



HAL
open science

Le PlusOptix : outil dépistage ou diagnostic ?

Emmanuelle Alonzo

► **To cite this version:**

Emmanuelle Alonzo. Le PlusOptix : outil dépistage ou diagnostic ?. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-03013939

HAL Id: dumas-03013939

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03013939>

Submitted on 19 Nov 2020

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

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



Le PlusOptix : outil dépistage ou diagnostic ?

ALONZO Emmanuelle

Maitre de mémoire :
TRINQUET Laure
Orthoptiste et directrice pédagogique

Directrice des mémoires :
TRINQUET Laure
Directrice Pédagogique

Année Universitaire 2019-2020
Mémoire de fin d'études d'Orthoptie

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier l'ensemble des enseignants de l'école d'orthoptie de Marseille qui ont montré un investissement exemplaire dans la transmission de leurs connaissances, et tout particulièrement Madame Mélanie ORDINES, Madame Chloé MONTICOLO, Monsieur Julien CERDAN et Madame Emmanuelle PIERI. Leur accompagnement au cours de cette formation a été d'une bienveillance et d'un professionnalisme parfait.

Mes remerciements vont également vers les différents maîtres de stage qui ont eu la gentillesse de m'accueillir au cours de ma formation, à savoir Madame Dominique LENZINI, Madame Thiziri NACEF, Madame Audrey RUFFINO, Madame Mélanie ORDINES, Madame Laure TRINQUET, le Docteur Hélène COHEN et Monsieur Julien CERDAN. Leurs compétences m'ont énormément aidé dans mon apprentissage et je tiens à les remercier vivement pour leur aide.

Je remercie ensuite chaleureusement l'équipe du service d'ophtalmologie de l'hôpital Nord de Marseille et particulièrement le Professeur Daniel DENIS ainsi que le Docteur Aurore AZIZ, d'avoir accepté que j'accède aux dossiers de leurs patients. Cela m'a permis de compléter mon étude pour ce mémoire.

J'adresse mes sincères remerciements au Docteur Hélène COHEN et son équipe pour avoir eu la gentillesse lors de mon stage de me permettre d'enrichir mon étude de nombreux cas.

Je tiens ensuite particulièrement à exprimer ma reconnaissance à Madame Laure TRINQUET, mon maître de mémoire, pour sa disponibilité tout au long de l'année, sa bienveillance lors des stages et cours, et son optimisme permanent qui est une grande source de motivation. Son dévouement envers ses étudiants, ses connaissances en orthoptie et son professionnalisme font d'elle une directrice pédagogique exceptionnelle. Les étudiants marseillais sont extrêmement chanceux de bénéficier d'une directrice telle que Madame TRINQUET.

Pour finir, je n'oublie pas mon conjoint, Monsieur Xavier GIANNINO, qui m'a apporté un précieux soutien tout au long de cette formation. Sa patience et son amour m'ont permis de traverser sans encombre ces trois années d'investissement. Un grand merci à lui.

Sommaire

Introduction	1
Résumé.....	2
Abstract.....	2
I. La réfraction de l'enfant	3
1. La réfraction physiologique	3
a. Développement des structures oculaires.....	3
b. Processus d'emmétropisation	4
2. Evolution de la réfraction et limite de la réfraction physiologique.....	5
3. Accommodation et cycloplégie	6
a. Pourquoi une cycloplégie	6
b. Fonctionnement de la cycloplégie.....	7
c. Limites et avantages des différentes molécules	8
4. Facteurs de risque amétropique	9
a. Au dépistage des neuf mois	9
b. Au cours de la troisième année	10
c. Recommandations de prescription	11
II. Autoréfractomètre portable PlusOptix	12
1. Description	12
2. Principe de mesure.....	13
3. Avantages et limites	14
a. Avantages.....	14
b. Inconvénients.....	15
4. Etudes réalisées.....	15
a. Comparaison entre le PlusOptix et le Rétinomax.....	15
b. Comparaison entre la réfraction non cycloplégique mesurée au PlusOptix et la réfraction sous cycloplégie.....	16
c. Conclusion	17
III. Etude comparative de la réfraction	18
1. Présentation de l'étude	18
a. But	18
b. Critères d'inclusion	18
c. Critères d'exclusion	18
d. Méthode.....	18

2.	Caractéristique de l'échantillon.....	20
a.	Caractéristiques générales.....	20
b.	Strabisme et nystagmus.....	21
c.	Amétropies.....	21
d.	Pathologies associées.....	21
e.	Antécédents familiaux.....	21
3.	Résultats.....	21
a.	Sphère, équivalence sphérique et astigmatisme.....	21
b.	Anisométrie.....	22
c.	Calcul des différences entre les mesures.....	23
4.	Conclusion.....	27
a.	A l'âge préverbal : de 1 à 3 ans.....	27
b.	Entre 3 et 5 ans.....	27
c.	A partir de 5 ans.....	28
5.	Discussion.....	29
	Conclusion.....	30
	Bibliographie.....	31
	Annexes.....	33

Introduction

L'étude de la réfraction oculaire consiste à mesurer la correction optique nécessaire à une focalisation des images sur le plan rétinien. L'OMS estime à 153 millions le nombre de personnes dans le monde vivant avec une déficience visuelle due à un défaut de réfraction non corrigé(1). Les troubles de la réfraction ou amétropies sont en outre des facteurs hautement strabogènes et amblyogènes. En effet, les troubles réfractifs participent pour 60% à l'amblyopie et 35% à 40% au strabisme. Le strabisme comme l'amblyopie ont chacun une prévalence de 3 à 5% (et les anomalies réfractives une prévalence de 10%) dans une population d'enfants. En apportant des images de mauvaise qualité au système visuel de l'enfant, les troubles réfractifs peuvent entraver le développement de la vision de l'enfant.

La détermination de la réfraction est la base de tout examen de dépistage visuel. Pour effectuer cette mesure chez l'enfant, les ophtalmologistes réalisent une réfraction objective sous cycloplégie. Cependant, en cabinet libéral, l'orthoptiste est amené à pratiquer un dépistage visuel sans la possibilité d'effectuer cette réfraction sous cycloplégie. Pour confirmer ou non la présence d'un trouble réfractif possiblement amblyogène, différents outils peuvent être utilisés par ce dernier, l'utilisation d'un autoréfractomètre portable comme le PlusOptix en est un. Cependant, cet appareil n'est pas considéré comme assez précis et ne permet pas de faire suffisamment relâcher l'accommodation pour obtenir une mesure fiable.

Sachant cela, il est de grand intérêt de se demander dans quelles mesures la réfraction mesurée chez des enfants au PlusOptix sans cycloplégie peut-elle être fiable à la réfraction mesurée sous cycloplégie chez les mêmes enfants. Dans ce but, ce mémoire établit une étude comparative de ces deux mesures en tenant compte de divers paramètres annexes tels que l'âge, la couleur de la peau, ou la couleur des yeux.

Dans un premier temps, il conviendra de définir la réfraction de l'enfant. Pour cela, nous aborderons la notion de réfraction physiologique. Puis nous rappellerons l'intérêt de la cycloplégie et ses différents procédés. Enfin, nous tenterons de réunir les recommandations des professionnels de l'ophtalmo-pédiatrie quant à la prescription de correction optique chez l'enfant.

Nous apporterons, dans une deuxième partie, une description de l'appareil PlusOptix afin de bien comprendre son fonctionnement. Nous décrirons ses avantages et ses inconvénients. Puis, quelques études concernant le PlusOptix seront présentées.

L'étude prospective menée en dernière partie consistera en la comparaison des différentes mesures de la réfraction chez des enfants entre 1 et 19 ans et tentera de donner aux utilisateurs orthoptistes de l'appareil un guide permettant une interprétation correcte des résultats donnés par le PlusOptix.

Résumé

Chez l'enfant, l'appréciation du devenir visuel repose en particulier sur un examen de la réfraction fiable et pour cela, l'orthoptiste exerçant seul dans son cabinet, peut utiliser un autoréfractomètre portable tel que le PlusOptix.

Cependant, ce genre d'appareil permet-il de révéler une hypermétropie cachée par l'accommodation en l'absence d'utilisation de cycloplégique ? Permet-il de mettre en évidence toutes les amétropies dites « à risque » ? Ce sont les questions que je me suis posées et auxquelles cette étude tente de répondre.

J'ai donc comparé, dans une population d'enfants, des relevés de mesures prises au PlusOptix seules et au travers des verres de +3,00δ aux relevés de mesures de la réfraction sous cycloplégie.

Après plusieurs comparaisons, il semblerait que certains résultats au PlusOptix, corrélés à d'autres facteurs tels que l'âge, ou la couleur des yeux, orientent à 100% vers une amétropie à risque. Ainsi, en prenant en compte certains éléments, le PlusOptix devient un outil diagnostique efficace pour l'orthoptiste.

Mots clés : Réfraction, enfant, dépistage, PlusOptix, amétropies à risque, comparaisons.

Abstract

In children, the appreciation of visual development is particularly based on a reliable refraction examination and for this, the orthoptist practicing alone in his office, can use a portable autorefractometer such as the PlusOptix.

However, does this kind of device reveal hidden hyperopia due to accommodation, without using cycloplegia? Does it highlight all the so-called "at risk" ametropias? These are the questions I asked myself and to which this study attempts to answer.

So, I compared, in a population of children, readings of measurements taken with PlusOptix alone and through + 3.00δ glasses with readings of refractive measurements with cycloplegia.

After several comparisons, it seems that some results with PlusOptix, correlated with other factors such as age, or eye color, point to 100% towards a risky ametropia. Thus, taking into account some elements, the PlusOptix becomes an effective diagnostic tool for the orthoptist.

Keywords: Refraction, child, screening, PlusOptix, risky ametropia, comparisons.

I. La réfraction de l'enfant

Il faut bien distinguer la réfraction de l'enfant de celle de l'adulte. La première n'est pas une donnée fixe dans le temps, elle évolue avec la croissance de l'enfant. Ainsi, une valeur « hors norme » à un temps t , peut tout à fait se normaliser quelques mois plus tard, et inversement.

Nous allons ici nous intéresser à l'évolution de la réfraction à partir de la naissance jusqu'à l'âge adulte, afin d'en déduire les valeurs « normales » à un âge donné.

1. La réfraction physiologique

a. Développement des structures oculaires

En milieu clinique, on utilise le terme de « réfraction » pour désigner l'examen de la mesure et de l'évaluation du rapport entre le pouvoir réfringent de l'œil et sa longueur axiale.

La longueur axiale de l'œil correspond à la distance qui sépare le sommet de la face antérieure de la cornée et la fovéola du pôle postérieur.

La mesure du trouble réfractif permet d'obtenir la compensation nécessaire afin que l'image d'un objet situé à l'infini (au-delà de 5m) puisse se former sur la rétine et ce, sans effort accommodatif, fournissant ainsi au sujet la meilleure acuité visuelle possible.

Cela nous permet également de distinguer les différents cas possibles :

- **L'œil emmétrope** dont la longueur axiale et la puissance réfractive sont en adéquation, ce qui implique la focalisation d'une source lumineuse située au-delà de 5 mètres de manière ponctuelle sur la rétine, n'entraînant aucun défaut réfractif.
- **L'œil amétrope** dont la longueur axiale et la puissance réfractive ne sont pas en adéquation, entraînant un trouble de la réfraction dû à la défocalisation sur la rétine d'une source lumineuse situé au-delà de 5 mètres.

Un œil myope est un œil trop long pour sa puissance, ou trop puissant pour sa longueur.

Un œil hypermétrope est un œil trop court pour sa puissance, ou trop peu puissant pour sa longueur.

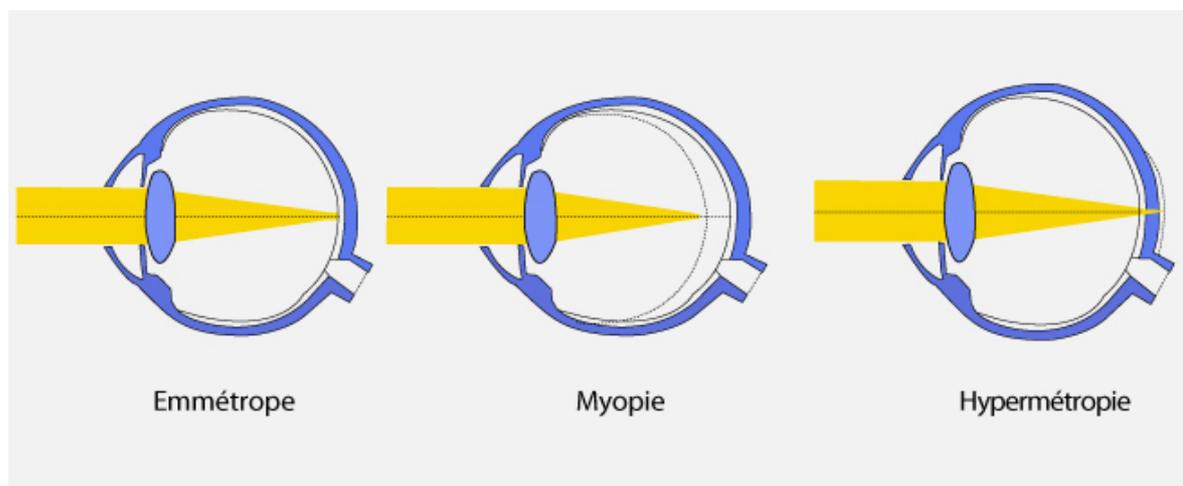


Figure 1: Les amétropies de l'œil

Le système visuel d'un enfant né à terme n'est pas mature à la naissance. On observe un développement et une maturation des différentes structures anatomiques oculaires, des voies visuelles ainsi que des structures corticales et sous-corticales permettant l'obtention d'une vision optimale.

La réfraction de l'œil dépend de l'équilibre entre la croissance de celui-ci et le développement de son pouvoir réfringent.

Croissance anatomique de l'œil :

	Longueur axiale	Cornée (D)	Cristallin
Naissance	17mm	48δ	33δ
4 ans	22 à 24mm	42δ	20δ

Figure 2 : Croissance des structures anatomiques de l'œil

On observe dans les premières années de vie, une diminution du pouvoir réfringent des dioptries de l'œil ainsi qu'une augmentation de la longueur axiale de l'œil.(2)

Maturation de la rétine :

La rétine atteint sa taille adulte, environ 944mm², aux alentours de l'âge de deux ans. La rétine périphérique est rapidement fonctionnelle contrairement à la région maculaire dont la maturation dure environ 45 mois. Cette croissance post-natale de la rétine et les modifications anatomiques vont expliquer en partie le gain fonctionnel visuel post-natal.

La fovéa est très immature à la naissance. Sa maturation morphologique est marquée tout d'abord par la migration périphérique des couches rétinienne centrales, formant ainsi la dépression fovéale qui continue de s'approfondir jusqu'à 15 mois. Puis, nous pouvons assister à un allongement et à une migration centrale des articles externes des cônes permettant l'augmentation de leur concentration en zone fovéale. Cependant bien que l'on considère la macula presque mature à 45 mois, on relève que la densité centrale des cônes et la longueur de leur segment externe, sont à cette période à la moitié de leur valeur adulte. Ces éléments anatomiques contribuent largement à expliquer que l'acuité soit encore plus faible que chez l'adulte. (3)(4)

b. Processus d'emmétropisation

Tous les auteurs s'accordent pour dire qu'à la naissance, l'œil normal serait hypermétrope d'environ 4.5δ, hypermétropie qui diminuerait très rapidement au cours des huit premiers jours de vie pour aboutir à une valeur de 3δ en moyenne.

Cette hypermétropie évolue le plus souvent vers l'emmétropisation, en général atteinte vers l'âge de 10 ans. (5)

On observe en effet durant la première année de vie une nette régression de cette hypermétropie pour arriver à l'âge de 9 à 12 mois à une valeur de +1.50δ à +1.75δ.

De l'âge d'un an jusqu'à l'adolescence, on assiste à une lente régression de l'hypermétropie. Le phénomène d'emmétropisation est le phénomène qui par une augmentation de la longueur axiale de l'œil et une diminution de sa puissance aboutit

à une situation dite d'emmétropie fonctionnelle correspondant à une réfraction de $+0.50\delta$ à $+0.75\delta$ chez l'adulte.

La réfraction physiologique est la réfraction de l'œil, à un âge donné, permettant aux images de se focaliser sur le plan rétinien, en l'absence prolongé de tout signe fonctionnel (accommodatif), donnant ainsi une acuité visuelle normale. Les erreurs réfractives ne sont pas un phénomène statique au cours de la vie. La persistance d'anomalies réfractives au cours des premières années de vie est le signe d'un défaut de ce processus d'emmétropisation.

2. Evolution de la réfraction et limite de la réfraction physiologique

Des résultats statistiques et empiriques ainsi que les données physiologiques permettent d'établir les limites de la réfraction physiologique. Cependant, dû à d'éventuelles variations individuelles et à un degré d'incertitude des mesures, on doit plutôt considérer des zones de transition que des limites franches.

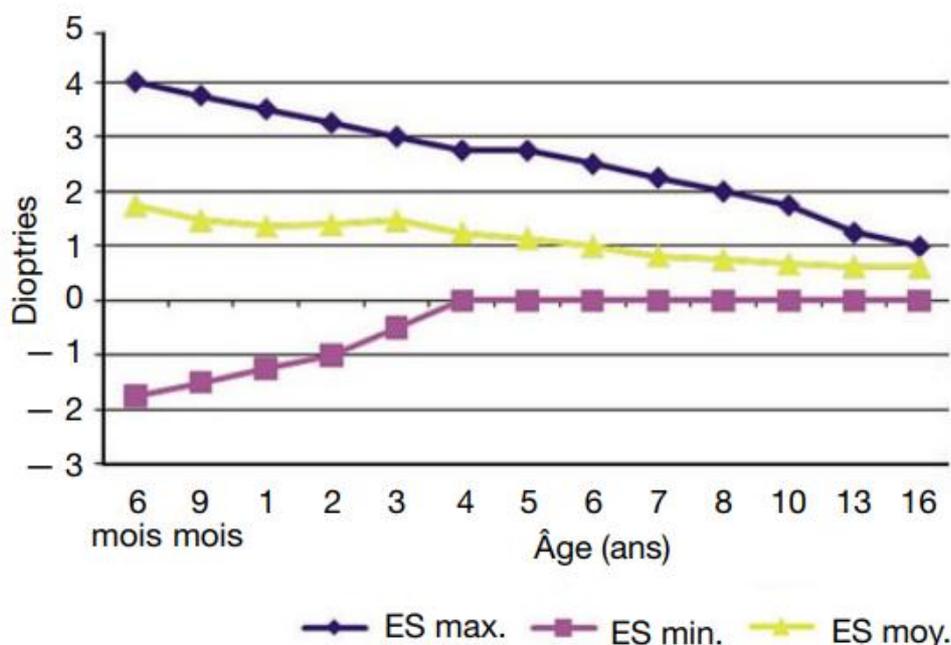


Figure 3 : Évolution de l'équivalence sphérique de 6 mois à 16 ans

La limite supérieure se situe à 4δ d'hypermétropie à six mois. Les hypermétropies physiologiques diminuent pour se situer entre $+0,5\delta$ et l'emmétropie vers 14-15 ans. En revanche, les fortes hypermétropies précoces restent stationnaires ou augmentent légèrement.

Les astigmatismes, fréquents chez le très jeune enfant, disparaissent dans la plupart des cas pour rejoindre à l'âge scolaire la fréquence de la population adulte, c'est-à-dire 8 %. C'est essentiellement la puissance qui diminue considérablement, l'axe ne change pas. À l'âge scolaire, le nombre d'astigmatismes conformes est plus important. La valeur de cet astigmatisme ne doit pas dépasser 0.50δ à partir de quatre ou cinq ans.

Les myopies congénitales disparaissent en majorité pendant la première année. Les myopies qui persistent peuvent être stables, d'autres peuvent progresser et

présenter les caractères des myopies pathologiques. Une myopie modérée, c'est-à-dire inférieure à -2.00δ à six mois, peut être tolérée. Les myopies acquises apparaissent entre 5 et 12 ans. Plus elles surviennent précocement, plus elles risquent d'évoluer comme des myopies pathologiques. En revanche, celles qui apparaissent après 9 à 10 ans ont une évolution plus lente. La myopie est considérée comme stabilisée à l'âge de 21-22 ans.

L'anisométrie se définit comme une différence de réfraction, entre les deux yeux, supérieure à 1δ pour certains auteurs, et supérieure à $1,5\delta$ pour d'autres. Sa fréquence évaluée à 25 % chez le nourrisson, diminue à 3-6 % chez les enfants d'âge scolaire et préscolaire. Elle est souvent associée à un astigmatisme. Même si elle est importante à l'âge de 1 an, elle peut disparaître à l'âge de 4 ans et inversement, elle peut apparaître plus tard. Une valeur de 0.50δ ne doit pas être dépassée à partir de quatre à cinq ans.(6)(7)

3. Accommodation et cycloplégie

Chez l'enfant, la réfraction ne se mesure pas de la même manière que chez l'adulte car il faut bien tenir compte de la forte capacité de l'enfant à sur-accommoder et donc à fausser la mesure relevée. C'est pourquoi les seules valeurs vraiment fiables sont celles mesurées sous cycloplégie.

a. Pourquoi une cycloplégie

Nous avons vu que déterminer la réfraction exacte est un des points clé d'un dépistage visuel pertinent chez l'enfant. Cependant, certains mécanismes, essentiellement l'accommodation, peuvent mener, lors de l'évaluation de la réfraction, à une sous-estimation de l'hypermétropie, ou une surestimation de la myopie.

Comment un œil accommode-t-il ?

L'accommodation de l'œil est l'augmentation de sa puissance par une modification de la courbure et du positionnement du cristallin dans l'œil, lui permettant ainsi d'adapter son plan de focalisation en fonction de la distance de l'objet à fixer.

Le cristallin est une lentille avasculaire transparente, de forme elliptique, réfringente qui aide à la convergence des rayons lumineux sur la rétine. Il est suspendu au corps ciliaire par les fibres zonulaires. Ces dernières se fixent sur corps ciliaire pour transmettre au cristallin les mouvements du muscle ciliaire.

Le muscle ciliaire est constitué de deux portions :

- La partie circulaire appelé muscle de Muller (sphincter) innervé par les fibres parasympathiques et responsable de l'accommodation.
- La partie longitudinale appelée muscle de Brücke innervé par les fibres sympathiques responsable du relâchement de l'accommodation. (cf figure 4)

Lorsque les fibres parasympathiques sont excitées, le muscle ciliaire subit une contraction qui le projette en dedans et en avant. Le diamètre de l'anneau formé par le muscle et les procès ciliaires est alors réduit : de ce fait, les fibres zonulaires antérieures subissent un relâchement. Cette détente des fibres zonulaires se transmet à la capsule antérieure, qui reprend une forme plus circulaire et provoque alors le bombement du cristallin et le déplacement de celui-ci légèrement vers l'avant.(8)



Figure 4 : Anatomie du cristallin et des muscles de l'accommodation

Il est important de souligner que les enfants possèdent une très grande capacité accommodative, avec une accommodation pas toujours maîtrisée dans les premières années de vie. Ce grand pouvoir accommodatif diminue avec l'âge (cf figure 5) et leur permet de compenser l'hypermétropie physiologique avant leur emmétropisation mais il va aussi entraîner des gênes et surtout des erreurs dans la mesure de la réfraction.

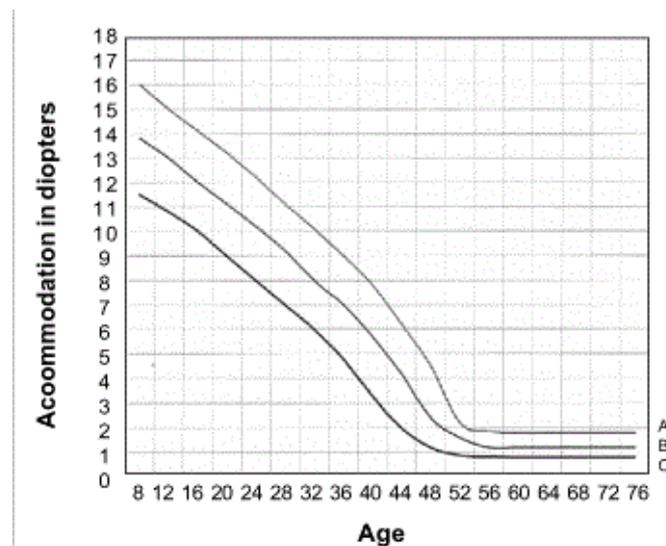


Figure 5 : Courbe d'évolution de l'accommodation selon Duane
(A : Limites inférieures ; B : Valeurs moyennes ; C : Limites supérieures)

Toute activité d'exploration visuelle, en particulier lorsqu'il existe une participation subjective, va entraîner une réaction accommodative.

Pour ces raisons, une mise au repos complète de l'œil chez l'enfant apparaît indispensable afin d'inhiber entièrement cette accommodation et révéler l'hypermétropie totale.

Pour cela, les ophtalmologistes ont à disposition plusieurs molécules. Seuls les parasympatholitiques ont une réelle action cycloplégante. Les sympathicomimétiques comme la néosynéphrine n'ont qu'une action cycloplégante modérée. (6)

b. Fonctionnement de la cycloplégie

Nous avons vu que l'accommodation est sous la dépendance du système parasympathique. Le neurotransmetteur est ici l'acétylcholine qui est libérée au niveau

des terminaisons nerveuses. Quand les récepteurs muscariniques captent l'acétylcholine, le muscle de Muller se contracte et il y a effet de l'accommodation. Le principe des cycloplégiques parasympatholitiques va être de bloquer les récepteurs muscariniques et donc de provoquer une inactivation chimique des fibres circulaires du muscle ciliaire accompagnant le relâchement de l'accommodation d'une iridoconstriction responsable d'une mydriase.

Une autre possibilité de bloquer l'accommodation est de stimuler les fibres longitudinales du muscle ciliaire et le système orthosympathique dont le neurotransmetteur est l'adrénaline par l'instillation locale d'un sympathicomimétique, la néosynéphrine. Cela va avoir un effet dilatateur et modérément anti-accommodatif.

c. Limites et avantages des différentes molécules

Deux collyres sont habituellement utilisés : l'atropine et le cyclopentolate, tous les deux parasympatholitiques.

L'efficacité de l'homatropine et du tropicamide est insuffisante. Ces deux molécules doivent selon le rapport SFO 2017 être abandonnées sauf situations très exceptionnelles.

- **L'atropine** existe sous plusieurs formes aux concentrations de 0,3 %, 0,5 % et 1 %. Une instillation 2 fois par jour pendant 4 à 8 jours, selon les auteurs, est préconisée.

Selon le rapport SFO 2017, le dosage de l'atropine est à utiliser comme suit :

- Avant 2 ans : atropine à 0,3 %.
- Entre 2 et 8 ans : atropine à 0,5 %.
- Après 8 ans : atropine à 1 %.

Les contre-indications sont les intolérances et les allergies. Il est nécessaire de prévenir les parents lorsqu'on utilise l'atropine, de la survenue éventuelle de certains effets secondaires systémiques (fièvre, sueurs, rougeur cutanée, palpitations) et du danger majeur que représente l'ingurgitation de ce collyre (un flacon de 10mL absorbé entièrement par un enfant peut lui être fatal). L'effet perdure pendant au moins huit jours, ce qui peut gêner la scolarité à la différence du cyclopentolate. Il convient pour diminuer ou éviter ces effets systémiques de comprimer les voies lacrymales au moment de l'instillation du collyre afin que celui-ci se diffuse le moins possible dans l'organisme.

- L'utilisation du **cyclopentolate** varie suivant les praticiens mais la plupart des Ophtalmologistes pédiatriques s'accordent sur 3 instillations à 5 minutes d'intervalle et un examen réfractif entre la 45^e et la 60^e minute après la première instillation. L'horaire doit être respecté scrupuleusement. On obtient la valeur de la réfraction immédiatement lors de la consultation et l'enfant n'est pas gêné dans la semaine qui suit. L'action perdure entre 4 et 8 heures selon la sensibilité du sujet, ce qui gêne moins la scolarité.

Les contre-indications sont représentées par l'épilepsie, les risques cérébraux et la résistance au cyclopentolate si la pigmentation est importante (sujets mélanodermes). Son utilisation n'est pas indiquée chez l'infirmes moteur cérébral.

Les cycloplégiques sont prescrits en fonction de l'âge : avant l'âge d'un an, on ne peut utiliser le cyclopentolate qui n'a pas l'AMM (AMM : autorisation de mise sur le marché). On utilisera alors l'atropine à 0,3 %.

L'atropine est légèrement plus efficace que le cyclopentolate. Certaines populations résistent à une molécule tandis que d'autres populations résistent à l'autre.

L'utilisation du cyclopentolate peut être plus efficace que celle de l'atropine. En effet, les parents n'ont pas à revenir pour une réaliser une seconde consultation sous atropine. Le cyclopentolate peut donc être préféré par certains, dans des conditions particulières, même s'il provoque un engorgement des salles d'attente par des enfants en bas âge plus ou moins patients.

De plus, pour l'atropine, il faut prendre en compte le fait que ce sont les parents qui instillent les gouttes pendant les quelques jours précédents la consultation. La posologie peut par conséquent ne pas être scrupuleusement respectée.

En résumé, il n'y a pas de cycloplégique idéal. Ces deux collyres ont des avantages et des inconvénients et peuvent être complémentaires. Dans la plupart des cas, les ophtalmo-pédiatre utilisent le cyclopentolate.(6)

4. Facteurs de risque amétropique

a. Au dépistage des neuf mois

La participation de l'enfant ne pouvant être prise en compte qu'à partir de l'âge de 3 ans environ, il est nécessaire de définir des valeurs de référence de la réfraction reposant sur la notion de facteurs de risque amblyogène et strabogène.

Ainsi, les professionnels de l'ophtalmologie pédiatrique ont déterminé des valeurs « seuil » à partir desquelles et tenant compte de divers paramètres, un risque significatif d'amblyopie ou de strabisme est présent. Plusieurs auteurs ont depuis les années soixante-dix/quatre-vingt, mené des études variées visant à définir ces valeurs critiques. Par exemple, selon Atkinson(9), lorsqu'une hypermétropie est supérieure à + 3,50δ, le risque strabique apparaît multiplié par treize et celui d'amblyopie par six. Ainsi, les valeurs limites de la réfraction sous cycloplégique à retenir, pour un sujet non strabique, sont :

- **Hypermétropie > +3.50δ**
- **Astigmatisme > 1.50δ**
- **Anisométrie > 1.00δ**
- **Myopie > -2.00δ**

Pour ces valeurs et en l'absence d'antécédents familiaux (strabisme, amblyopie, cataracte congénitale...) et de suspicion d'amblyopie au bilan, un simple contrôle à l'examen des deux ans et demi pourra être effectué. (cf figure 6)

Un contrôle trois mois plus tard sera en revanche conseillé pour les valeurs suivantes :

- **4.75 δ > Hypermétropie > +3.50δ**
- **2.75 δ > Astigmatisme > 1.75δ**
- **1.75 δ > Anisométrie > 1.00δ**

Une correction optique sera fortement recommandée pour les valeurs suivantes :

- **Hypermétropie > +4.75δ**
- **Astigmatisme > 2.75δ**
- **Anisométrie > 1.75 δ**
- **Myopie > 3.00δ**

La correction optique totale sera obligatoire en cas de strabisme, d'amblyopie et en présence d'antécédents familiaux de strabisme associés à une hypermétropie

supérieure à 3.50δ, une anisométrie supérieure à 1.00δ et un astigmatisme supérieur à 1.50δ.(6) (10)

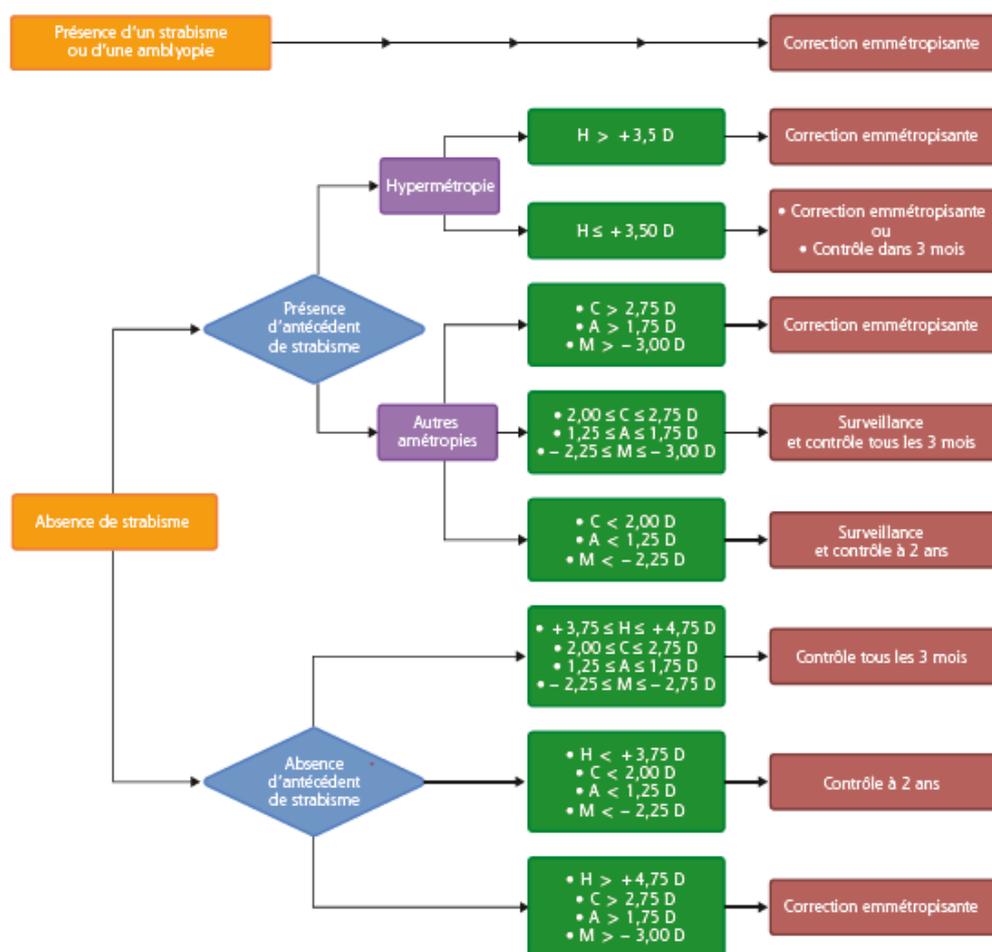


Figure 6 : Arbre décisionnel au dépistage des 9 mois tiré du rapport SFO 2017

b. Au cours de la troisième année

A l'âge verbal, l'examen réfractif au PlusOptix pourra être corrélé à la mesure de l'acuité visuelle. Les recommandations de l'AFSOP (Association Française de Strabologie et d'Ophtalmologie Pédiatrique) sur le dépistage des troubles visuels de l'enfant donnent alors les valeurs tolérées au-delà desquelles un examen sous cycloplégique chez un ophtalmologiste est nécessaire :

- **Hypermétropie < +2.50δ**
- **Astigmatisme < 1.50δ**
- **Anisométrie < 1.00δ**
- **Myopie < -3.00δ**

Selon le rapport SFO 2017, à partir de l'âge verbal, les valeurs suivantes peuvent être considérées comme des « amétropies maladie » (cf figure 7) :

- Hypermétropie ≥ +3,50δ
- Astigmatisme ≥ 1,00δ
- Myopie < -0,50δ

La conduite à tenir dans ces cas-là est le port permanent de la correction optique totale. Le port d'une sous-correction ou le port intermittent n'auront que, pour conséquence, une inefficacité de la thérapeutique et pourront entraîner des troubles fonctionnels.(11)

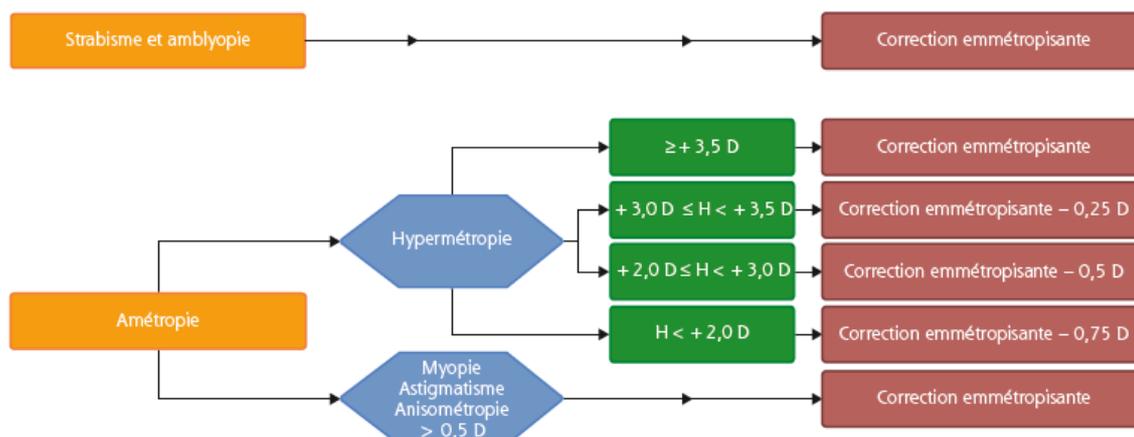


Figure 7 : Arbre décisionnel à l'âge verbal tiré du rapport SFO 2017

c. Recommandations de prescription

La réfraction exacte sous cycloplégie est la valeur de l'anomalie réfractive sur laquelle va se fonder la prescription. Suivant l'âge et la pathologie du patient, la prescription de la correction pourra être faite en totalité ou en partie.

Dans les cas de pathologie organique, amblyopie et strabisme, le port permanent de la correction optique totale est la seule règle préconisée.

L'enfant pourra souffrir d'une pathologie fonctionnelle telle qu'une fatigue visuelle, un défaut d'attention, des difficultés scolaires... Ces troubles doivent faire penser à un effort de compensation du système visuel trop coûteux pour l'enfant et peuvent amener à la prescription de la correction optique totale.

De même, une amblyopie discrète (acuité de 10/10 sur un œil et supérieure à 10/10 sur l'autre), un astigmatisme non ou mal corrigé, un petit déséquilibre oculomoteur (ésophorie ou exophorie), ou une insuffisance de convergence doivent conduire le praticien à prescrire la correction emmétropisante.

En pratique, la prescription d'une correction optique doit tenir compte de paramètres sociaux et adaptatifs de l'enfant. L'expérience de l'orthoptiste et/ou de l'ophtalmologiste prescripteur permettra de déterminer au mieux la correction optimale pouvant être « acceptée » par l'enfant.

II. Autoréfractomètre portable PlusOptix

Les réfractomètres portables sont apparus à la suite des réfractomètres automatiques fixes et sont devenus la référence pour la population trop jeune pour être mesurée au réfractomètre sur table.

Le premier autoréfractomètre portable à avoir vu le jour est le Rétinomax, commercialisé en 1995. L'appareil PlusOptix est apparu dans les années 2000.

Depuis plusieurs années qu'ils existent sur le marché, ces autoréfractomètres portables, rendant l'étude de la réfraction de l'enfant plus facile. Ils sont très sollicités en ophtalmologie pédiatrique pour leur avantage de mesure de la réfraction à distance, cette mesure peut être effectuée facilement, rapidement, sans cycloplégie, et sur les nourrissons, les enfants et les patients non-coopérants.

1. Description

Le PlusOptix est un autoréfractomètre pédiatrique binoculaire qui mesure la réfraction par photo-rétinoscopie excentrique utilisant une source infrarouge. L'appareil utilise le principe de transillumination dans lequel un faisceau de lumière est projeté dans l'œil et réfléchi par la rétine. En fonction des distorsions réfractives, la lumière reflétée crée une forme lumineuse spécifique dans la pupille. A partir de cette forme lumineuse, l'appareil calcule la réfraction sphérique. Les mesures sont effectuées sur 3 méridiens pour déterminer le cylindre et l'axe.(12)

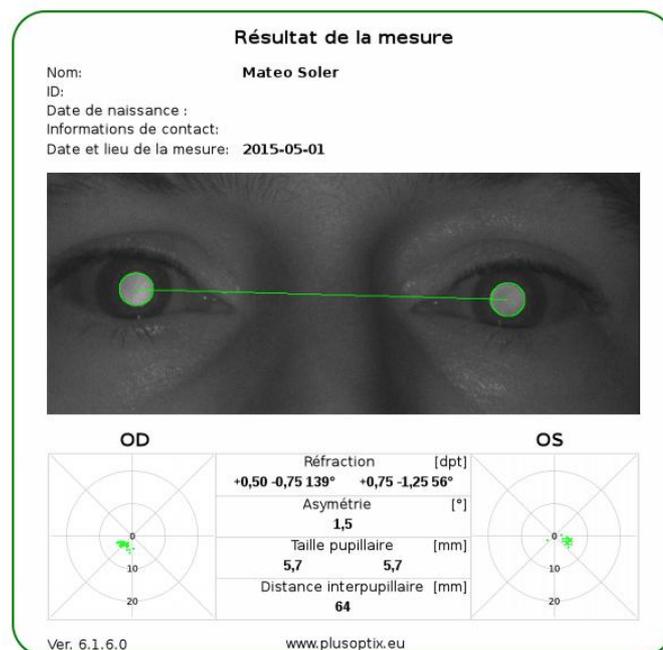


Figure 8 : Résultat d'une mesure au PlusOptix

L'examen est effectué à un mètre de distance. Les mesures sont effectuées sur les 2 yeux simultanément et peuvent être réalisées au travers de verres correcteurs. Le temps d'acquisition de la mesure est de 0.8 secondes.

Les données obtenues sont la réfraction des deux yeux, la taille de la pupille, la distance inter pupillaire, et l'alignement oculaire. (cf figure 8)

Plusieurs modèles de PlusOptix existent mais tous ont le même principe de mesure. Pour cette étude, nous nous intéresserons au PlusOptix A12R. Les caractéristiques du PlusOptix A12R sont les suivantes :

- **Plages de mesure :**
 Équivalent sphérique : -7.00/+5.00δ par 0.25δ
 Cylindre : -7.00/+5.00δ par 0.25δ
 Taille de pupille : 4.0-8.0 mm par 0.1 mm

- **Détection automatique :**
 - De l'erreur réfractive
 - D'une anisocorie
 - D'une déviation des axes visuels

- **Caractéristiques techniques**
 - Écran tactile
 - Sans fil

2. Principe de mesure

Pour obtenir des résultats fiables, il est important de ne pas perturber la lumière infrarouge utilisée par l'appareil. Pour cette raison, il est préférable de fermer les rideaux ou les volets. Les sources de lumière froides telles que les lampes à économie d'énergie ou des tubes au néon ne perturbent pas les résultats de mesure.

L'enfant doit fixer le nez hexagonal du dispositif derrière lequel se trouve la caméra afin de pouvoir prendre une mesure. Il doit être assis droit et ne doit pas tourner la tête. (cf figure 9)



Figure 9 : PlusOptix : écran de mesure et cible à fixer

Pour mesurer la réfraction au PlusOptix, il faut placer l'appareil à un mètre du patient, appuyer sur le bouton jaune afin de commencer la mesure, aligner la caméra de façon à voir les deux yeux et balayer vers le patient.

Au début, des carrés blancs sont tracés autour des deux pupilles, ces carrés blancs vont se transformer en cercles rouges puis verts quand la distance de mesure sera correcte. Dès que les deux 2 pupilles sont entourées en vert et que la ligne tracée entre les 2 pupilles est verte aussi, la mesure va démarrer automatiquement et un autre son est joué. Ce second son assure que le patient continue de regarder la caméra pendant la mesure. Un son « Ping » indique la fin de la mesure. Les résultats de mesure seront affichés sur l'écran. (cf figure 10)

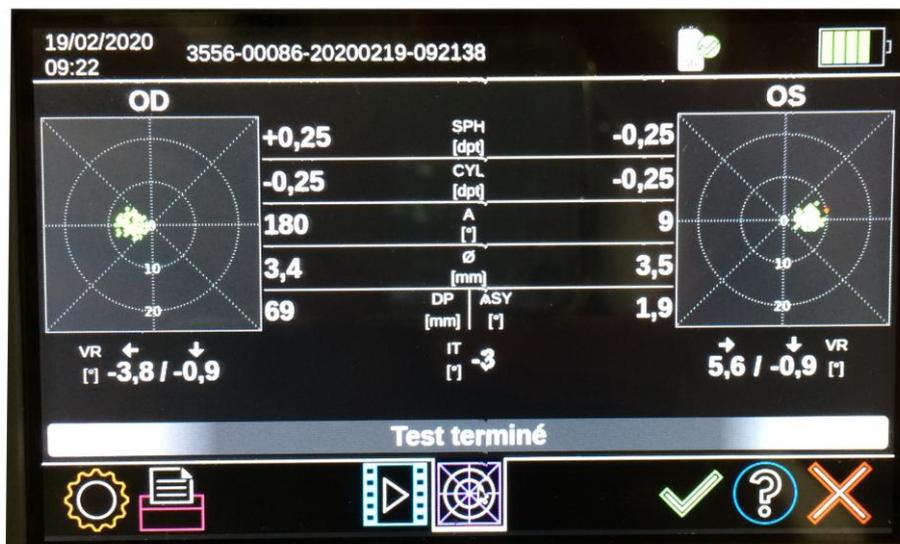


Figure 10 : Ecran des résultats

Si un message d'erreur s'affiche, il faut vérifier que toutes les conditions ont été respectées :

- La distance de mesure doit se situer entre 95 cm et 105 cm, toujours vérifier que l'image de la caméra sur l'écran est mise au point (on doit être en mesure de voir les cils et les sourcils à l'écran).
- Le patient fixe l'objectif de la caméra : le dispositif et les yeux du patient doivent être alignés. Le patient doit fixer le nez hexagonal.
- Les deux pupilles sont vues complètement : elles ne doivent pas être couvertes par les paupières, les cils, les sourcils ou les cheveux longs, par exemple.
- Les deux pupilles doivent avoir un diamètre compris entre 4 et 8 millimètres.

3. Avantages et limites

a. Avantages

L'appareil PlusOptix rassemble plusieurs avantages :

- La mesure au PlusOptix est réalisée à une distance d'un mètre ce qui a plusieurs conséquences. Certains enfants peuvent être très impressionnés par une mesure où l'examineur est contraint de s'approcher de son visage. L'examen à distance du PlusOptix permet de réaliser une mesure sans que l'enfant ne s'en rende compte. Cette distance permet également de minimiser l'accommodation.
- Une cible attrayante à regarder et un son spécialement développé permettent d'éveiller l'intérêt de l'enfant.
- Une seule mesure est nécessaire pour les deux yeux, ce qui représente un avantage chez les nourrissons dont le temps de concentration est souvent limité, et permet de mettre en évidence les anisométries. La mesure en monoculaire est toutefois réalisable.
- L'appareil est capable de réaliser des mesures au travers de verres correcteurs. Il est d'ailleurs recommandé de faire une mesure avec une correction de +3.00d pour tenter de révéler une hypermétropie latente. Il est aussi possible de prendre une

mesure à travers les lunettes du patient afin de voir si ce dernier est parfaitement emmétropisé.

- Son caractère transportable et son poids inférieur à 1 kg le rendent utilisable dans plusieurs positions. Cette caractéristique le rend particulièrement pratique pour une utilisation au bloc opératoire, en ambulatoire chez des patients peu mobilisables, ou tout simplement chez les tout-petits.

- Le PlusOptix utilise une source de lumière infrarouge de faible intensité, complètement inoffensive. Contrairement aux autres tests de transillumination, les appareils PlusOptix évitent l'éblouissement du patient. Les pupilles restent grandes même sans dilatation.

- L'appareil enregistre les images de la caméra qui peuvent être stockées ou imprimées pour une analyse et/ou une documentation ultérieure. Ces images sont particulièrement appropriées pour vérifier la présence de reflets rétinien anormaux ou d'opacités des milieux.

- Certains modèles d'autoréfractomètre pédiatrique PlusOptix permettent la génération de rapports informatiques et papiers pouvant être transmis aux logiciels de gestion patient venant compléter un bilan orthoptique.

b. Inconvénients

- Le principal inconvénient du PlusOptix est le fait qu'il ne fonctionne pas sur pupilles dilatées. Il sera donc inutilisable sur des sujets sous cycloplégie.
- Les plages de mesure du PlusOptix sont plus restreintes que la plupart des autres autoréfractomètres.

De ces deux remarques, découle le fait que l'appareil de mesure PlusOptix est plus considéré aujourd'hui comme un appareil de dépistage que comme un outil diagnostic.

4. Etudes réalisées

Diverses études ont déjà été menées au sujet du PlusOptix, le plus souvent en comparant ce dernier au Rétinomax, autre réfractomètre automatique portable très utilisé par les ophtalmo-pédiatres. D'autres études proposent une comparaison entre les mesures réalisées au PlusOptix et celles réalisées sous cycloplégie.

a. Comparaison entre le PlusOptix et le Rétinomax

- *Comparison of the PlusOptix A09 and Retinomax K-Plus 3 With Retinoscopy in Children.*(13)

Cet article a été publié dans le « Journal of Pediatric Ophthalmology and Strabismus » en 2015 par des ophtalmologistes turcs qui comparent les mesures des autoréfractomètres PlusOptix et Rétinomax à la mesure de la réfraction par rétinoscopie. Dans cette étude, la mesure au PlusOptix est réalisée avant la cycloplégie et celle au Rétinomax et par rétinoscopie après la cycloplégie. Les mesures ont été relevées pour **200 yeux** de patients âgés de 4 à 12 ans.

Résultats : cette étude ne montre pas de différence significative entre les deux appareils.

- *Comparaison de la réfraction avec ou sans cycloplégie au Retimax vs Plusoptix(14)*

Publié dans le journal français d'ophtalmologie en 2017, cet article d'Emmanuel Bui Quoc, S. Guilmin Crepon, S. Tinguely, G. Lavallee, G. Busquet, M. Angot et L. Vera s'intéresse à **66 enfants** de 12 à 114 mois. Cette étude évalue les mesures de la réfraction au Plusoptix, puis après cycloplégie au Rétinomax.

Résultats : Les calculs ont montré qu'il existait une trop grande dispersion des résultats et une corrélation modérée entre la réfraction au PlusOptix et la réfraction exacte. De plus, la sensibilité du PlusOptix est faible.

- *Dépistage des anomalies réfractives chez l'enfant pré-scolaire : comparaison Plusoptix/Rétinomax(15)*

Dans cette étude menée par M. Haloui, et al. entre 2010 et 2011 présentée à la Société Française d'Ophtalmologie, **250 yeux** d'enfants de quinze à quarante-deux mois ont été mesurés. La réfraction sans cycloplégie au PlusOptix et la réfraction au Rétinomax sous cycloplégie ont été relevées.

Résultats : Les seuils offrant la meilleure spécificité (propension à éviter les faux positifs) ont été sélectionné et les résultats montrent que le Rétinomax est plus performant que le PlusOptix concernant l'hypermétropie, l'astigmatisme et rien n'est prouvé concernant l'anisométrie.

b. Comparaison entre la réfraction non cycloplégique mesurée au PlusOptix et la réfraction sous cycloplégie

- *Réfraction chez l'enfant : comparaison entre la réfraction « naïve » à l'auto-réfractomètre portable PlusOptix et la réfraction à l'autoréfractomètre fixe sous cycloplégie. (16)*

Cette étude menée par Fatine El Alami pour l'obtention de son doctorat en médecine a été réalisée en 2016 sur **cent-quatre yeux**. Elle compare les mesures au Plusoptix avant cycloplégie et les mesures après cycloplégie à l'autoréfractomètre fixe.

Résultats : les résultats montrent une sous-estimation de l'hypermétropie et une surestimation de la myopie par le PlusOptix en comparant avec la réfraction cycloplégique. Les mesures au PlusOptix sont plus fiables pour les sous-groupes myopes et astigmatés que pour les hypermétropes. Le PlusOptix est toutefois moins performant en cas de fortes amétropies ou de strabisme à grand angle.

- *Comparaison entre la réfraction non cycloplégique à distance avec le PlusOptix A09 et la réfraction sous cycloplégique(17)*

Cet article présente une étude réalisée en 2015 par Arnaud Payerols, Claudie Malrieu-Eliaou, Max Villain, et Vincent Daien au CHU de Montpellier, sur **32 enfants** âgés de 7 à 139 mois. Elle compare la réfraction mesurée avant cycloplégie au PlusOptix A09 et au Rétinomax ou à l'autoréfractomètre fixe avec la réfraction mesurée après cycloplégie.

Résultats : cette étude montre que la valeur de la réfraction mesurée par le PlusOptix A09 est plus proche de la réfraction sous cycloplégique qu'une réfraction classique sans cycloplégie.

- *Evaluation de nouveaux protocoles de dépistage de la réfraction chez les enfants de 3 à 13 ans grâce au PlusOptix*(18)

Ceci est un mémoire de fin d'étude d'orthoptie réalisé par Johanna BOYER en 2018 à l'école de Montpellier. Le but de cette étude était d'évaluer, dans le cadre du dépistage des anomalies de la réfraction chez des enfants de 3 à 13 ans, l'intérêt de 2 protocoles qui consistaient en l'instillation de collyre Mydriaticum et/ou Skiacol avant les mesures de la réfraction par le PlusOptix et de la comparer à la réfraction objective obtenue après cycloplégie de référence par Skiacol.

Résultats : Comparativement à une mesure de la réfraction sous cycloplégie par cyclopentolate, la mesure de la réfraction mesurée avec le PlusOptix après 10 minutes de Mydriaticum ne peut pas être considérée comme fiable mais elle est meilleure que la mesure par PlusOptix non dilatée. La mesure par PlusOptix à T15 sous Skiacol est fiable et ce après seulement 5 minutes mais présente dans cette étude des difficultés de mesure dû à la pupille trop dilatée.

- *A comparison of Plusoptix A12 measurements with cycloplegic refraction*(19)

Cet article de Miri Fogel-Levin et al., publié dans le journal de l'AAPOS (American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus) en 2016, présente une étude comparant la réfraction mesurée au PlusOptix sans cycloplégie et mesurée sous cycloplégie. Elle a été réalisée sur 402 yeux (201 enfants).

Résultats : La précision du PlusOptix A12 était élevée dans tous les sous-groupes mais est meilleure dans les sous-groupes myopique, astigmatique et anisométrique. La fiabilité du PlusOptix était faible pour les yeux hypermétropes, résultant certainement d'une sous-estimation de l'erreur réfractive hypermétropique.

- *Plusoptix photoscreening may replace cycloplegic examination in select pediatric ophthalmology patients*(20)

Publié dans le journal de l'AAPOS en 2013, cet article écrit par David I. Silbert et al. étudie la fiabilité d'un examen oculaire « abrégé », sur un échantillon d'enfants sélectionnés.

Résultats : Un résultat normal au PlusOptix, combiné à un alignement, une motilité oculaire et une acuité visuelle normaux, avait une valeur prédictive négative de 98% concernant les pathologies oculaires, incluant les erreurs réfractives significatives. La mesure au PlusOptix accompagné d'un examen oculaire « abrégé » peut diminuer la nécessité d'une dilatation pour des enfants sélectionnés.

c. Conclusion

Toutes ou la plupart des études menées sur l'appareil PlusOptix testent sa fiabilité dans une mesure sans cycloplégie. Cependant, il n'a pas été prouvé qu'une mesure au PlusOptix pouvait remplacer la mise au repos de l'accommodation par une action cycloplégique. Il est toujours indispensable aujourd'hui de pratiquer un examen de la réfraction sous cycloplégie afin de mesurer la réfraction réelle d'un patient.

III. Etude comparative de la réfraction

1. Présentation de l'étude

a. But

Les nombreuses études déjà réalisées sur le sujet ont analysé la fiabilité diagnostique du PlusOptix. Selon la plupart de ces études, cet appareil ne donne pas de valeurs suffisamment proches de la mesure sous cycloplégie pour pouvoir être utilisé seul. Cependant, un orthoptiste en cabinet libéral n'est pas en mesure de pratiquer une cycloplégie alors qu'il reçoit des enfants afin de réaliser les dépistages systématiques. Je me suis donc demandé ce que je pouvais apporter à l'utilisation de cet appareil par un orthoptiste pratiquant en cabinet libéral.

Le but de mon étude ne va pas être d'essayer de prouver la fiabilité des mesures du PlusOptix mais de donner des clés pouvant permettre d'interpréter les résultats du PlusOptix de la manière la plus juste.

Ainsi, on pourra savoir pour quels valeurs et critères, le résultat de la mesure est à risque.

b. Critères d'inclusion

L'étude a été réalisée de manière rétrospective de novembre 2019 à février 2020 sur 159 patients ayant consulté au service d'ophtalmologie de l'hôpital Nord de Marseille et à la clinique Vision Sud. Ce sont donc **318 yeux** qui ont été étudiés, parmi lesquels nous avons pu effectuer les trois mesures pour 286 yeux.

Les patients étaient âgés de 1 à 20 ans.

Les pathologies oculaires présentes chez les sujets ont été inclus à l'étude.

c. Critères d'exclusion

Ont été exclus de l'étude les enfants ayant des contre-indications au cyclopentolate, ainsi que les enfants de moins d'un an.

Les patients sous atropine ont été exclus de l'étude afin de garantir une observance parfaite de l'administration du cycloplégique.

d. Méthode

Le matériel utilisé pour l'étude se composait de :

Un PlusOptix A12R (cf figure 12)

- Un Rétinomax de Luneau (cf figure 11)



Figure 12 : PlusOptix A12R



Figure 11 : Rétinomax de Luneau

- Une lunette d'essai accompagnée de verres +3.00d (cf figure 14)
- Un autoréfractomètre de la marque Nidek (cf figure 13)



Figure 14 : Monture d'essai enfant



Figure 13 : Autoréfractomètre Nidek

Pour chacun des patients, les mesures suivantes ont été relevées :

- **Mesure de la réfraction avant cycloplégie au PlusOptix sans verres correcteurs. Appelons cette mesure « PO ».**
- **Mesure de la réfraction au PlusOptix au travers de verres +3.00δ. Appelons cette mesure « PO+3.00 ».** Notons que pour retrouver la valeur de l'amétropie mesurée, il faudra ajouter +3.00δ à la valeur de la sphère mesurée.
- Il a ensuite été administré à ces patients un cycloplégique : le **Skiacol**, trois gouttes dans chaque œil à cinq minutes d'intervalle.
- **La mesure de la réfraction sous cycloplégique** a été faite quarante-cinq minutes après la première instillation à l'autoréfractomètre fixe ou au Rétinomax. **Appelons cette mesure « Référence ».**

Les données ont été colligées à l'aide d'une fiche de recueil. (cf annexe 1)

Les informations qui ont été relevées sont :

- L'âge
- Le sexe
- La couleur des yeux
- Le type
- La pathologie/le trouble oculaire (strabisme, nystagmus, ...)
- Les antécédents familiaux (strabisme, amétropie)
- La réfraction donnée par le PlusOptix
- L'asymétrie de fixation
- La taille des pupilles
- L'écart pupillaire
- La réfraction au PlusOptix avec les +3.00δ
- L'asymétrie de fixation avec les +3.00δ
- La réfraction sous cycloplégique

2. Caractéristique de l'échantillon

a. Caractéristiques générales

Âge et sexe :

L'objet de l'étude étant, entre autres, d'essayer de révéler une accommodation pouvant cacher une hypermétropie, les patients sélectionnés étaient âgés de 1 à 20 ans.

L'âge moyen de nos sujets est de 5,58 ans \pm 1,54.

L'échantillon était composé de 76 garçons et 83 filles. La répartition féminin/masculin par tranche d'âge se fait alors comme illustrée sur la figure 15 :

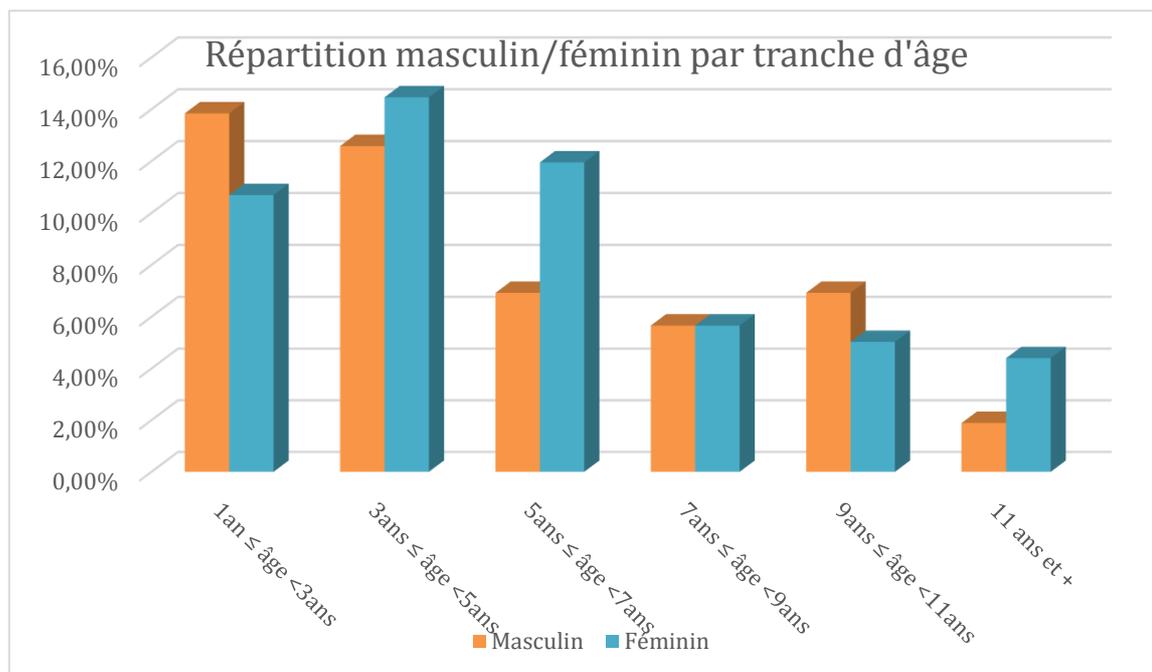


Figure 15 : Répartition masculin/féminin par tranche d'âge

Couleur des yeux :

Dans l'échantillon, 11,32% des yeux étaient bleus, 11,32% également étaient noirs, 4,40% étaient verts et 72,96% étaient marron (cf figure 16). Je corrèlerai la couleur des yeux à la différence entre la mesure de la réfraction au PlusOptix et la réfraction réelle.

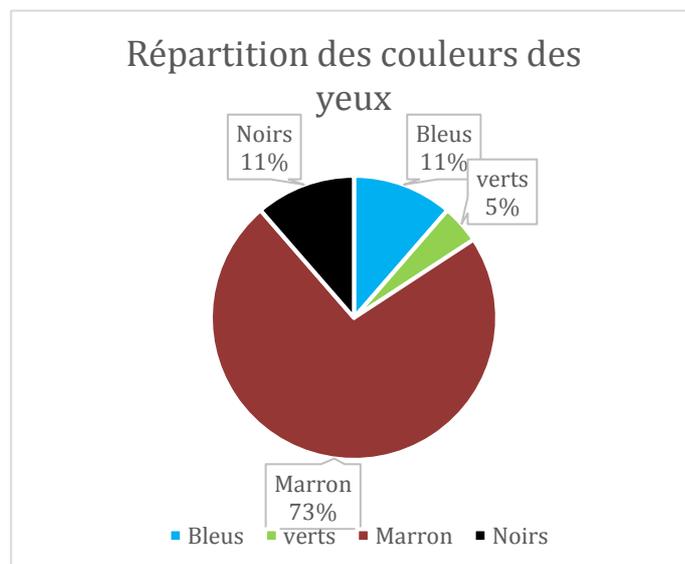


Figure 16 : Répartition par couleur

b. Strabisme et nystagmus

Presque 30% des yeux étudiés présentaient un strabisme, 19.25% en convergence, 8.69% en divergence.
2.48% des yeux de l'échantillon présentaient un nystagmus.

c. Amétropies

On considère que la réfraction mesurée sous cycloplégique est la réfraction vraie du sujet. La valeur moyenne des amétropies de notre échantillon est +2.13δ pour la sphère, +1.66δ pour l'équivalence sphérique et -1.02δ pour l'astigmatisme.

d. Pathologies associées

Dans cet échantillon, j'ai pu observer :

- Deux cas de craniosténose
- Une anisocorie avérée
- Un ptosis unilatéral
- Deux paralysies du nerf IV dont un déjà opéré
- Un cas de rétinoblastome ayant subi une énucléation et équipé d'une prothèse
- Une cataracte congénitale opérée mais non implantée
- Un glaucome congénital
- Un accident vasculaire cérébral antérieur à l'étude

e. Antécédents familiaux

54 patients de mon échantillon présentaient des antécédents familiaux d'amétropie ou de strabisme, 47 au 1^{er} degré (parents, fratrie) et 7 au 2nd degré (grands-parents, oncle, tante et cousins).

3. Résultats

a. Sphère, équivalence sphérique et astigmatisme

Je vais ici m'attacher à comparer les moyennes des valeurs retrouvées avec la mesure PO, la mesure PO+3.00 et la mesure référence (cf figure 17).

	Moyenne des sphères (δ)	Moyenne des cylindres (δ)	Moyenne des Équivalences sphériques (δ)
PO	0,58	-0,88	0,17
PO+3,00*	1,43	-0,9	1,02
Référence	2,13	-1,03	1,66

Figure 17 : Moyenne des sphères, cylindres et équivalences sphériques aux 3 mesures

*mesure obtenue au PlusOptix au travers des verres de +3,00d auquel j'ai rajouté +3,00δ pour rester cohérent avec les autres mesures.

Reportées sur un graphique (cf figure 18), ces comparaisons de moyennes me permettent de mettre en évidence deux idées intéressantes :

- La valeur moyenne de l'astigmatisme est quasi identique qu'elle soit relevée à la mesure PO, PO+3.00 ou référence. Le PlusOptix apparaît donc fiable dans la détermination de l'astigmatisme.
- La valeur moyenne de la sphère et de l'équivalence sphérique est plus proche de la valeur moyenne de référence avec PO+3.00 qu'avec PO.

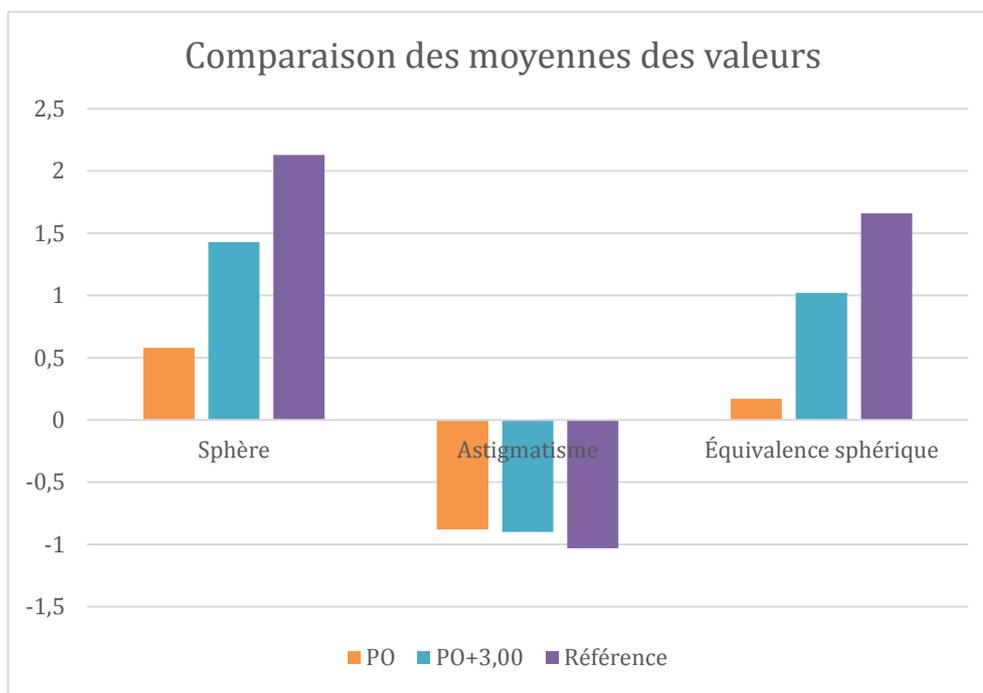


Figure 18 : Comparaison des valeurs moyennes des sphères, équivalences sphériques et astigmatismes

Concernant la comparaison des axes des cylindres obtenus avec PO, PO+3.00 et Référence, nous avons étudié la moyenne des différences des axes :

- Moyenne de (Axe PO – Axe Référence) = **16°**
- Moyenne de (Axe PO+3.00 – Axe Référence) = **17,25°**

J'ai relevé également d'autres résultats :

- Lorsque l'équivalence sphérique de référence était comprise entre +3,50δ et +5,00δ, la moyenne des équivalences sphérique au PO était égale à +1,3δ et celle au PO+3,00 était égale à +2,7δ.
- Lorsque la sphère de référence était supérieure à +5,00δ, la moyenne des sphères au PO était égale à +0,94δ et celle au PO+3,00 était égale à +3,77δ.

La mesure au travers les verres de puissance +3,00δ semble beaucoup plus proche de la réalité que celle la mesure sans verres.

b. Anisométrie

Considérons une anisométrie comme faible si elle est comprise entre 1δ et 1,75δ et forte si elle est supérieure ou égale à 1,75δ.

Nous pouvons alors déterminer dans notre échantillon le nombre de cas d'anisométrie retrouvé pour chacune des mesures et les comparer. (cf figure 19)

	$1,00\delta \leq \text{anisométrie} < 1,75\delta$	Anisométrie $\geq 1,75\delta$
PO	22	15
PO+3,00	20	16
Référence	18 dont 9 dépistées au PO et/ou au PO+3,00	18 dont 12 dépistées au PO et/ou au PO+3,00

Figure 19 : Comparaison du nombre d'anisométries

c. Calcul des différences entre les mesures

J'ai soustrait l'équivalence sphérique de référence aux équivalences sphériques PO et PO+3,00.

Appelons **D**, la différence entre l'équivalence sphérique de référence et l'équivalence sphérique au PO et **D+3,00** la différence entre l'équivalence sphérique de référence et l'équivalence sphérique au PO+3,00.

Les résultats ci-dessous sont ressortis :

- **Moyenne de D** = **+1,52 δ**
- **Moyenne de D+3,00** = **+0,95 δ**

Ces résultats nous montrent l'intérêt d'effectuer une mesure au travers d'une correction optique de +3,00 δ , la différence entre l'amétropie vraie et la mesure au PlusOptix se réduisant notablement.

Le tableau ci-dessous regroupe les différences retrouvées en fonction des diverses amétropies :

	Moyenne de D	Moyenne de D+3,00
Myopie Sphère Référence $\leq -0,25\delta$	0,43 δ	0,73 δ
Hypermétropie faible 0,00 \leq Sphère Référence $< 3,50\delta$	1,04 δ	0,77 δ
Hypermétropie modérée 3,50$\delta \leq$ Sphère Référence $< 5,00\delta$	2,38 δ	0,99 δ
Hypermétropie forte Sphère Référence $\geq 5,00\delta$	4,54 δ	2,21 δ

Figure 20 : Moyenne des différences entre les mesures

A partir de ces résultats nous pouvons en conclure que la mesure au PlusOptix PO est fiable pour les corrections myopiques avec une différence moyenne de 0,43 δ . Pour toutes les autres amétropies, la mesure au PlusOptix PO+3,00 se rapproche plus de l'amétropie vraie que la mesure au PO.

Couleur de la peau :

D'autres critères peuvent être ajoutés à cette comparaison. J'observe alors que chez les mélanodermes, la différence est de 0,43 δ avec PO et 0,57 δ avec PO+3,00.

Couleur des yeux :

Concernant la couleur des yeux, les résultats sont représentés dans la figure 21, ci-dessous.

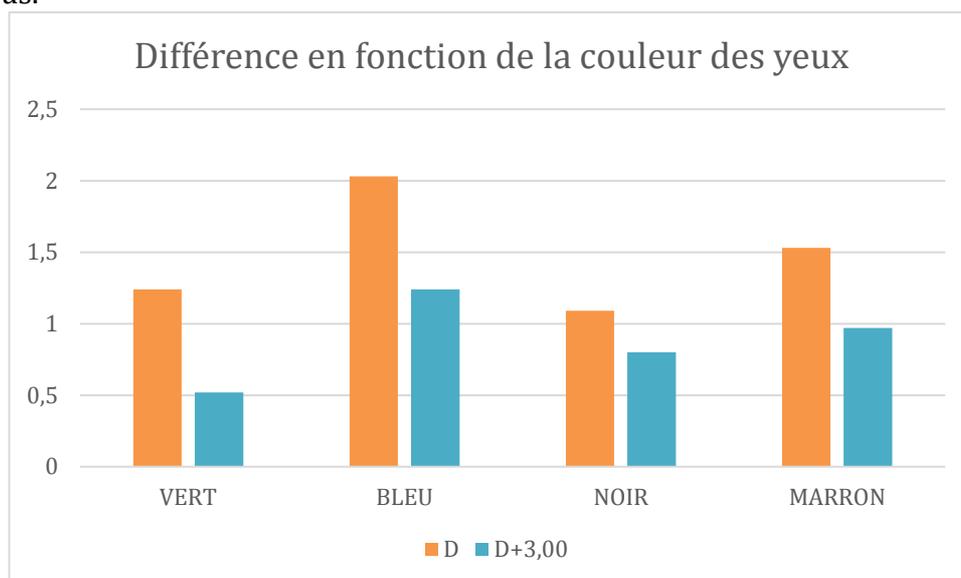


Figure 21 : Différence en fonction de la couleur des yeux

Je peux noter une différence assez faible pour les sujets aux yeux verts à la mesure PO+3,00 avec 0,52δ. Concernant les yeux noirs, la différence est aussi assez basse avec 0,80δ.

Age :

Nous pouvons comparer D et D+3,00 et la corréler à l'âge des sujets. (cf figure 22)

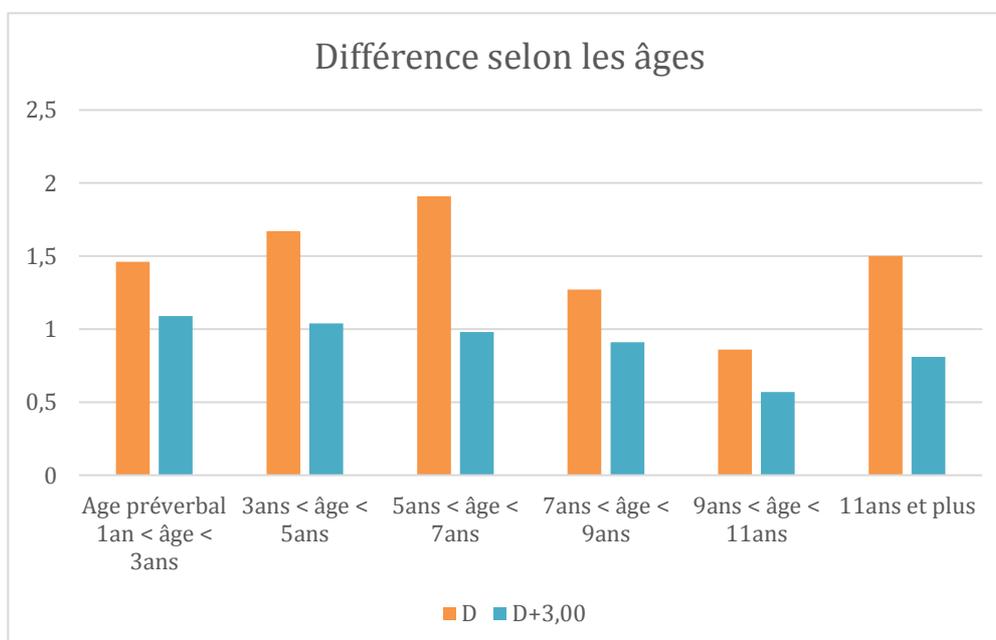


Figure 22 : Différence des équivalences sphériques selon l'âge

Je remarque une différence réduite au PO+3,00 par rapport à la mesure PO, et ce, à tous les âges. La mesure la plus proche de celle de référence est celle réalisée au PO+3,00 entre 9 et 11ans, différence de 0,57δ.

Taille des pupilles :

J'ai comparé D et D+3,00 en fonction des tailles pupillaires. (cf figure 23)

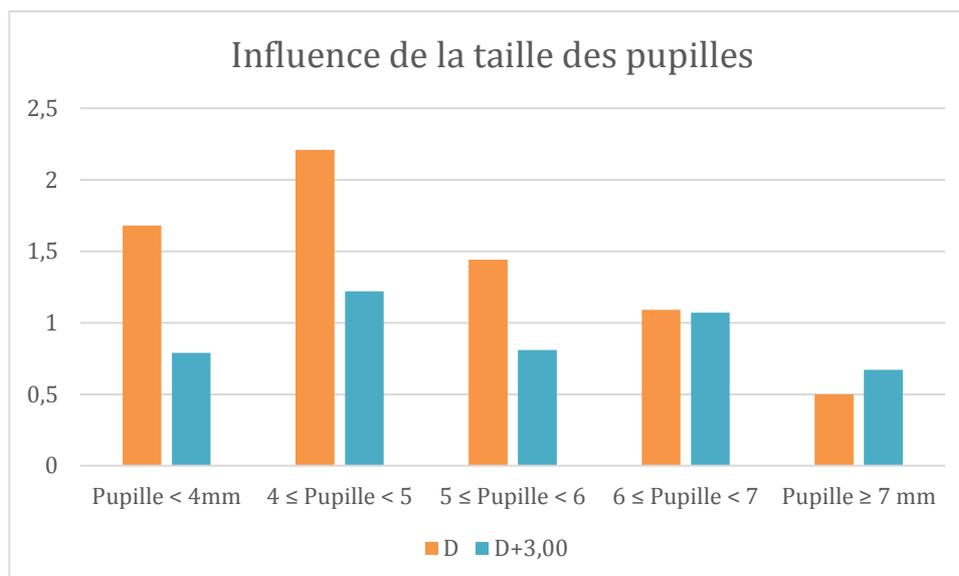


Figure 23 : Influence de la taille des pupilles

Je note que plus les pupilles sont grandes, plus la mesure du PlusOptix est proche de la réalité, avec une différence de 0,50δ et 0,67δ, respectivement au PO et au PO+3,00 pour des pupilles supérieures à 7mm.

J'ai ensuite étudié D et D+3,00 en fonction de la différence de taille entre les pupilles droite et gauche.

Appelons P, la différence de taille entre la pupille gauche et la pupille droite.

Lorsque P est supérieur à 1mm, on trouve une moyenne d'anisométrie de -0,58δ avec PO et PO+3,00, alors qu'avec la valeur référence, on trouve -0,17δ.

Les mesures au PlusOptix majorent donc l'anisométrie lorsque la différence de taille retrouvée entre les pupilles est supérieure à 1mm.

Attention, dans notre échantillon, il y avait seulement trois cas pour lesquels la différence de taille entre les pupilles était supérieure à 1mm.

Voici, ci-contre, les fluctuations de D et D+3,00 suivant la différence de taille entre les pupilles. (cf figure 24)

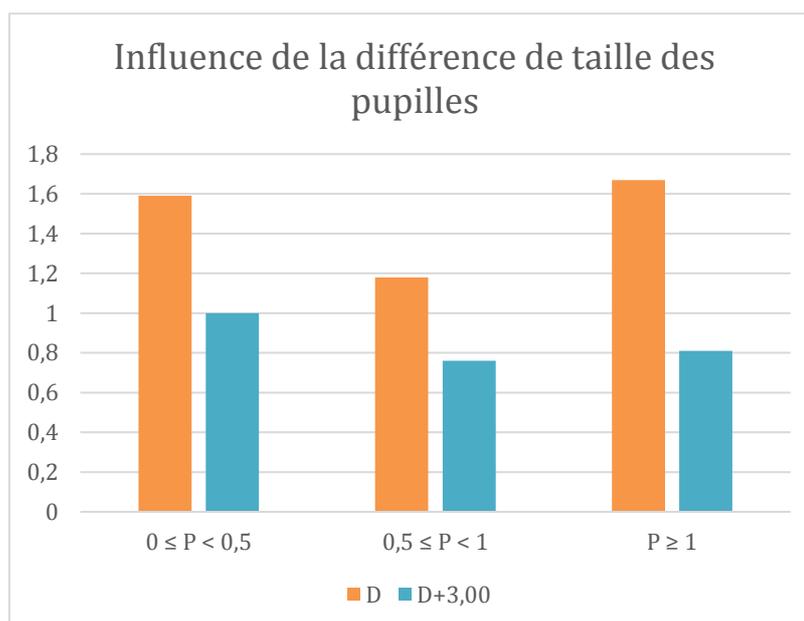


Figure 24 : Influence de la différence de taille des pupilles sur les mesures

J'observe que lorsqu'une différence de taille de pupille comprise entre 0,5mm et 1mm est déterminée par l'appareil, la mesure au PO+3,00 est la plus proche de la mesure de référence, avec une différence de 0,76δ.

Strabisme présent et asymétrie de fixation :

Bien que l'une des qualités du PlusOptix soit la détection d'une déviation oculaire, le dépistage du strabisme par l'orthoptiste ne va pas s'appuyer sur les résultats de cet appareil. Cependant, il est intéressant d'observer les résultats de la réfraction lorsque nous sommes en présence d'un strabisme et surtout de relier celle-ci à l'asymétrie de fixation mesuré par l'appareil.

En présence de strabisme, j'obtiens les résultats suivants :

Moyenne D = +1,74δ

Moyenne D+3.00 = +0,79δ

Concernant le relevé de l'asymétrie de fixation, la moyenne de la mesure est de 2,71°, avec une médiane de 2,10°.

Je remarque en outre que lorsque l'on obtient une valeur supérieure à 8°, il y a 3 cas sur les 9 pour lesquels la mesure de la réfraction au PlusOptix n'a pas pu être effectuée.

Dans les 6 autres cas, les résultats suivants sont obtenus :

Moyenne D = +1,43δ

Moyenne D+3,00 = +0,41δ

Ecart pupillaire :

La moyenne des écarts pupillaires de notre échantillon était de 54,55mm ±5,63.

J'ai alors comparé les différence D et D+3,00 selon l'écart pupillaire relevé lors de la mesure PO (cf figure25)

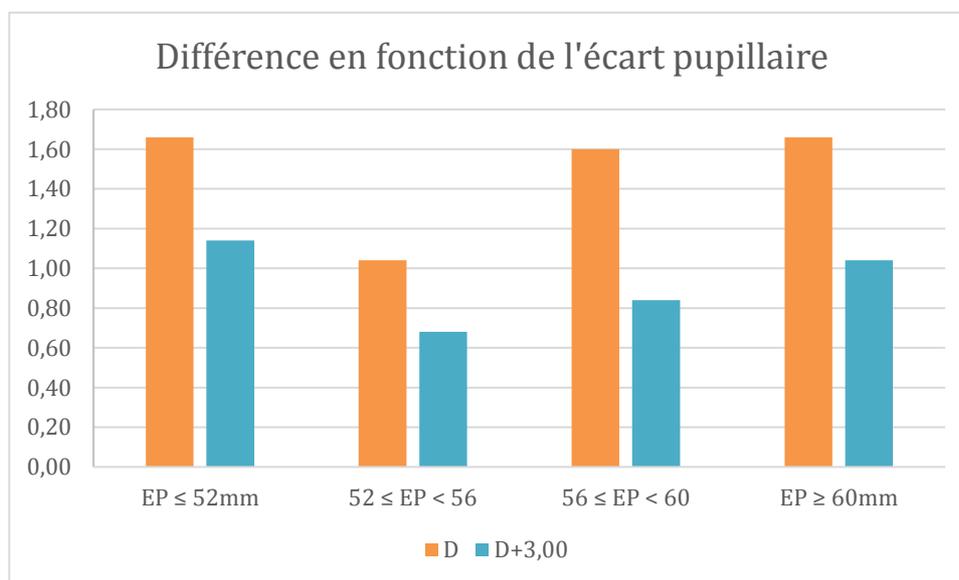


Figure 25 : Différence en fonction de l'écart pupillaire

Je remarque que lorsque l'écart pupillaire mesuré est situé entre 52mm et 56mm, le PlusOptix est plus fiable.

4. Conclusion

L'intérêt de cette étude va être d'essayer d'anticiper une valeur réfractive à risque. Pour cela, divisons l'échantillon en trois catégories d'âge :

- Age préverbal
- Entre 3 et 5 ans
- A partir de 5 ans

Je me suis basée sur les valeurs à risque amblyopique pour savoir à quel moment on pouvait les rencontrer dans l'utilisation du PlusOptix.

Ainsi, suivant les valeurs obtenues au PlusOptix seul ou avec les verres correcteurs de +3,00, un pourcentage de valeurs amétropiques à risque sous cycloplégique est trouvé.

a. A l'âge préverbal : de 1 à 3 ans

Détection de l'hypermétropie :

Sphère PO $\geq 1,00$	13% des Sphères Référence $\geq +5,00$
Sphère PO+3,00 $\geq 0,00$	57,14% des Sphères Référence $\geq +5,00$
ES PO $\geq 1,00$	71,43% des Sphères Référence $\geq +3,50$
ES PO+3,00 $\geq 0,00$	80% des Sphères Référence $\geq +3,50$

Figure 26 : Détection de l'hypermétropie à l'âge préverbal

Détection de l'astigmatisme :

Cylindre PO $\leq -1,50$	71% des Cylindres Référence $\leq -1,50$
Cylindre PO+3,00 $\leq -1,50$	64% des Cylindres Référence $\leq -1,50$

Figure 27 : Détection de l'astigmatisme à l'âge préverbal

Détection de la myopie :

Dans ce groupe d'âge, il n'y avait aucun cas de myopie avérée.

Détection de l'anisométrie :

Une seule anisométrie supérieure à 1,75 δ a été rencontrée. Celle-ci s'est retrouvée dépistée à la mesure PO ainsi qu'à la mesure PO+3,00.

b. Entre 3 et 5 ans

Détection de l'hypermétropie :

Sphère PO $\geq 1,00$	61,50% des Sphères Référence $\geq +2,50$
Sphère PO $\geq 2,00$	100% des Sphères Référence $\geq +2,50$
Sphère PO+3,00 $\geq -1,00$	100% des Sphères Référence $\geq +2,50$
Sphère PO+3,00 $\geq 0,00$	100% des Sphères Référence $\geq +3,50$

Figure 28 : Détection de l'hypermétropie à l'âge verbal

Détection de l'astigmatisme :

Cylindre PO $\leq -1,50$	93,30% des Cylindres Référence $\leq -1,50$
Cylindre PO+3,00 $\leq -1,50$	95% des Cylindres Référence $\leq -1,50$

Figure 29 : Détection de l'astigmatisme à l'âge verbal

Détection de la myopie :

Dans ce groupe d'âge, j'ai rencontré seulement deux cas de myopie avérée dont une myopie forte (-6,00). Ces deux myopies ont été dépistées aux mesures PO et PO+3,00, mais il n'a pas été possible de déterminer une valeur seuil pour laquelle la myopie mesurée est exacte ou approchante de la valeur réelle.

Détection de l'anisométrie :

Dans ce groupe, il y avait trois cas d'anisométrie supérieure à 1,00δ qui ont été dépistée à la mesure PO.

c. A partir de 5 ans

Détection de l'hypermétropie :

Sphère PO $\geq 1,00$	53,85% des Sphères Référence $\geq 2,50$
Sphère PO $\geq 2,50$	91% des Sphères Référence $\geq 2,50$
Sphère PO +3,00 $\geq -2,00$	53,75% des Sphères Référence $\geq 2,50$
Sphère PO +3,00 $\geq 0,00$	100% des Sphères Référence $\geq 2,50$

Figure 30 : Détection de l'hypermétropie après 5 ans

Détection de l'astigmatisme :

Cylindre PO $\leq -1,00$	70% des cylindres Référence $\leq -1,50$
Cylindre PO $\leq -1,50$	88% des cylindres Référence $\leq -1,50$

Figure 31 : Détection de l'astigmatisme après 5 ans

Détection de la myopie :

Sphère PO $\leq -0,50$	55,55% Sphère Référence $\leq -0,50$
Sphère PO $\leq -1,00$	77% Sphère Référence $\leq -0,50$

Figure 32 : Détection de la myopie après 5 ans

Détection de l'anisométrie :

Dans ce groupe, je recense 13 cas d'anisométrie supérieure ou égale à 1,00δ.

- ✓ Mesure PO : sur ces 13 cas, 5 sujets n'ont pas pu être mesurés au PO et sur les 8 cas restants, l'anisométrie supérieure à 1,00 a été mesurée dans 75% des cas.

- ✓ Mesure PO+3,00 : sur ces 13 cas, 4 sujets n'ont pas pu être mesurés au PO+3,00 et sur les 9 cas restants, l'anisométrie supérieure à 1,00δ a été mesurée dans 66,67% des cas.

5. Discussion

De manière générale, je remarque que la mesure au PlusOptix se rapproche plus de la réfraction exacte lorsque l'on fait la mesure au travers des verres de +3,00δ. On rencontre cependant souvent des difficultés pour faire accepter le port de lunettes aux tout-petits, ce qui crée un frein au dépistage d'une hypermétropie à risque.

- ✓ Le résultat trouvé chez les sujets aux yeux clairs peut être considéré comme biaisé, compte tenu du faible pourcentage d'yeux verts et bleus dans l'échantillon.
- ✓ Concernant le relâchement de l'accommodation, il serait intéressant de préciser s'il s'agit d'une première cycloplégie et si le sujet porte déjà une correction optique. Le port de la correction optique dans le cas d'une hypermétropie contribue largement au relâchement de l'accommodation.
- ✓ Une comparaison des valeurs obtenues pour l'œil droit et l'œil gauche entre le PlusOptix et les mesures sous cycloplégie pourrait être pertinente du fait de la mesure en binoculaire du PlusOptix.
- ✓ Faire une étude sur les enfants de moins de 1 an (au dépistage des 9 mois par exemple) pourrait être envisagée et intéressante.
- ✓ Les sujets présents dans cette étude venaient consulter des ophtalmologistes pédiatriques. Un grand nombre d'entre eux présentaient, par conséquent, un strabisme ou une pathologie ophtalmologique. Il serait intéressant de mener une étude sur une population plus large d'enfants.

Conclusion

En tant qu'orthoptiste il me paraît très important de me soucier fortement du devenir visuel de mes patients et cela commence par pouvoir dépister une situation dite « à risque ». L'étude de la réfraction est, avec celle du strabisme, un des premiers examens à réaliser sur les enfants afin de détecter une situation pouvant compromettre l'avenir visuel de ces derniers. Plusieurs outils et instruments sont à notre disposition pour cela et l'autoréfractomètre PlusOptix, de par sa rapidité et sa praticité, est devenu presque incontournable dans les cabinets d'orthoptie.

Cependant, ne pouvant pas être utilisé sur des pupilles dilatées, cet instrument n'est pas considéré aujourd'hui, comme outil diagnostique mais comme un appareil de dépistage. Pourtant, n'établissons-nous pas un diagnostic lorsque nous dépistons une amblyopie, ou une valeur de réfraction amblyogène ?

La présente étude fournit à l'orthoptiste quelques moyens d'interpréter le résultat donné par le PlusOptix en fonction d'autres paramètres.

Ainsi, en connaissant l'âge, la couleur des yeux, la présence d'un strabisme ou non, la taille des pupilles ou encore, l'écart interpupillaire, la valeur affichée par le PlusOptix devient plus fiable et les valeurs à risque seront dépistées plus justement. Il serait même très intéressant de créer une application dédiée au dépistage d'une amétropie à risque et permettant, en entrant toutes ces données, de dire si on est en présence d'un risque amblyopique ou strabique. (cf figure 33)

Avant 3 ans	ES PO+3,00 \geq 0,00	Risque pour 8 enfants sur 10
Après 3 ans	Sphère PO +3,00 \geq 0,00	Risque pour 100% des enfants
A tout âge	Cylindre PO \leq -1,50	Risque pour 7 enfants sur 10

Figure 33 : Récapitulatif de la détection des amétropies à risque

Bibliographie

1. OMS | Qu'est-ce qu'un défaut de réfraction? [Internet]. WHO. [cité 9 déc 2019]. Disponible sur: <https://www.who.int/features/qa/45/fr/>
2. Denis D, Benso C, Wary P, Fogliarini C. La réfraction chez l'enfant : épidémiologie, évolution, évaluation et mode de correction des amétropies. /data/revues/01815512/00270008/943/. 8 mars 2008;27(8):943-52.
3. Jeanrot N, Ducret V. Manuel de strabologie. Elsevier Masson. 2018. 212 p.
4. Cerdan J. L'amblyopie. 2018.
5. Clergeau G. La Réfraction de l'Enfant (2007). Alain Péchereau; 2008. 311 p.
6. rapportSFO_2013.pdf [Internet]. [cité 15 mars 2020]. Disponible sur: https://www.em-consulte.com/em/SFO/2013/rapportSFO_2013.pdf
7. Denis D, Benso C, Wary P, Fogliarini C. La réfraction chez l'enfant : épidémiologie, évolution, évaluation et mode de correction des amétropies. /data/revues/01815512/00270008/943/ [Internet]. 8 mars 2008 [cité 6 déc 2019]; Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/en/article/112896>
8. CASSETTE NB Studio. Accommodation - Docteur Damien Gatinel [Internet]. [cité 9 févr 2020]. Disponible sur: <https://www.gatinel.com/recherche-formation/le-cristallin/accommodation/>
9. Atkinson J, Braddick O, Bobier B, Anker S, Ehrlich D, King J, et al. Two infant vision screening programmes: Prediction and prevention of strabismus and amblyopia from photo- and videorefractive screening. Eye. mars 1996;10(2):189-98.
10. Recommandations-site-AFSOP-6-19.pdf [Internet]. [cité 15 mars 2020]. Disponible sur: <https://www.afsop.fr/wp-content/uploads/2019/07/Recommandations-site-AFSOP-6-19.pdf>
11. DENIS D, Règles générales de la prise en charge visuelle. In : Ophtalmologie pédiatrique : Rapport SFO 2017. Elsevier Health Sciences; 2017. 945 p.
12. Abioz Technologies Autoréfractomètre Portable Ophtalmologie Pédiatrique Distributeur France [Internet]. [cité 15 mars 2020]. Disponible sur: <https://www.abioz.fr/autoréfractomètres-portables/>
13. Yilmaz I, Ozkaya A, Alkin Z, Ozbengi S, Yazici AT, Demirok A. Comparison of the Plusoptix A09 and Retinomax K-Plus 3 with retinoscopy in children. J Pediatr Ophthalmol Strabismus. févr 2015;52(1):37-42.
14. Bui Quoc E, Guilmin Crepon S, Tinguely S, Lavallee G, Busquet G, Angot M, et al. Comparaison de la réfraction avec ou sans cycloplégie au Retinomax® vs Plusoptix®. J Fr Ophtalmol. mars 2017;40(3):209-14.

15. Haloui M, Soyer T, Yamani YE, Lehuede K, Cordonnier M. Dépistage des anomalies réfractives chez l'enfant pré-scolaire: comparaison Plusoptix/ Rétinomax. :18.
16. EL ALAMI F. RÉFRACTION CHEZ L'ENFANT: COMPARAISON ENTRE LA RÉFRACTION « NAÏVE » À L'AUTO-RÉFRACTOMÈTRE PORTABLE PLUSOPTIX ET LA RÉFRACTION À L'AUTO-RÉFRACTOMÈTRE FIXE SOUS CYCLOPLÉGIE. [FES, MAROC]: UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE; 2017.
17. A.-Payerols.pdf [Internet]. [cité 15 mars 2020]. Disponible sur: <https://www.afsop.fr/wp-content/uploads//2018/01/A.-Payerols.pdf>
18. Boyer J. Evaluation de nouveaux protocoles de dépistage de la réfraction chez les enfants de 3 à 13 ans grâce au PlusOptix. [Montpellier]: Faculté de Médecine de Montpellier; 2018.
19. Fogel-Levin M, Doron R, Wygnanski-Jaffe T, Ancrì O, Zion IB. A comparison of plusoptix A12 measurements with cycloplegic refraction. J Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus JAAPOS. 1 août 2016;20(4):310-4.
20. Silbert DI, Matta NS, Andersen K. Plusoptix photoscreening may replace cycloplegic examination in select pediatric ophthalmology patients. J Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus JAAPOS. 1 avr 2013;17(2):163-5.

Annexes

1. Table des figures et des tableaux

Figure 1: Les amétropies de l'œil.....	3
Figure 2 : Croissance des structures anatomiques de l'œil	4
Figure 3 : Évolution de l'équivalence sphérique de 6 mois à 16 ans	5
Figure 4 : Anatomie du cristallin et des muscles de l'accommodation	7
Figure 5 : Courbe d'évolution de l'accommodation selon Duane.....	7
Figure 6 : Arbre décisionnel au dépistage des 9 mois tiré du rapport SFO 2017	10
Figure 7 : Arbre décisionnel à l'âge verbal tiré du rapport SFO 2017.....	11
Figure 8 : Résultat d'une mesure au PlusOptix	12
Figure 9 : PlusOptix : écran de mesure et cible à fixer	13
Figure 10 : Ecran des résultats	14
Figure 11 : Rétinomax de Luneau.....	18
Figure 12 : PlusOptix A12R.....	18
Figure 13 : Autoréfractomètre Nidek.....	19
Figure 14 : Monture d'essai enfant	19
Figure 15 : Répartition masculin/féminin par tranche d'âge.....	20
Figure 16 : Répartition par couleur	20
Figure 17 : Moyenne des sphères, cylindres et équivalences sphériques aux 3 mesures	21
Figure 18 : Comparaison des valeurs moyennes des sphères, équivalences sphériques et astigmatismes.....	22
Figure 19 : Comparaison du nombre d'anisométries	23
Figure 20 : Moyenne des différences entre les mesures	23
Figure 21 : Différence en fonction de la couleur des yeux.....	24
Figure 22 : Différence des équivalences sphériques selon l'âge	24
Figure 23 : Influence de la taille des pupilles.....	25
Figure 24 : Influence de la différence de taille des pupilles sur les mesures	25
Figure 25 : Différence en fonction de l'écart pupillaire	26
Figure 26 : Détection de l'hypermétropie à l'âge préverbal	27
Figure 27 : Détection de l'astigmatisme à l'âge préverbal.....	27
Figure 28 : Détection de l'hypermétropie à l'âge verbal	27
Figure 29 : Détection de l'astigmatisme à l'âge verbal.....	28
Figure 30 : Détection de l'hypermétropie après 5 ans.....	28
Figure 31 : Détection de l'astigmatisme après 5 ans	28
Figure 32 : Détection de la myopie après 5 ans	28
Figure 33 : Récapitulatif de la détection des amétropies à risque.....	30

2. Fiche de recueil des données

Nom / Numéro dossier			
Age		Type	

Sexe		Couleur des yeux	
------	--	------------------	--

Strabisme	CV / DV	ATCD Familiaux	Strabisme
Nystagmus			Amblyopie
Pathologie connue			Myopie
Pb néonataux			Hypermétropie
Pb de dvt			Astigmatisme

PlusOptix	
Réfraction	
Fixation	
Taille pupillaire	
Ecart pupillaire	

PlusOptix +3,00d	
Réfraction	
Fixation	

Réfraction sous cycloplégique	