myo	0,73	0,95	0,61	0,97	0,80	0,99	0,92	0,98	0,97	0,94	0,64	1,00
OG	Hyp	0,65	0,85	0,63	0,86	0,83	0,89	0,76	0,93	0,69	1,00	0,99	0,89
	Myo	0,68	0,95	0,64	0,96	0,91	0,97	0,79	0,99	0,97	0,94	0,65	1,00

Performances de dépistage pour la classe d'âge 3-16 ans

Au niveau du réfractomètre automatique, nous ne relevons pas de différence significative entre l'ensemble de l'échantillon et la classe d'âge.

Pour le dépistage de l'hypermétropie et de la myopie, deux tendances s'affirment. Les performances du dépistage de la myopie sont moins bonnes pour la classe d'âge de 3 à 6 ans. A l'inverse, les performances sont meilleures pour l'hypermétropie.

Le seuil [-1 ; +3,5] étant compatible avec les enfants de 2 ans, nous avons testé les performances de dépistage sur notre plus faible classe d'âge, les enfants de 3 ans.

Le tableau ci-dessous rassemble les résultats.

		Formule ES/LA				Formule ES/(LA/RC)				Test RA			
		Se	Sp	VPP	VPN	Se	Sp	VPP	VPN	Se	Sp	VPP	VPN
OD	Hyp	1,00	0,74	0,56	1,00	0,67	0,85	0,6	0,88	0,33	1,00	1,00	0,82
	Myo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	0,29	1,00
OG	Hyp	0,88	0,62	0,39	0,95	0,88	0,76	0,5	0,96	0,5	1,00	1,00	0,88
	Myo	0,67	1,00	1,00	0,97	0,67	1,00	1,00	0,97	1,00	0,82	0,33	1,00

Performance de dépistage chez les enfants de 3 ans

Nous remarquons plusieurs contradictions par rapport à nos résultats précédents. Tout d'abord, le réfractomètre automatique est moins performant et de grandes disparités entre l'œil droit et gauche sont présentes. Or, rien n'explique cette différence.

Les classes d'âge semblent avoir un impact sur les performances du dépistage. A noter que l'échantillon des 3 ans est composé de 37 yeux gauche et 36 yeux droit. La classe d'âge 3 à 6 ans compte 323 yeux gauche et 321 yeux droit. Cette diminution significative de patients par rapport à notre étude de base (614 yeux droit et 616 yeux gauche) entrave la fiabilité des résultats.

Il serait intéressant d'étudier des formules de dépistage par classe d'âge chez l'enfant et de les étendre chez l'adulte afin de dépister l'ensemble de la population.

Toutefois, nous soulignons que l'échantillon sélectionné est peu représentatif de la population générale, puisque celui-ci est issu d'un service d'ophtalmologie hospitalier.

Actuellement, lorsqu'un enfant se rend en consultation d'ophtalmologie, celui-ci est soumis au réfractomètre automatique. Nous avons prouvé précédemment que cet examen se révèle très sensible pour affirmer la myopie mais beaucoup moins pour l'hypermétropie.

Pour affirmer l'amétropie, l'examen réfractométrique est réalisé sous cycloplégiant. C'est notre examen de diagnostic. Ces performances servent de référence : c'est le gold standard.

Tout au long de notre mémoire, nous avons cherché une formule permettant d'obtenir des résultats sensiblement équivalents à ceux obtenus par notre gold standard.

Comme démontré ci-dessus, notre test mettant en relation l'équivalent sphérique au rapport de la longueur axiale sur le rayon de courbure moyen conclut sur des résultats satisfaisants. La pertinence de notre formule est ainsi prouvée.

Nous nous sommes interrogées sur l'utilisation possible de cette formule en pratique clinique. Celle-ci pouvant permettre d'éviter l'utilisation démesurée de cycloplégiant. Il paraît envisageable de l'appliquer dans le cadre d'un dépistage visuel chez l'enfant et l'adolescent.

Il existe aujourd'hui de nombreux appareils de mesures portatifs : le Rétinomax, le Plusoptix et le 2Win. Tous sont des auto-réfractomètres portatifs permettant la mesure de l'amétropie en monoculaire (Rétinomax) ou en binoculaire (Plusoptix et 2Win) directement. Contrairement aux deux autres, le Rétinomax permet en plus la mesure du rayon de courbure.

Nous observons que l'ensemble de ces matériels ne sont pas équipés pour mesurer la longueur axiale de l'œil. Pour la mise en place d'un dépistage, il serait intéressant de développer un appareil réunissant des caractéristiques précises.

Celui-ci se doit d'être portatif comme ceux existant déjà, afin d'obtenir des mesures pour tout âge, allant du très jeune enfant à l'adolescent (pré-adulte). L'appareil doit pouvoir prendre les mesures rapidement et de façon fiable. Il doit permettre la mesure de la réfractométrie, la longueur axiale et la kératométrie.

Enfin, en combinant cet outil à notre formule de dépistage nous pourrions, à court terme, espérer un dépistage fiable et massif des enfants amétropes, c'est-à-dire ceux étant confirmés comme en dehors des valeurs seuils définies.

Nous espérons convaincre un laboratoire afin de développer l'appareil répondant à ces attentes.

V. Conclusion

Les objectifs du mémoire étaient de trouver une formule permettant de dépister toute amétropie chez l'enfant de 3 à 16 ans. Celle-ci doit être aussi, voire plus, sensible que la réalisation d'une cycloplégie, cet acte étant invasif et présentant de nombreux freins et contre-indications.

Dans un second temps, elle doit être validée pour s'en servir dans le cadre du dépistage visuel.

Nos résultats ont montré qu'en combinant plusieurs données biométriques telles que le rayon de courbure moyen et la longueur axiale à l'équivalent sphérique, la formule était renforcée.

Au terme de notre mémoire, nous pouvons nous féliciter d'avoir trouvé une formule efficace combinant l'équivalent sphérique et le rapport longueur axiale sur le rayon de courbure moyen. Après son application dans le cadre d'un dépistage, l'analyse des résultats est prometteuse.

Nous pensons que ces résultats pourraient être améliorés en approfondissant les points abordés lors de la discussion notamment avec un échantillon plus représentatif de la population générale, des seuils et des formules adaptées par classe d'âge.

Nous espérons que toutes nos recherches mèneront à une nouvelle prise en charge des amétropies, moins invasive et tout aussi fiable.

VI. Bibliographie

1. Sankaridurg, Padmaja, Xiangui He, Thomas Naduvilath, Minzhi Lv, Arthur Ho, Earl Smith, Paul Erickson, Jianfeng Zhu, Haidong Zou, et Xun Xu. « Comparison of Noncycloplegic and Cycloplegic Autorefraction in Categorizing Refractive Error Data in Children ». *Acta Ophthalmologica* 95, n° 7 (novembre 2017): e633-40.
2. Péchereau A, Péchereau J, Santallier M. Anatomie pour les écoles d'Orthoptie, v1.0. A&J Péchereau. 2008.
3. Gatinel D. Biométrie et interférométrie à cohérence partielle [Internet]. gatinel.com. 2017. Disponible sur: <https://www.gatinel.com/recherche-formation/biometrie-oculaire-calcul-dimplant/biometrie-interferometrie-a-coherence-partielle/>
4. Touzeau O, Allouch C, Borderie V, Kopito R, Laroche L. Corrélation entre la réfraction et la biométrie oculaire. *J Fr Ophtalmol*. 2019;26:9.
5. Ducloyer J-B. Dépistage : Définitions du dépistage, conditions et élaboration d'une campagne de dépistage, tests et protocoles définis dans le cadre d'un dépistage ciblé. Présentation PowerPoint présentée à; 2020; Nantes.
6. Guessous I, Gaspoz J-M, Paccaud F, Cornuz J. Dépistage : principes et méthodes. *Revue Médicale Suisse*. 14 juillet 2010;(256).
7. Dictionnaire médical de l'Académie de Médecine [Internet]. Dictionnaire médical de l'Académie de Médecine – version 2021. 2020. Disponible sur: <http://dictionnaire.academie-medecine.fr/index.php>
8. Loudot C, Zanin E, Fogliarini C, Boulze M, Souchon L, Denis D. Étude de la biométrie oculaire chez l'enfant hypermétrope : apport du biomètre Lenstar LS 900 (Haag-Streit®). *Journal Français d'Ophtalmologie*. juin 2011;34(6):369-75.
9. Zhang L, He X, Qu X, You X, Wang B, Shi H, et al. Refraction and Ocular Biometry of Preschool Children in Shanghai, China. *J Ophthalmol*. 2018;2018:5205946.
10. Péchereau A, Denis D, Speeg-Schatz C. Strabisme. Elsevier Masson. 2013. 586 p. (Rapport de la Société Française d'Ophtalmologie).
11. Lehuede K. Dépistage légaux et carnet de santé. Présentation PowerPoint présentée à; 2020.

Résumé

Ce mémoire rend compte des statistiques réalisées suite aux dépistages des amétropies chez l'enfant au sein du C.H.U. de Nantes. Les enfants étaient choisis lors des consultations ophtalmologiques demandant une cycloplégie pour dépister les anomalies réfractives. Les examens réalisés permettent de définir une correction optique adéquate pour l'enfant. Nous avons constaté au fil des années, et grâce aux précédents mémoires, qu'il existe une corrélation entre la biométrie et les amétropies. Cette étude a permis d'obtenir une formule permettant une meilleure évaluation des troubles réfractifs. Les années 2020 et 2021 ont été marquées par l'ajout d'une valeur biométrique : la kératométrie. Le but de cette formule étant de permettre un protocole de prise en charge moins lourd des troubles réfractifs en consultation.

Mots clés : amétropies, biométrie, cycloplégie, dépistage, réfraction, statistiques.