



HAL
open science

Étude comparative des troubles oculomoteurs et réfractifs chez une population pédiatrique de prématurés versus nés à terme

Célia Zehani

► To cite this version:

Célia Zehani. Étude comparative des troubles oculomoteurs et réfractifs chez une population pédiatrique de prématurés versus nés à terme. Médecine humaine et pathologie. 2022. <dumas-03839281>

HAL Id: dumas-03839281

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03839281v1>

Submitted on 4 Nov 2022

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.



HAL Authorization

Mémoire de fin d'étude

ETUDE COMPARATIVE DES TROUBLES OCULOMOTEURS ET REFRACTIFS CHEZ UNE POPULATION PEDIATRIQUE DE PREMATURES VERSUS NES A TERME

Maîtres de mémoire : Madame Leila BACHOUCHE et Docteur Alexandre SELLAM

Célia ZEHANI

Mémoire pour le Certificat de Capacité d'Orthoptiste
Étudiante en 3^{ème} année
2021-2022

Stages effectués durant la formation :

- Semestre 1** : Hôpital intercommunal de Villeneuve Saint Georges (94190)
- Semestre 2** : Hôpital d'instruction des armées Begin, Saint Mandé (94163)
- Semestre 3** : Hôpital Fondation Adolphe Rothschild (Paris 19)
- Semestre 4** : Hôpital Robert Debré (Paris 19)
- Semestre 5** : CHNO XV-XX, Orthoptie A Madame A.Kostas (Paris 12)
- Semestre 6** : Hôpital intercommunal de Villeneuve Saint Georges (94190)

Table des matières

REMERCIEMENTS :	2
TABLES DES ABREVIATIONS :	3
RESUME/ ABSTRACT :	4
I. INTRODUCTION :	5
1. L'EMBRYOGENESE DE L'OEIL :	6
A. GENERALITES :	6
B. LE GLOBE OCULAIRE :	6
C. LE SEGMENT ANTERIEUR :	6
D. LA RETINE ET LE NERF OPTIQUE :	7
E. LA VASCULARISATION DE LA RETINE :	7
2. LA PREMATURITE :	7
A. LES FACTEURS DE RISQUES DE LA PREMATURITE :	8
B. LA RETINOPATHIE, UNE CONSEQUENCE DE LA PREMATURITE :	8
3. LES TROUBLES REFRACTIFS :	9
A. LA MYOPIE :	9
B. L'HYPERMETROPIE :	10
C. L'ASTIGMATISME :	10
D. A PARTIR DE QUELLES VALEURS PEUT-ON PARLER DE VICE REFRACTIF ?	10
4. LES TROUBLES OCULOMOTEURS :	11
A. LE SYNDROME DE STRABISME PRECOCE :	11
B. LE STRABISME ACCOMMODATIF :	12
C. LE STRABISME NORMOSENSORIEL :	12
D. L'EXOTROPIE INTERMITTENTE :	12
III. MATERIELS ET METHODES :	13
1. MATERIELS :	13
A. PRESENTATION DES CAS :	13
B. INSTRUMENTATION :	13
2. METHODE :	15
A. METHODE DE L'ETUDE :	15
B. METHODE STATISTIQUE :	16
IV. RESULTATS :	18
1. DONNEES DEMOGRAPHIQUES :	18
2. DONNEES REFRACTIVES :	19
3. DONNEES MOTRICES ET SENSORIELLES :	22
V. DISCUSSION :	23
1. ANALYSE DES RESULTATS :	23
2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES DE LA LITTERATURE :	23
3. LIMITES ET POINTS FORTS DE L'ETUDE.	29
VI. CONCLUSION :	30
BIBLIOGRAPHIE:	31

REMERCIEMENTS :

La rédaction de ce mémoire a été possible grâce à l'aide de nombreuses personnes à qui je voudrais témoigner ma profonde reconnaissance.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mes directeurs de mémoire Madame Leïla BACHOUCHE, orthoptiste à l'Hôpital Fondation Adolphe Rothschild Paris 19 ainsi que le Dr Alexandre SELLAM ophtalmologiste au CHNO des XV-XX. Je les remercie de m'avoir encadrée, orientée, aidée et conseillée dans la réalisation de ce mémoire.

J'adresse mes sincères remerciements aux professeurs, médecins et orthoptistes de Sorbonne Université qui m'ont accordé de leur temps afin de m'apporter les outils nécessaires à la réussite en tant qu'étudiante mais également future professionnelle de santé.

Je remercie également tous les orthoptistes et médecins de l'Hôpital de Villeneuve Saint Georges, l'hôpital des instructions des armées Bégin, l'Hôpital Fondation Adolphe Rothschild, l'hôpital Robert Debré et le service orthoptie A du CHNO des XV-XX pour leur accueil, leur gentillesse et leur encadrement durant mes stages.

Un grand merci que j'adresse aux Dr Djamila BENNI, Dr Emmanuel MARCIANO et Monsieur Flavien LEFEBVRE respectivement ophtalmologistes et orthoptiste à l'hôpital Robert Debré ainsi qu'à Madame Georgiana TOLAN, orthoptiste à l'hôpital Louis Mourier et au CHNO des XV-XX pour leur aide quant au recueil des patients.

Je voudrais témoigner ma reconnaissance envers mes amis qui m'ont apporté leur soutien moral et intellectuel tout au long de mes études.

Ainsi qu'à mon frère Belkacem qui m'a énormément aidée à la réalisation des statistiques de ce mémoire.

Et enfin, j'adresse un immense merci à mes très chers parents qui ont su me guider moralement et financièrement durant mes années d'études.

Tables des abréviations :

- **AG** : Age Gestationnel
- **AMM** : Autorisation de Mise sur le Marché
- **D** : Dioptrie(s)
- **ES** : Équivalent Sphérique
- **ESE** : Examen Sous Ecran
- **GRP** : Groupe
- **KG** : Kilogramme(s)
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- **PDN** : Poids de Naissance
- **RPM** : Réflexe Photomoteur
- **ROP** : Rétinopathie du Prématuré
- **SA** : Semaines d'Aménorrhée
- **VL** : Vision de Loin
- **VP** : Vision de Près
- **OD** : Œil Droit
- **OG** : Œil Gauche

Résumé/ Abstract :

Introduction : Étude comparative sur les résultats des troubles oculomoteurs et réfractifs d'une cohorte pédiatrique prématurés à l'âge de 4 ans.

Méthode : Il s'agit d'une étude rétrospective multicentrique réalisée au sein des hôpitaux Robert Debré et Louis Mourier entre décembre 2021 et février 2022. Cette étude inclut 34 enfants âgés aux alentours de 4 ans avec un âge gestationnel (AG) inférieur à 28 semaines d'aménorrhée (SA) (groupe 3), 33 enfants avec 28 SA <AG<37 SA (groupe 2) comparés à un groupe contrôle composé de 31 enfants nés à AG> 37 SA (groupe 1) avec un ratio Garçon/Fille sensiblement équilibré. Les amétropies réfractives, l'amblyopie, l'acuité visuelle (AV) et la présence de strabismes manifestes ou intermittents ont été analysés. Une P-value inférieure à 0,05 est considérée comme statistiquement significative à 95%.

Résultats : Les résultats du groupe 2 ont été comparés à ceux du groupe 1. De même pour les résultats du groupe 3. De ce fait, la plupart de nos résultats n'étaient pas significatifs mis à part l'AV moyenne entre le groupe 1 et 3. En effet, l'AV moyenne de l'œil droit (OD) du groupe 3 était $0,07 \pm 0,14$ en Log Mar et celle de l'œil gauche (OG) $0,05 \pm 0,13$ en Log Mar. On remarque que les AV moyennes du groupe 1 étaient nettement inférieures en Log Mar avec $0,01 \pm 0,03$ pour l'OD et $0,01 \pm 0,06$ pour l'OG. Les p-values respectives étaient 0,02 et 0,01 (OD et OG). Un autre résultat significatif a été retrouvé, celui de l'incidence de l'ésotropie entre le groupe 1 et 3 avec une P-value (0,01).

Conclusion : Les enfants nés prématurément ont un risque accru de développer une AV diminuée au moins d'un œil par rapport aux enfants témoins nés à terme appariés selon l'âge au moment de l'examen.

Mots-clés : Trouble, oculomoteur, strabisme, convergence, accommodation, vice réfractif, prématurité, né à terme.

Introduction: Comparative study on the outcomes of oculomotor and refractive disorders in a preterm pediatric cohort at the age of 4 years.

Methods: A multicenter retrospective study conducted at the Robert Debré and Louis Mourier hospitals between December 2021 and February 2022. This study included 34 children aged around 4 years with a gestational age (GA) lower than 28 SA (group 3), 33 children with 28 SA <AG<37 SA (group 2) compared with a control group composed of 31 children born at GA> 37 SA (group 1) with a roughly balanced G/F ratio. Refractive defects, amblyopia, visual acuity (VA) and the presence of overt or intermittent strabismus were analyzed. A P-value less than 0.05 is considered statistically significant at 95%.

Results: The results of group 2 were compared with those of the group 1. The same was true for the results of group 3. Thus, most of our results were not significant except for the mean VA between group 1 and 3. Indeed, the mean VA of the right eye (RE) in group 3 was 0.07 ± 0.14 in Log Mar and that of the left eye (LE) 0.05 ± 0.13 in Log Mar. The mean VAs of group 1 were significantly lower in Log Mar with 0.01 ± 0.03 for the RE and 0.01 ± 0.06 for the LE. The respective p values were 0.02 and 0.01 (RE and LE).

Another significant result was found, that of the incidence of esotropia between group 1 and 3 with P-value (0.01).

Conclusion: Children born prematurely have an increased risk of developing a diminished VA in at least one eye compared with age-matched term control children.

Keywords: disorders, oculomotor, strabismus, convergence, accommodation, refractive defects, prematurity, full-term.

I. Introduction :

La prédisposition à un accouchement prématuré est inconnue à ce jour puisque même une femme en bonne santé ayant une grossesse à faible risque peut accoucher prématurément.

Toutefois, certains accouchements sont déclenchés prématurément car la santé de la mère est en jeu comme dans les pré-éclampsies. Il s'agit là d'une urgence vitale pour la patiente et son enfant. Par ailleurs, on remarque une augmentation de la prévalence des naissances prématurées recensées depuis 1976 qui peut être causée en partie par une fréquence plus importante des grossesses gémellaires. On note également l'évolution de certaines caractéristiques maternelles comme l'âge moyen de la mère qui est aujourd'hui de 30,8 ans selon l'INSEE. (1)

Ainsi, selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), un enfant est né prématurément lorsque la naissance survient avant 37 semaines d'aménorrhée (SA), c'est-à-dire avant huit mois de grossesse.(2)

Dans le monde, en 2010, environ 15 millions d'enfants sont nés avant 37 SA représentant ainsi 11% des naissances vivantes. Ces naissances sont au nombre de 60 000 par an en France. (2)

Une étude multicentrique dirigée par l'OMS a conclu que le taux de naissances prématurées varie entre 9% dans les pays à revenu plus élevé contre 12% en moyenne dans les pays les plus pauvres montrant ainsi une inégalité socio-économique. C'est donc un grand problème de santé publique puisque dans ces pays où le taux est élevé, la moitié des bébés nés à 32 SA décèdent du fait du manque de soins médicaux. (3)

De plus, on sait que la prématurité peut affecter le développement et les structures de l'appareil visuel pouvant être à l'origine des strabismes, d'anomalies réfractives ou encore de rétinopathie du prématuré (ROP). (1)

Ainsi, on remarque que la prématurité est un facteur de risque important dans l'apparition des troubles amblyogènes.

De ce fait, on peut se demander ***s'il y a un risque de développer un trouble oculomoteur et/ou réfractif qui serait plus important chez les prématurés par rapport aux enfants nés à terme.***

Le but de ce mémoire est de dresser une étude pédiatrique comparative avec des enfants de 4 à 5 ans comprenant un groupe contrôle composé d'enfants nés à terme (>37 SA) et de deux groupes d'enfants prématurés distincts. Nous allons observer la prévalence des troubles oculomoteurs et/ou réfractifs dans chacun des deux groupes ainsi que leur nature.

Pour essayer de répondre à cette problématique, nous rappellerons dans un premier temps l'embryologie de l'œil ainsi que les différents stades de la prématurité. Aussi, nous décrirons les différents troubles réfractifs et oculomoteurs de la population pédiatrique, puis nous présenterons les matériels et méthodes utilisés à la réalisation de ce mémoire. Et nous finirons par présenter les résultats obtenus à l'issue de cette étude que nous rapprocherons à des articles scientifiques traitant du même sujet.

Hypothèse de travail : Nous pouvons supposer que le groupe des prématurés est plus à risque de développer un trouble oculomoteur et/ou réfractif.

II. Présentation du sujet :

1. L'embryogénèse de l'œil :

a. Généralités :

La morphogénèse de l'œil débute au cours de la troisième semaine de gestation plus précisément à J22. C'est au niveau du tube neural dérivant de la plaque neurale au niveau de l'extrémité céphalique, que se formera le chiasma optique indispensable à la construction de la vision binoculaire. Cette structure sera aussi à l'origine de la formation des hémisphères cérébraux qui vont se développer en avant des diverticules optiques (4).

Ces diverticules optiques qui sont issus des évaginations du neuro-ectoderme vont se différencier en vésicules optiques qui donneront naissance au disque rétinien vers J27.

Au même moment vers J27, la placode cristallinienne issue de l'ectoderme subit une différenciation en vésicule cristallinienne qui aboutira à la formation du cristallin, une lentille biconvexe vers J33.

L'organogénèse de l'œil est donc un processus en plusieurs étapes complexes que nous essayerons de synthétiser (5).

b. Le globe oculaire :

La mesure in utero du globe oculaire par échographie montre que sa croissance n'est pas linéaire. En effet, le globe a trois phases de poussées distinctes durant la période de développement fœtal. Ces trois périodes sont les suivantes :

- Entre 16 et 20 SA ;
- Puis entre 28 et 32 SA ;
- Pour s'achever vers 37 SA.

On constate que la vitesse de croissance est différente selon la prématurité ou non de l'enfant. De plus, la longueur axiale des enfants nés à terme continue d'augmenter jusqu'à l'âge de 4 à 5 mois tandis que la longueur axiale des enfants prématurés augmente linéairement jusqu'à 12 mois (1).

c. Le segment antérieur :

La prématurité et le faible poids de naissance sont la cause d'une courbure cornéenne plus importante que chez les enfants nés à terme (6). De ce fait, le schéma du développement normal de la cornée est soutenu par une réduction significative de la courbure ainsi qu'une augmentation du diamètre au cours des dernières semaines de gestation (1).

En situation mésopique, la pupille du nouveau-né grand prématuré inférieur à 31 SA, ne mesure qu'environ 4 mm de diamètre avec la plupart du temps une absence ou une faiblesse du réflexe photomoteur (RPM) car celui-ci n'apparaît qu'entre 30 et 34 SA (1).

Le cristallin est en place à 14 SA (1) et il est temporairement irrigué à travers sa tunique par le réseau capillaire hyaloïde, le temps que les corps ciliaires et le canal de Schlemm se façonnent au niveau de la chambre antérieure. L'artère hyaloïde et la tunique vasculaire du cristallin disparaissent

physiologiquement entre 28 et 34 SA par un processus thrombotique laissant le vitré définitif avasculaire, hyalin et acellulaire (4).

d. La Rétine et le nerf optique :

Les différents types cellulaires rétiniens apparaissent pendant le développement fœtal et s'étendent du centre vers la périphérie.

La mitose des cellules rétiniennes dans l'aire fovéolaire cesse à 14 SA tandis qu'elle continue son évolution jusqu'à 29 SA pour la grande périphérie.

Cependant, il est probable que des photorécepteurs de type bâtonnets continuent d'être produits au-delà de 40 SA. La différenciation entre bâtonnets (vision périphérique) et cônes (vision centrale) commence vers 22 SA. Le reste de la rétine continue de poursuivre son évolution jusqu'à 29 SA (1).

Ainsi de l'extérieur vers l'intérieur de la rétine mature, plusieurs couches histologiques au nombre de dix deviennent identifiables dont six types de cellules nerveuses spécialisées (figure 1) : (4)

- L'épithélium pigmentaire ;
- La couche des segments externes des photorécepteurs (cônes et bâtonnets) ;
- La membrane limitante externe ;
- La couche nucléaire externe ;
- La couche plexiforme externe ;
- La couche nucléaire interne ;
- La couche plexiforme interne ;
- La couche des corps des cellules ganglionnaires ;
- La couche des axones ganglionnaires qui convergent vers le nerf optique ;
- La membrane limitante interne.

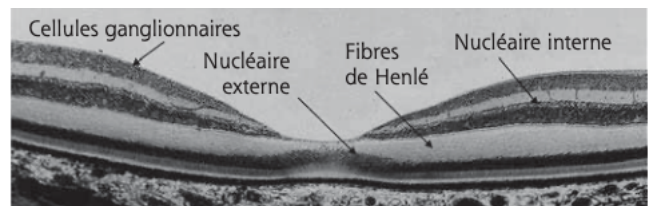


Figure 1 : Les différentes couches de la rétine (Source : Rapport SFO, OCT en ophtalmologie, 2019)

De 8 à 10 SA, les axones des cellules ganglionnaires de la rétine progressent vers la tige optique. Ces axones s'allongent de la tige puis vers le cerveau, formant ainsi le nerf optique. De plus, la myélinisation du nerf et du tractus continue de se développer jusqu'à 2 ans après la naissance. Ainsi, à la fin du développement, chaque nerf optique contient un million de fibres nerveuses.

e. La vascularisation de la rétine :

Le réseau vasculaire rétinien est issu de l'artère carotide interne qui donnera parmi ses branches l'artère ophtalmique qui se ramifiera par la suite pour donner l'artère hyaloïde. C'est grâce à cette ramification que la vascularisation de la rétine se développe in utero. Le développement du réseau vasculaire rétinien débute entre la 14^{ème} et la 16^{ème} SA. Il se poursuit jusqu'au terme progressant de la papille vers la périphérie de la rétine avec une atteinte en nasal vers la 36^{ème} SA et vers la 40^{ème} SA en temporal (7).

2. La prématurité :

Comme nous l'avons indiqué dans notre introduction, l'OMS a défini la prématurité comme une naissance survenant avant 37 SA (2).

Toutefois, l'OMS distingue le degré de prématurité selon l'âge de gestation (Tableau 1). La prématurité est donc avant tout définie par la durée de grossesse même si elle est étroitement liée au poids de naissance (2).

Tableau 1 : Classification de la prématurité selon le terme de naissance d'après l'OMS (2).

	Terme de naissance
Très grande prématurité	< 28 SA
Grande prématurité	28 + 0–31 + 6 SA
Prématurité modérée	32 + 0–33 + 6 SA
Prématurité tardive	34 + 0–36 + 6 SA
Naissance à terme	37 + 0–41 + 6 SA
Post-terme	≥ 42 + 0 SA

SA : semaines d'aménorrhée.

a. Les facteurs de risques de la prématurité :

Différents facteurs de risques associés à la prématurité sont à noter ; on distingue :

- Les facteurs sociodémographiques maternels avec notamment un risque accru chez la femme jeune (en particulier <18 ans), l'indice de masse corporelle, l'antécédent d'accouchement prématuré ou encore des fausses couches tardives. Sans oublier, que les grossesses multiples et les assistances médicales à la procréation sont des facteurs de risque majeur de prématurité.
- Des facteurs environnementaux sont aussi à retenir tels que la consommation de toxique quel qu'en soit la nature (alcool, tabac, cannabis, cocaïne). Elle est corrélée à une forte augmentation de la prématurité (2).

b. La rétinopathie, une conséquence de la prématurité :

La rétinopathie des prématurés (ROP) est une pathologie du développement du réseau vasculaire rétinien. C'est l'une des principales causes de malvoyance infantile dans les pays développés (7).

C'est une affection infantile qui est intimement liée à une exposition à forte concentration en oxygène que l'on retrouve chez les nouveau-nés prématurés en particulier avant 32 SA. Cette oxygénothérapie proposée aux enfants nés en hypoxie entraîne une réduction de la vascularisation de la rétine par régression des microvaisseaux. C'est ce que l'on appelle la phase ischémique. Toutefois, suite à l'arrêt de l'oxygénothérapie avec un retour à un taux et à une pression d'oxygène normaux, les tissus subissent une fois encore une hypoxie qui est localisée dans la rétine ce qui entraîne une néovascularisation anormale au niveau de la rétine c'est ce que l'on appelle la rétinopathie du prématuré. Cette prolifération anarchique de néovaisseaux reste inefficace puisque la rétine est dépourvue de vaisseaux nourriciers. Cette phase porte le nom de phase proliférative (4,7).

De plus, grâce à notre rappel embryologique de la vascularisation rétinienne, on remarque qu'en cas de naissance prématurée, le développement du réseau vasculaire est inachevé laissant des zones avasculaires faire lit de la ROP (7). (Figure 2)

Et enfin, une classification d'ordre internationale de l'évolution de la ROP a été convenue en 1984 pour la première fois : (8)

- Zone ou le siège de l'atteinte
- Stade ou la gravité de la maladie
- Quadrant horaire ou l'étendue de la maladie

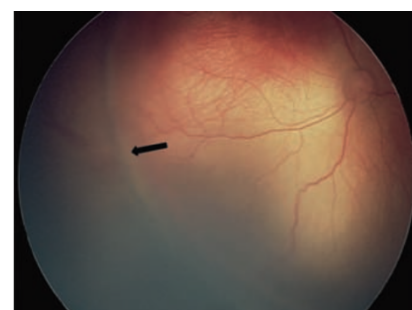


Figure 2 : Photographie d'un fond d'oeil avec flèche montrant la ligne de démarcation entre la rétine vasculaire et avasculaire (Source : rapport SFO, Rétine et Vitré, 2018)

- Stade « + » qui est un critère de sévérité et d'évolution de la ROP active notamment par une dilatation et tortuosité veineuse.

Au total, cinq stades en plus du stade « + » ont été décrits suivant l'aspect de la rétine vasculaire et avasculaire.

Le but du traitement dans les ROP est d'éviter l'installation d'un décollement de rétine tout en arrêtant la prolifération anarchique des néovaisseaux. Le premier traitement proposé est l'utilisation contrôlée d'oxygénothérapie. Néanmoins, dans certains cas, l'utilisation d'anti-VEGF ou du laser peut être proposée suivant la gravité du cas. Il ne faut pas oublier que la ROP régresse la plupart du temps de façon spontanée dans 85% des cas. Enfin, la présence d'une ROP traitée ou non est souvent la cause d'un début d'amétropie (4).

3. Les troubles réfractifs :

On parle de trouble de la réfraction lorsque les rayons lumineux ne convergent pas au niveau de la fovéa (le centre de la rétine) entraînant un flou visuel. C'est donc un défaut optique de l'œil ou amétropie. Par opposition, lorsque les rayons lumineux convergent au niveau de la fovéa, on parle d'un œil sans trouble réfractif couramment appelé œil emmétrope. La réfraction de l'œil désigne le pouvoir réfractif de l'ensemble des milieux oculaires.

On compte trois troubles réfractifs ou amétropies chez l'enfant : la myopie, l'hypermétropie et l'astigmatisme.

Ainsi, pour un œil emmétrope, la réfraction globale (cornée et cristallin respectivement 43 et 20 dioptries (D) et la longueur axiale (distance entre l'apex de la cornée et la fovéa qui est en moyenne de 23,5 mm pour un œil adulte) sont en adéquation. Par opposition à un œil amétrope qui est le résultat d'un déséquilibre entre les différents composants du pouvoir réfractif de l'œil (9).

Un examen sous cycloplégie doit être fait pour dépister tous les troubles réfractifs chez les enfants puisque ces derniers accommodent constamment afin que l'image d'un objet visuel soit en permanence nette sur la rétine. Ce processus fausse la plupart du temps la mesure de la réfraction à l'auto-réfractomètre. Ainsi, le but d'un examen cycloplégique est de dépister les amétropies et anisométries (différence de réfraction entre les deux yeux) permettant de minimiser l'éventuelle survenue d'une amblyopie réfractive par le port de correction optique (CO) (10).

a. La myopie :

Il s'agit du trouble réfractif le plus fréquent dans le monde et dont la prévalence est en forte augmentation touchant certaines régions du monde avec parfois plus de 95% de la population asiatique de l'Est touchée (11).

La myopie est une amétropie responsable d'une baisse de vision de loin souvent liée à une longueur axiale de l'œil plus importante par rapport à la puissance de convergence de ses dioptries (le rayon lumineux converge dans un plan situé en avant de la rétine). Ce type de myopie connu sous le nom de myopie axiale est le plus courant chez la population pédiatrique en opposition à la myopie d'indice qui est caractérisée par l'augmentation de l'indice de réfraction de l'une des lentilles de l'œil (soit le cristallin dans les cataractes soit la cornée comme dans le kératocône) (11).

Ce trouble réfractif est un réel problème de santé publique puisque les statistiques prévisionnelles sont alarmantes : plus de la moitié de la population mondiale risque être myope d'ici 2050 (12).

En effet, la myopie peut entraîner un décollement de rétine, une cataracte précoce et un glaucome. Cette dernière s'installe soit dans la petite enfance soit à l'adolescence et évolue progressivement (de 0,5 à 1 dioptries par an) pour se stabiliser vers l'âge de 25 ans.

Une correction optique totale (COT) faite sous cycloplégie est nécessaire ainsi que le recours aux traitements freinateurs de myopie comme l'instillation d'atropine 0,01% chaque soir ou l'orthokératologie qui consiste au port de lentilles rigides la nuit. De plus, grâce à l'avancée scientifique, des verres freinateurs de myopie utilisant la technique de défocalisation peuvent être proposés (13).

b. L'hypermétropie :

Un œil hypermétrope est par opposition à l'œil myope trop court ainsi l'image se formera donc en arrière de la rétine (14). C'est grâce au processus accommodatif que l'image est ramenée sur la rétine.

De ce fait, si le sujet est jeune et que son hypermétropie est plutôt modérée, il arrive à voir au loin puisqu'il est en mesure de compenser son défaut en accommodant. Néanmoins, en vision de près (VP), l'accommodation est sursollicitée entraînant la triade accommodative (accommodation-convergence-myosis).

C'est alors que les signes fonctionnels apparaissent : asthénie et/ou trouble oculomoteur avec une part non négligeable d'ésotropie parfois à part accommodative.

Pour y faire face, la COT de l'hypermétropie réalisée sous cycloplégie doit être proposée dans la plupart des situations chez une population pédiatrique notamment en cas d'amblyopie, de strabisme ou de forte hypermétropie (9).

c. L'astigmatisme :

L'astigmatisme est le trouble visuel le plus fréquent après la myopie. Il entraîne une vision floue aussi bien de loin que de près qui est due à une courbure inégale de la face antérieure de la cornée. La focalisation des rayons lumineux se forme en deux points distincts au lieu d'une convergence en un seul point (14).

Une mauvaise correction de ce trouble ou en cas d'astigmatisme léger (0,25 D ou 0,5 D), le patient peut se plaindre de douleurs oculaires qui peuvent être marquées par une sensation de brûlure, de céphalées et parfois même d'asthénopie. En effet, un astigmatisme est souvent associé à une hypermétropie ou une myopie sous-jacente.

Enfin, une CO de l'astigmatisme peut être proposée avec ou sans cycloplégie puisque les valeurs sont quasi-égalitaires. Toutefois, il faut prescrire le cylindre le plus faible permettant la meilleure vision chez l'adulte tandis que chez l'enfant, ce défaut réfractif doit être corrigé en totalité pour éviter une amblyopie (9).

d. A partir de quelles valeurs peut-on parler de vice réfractif ?

En général, les enfants naissent hypermétropes et leur hypermétropie évoluera en fonction de leur croissance.

On parle de vice réfractif lorsqu'on dépiste une amétropie qui est ou sera la cause d'un trouble fonctionnel comme le strabisme, l'amblyopie ou encore l'asthénopie.

A un âge avancé, la prise en charge deviendra difficile voire impossible notamment si l'enfant présente une amblyopie (4).

Une amblyopie se définit comme étant une baisse visuelle d'origine corticale dont le traitement repose sur les trois notions de la période critique à connaître (10) :

- La **plasticité cérébrale** qui repose sur la précocité du traitement car elle est maximale entre six mois et deux ans puis régresse insensiblement jusqu'à dix à onze ans.
- La **synchronisation** qui est l'action de coordonner plusieurs opérations entre elles en fonction du temps et permise par le port de correction optique totale.
- Et enfin la **commutation** qui se met en place binoculairement et qui correspond à la suppression de l'information de l'œil dévié. Il faut donc stimuler la fovéa de l'œil dévié par occlusion de l'œil sain

De ce fait, à partir de l'âge verbal des valeurs peuvent être considérées comme pathologiques et doivent être corrigées par le port d'une correction optique totale (COT) (4) :

- ⇒ Hypermétropie : $\geq + 3,5$ D
- ⇒ Astigmatisme : ≥ -1 D
- ⇒ Myopie : $< -0,5$ D

4. Les troubles oculomoteurs :

Les troubles oculomoteurs se traduisent par une incapacité musculaire, peuvent entraîner une diplopie et/ou des limitations dans le champ d'action du muscle atteint, ou encore des mouvements anormaux et rythmiques de l'œil (nystagmus) (15).

Lorsque ces troubles apparaissent à un âge très précoce, le cerveau utilise sa plasticité afin de neutraliser la deuxième image.

Néanmoins, ce phénomène de neutralisation peut être amblyogène puisque la suppression de cette image peut toujours correspondre à celle du même œil. En revanche si la suppression est alternative, le risque d'amblyopie est fortement réduit (10).

En pédiatrie, la part des troubles oculomoteurs paralytiques est très faible, il s'agit le plus souvent de strabismes sensoriels dont différentes formes existent (15).

a. Le syndrome de strabisme précoce :

Il s'agit d'une entité strabologique à part avec un pronostic fonctionnel réservé en termes de qualité de la vision binoculaire attendue puisque cette dernière s'installe entre 6 mois et 18 mois (16).

Ce strabisme se caractérise par la réunion de plusieurs signes d'appels comme une précocité de la déviation avant l'âge de six mois de l'ordre pouvant aller jusqu'à 50 dioptries prismatique (dpt). On retrouve aussi un redressement limité de l'œil lors de la fixation pouvant parfois induire une fixation croisée en adduction (10).

A l'examen sous écran (ESE), on peut retrouver une déviation verticale dissociée et parfois un nystagmus manifeste latent. Ce sont deux manifestations caractéristiques de ce type de strabisme (16).

Le traitement est d'abord orthoptique avec la prévention ou la rééducation de l'amblyopie. Un traitement médical par toxine botulique peut être proposé avant une éventuelle chirurgie.

b. Le strabisme accommodatif :

Là aussi, il s'agit d'une entité puisque 3 types de strabismes accommodatifs ont été décrits. Ce strabisme est souvent dû à une hypermétropie entraînant un excès d'accommodation qui par la boucle de la triade accommodative entraîne une convergence importante (16).

- **Le strabisme convergent accommodatif pur sans excès de convergence** : le patient présente une ésoptropie en vision de loin et en vision de près qui sera supprimée lors du port de la COT. Il n'y a pas d'incomitance loin-près (VL-VP)
- **Le strabisme convergent accommodatif pur avec excès de convergence** dans lequel la COT corrige la déviation en VL mais un petit angle persiste en VP. Ce type de strabisme est souvent amélioré par une correction progressive pour tenter d'obtenir une union binoculaire.
- **Le strabisme convergent accommodatif partiel** qui contrairement au précédent la COT ne corrige que partiellement la déviation avec incomitance loin/près : angle majoré en VP.

c. Le strabisme normosensoriel :

Il s'agit d'un strabisme convergent sans composante accommodative survenant de façon brutale et de façon tardive après l'âge de 4 ans. Il est souvent dû à un problème émotionnel ou psychosomatique. Il peut exister une diplopie intermittente au début laissant place à une neutralisation par la suite. Le traitement est exclusivement chirurgical pouvant faire suite à une prismation passagère pour supprimer la diplopie handicapante (16).

d. L'exotropie intermittente :

Ce type de strabisme aussi connu sous le groupe des exophories-tropies ou encore strabismes divergents intermittents, se caractérise fréquemment par une incomitance entre les angles en VL et VP.

Le diagnostic peut être indiqué dès l'interrogatoire avec notamment une description de photophobie, de clignement d'un œil, d'une diplopie à la fatigue et parfois une diminution de la vision stéréoscopique (17).

La manifestation de ce strabisme est souvent décrite en VL puisqu'en VP, la convergence accommodative est sollicitée.

Néanmoins, plusieurs formes cliniques ont été décrites notamment par Burian qui est à l'origine de l'épreuve portant son nom permettant d'occlure un des deux yeux durant 30 min à 1h afin d'obtenir l'angle maximal d'une exodéviations (18)((17).

- **Exodéviations basique** : déviation de loin et de près sont sensiblement équivalentes lors du test à l'ESE alterné.
- **Exodéviations majorées en VP** : ce type de cas désigne la plupart du temps une affection sous-jacente de la convergence souvent insuffisante. En effet, on retrouve souvent une exophorie voire une exotropie modérée en VL tandis qu'en VP une exotropie plus importante.
- **Exodéviations minorées en VP** : Dans ce cas de figure, on retrouve une exotropie plus importante en VL qu'en VP. Une mesure avec les +3,00 en VP permet la plupart du temps d'égaliser les angles de déviations et de lever l'incomitance surtout si la chirurgie est envisagée.

III. Matériels et méthodes :

1. Matériels :

a. Présentation des cas :

Pour cette étude, nous avons recruté 31 patients nés à terme c'est-à-dire à un AG \geq à 37 SA qui constitueront le groupe contrôle (groupe 1) et 67 patients prématurés nés entre 23 SA+ 5 jours et 36 SA. Les patients prématurés ont ensuite été divisés en deux groupes (grp) :

- Le groupe 2 regroupe les prématurés nés à 28 SA $<$ AG $<$ 37 SA
- Le groupe 3 quant à lui regroupe les enfants nés à AG \leq 28 SA

Tous les dossiers de nos patients ont été étudiés entre décembre 2021 et février 2022 et recueillis sur deux sites différents : l'Hôpital Robert Debré et l'Hôpital Louis Mourier.

Les patients de cette étude ont été sélectionnés selon plusieurs **critères d'inclusion** à savoir :

- L'âge retenu pour cette étude est compris entre 3,5 ans et 5,5 ans pour les différents groupes. Ce choix est porté essentiellement afin de pouvoir réaliser un examen orthoptique complet surtout au niveau de la mesure de l'acuité visuelle (AV) dans le but de détecter de façon fiable une éventuelle amblyopie fonctionnelle qui est encore accessible au niveau du traitement.
- Un bilan ophtalmologique complet comprenant l'étude du segment antérieur et du fond d'œil pour repérer l'existence d'une pathologie organique : la ROP.
- Les enfants ayant eu une étude de la réfraction sous cycloplégie (Atropine ou Skiacol) afin de détecter les amétropies.

Certains patients respectant ces conditions n'ont pour autant pas été inclus dans notre étude s'ils présentaient certains critères dits de **non-inclusion** à savoir :

- Les patients ayant un problème neurologique, génétique ou cognitif n'ont pas été retenus.
- Les patients ayant une pathologie organique telle que la cataracte ou le glaucome congénital n'ont pas été inclus afin de ne pas biaiser l'étude.

b. Instrumentation :

Pour notre étude nous procédons à un examen sensoriel qui comprend :

- La mesure de la réfraction sous cycloplégie à l'aide du Rétinomax K+3. C'est un auto-refractokératomètre portatif japonais apparu en 1995. Du fait de ses fonctions et de sa grande praticité d'utilisation, il permet la mesure automatique de la réfraction et de la kératométrie quel que soit l'âge du patient (Figure3).

Cet appareil utilise la technique de la lumière infra-rouge et est doté d'un mode rétro-illumination qui permet une observation de la cornée et des opacités cristalliniennes. De plus, il possède une gamme de mesures réfractives allant de -18 dioptries (D) à +23 D avec un pas de 0,25 concernant la sphère et jusqu'à 12 D de cylindre (19).



Figure 3: Rétinomax K+3 (Source : <https://luneautech.fr>)

Pour avoir une mesure de la réfraction la plus fiable, on instille des collyres cycloplégiques permettant en plus de la mydriase, une paralysie transitoire du muscle ciliaire responsable de l'accommodation.

Il existe plusieurs types de collyres cycloplégiques avec des spécificités et efficacités différentes.

Dans notre étude, deux types de collyres sont utilisés :

1. L'atropine, qui est un collyre anticholinergique, reste le cycloplégiant par excellence. Il doit être instillé 5 jours avant la consultation matin et soir avec une dernière goutte le matin de l'examen. Le dosage varie en fonction de l'âge (16) :
 - a. 0,3% avant 3 ans
 - b. 0,5% entre 3 et 10 ans
 - c. 1% au-delà de 10 ans

Dans notre cohorte, il s'agit du dosage 0,5% qui a été utilisé.

2. Le cyclopentolate ou Skiacol® est également un collyre anticholinergique qui peut être instillé 45 min à 60 min avant la mesure 3 fois dans chaque œil à 5 minutes d'intervalles (T0/T5/T10). La mesure est réalisée 45 minutes après la dernière goutte. En France, il n'existe qu'un seul dosage qui est le 0,5%. Ce collyre reste contre-indiqué chez les nourrissons de moins de 12 mois et chez les patients ayant un problème neurologique ou épileptique. De plus, il est réputé parfois insuffisant chez les mélanodermes et les patients ayant de fortes réserves accommodatives (16).

Dans ce cas, l'atropine reste le collyre le plus fiable pour déterminer le plus objectivement possible l'amétropie de l'enfant.

- **Mesure de l'acuité visuelle :**

La mesure de l'acuité visuelle (AV) via les dessins ou des optotypes est généralement fiable qu'à partir de 3-4 ans. Celle-ci doit être réalisée en vision de loin (VL) et en vision de près (VP) (16) idéalement avec et sans correction surtout lorsqu'il s'agit d'un examen de dépistage. C'est un examen primordial pour le dépistage et la qualification de l'amblyopie contrairement au test de l'échappement connu sous le nom de réaction à l'occlusion qui se base sur le comportement et la réaction de l'enfant (10).

Il est nécessaire dès la détection de l'amblyopie de supprimer la part organique pour attaquer le traitement orthoptique par l'occlusion après avoir vérifié la réfraction sous cycloplégie et reconstruire l'acuité visuelle après port de la CO.

A noter que l'AV augmente pendant les premières années de vie de l'enfant et des normes théoriques ont été établies dans la littérature (4) (Tableau 2) :

Tableau 2 : Évolution de l'AV selon l'âge (Source : www.strabisme.net)

Age en mois	AV en dixième
4	2,5/10
9	3,3/10
12	4/10
48 (4 ans)	10/10

- **Le test du Lang 1 (16) :**

Il s'agit d'un test du troisième degré de la vision binoculaire à base de points aléatoires (16). Il peut être montré à l'enfant en VP à partir de 6 mois pour apprécier son intérêt puisque c'est la période d'installation de la vision binoculaire.

Ce test est représenté sous la forme d'une plaquette grise (figure 4) comprenant trois dessins : le chat (1200'') ; l'étoile (600'') et la voiture (550'').

Ce test est représenté sous la forme d'une plaquette grise (figure 4) comprenant trois dessins : le chat (1200''); l'étoile (600'') et la voiture (550''). L'unité de la vision stéréoscopique est la seconde d'arc (''). Un Lang 1 négatif est synonyme d'une mauvaise vision binoculaire (20).



Figure 4 : Test du Lang 1 (Source : rapport SFO, Strabisme, 2013)

Et un examen oculomoteur qui comprend :

- **L'examen sous écran (ESE) (10) :**

Cet examen a pu être réalisé dès que les conditions le permettaient (fixation et AV suffisante). Il permet de mettre en évidence une déviation patente des axes visuels grâce à l'ESE unilatéral et de détecter une déviation latente des axes visuels à l'alterné. Cet examen se réalise à l'aide d'une mire de fixation à 33 cm environ en VP avec la correction optique du patient ainsi qu'en vision de loin à environ 5m. La mesure de la déviation se fait à l'aide d'une barre de prisme de Berens.

- **La motilité (10) :**

Il s'agit de l'étude des mouvements oculaires dans les neuf positions diagnostiques du regard en ayant la tête immobile. Elle peut se faire en version, c'est-à-dire les deux yeux ensemble, ou en duction qui est l'étude œil par œil. Cet examen a pour but d'examiner l'action d'un muscle dans son champ d'action en mettant en évidence l'hypoaction ou l'hyperaction du muscle. Nous pouvons également contrôler la présence du réflexe de convergence durant cet examen.

Au même moment, nous pouvons également contrôler les pupilles à l'aide de l'évaluation de la symétrie (présence ou absence d'anisocorie) et l'étude du RPM à l'aide d'une petite lampe lumineuse.

2. Méthode :

a. Méthode de l'étude :

Il s'agit d'une étude rétrospective multicentrique qui s'appuie sur les dossiers de patients ayant été vus à l'hôpital Robert Debré et Louis Mourier entre décembre 2017 et février 2022.

Les patients ont été classés en trois groupes selon l'âge gestationnel. En effet, l'intégralité de nos patients nés à terme (groupe 1= témoin) ainsi que nos patients du groupe 2 : 28 SA < AG < 37 SA ont été recrutés à l'hôpital Robert Debré. La majorité de nos patients prématurés du groupe 3 AG ≤ 28 SA ont quant à eux été recrutés à l'hôpital Louis Mourier et certains à l'hôpital Robert Debré.

Les enfants nés à terme ont été sélectionnés sur la base d'une visite de contrôle. Ils ont été adressés soit par la médecine scolaire soit par le pédiatre traitant ou un ophtalmologue extérieur afin d'exclure une pathologie ophtalmologique. L'inclusion de ces patients était possible si et seulement si l'examen était normal.

Les enfants prématurés ont été sélectionnés lorsque les données du dossier étaient exploitables. Il était aussi notifié la présence d'une ROP et si elle a été traitée.

Une anamnèse complète a été nécessaire afin de permettre de dresser les caractéristiques démographiques de nos patients comprenant :

- Age gestationnel (AG) et poids de naissance (PDN)
- Accouchement par voie basse ou césarienne (si accouchement par voie basse, l'utilisation ou non d'instruments a été demandé).
- Séjour en néonatalogie
- Antécédents familiaux (au 1^{er} degré) de strabisme, d'amétropie, d'amblyopie ou de nystagmus.

La réalisation des examens orthoptiques (AV, ESE ...) décrits précédemment ne suit pas un ordre précis et dépend du comportement du patient.

Ainsi, notre étude comprend 62 yeux pour l'étude des troubles réfractifs du groupe 1, 66 yeux pour le groupe 2 et 58 yeux pour le groupe 3.

L'équivalent sphérique pour chaque œil a été réalisé en s'appuyant sur la formule : Sphère +(Cylindre/2).

En se basant sur les recommandations de l'AFSOP, les valeurs suivantes d'amétropies mesurées sous cycloplégie (Atropine ou cyclopentolate) après l'âge de 3 ans, ont été considérées comme étant anormales « pathogènes » (21) :

- Hypermétropie $> + 3,25$ D
- Myopie $< -1,00$ D
- Astigmatisme $\geq 1,25$ D
- Anisométrie > 1 D définie comme une différence d'équivalent sphérique (ES) entre les deux yeux.

La mesure de l'AV a été faite en monoculaire en VL sur une échelle décimale et les valeurs ont été converties en LogMAR afin de pouvoir comparer aux différentes études nos résultats. Une AV $< 0,8$ en décimale ou 0,1 logMAR ou avec plus d'une ligne d'écart interoculaire doit être considérée comme anormale.

Concernant les troubles oculomoteurs, la présence d'un strabisme constant ou par intermittence en vision de loin ou en vision de près ont été retenus comme étant anormale.

La présence ou non de vision stéréoscopique a été relevée à l'aide du test Lang I et l'étude de la motilité a été réalisée au cours du bilan.

Un bilan ophtalmologique avec réalisation d'un fond d'œil comprenant l'étude du pôle postérieure et de la périphérie rétinienne a été réalisé pour notamment détecter d'éventuelle ROP.

b. Méthode statistique :

Afin de répondre à notre problématique, nous allons dresser une comparaison des résultats entre le groupe 1 et 2 dans un premier temps puis entre le groupe 1 et 3 dans un second temps.

Tout d'abord nous avons utilisé le test de Mann-Whitney pour nos données réfractives. Il s'agit d'un test qui est valable même si les données ne respectent pas la loi normale car c'est un test non paramétrique, ce qui est le cas de notre étude. Ce dernier permet d'effectuer des comparaisons de moyennes pour des variables quantitatives sur deux groupes d'échantillons indépendants.

Ce test a été reproduit dans notre étude pour les variables AV moyenne en Log Mar, ES moyen et Cylindre moyen pour le groupe 1 et 2 puis groupe 1 et 3.

Ainsi, les hypothèses suivantes ont été posées pour chacune de nos variables :

- L'hypothèse nulle H_0 : la distribution de la variable quantitative X (ex : AV moyenne OD en Log Mar) est la même dans les groupes 1 et 2 dans un premier temps puis dans les groupes 1 et 3.
- L'hypothèse alternative H_1 : la distribution de la variable quantitative X n'est pas la même dans les groupes 1 et 2 dans un premier temps puis dans les groupes 1 et 3.

Ensuite, nous nous sommes intéressés à nos variables qualitatives comprenant la présence ou non d'une amblyopie, d'un strabisme manifeste ou intermittent, l'anisométrie $> 1D$ d'ES, la présence d'une VS...

Pour ce faire, un test du Khi-deux pour données non appariées a été utilisé en première intention et pour la plupart de nos variables.

Néanmoins, lorsque les conditions d'application du test du Khi-deux n'étaient pas valides, un test exact de Fisher qui est une alternative a été réalisé. En effet, pour certaines variables comme l'anisométrie $> 1D$ d'ES, le cylindre $\geq 1,25 D$, l'amblyopie et le nystagmus, un test exact de Fisher nous a permis de calculer notre p-value.

Les hypothèses suivantes ont été posées pour chaque variable :

- H_0 : le pourcentage observé concernant la variable qualitative X (ex : présence d'amblyopie) est le même dans les groupes 1 et 2 dans un premier temps puis dans les groupes 1 et 3.
- H_1 : le pourcentage observé concernant la variable qualitative X (ex : présence d'amblyopie) n'est pas le même dans les groupes 1 et 2 dans un premier temps puis dans les groupes 1 et 3.

Le risque alpha (α) ou risque de première espèce représente le risque de rejeter l'hypothèse nulle alors que celle-ci est vraie. La valeur α égale à 0,05 a été choisie pour nos tests statistiques. Ainsi, une P-value inférieure à 0,05 est considérée comme statistiquement significative à 95%.

Nos résultats statistiques ont été obtenus grâce aux logiciels Biostatgv et Excel.

IV. Résultats :

1. Données démographiques :

Au total, 98 patients ont été inclus dans notre analyse dont les principales données démographiques sont présentées dans le tableau 3.

Ainsi, chacun de nos trois échantillons est composé respectivement de 31 enfants (grp 1 : AG > 37 SA), 33 enfants (grp 2 : 28 SA < AG < 37 SA) et enfin 34 enfants (grp 3 : AG ≤ 28 SA) avec une répartition fille/garçon sensiblement équilibrée.

Pour le grp 1, l'âge de naissance moyen était 39,52 ± 1,18 SA avec un poids de naissance moyen 3,40 ± 0,44 Kg et un âge moyen au moment de l'étude 4,37 ± 0,51 ans.

Ensuite pour le grp 2 : l'âge de naissance moyen était 30,99 ± 6,59 SA avec un poids de naissance moyen 1,93 ± 0,60 Kg et un âge moyen au moment de l'étude 4,48 ± 0,42 ans.

Et enfin, concernant le grp 3, l'âge de naissance moyen était 26,23 ± 1,23 SA avec un poids de naissance moyen 0,82 ± 0,20 Kg et un âge moyen au moment de l'étude 4,66 ± 0,51 ans.

Tableau 3 : Caractéristiques démographiques de notre cohorte

	Groupe 1 : AG ≥ à 37 SA	Groupe 2 : 28 SA < AG < 37 SA	Groupe 3 : AG ≤ 28 SA
Nombre d'enfants total	N= 31	N= 33	N= 34
Sexe :			
Garçon	19(61,3)	21(63,6)	18 (52,9)
Fille	12 (38,7)	12 (36,4)	16 (47,1)
Age de naissance moyen en SA	39,52 ± 1,18	30,99 ± 6,59	26,23 ± 1,23
PDN moyen en Kg	3,40 ± 0,44	1,93 ± 0,60	0,82 ± 0,20
Age moyen au moment de l'étude en années	4,37 ± 0,51	4,48 ± 0,42	4,66 ± 0,51
Modalité de naissance			
Césarienne	7 (22,6)	19 (57,6)	33 (100)
Voie basse	24(77,4)	14 (42,4)	0 (0)
Utilisation d'instruments si VB	7 (29,2)	1 (7,1)	0 (0)
Séjour en néonatalogie	1 (3,3)	7 (21,9)	8 (25)
Antécédents familiaux de strabismes ou amétropies			
Oui	5 (16,1)	6 (18,18%)	10 (29,4)
Non	26 (83,9)	27 (81,82%)	24 (70,6)
Cycloplégiant: Skiacol / Atropine	20/11	14/19	18/11

Ensuite, on remarque qu'aucun patient du groupe 2 : 28 SA < AG < 37 SA n'a présenté de ROP. Ainsi la ROP a été relevée seulement dans le groupe 3 : AG ≤ 28 SA avec 11 enfants soit 32,35%. (Tableau 4)

Tableau 4 : Incidence de la ROP pour le groupe 3

	Groupe 3
Nombre d'enfants total (n)	34
Absence de ROP n (%)	23 (67,6)
Présence de ROP n (%)	11 (32,4)
ROP bilatérale n (%)	5 (14,7)
Traitée par laser n (%)	1 (2,9)

Pour les deux prochaines sous parties, nous avons dressé des tableaux comparatifs pour chaque variable étudiée seulement entre le groupe 1 et 2 dans un premier temps puis dans un second temps entre le groupe 1 et 3.

2. Données réfractives :

Pour ce faire, nous avons établi une comparaison de l'AV moyenne en log Mar en monoculaire, tout comme l'ES et le cylindre moyen et s'il est supérieur à 1,25 D. L'appréciation de l'anisométrie >1D d'ES a également été introduite.

En effet, nous avons d'abord commencé à comparer les résultats obtenus entre le groupe 1 et 2 (Tableau 5). On retrouve une AV moyenne en Log Mar entre l'OD et l'OG dans le grp 1 sensiblement égale à $0,01 \pm 0,03$ pour l'OD et $0,01 \pm 0,06$ pour l'OG. De même pour le grp 2 avec une AV moyenne en Log Mar OD $0,02 \pm 0,07$ et OG $0,11 \pm 0,41$. On remarque l'AV moyenne de l'OG est nettement diminuée dans le groupe 2 comparé au groupe 1. Néanmoins, les p-values retrouvées de l'AV moyenne entre ces deux groupes sont p-value= 0,47 pour l'OD et 0,054 pour l'OG.

L'ES moyen en D de l'OD pour le grp 1 est $0,71 \pm 4,17$ D tandis que pour le grp 2 $1,33 \pm 3,84$ D avec une p-value 0.33.

De même pour l'ES moyen de l'OG pour le grp1 : $0,43 \pm 4,87$ D contrairement au grp 2 : $1,71 \pm 2,64$ D avec une p-value 0.38.

Ensuite, on remarque que 9 OD et 9 OG ont un cylindre $\geq 1,25$ D pour le grp 1 contrairement au grp 2 où seulement 3 OD et 5 OG ont une puissance cylindre $\geq 1,25$ D. La p-value respective pour l'OD et l'OG est 0,06 et 0,23.

Et enfin, 5 patients de notre grp 1 présentent une anisométrie >1 D d'ES ce qui comparable au grp 2 où 4 patients ont une anisométrie. La p-value pour cette variable est 1. Tout comme l'amblyopie où 9 et 5 patients respectivement grp 1 et grp 2 sont traités pour une anisométrie dont la p-value est 0,71.

Nous pouvons donc constater que les P-values obtenues pour ces variables ne sont pas statistiquement significatives avec un intervalle de confiance de 95%.

Tableau 5 : Acuité visuelle et données réfractives des groupe 1 et 2 :

	Groupe 1 : AG \geq à 37 SA	Groupe 2 : 28 SA <AG < 37 SA	P-Value
AV moyenne (logMar)			
OD	0,01 \pm 0.03	0,02 \pm 0.07	0,47
OG	0,01 \pm 0.06	0,11 \pm 0.41	0,054
ES moyen en D			
OD	0,71 \pm 4,17	1,33 \pm 3,84	0,33
OG	0,43 \pm 4,87	1,71 \pm 2,64	0,38
Cylindre moyen en D			
OD	-0,89 \pm 0,78	-0,58 \pm 0,52	0,17
OG	-0,87 \pm 0,86	-0,6 \pm 0,50	0,44
Cylindre \geq 1,25 D n (%)			
OD	9 (29,0)	3 (9,1)	0,06
OG	9 (29,0)	5 (15,1)	0,23
Anisométrie > 1D d'ES n (%)	5 (16,1)	4 (12,1)	1
Amblyopie n (%)	3 (9,7)	5 (15,1)	0,71

De même, nous avons comparé les résultats retrouvés au grp 1 à ceux du grp 3 (Tableau 6).

Rappelons que par manque d'informations, certains patients du groupe 3 n'ont pas été inclus dans l'étude des données réfractives. Par conséquent, seulement 29 yeux ont été étudiés.

En effet, nos résultats du grp 1 ont été décrits un peu plus haut. Cependant, pour le grp 3, on retrouve une AV moyenne OD 0,07 \pm 0.14 Log Mar avec une p-value 0,02 et à l'OG une AV moyenne 0,05 \pm 0.13 Log Mar avec une p-value 0,01.

Concernant l'ES moyen, on relève à l'OD 0,11 \pm 3,84 D avec une p-value 0.31 tandis qu'à l'OG 0,46 \pm 2,64 D et une p-value 0.41.

Ensuite, on retrouve respectivement huit et cinq patients (OD, OG) avec un cylindre \geq 1,25 D assimilé à une p-value respective 0,78 et 0,23.

Et enfin, l'anisométrie >1D d'ES est relevé uniquement chez six patients confrontés à une p-value 0,9. Et quant à l'amblyopie, huit patients sont traités avec une p-value 0,19.

Ainsi, une P-value significative avec un intervalle de confiance de 95% a seulement été retrouvée pour la variable l'AV moyenne en Log Mar. En effet, si on s'intéresse à l'AV moyenne, cette dernière est plus importante Log Mar tant pour l'OD que l'OG au sein du grp 3 comparé au grp 1.

Tableau 6 : Acuité visuelle et données réfractives comparant les groupe 1 et 3 :

	Groupe 1 : AG \geq 37 SA	Groupe 3 : AG \leq 28 SA	P-Value
AV moyenne (logMar)			
OD	0,01 \pm 0.03	0,07 \pm 0.14	0,02*
OG	0,01 \pm 0.06	0,05 \pm 0.13	0,01*
ES moyen en D			
OD	0,71 \pm 4,17	0,11 \pm 3,84	0.31
OG	0,43 \pm 4,87	0,46 \pm 2,64	0.41
Cylindre moyen en D			
OD	-0,89 \pm 0,78	-0,77 \pm 0,60	0,69
OG	-0,87 \pm 0,86	-0,91 \pm 0,84	0,75
Cylindre \geq 1,25 D n (%)			
OD	9 (29,0)	8 (23,5)	0,78
OG	9 (29,0)	5 (14,7)	0,23
Anisométrie > 1D d'ES n (%)	5 (16,1)	6 (17,7)	0,90
Amblyopie n (%)	3 (9,7)	8 (23,5)	0,19

*P-Value significative <0,05.

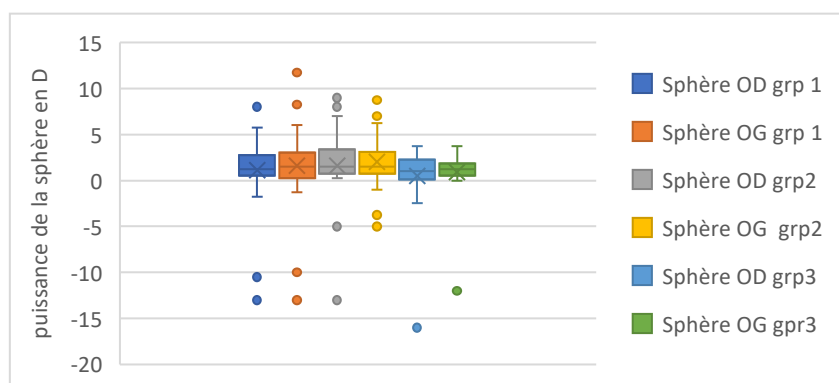
Le graphique 1 illustre l'évolution de la sphère OD et OG pour chacun de nos 3 échantillons. Ainsi, on remarque que la valeur minimale pour l'OD est -13 D pour les grps 1 et 2 tandis que pour le grp 3, celle-ci croit jusqu'à -16 D. En effet, une myopie <-1D a été retrouvée chez 4 patients du grp 3 et 3 patients des grps 1 et 2.

De même concernant la valeur maximale, on retrouve une puissance sensiblement égale (8,25D et 9D) respectivement grp 1 et 2 contrairement au grp 3 où elle est nettement plus faible 3,75 D. Effectivement, nos données relèvent que seulement 2 enfants du grp 3 présentent une hypermétropie >3,25D contrairement aux grp 1 et 2 où on relève respectivement 6 et 8 OD.

Concernant l'OG, la sphère minimale pour les grp 1 et 3 est sensiblement équivalente (-13D et -12D) or pour le grp 2, cette valeur est moins importante (-5D). C'est pourquoi, on compte 3 patients présentant une myopie>1D dans le grp1 et 2 patients dans le grp2 contrairement au groupe 3 où seulement un seul enfant était myope de son OG.

Toutefois, on remarque que le grp1 présente une sphère max plus importante 11,75D, s'ensuit le grp2 avec une valeur intermédiaire 8,75D et enfin la valeur la plus basse à 3,75D pour le grp3. Tout comme l'OD, 7 patients du grp 2 avaient une hypermétropie >3,25D à l'OG contre 5 du grp 1 et 3 du grp 3.

Graphique 1 : Boite à moustache montrant l'évolution de la sphère OD et OG en fonction de nos 3 groupes.



3. Données motrices et sensorielles :

Le tableau 7 présente la fréquence des troubles oculomoteurs et sensoriels entre les grps 1 et 2. Nous pouvons constater que les P-values obtenues ne sont pas significatives avec un intervalle de confiance de 95%. En outre, il est ici intéressant de relever qu'une p-value de 1 a été retrouvée pour plusieurs variables (nystagmus, motilité, strabisme manifeste et le RDC positif) puisque les pourcentages respectifs sont identiques entre les deux groupes. Tous nos patients (grp 1 et 3) avaient un RPM positif.

Tableau 7 : Fréquence des troubles oculomoteurs et sensoriels comparant le groupe 1 et 2 :

	Groupe 1 : AG \geq à 37 SA	Groupe 2 : 28 SA <AG < 37 SA	P-Value
Strabisme manifeste n (%)	9 (29,0)	10 (30,3)	1
Esotropie n (%)	8 (25,8)	5 (15,2)	0,45
Exotropie n (%)	1 (3,2)	5 (15,2)	0,20
Exophorie-tropie n (%)	3 (9,7)	2 (6,1)	0,68
Vision stéréoscopique positive n (%)	20 (64,5)	23 (69,7)	0,86
Réflexe de convergence positif n (%)	31 (100)	32(97,0)	1
Nystagmus n (%)	1 (3,2)	1 (3,0)	1
Motilité équilibrée n (%)	26 (83,9)	28 (84,9)	1

La tableau 8 montre la fréquence des troubles oculomoteurs et sensoriels entre les grps 1 et 3. Une p-value significative 0,01 a été retrouvée lors de l'étude de la variable ésotropie. En effet, une fréquence plus importante a été obtenue chez les patients du grp 1 : 25,8% soit 8 patients tandis que pour le groupe 3, seulement un seul enfant présentait une ésotropie.

Pour les autres variables, nous pouvons constater que les p-values obtenues ne sont pas significatives. En outre, on remarque également que 3 variables (nystagmus, exotropie et RDC) ont une p-value égale à 1.

Tableau 8 : Fréquence des troubles oculomoteurs et sensoriels comparant le groupe 1 et 3 :

	Groupe 1 : AG \geq à 37 SA	Groupe 3 : AG \leq 28 SA	P-Value
Strabisme manifeste n (%)	9 (29,0)	3 (8,8)	0,05
Esotropie n (%)	8 (25,8)	1 (2,9)	0,01*
Exotropie n (%)	1 (3,2)	2 (5,9)	1
Exophorie-tropie n (%)	3 (9,7)	10 (29,4)	0,06
Vision stéréoscopique positive n (%)	20 (64,5)	29 (85,2)	0,1
Réflexe de convergence positif n (%)	31 (100)	33 (97,1)	1
Nystagmus n (%)	1 (3,2)	1 (2,9)	1
Motilité équilibrée n (%)	27 (87,1)	34 (100)	0,05

*P-Value significative <0,05.

V. Discussion :

1. Analyse des résultats :

Notre étude a été mise en œuvre afin de chercher s'il existe un risque de développer un trouble oculomoteur et /ou réfractif qui serait plus important chez les prématurés (grps 2 et 3) par rapport aux enfants nés à terme (grp1).

Tout d'abord, pour chaque variable quantitative des groupes 1 et 2, le test de Mann-Whitney a permis d'obtenir des P-values qui étaient toutes supérieures à 0,05. De surcroît, pour chaque variable qualitative, un test du Khi-2 ou un test exact de Fisher lorsque les conditions d'application du Khi-2 n'étaient pas valides. Les p-values retrouvées étaient toutes supérieures 0,05.

C'est pourquoi, l'hypothèse H0 qui énonçait que la « distribution de la variable quantitative X est la même dans les 2 groupes » est acceptée avec un intervalle de confiance de 95%. En d'autres mots, les troubles réfractifs et oculomoteurs retrouvés ne semblent pas être statiquement différents entre ces deux groupes. Ce qui nous laisse suggérer que les enfants : 28 SA < AG < 37 SA ont un développement visuel identique aux enfants nés à terme.

Ensuite, pour chaque variable quantitative des groupes 1 et 3, le test de Mann-Whitney a permis d'obtenir des P-value qui étaient quasi-toutes supérieures à 0,05. Effectivement, seulement les p-values de l'AV moyenne en Log Mar qui étaient significatives avec une AV plus faible pour le groupe 3.

De plus, nous avons retrouvé lors de l'étude d'une de nos variables qualitatives (l'ésotropie) ; une significativité mettant en évidence une fréquence plus importante chez le groupe 1 que le groupe 3.

Par conséquent, l'hypothèse H0 qui énonçait que la « distribution de la variable quantitative X est la même dans les 2 groupes » est acceptée avec un intervalle de confiance de 95% pour toutes les variables où la p-value n'était pas significative. Cependant, au vu de nos résultats, nous rejetons H0 pour les variables AV en log Mar et ésotropie avec un risque de 5%.

En effet, nos résultats suggère que l'AV moyenne en Log Mar est plus faible chez les enfants $AG \leq 28$ SA. Par ailleurs, ces derniers sous-entendent que l'ésotropie est plus importante chez les enfants nés à terme en comparaison à notre groupe 3 : $AG \leq 28$ SA.

2. Comparaison avec les données de la littérature :

Article 1: comparative study of visual dysfunctions in 6-10-year-old very preterm and full-term-born children (22).

Le premier article auquel nous allons confronter nos résultats est une étude menée par une équipe saoudienne qui a été publiée en juin 2018. Elle a pour but de comparer le dysfonctionnement visuel entre un groupe de grands prématurés VPB nés avant 32 SA sans ROP avec un AG moyen $29,5 \pm 1,55$ SA et un groupe né à terme comme contrôle avec AG $39,8 \pm 1,00$ SA. Il s'agit d'une étude prospective incluant 30 enfants dans chaque groupe âgé de 6-10 ans avec un sex-ratio pratiquement similaire G/F ~ 1 . C'est pourquoi nous avons choisi cette étude afin de confronter nos résultats entre le groupe 1 et 3.

Pour ce faire, ils ont inclus tous les patients qui ont eu un examen complet comprenant l'AV à 6m qui était en format décimale et qui fut convertie en LogMAR et l'étude de la VS au Lang II contrairement à nous où elle a été appréciée au Lang I car c'est un test plus fiable. La présence ou non d'un strabisme ainsi que l'étude de la réfraction sous cycloplégie faisaient partie du bilan. Toutefois, pour leur étude,

ils ont eu recours à la l'utilisation du cyclopentolate 1% tandis qu'en France seulement le cyclopentolate 0,5% dispose d'une autorisation de mise sur le marché (AMM).

Les erreurs réfractives considérées comme significatives sont identiques à nos valeurs exceptées celle de l'anisométrie >2D tandis que dans notre étude nous avons pris comme valeurs >1D. La présence d'amblyopie a été définie comme étant une différence d'au moins deux lignes d'AV interoculaire avec l'AV de l'œil amblyope $\leq 0,2$ logMAR à l'opposé de notre étude où on avait considéré une AV $\leq 0,1$ logMAR.

Tout comme nous, pour obtenir des résultats statistiques, toutes les variables ont été représentées par un pourcentage et analysées grâce au test du Chi2 ou le test exact de Fisher lorsqu'elles étaient qualitatives. Quant aux variables quantitatives, un test de Mann-Whitney a été utilisé. Une p-value $P < 0,05$ a été considéré comme statistiquement significative.

Ainsi, l'étude retrouve des erreurs réfractives plus importantes dans le groupe prématuré que dans le groupe contrôle sans pour autant une p-value significative ($p = 0,125$). En effet, l'incidence de la myopie était de 16,7% dans le groupe test (VPB) contre seulement 10% dans le groupe contrôle. De même pour l'hypermétropie, même si elle a été fréquente dans les deux groupes, 40% ont quand même été recensés dans le groupe test (VPB) contre 23,3% dans le groupe né à terme. Concernant l'astigmatisme >1 D, 8 enfants dans le groupe prématuré ont été recensés et 6 enfants dans le groupe contrôle. De même, cette proportion n'est pas significative au sein de notre étude car 5 enfants du groupe témoin présentaient une anisométrie >1D et 6 du groupe 3.

Et enfin l'anisométrie a été retrouvée seulement dans le groupe prématuré contrairement à nous où on retrouve une part sensiblement égale entre les groupes avec une p-value à 0,9 non significative.

L'équivalent sphérique a également été calculé pour chaque œil nous indiquant pour l'œil droit (OD) : SE moyen = $1,97 \pm 3,00$ D pour le groupe VPB et sensiblement équivalent pour l'autre groupe SE moyen = $1,91 \pm 2,1$ D avec $P = 0,930$ qui n'est donc pas significative. Ce résultat a été retrouvé également au sein de notre cohorte avec une p-value 0,31. Toutefois, on remarque que nos ES moyens sont nettement plus faibles pour nos deux groupes par rapport à ceux de l'article.

Quant à l'œil gauche (OG) ES moyen = $2,14 \pm 3,1$ D pour le groupe prématuré que l'on retrouve nettement diminué pour le groupe contrôle SE moyen $1,78 \pm 2,00$ D. Toutefois, la p-value reste non significative puisque $P = 0,598$. Concernant ce résultat, on retrouve un ES moyen pour l'OG sensiblement égal entre les deux groupes avec une p-value non significative 0,41.

Ensuite, l'AV moyenne pour l'OD était de $0,04 \pm 0,08$ LogMAR pour le groupe prématuré et sensiblement équivalente pour le groupe né à terme avec $0,02 \pm 0,05$ LogMAR avec une p-value retrouvée non significative. De même l'AV moyenne pour l'OG était $0,07 \pm 0,09$ LogMAR pour le groupe VPB tandis que pour le groupe contrôle on retrouve $0,02 \pm 0,05$ avec une p-value $p = 0,014$ qui quant à elle est considérée comme étant significative. Même si nos p-values ont été retrouvées significatives que ce soit pour l'OG ou l'OD, on remarque que dans notre étude, l'AV moyenne en LogMar du groupe 3 est nettement diminuée par rapport à celle du groupe 1 avec un SD plus grand.

Une amblyopie a été retrouvée chez 3 enfants du groupe VPB et chez seulement un seul enfant du groupe né à terme. De surcroit, la même constatation a été tirée de notre étude même si la p-value n'est pas significative. En effet, 8 patients du groupe 3 présentaient une amblyopie contre 3 du groupe test.

Toutefois, le strabisme a été retrouvé presque dans les mêmes proportions dans les 2 groupes avec ~ 10%. En effet, 4 enfants VPB présentaient un strabisme (3 esotropies et 1 exotropie) et 3 enfants dans le groupe né à terme (2 esotropies et 1 exotropie). Tous les enfants dans le groupe contrôle présentaient une VS tandis que deux enfants dans le groupe VPB n'avait aucune VS. Toutefois, aucun enfant ne présentait de nystagmus contrairement à notre cohorte.

La fréquence de l'ésotropie est le grand résultat de notre étude puisqu'on remarque une p-value significative. En effet, on retrouve plus d'enfants nés à terme que prématurés atteints. Toutefois, on remarque que notre p-value est non significative pour la VS bien qu'elle fût positive pour plus d'enfants prématurés en comparaison aux enfants nés à terme.

Néanmoins, dans leur étude, ils se sont aussi intéressés à la vision des couleurs grâce au test d'Ishihara afin de dépister des dyschromatopsies congénitales, examen non fait dans nos travaux. Dans cette cohorte, les scientifiques ont retrouvé 2 enfants avec une anomalie de la vision des couleurs tandis qu'aucun enfant dans le groupe témoin n'en présentait. Il aurait été pertinent d'analyser ce test dans notre étude.

Article 2: Ophthalmologic Outcomes of Children Born premature without Rop: correlations with gestational age and psychomotor development (23).

Cet article traite d'une étude réalisée par une équipe libanaise de l'université américaine de Beyrouth. Ils se sont intéressés à étudier les résultats ophtalmologiques des enfants prématurés sans ROP et établir une corrélation avec les résultats neuro-développementaux.

L'équipe a dirigé une étude transversale entre mars 2012 et mai 2014 incluant des enfants nés entre janvier 2006 et décembre 2009 (de 2 ans à 7 ans). Les critères d'inclusion pour le groupe prématurés n=69 étaient un AG <37 SA. Les enfants nés prématurément ont été divisés en 2 sous-groupes selon leur PDN : supérieur ou inférieur à 1,5 kg. Une autre division a été composée selon l'AG : supérieur ou inférieur à 32 SA. A noter, que dans notre cohorte seulement une corrélation entre AG et troubles ophtalmiques a été recherchée. Afin de pouvoir comparer nos résultats à ceux de cette étude, nous rapprocherons notre groupe 2 : 28 SA <AG < 37 SA au sous-groupe de l'étude AG ≥32 SA et notre groupe 3 : AG ≤ 28 SA au sous-groupe AG <32 SA.

Concernant le groupe témoin n=69 et AG >37 SA, les dossiers ont été inclus sur la base d'enfants en bonne santé qui se sont présentés à un examen oculaire de routine à la clinique. Dans ce même groupe, les enfants ayant une pathologie ophtalmique antérieure ou des troubles oculaires familiaux n'ont pas été inclus. De la même manière, les enfants ayant un diagnostic de pathologies ophtalmiques (cataracte ou glaucome) n'ont pas été retenus dans notre cohorte. Néanmoins, les antécédents familiaux ont été pris en compte dans les différents groupes de notre cohorte.

L'âge moyen au moment de l'étude du groupe contrôle 4,9 ±1,42 ans légèrement plus âgé que celui de notre cohorte qui était 4,37 ±0,51 ans. De même pour notre groupe 2, où notre cohorte est légèrement plus jeune que celle de leur échantillon AG ≥32 SA. En effet, l'âge moyen de notre groupe 2 est de 4,48 ±0,422 tandis que dans leur échantillon, on retrouve 4,9 ±1,5 ans.

Également, l'âge moyen du sous-groupe AG <32 SA est plus âgé que celui de notre groupe puisqu'ils ont 5,3 ±1,4 ans versus 4,66 ±0,51 ans dans notre cohorte. La jeunesse de nos échantillons peut s'expliquer par le fait que nous avons un SD calculé inférieur à celui retrouvé dans les autres groupes.

Cependant on remarque que l'AG moyen pour chaque groupe n'est pas calculé dans cette étude.

Un examen ophtalmologique et orthoptique complet ont été réalisés comprenant l'étude de l'AV non corrigée, la motilité, la stéréoscopie, la convergence et la réfraction sous cycloplégie avec une étude du fond d'œil.

L'examen de l'AV a été réalisé selon deux chartes différentes en fonction de l'âge verbal ou non de l'enfant contrairement à nous où seulement la charte du Pigassou a été utilisée. La stéréoscopie a été étudiée grâce au test du titmus contrairement à notre étude où un Lang I a été présenté à nos patients.

Une AV anormale a été considérée comme étant inférieure à 20/40 (5/10) tandis que dans notre étude une AV < 8/10 était anormale.

L'erreur réfractive a été classifiée selon une échelle de notation (légère, modérée ou sévère) et a été obtenue suite à l'instillation d'un mélange de cyclopentolate 1% et de phényléphrine 2,5%. La mesure fut réalisée 30 minutes après l'instillation du mélange.

Tout comme nous, une P-value < 0,05 était considérée comme statistiquement significative.

De ce fait, l'étude retrouve que les enfants nés AG ≥ 32 SA avaient plus d'hypermétropies et de myopies que les enfants nés AG < 32 SA et cela était statistiquement significatif (P = 0,04).

Néanmoins, l'astigmatisme a été retrouvé en proportion plus importante dans le groupe AG < 32 SA comparé au groupe AG ≥ 32 SA sans pour autant être significatif.

Concernant les troubles oculomoteurs, 2 patients du groupe AG ≥ 32 SA présentaient un strabisme contre seulement un seul du groupe AG < 32 SA.

Lorsqu'on compare, le groupe des prématurés en entier aux enfants du groupe témoin, on remarque une prédominance de l'hypermétropie (98,5% des cas) chez les patients nés à terme versus 87,0% dans le groupe test.

Cependant, la présence de la myopie et de l'astigmatisme est largement plus importante dans le groupe des prématurés (11,6% et 39,1% respectivement) que dans le groupe contrôle (1,4%, 30,4% respectivement). Toutefois, on ne note aucune différence significative concernant les valeurs de l'astigmatisme entre les deux groupes de l'article comme pour notre étude.

Quant à l'anisométrie, sa présence est seulement relevée dans le groupe des prématurés et plus précisément dans celui > 32 SA. On rappelle que dans notre étude, l'anisométrie était présente dans les 3 groupes avec une fréquence plutôt égale.

Et enfin, on remarque qu'un strabisme a été relevé exclusivement chez le groupe des patients prématurés contrairement à nous où le strabisme a été retrouvé dans les différents groupes de notre cohorte avec un résultat significatif entre le groupe test et le groupe 3.

Article 3: Ophthalmologic outcome of extremely preterm infants at 6,5 years of age (24).

Il s'agit d'une étude suédoise dirigée par le Dr Kerstin M. Hellgren au sein du département de neurosciences cliniques de l'hôpital des enfants Astrid Lindgren à Stockholm.

L'objectif de cette étude est de démontrer s'il existe une corrélation entre AG et troubles ophtalmologiques. L'étude repose sur le follow up à l'âge de 6,5 ans des enfants extrêmement prématurés AG < 27 SA d'une précédente étude publiée par la même équipe en 2014. Il s'agissait d'une étude prospective à l'âge de 30 mois qui ne relevait exclusivement que les troubles ophtalmologiques des enfants AG < 27 SA groupe EPT sans pour autant les comparer à des enfants nés à terme.

Néanmoins, cette reprise d'étude prospective repose sur la comparaison des résultats retrouvés à un groupe contrôle AG>37SA. Une grande cohorte a été dressée pour parvenir à des résultats dans cette étude. Effectivement, l'effectif du groupe prématuré était n= 462 et celui de groupe contrôle n=300 contrairement à nous où notre effectif était plus réduit ~ 30 enfants par groupe.

Ainsi, on peut comparer les conclusions tirées par cette étude à notre groupe 3 AG<28 SA en comparaison à notre groupe 1.

Il ne faut pas oublier que l'âge moyen de notre cohorte est plus jeune que celui de cette étude.

Pour ce faire, un examen ophtalmologique suivant un protocole d'étude à l'âge de 6,5 ans \pm 3 mois comprenant la mesure de l'AV grâce à l'échelle de Léa en monoculaire et en binoculaire en VL a été réalisée contrairement à nous où seulement une mesure monoculaire a été prise en compte.

La déficience visuelle était définie AV<20/40 donc 0,5 en échelle décimale. Dans notre étude, une AV<0,8 en échelle décimale était considérée comme anormale.

De même que dans notre, une étude de la réfraction sous cycloplégie ainsi qu'un examen orthoptique pour révéler la présence ou l'absence d'un strabisme ont été réalisés.

Toutefois, on remarque une différence concernant l'utilisation du collyre cycloplégique entre cette étude et la nôtre. Effectivement, dans cette étude comme dans d'autres études scientifiques, les scientifiques ont eu recours au mélange cyclopentolate 0,85% et phényléphrine 1,5%. De surcroît, l'utilisation de Skiacol ou d'atropine a été démontrée comme sensiblement équivalente.

On relève également que les seuils de pathogénicité des vices réfractifs définie par cette étude ne sont pas similaires à ceux de notre étude concernant la myopie, l'astigmatisme et l'anisométrie.

De ce fait, l'ES médian retrouvé est presque similaire entre les deux groupes. Toutefois, on remarque que les valeurs extrêmes dans le groupe EPT sont plus importante que celle du groupe contrôle. En effet, les enfants du groupe prématurés ont tendance à développer une myopie beaucoup plus importante - 13,50D que ceux du groupe test -1,13D. Le même constat a été retrouvé pour l'hypermétropie.

Également on remarque qu'au sein de notre cohorte le groupe 3 présente un maximum de myopie à -16 D tandis que celui du groupe contrôle à -13D. Toutefois, en ce qui concerne l'hypermétropie, une valeur plus importante a été retrouvée chez les enfants nés à terme 11,75D tandis que la valeur maximum en hypermétropie chez le groupe prématurés était 3,75D.

Et enfin, concernant l'astigmatisme, nos résultats comme les leurs montrent des valeurs médianes/moyennes comparables.

A propos des troubles oculomoteurs, la présence de strabisme n'a été retrouvé que dans le groupe EPT avec 17% soit (68/390) dont la majorité des manifestations était sous forme d'ésotropie. Résultat retrouvé dans notre étude ; en effet, nos deux groupes présentaient un strabisme manifeste et notamment une p-value significative a été retrouvée pour cette variable suggérant que les enfants non prématurés seraient plus à risque de développer des ésotropies avec un risque alpha de 5%.

La conclusion de cette étude est qu'il existe une forte association entre l'AG et la déficience visuelle et notamment lorsque l'enfant présentait une ROP nécessitant un traitement. Le même schéma a été observé pour les strabismes.

Article 4 : Ophthalmological findings in relation to auxological data in moderate-to-late preterm preschool children (25).

La dernière étude à laquelle nous allons confronter nos résultats est celle d'une équipe Suédoise et Saoudienne dirigée au sein de la maternité de Gothenburg en Suède. Il s'agit d'une étude prospective publiée au sein de la revue médicale Acta Ophthalmologica en 2015 dont l'objectif est de comparer les résultats ophtalmologiques et orthoptiques à 5,5 ans des enfants ayant une prématurée modérée à tardive à des enfants nés à terme. Les scientifiques ont également voulu diriger une étude auxologique c'est-à-dire d'essayer de trouver une corrélation entre les variables ophtalmologiques ou orthoptiques analysées avec : le PDN, la taille et le périmètre crânien. Les mesures ont été réalisées à la naissance et au moment du contrôle à 5 ans. Contrairement à notre étude, où seulement une corrélation entre l'AG et le bilan ophtalmologique vers l'âge de 4 ans a été recherchée.

Pour ce faire, 78 patients (sex ratio G/F : 43/35) composant le groupe MLP ayant $32 \text{ SA} + 0\text{J} \leq \text{AG} \leq 36 \text{ SA} + 6\text{J}$ avec un âge moyen au moment du contrôle de $5,7 \pm 0,23$ ans. L'AG moyen du groupe était $34,6 \pm 1,4$ SA. Le choix de confronter cet article à nos résultats a été fait afin de pouvoir rapprocher nos conclusions entre le groupe 1 et 2. Effectivement les trois premières comparent exclusivement les grands prématurés (groupe 3) aux enfants nés à terme. Ainsi, on remarque que les caractéristiques de notre groupe 2 notamment l'AG se rapproche énormément du groupe MLP.

Le groupe contrôle quant à lui était composé de 35 enfants (sex ratio G/F : 18/17) et un $\text{AG} \geq 37 \text{ SA}$ et un âge moyen au moment du contrôle de $5,7 \pm 1,04$ ans. Donc on peut observer que les patients inclus dans notre étude sont légèrement plus jeunes.

Un contrôle ophtalmologique complet comprenant l'examen du segment antérieur et du fond d'œil ont été réalisés pour chaque patient.

De plus, la mesure de l'AV monoculaire en VL a été convertie en LogMAR comme réalisée dans notre étude. Une AV anormale a été définie comme étant $\text{AV} < 0,2$ LogMAR inversement à notre étude où une AV normale était définie comment étant $\text{AV} < 0,1$ logMAR. De plus, l'amblyopie a été définie comme une différence interoculaire sur au moins deux lignes d'AV et dont l'AV de l'œil amblyope inférieure ou égale à 0,2 logMAR. Un seul amblyope a été relevé dans chacun de leur groupe avec une p-value non significative tout comme nous, bien que plus d'enfant du groupe 2 présentaient une amblyopie.

De même que dans l'étude libanais (23), une réfraction sous cycloplégie correspondait à une seule instillation du mélange cyclopentolate 0,88% et phényléphrine 1,5%). Par ailleurs, les erreurs réfractives significatives ont été définies comme un ES de la myopie $\geq 0,5 \text{ D}$ ou d'hypermétropie $\geq 2,00 \text{ D}$. L'astigmatisme et l'anisométrie ont été définis comme étant significatifs lorsqu'ils sont $\geq 1,00 \text{ D}$.

Rappelons que dans notre étude, nous avons eu recours à l'utilisation seule du cyclopentolate (Skiacol) ou dans certains cas l'atropine. De plus, notre tolérance concernant l'hypermétropie était $> 3,25 \text{ D}$ et la myopie $< -1 \text{ D}$ puisque notre échantillon est plus jeune que celui de cette étude.

Concernant les déséquilibres oculomoteurs, une déviation manifeste ou par intermittence a été considérée comme anormale. En outre, la présence d'un nystagmus, l'étude de motilité oculaire et le RDC ont été recherchés comme dans notre étude. Ainsi leurs travaux démontrent la présence de strabisme chez 4 patients (5,1%) du groupe MLP et seulement 2 patients (5,7%) dans le groupe contrôle.

De même, on observe que le strabisme se manifeste en proportion égale entre nos deux groupes puisque notre p-value retrouvée est non significative et égale à 1. Un ratio plus important d'ésotropie a été

retrouvé dans les 2 groupes. On relève la même information dans notre étude bien que l'exotropie soit présente aussi en part conséquente dans le groupe 2 sans significativité de la p-value.

La stéréoscopie, quant à elle fût testée au TNO tandis que nous avons utilisé le Lang 1. L'étude retrouve 2 patients dans chaque groupe avec une absence de VS tandis que nos résultats nous montrent 10 enfants dans le groupe 1 et groupe 2 avec une VS négatives. L'absence de VS dans notre étude était due à strabisme patent ou un nystagmus ou une forte amétropie.

Quant aux erreurs réfractives, une myopie $>0,5$ D n'a été retrouvée chez aucun patient tandis que l'hypermétropie >2 D a été observée beaucoup plus chez les enfants du groupe MLP (26/78) que ceux du groupe test (5/78). En effet, ce résultat est observable au niveau de l'ES moyen puisqu'il est supérieur que ce soit pour l'OD (1,78 D) ou l'OG (1,77) dans le groupe MLP contrairement au groupe contrôle avec ES OD moyen (1,23D) et OG (1,33).

En confrontation à notre étude, la myopie a été observée dans les deux groupes avec une valeur extrême égale à -13D. Concernant l'ES moyen, on peut en tirer les mêmes observations puisqu'on retrouve des valeurs beaucoup plus importantes au sein de notre groupe prématurés que notre groupe né à terme.

Cependant, l'anisométrie n'a été retrouvée que chez les enfants prématurés. De même, une p-value non significative égale 1 a été retrouvée dans notre étude montrant une distribution assez homogène au sein de nos groupes.

3. Limites et points forts de l'étude.

Dans le souci d'obtenir une étude la plus fiable possible, nous avons essayé de recruter un nombre assez important de patients dans chaque groupe avec des critères d'inclusion assez précis notamment concernant l'âge. En effet, pour des questions de coopération et de résultats assez convaincants notre limite d'âge inférieure était de 3,5 ans.

Néanmoins, certaines limites persistent encore, la première étant qu'il s'agit d'une étude multicentrique créant des erreurs intra-examineurs notamment concernant les troubles oculomoteurs.

De plus, en vue du caractère rétrospectif de l'étude, certaines informations notamment concernant les amétropies lors de la réfraction étaient manquantes dans les dossiers de certains enfants du groupe3. Ce qui nous a mené à ne pas les inclure dans l'étude des vices réfractifs.

Toutefois, même si nous avons réussi à former deux groupes de prématurés distincts en fonction de leur âge de naissance en SA, nos échantillons restent tout de même assez limités. En effet, les différentes études publiées montrent une prédisposition non négligeable des prématurés avec une cohorte plus large (supérieur à 100 enfants par groupes). Ainsi, cela peut avoir un impact sur la puissance statistique comme le résultat concernant l'ésotropie entre les groupes 1 et 3. Effectivement, cette fréquence n'a pas été retrouvée dans les autres études. Cela peut être imputé au hasard ou à la petite taille de notre étude ?

VI. Conclusion :

Les pathologies visuelles de l'enfant, réfractives, strabiques, organiques concernent environ 10 % de la population des moins de 6 ans et peuvent conduire en l'absence de prise en charge à une amblyopie dans 30 % des cas. Cette absence de prise en charge peut avoir des conséquences sur la qualité de vie à l'âge adulte ainsi qu'un impact socio-économique (21).

Rappelons que l'objectif de notre travail était la recherche d'une corrélation entre prématurité et troubles réfractifs et/ou oculomoteurs.

Ainsi, au vu de nos résultats, aucunes de nos p-values comparant le groupe 1 AG>37 SA et groupe 2 : 28 SA<AG<37 SA n'étaient significatives. Ce qui nous laisse suggérer avec un risque de 5% qu'une prématurité modérée n'est pas un facteur de risque d'un trouble réfractif et/ou oculomoteur.

Toutefois, nos résultats comparant le groupe 1 au groupe 3 : AG<28 SA montre une significativité notamment pour l'acuité visuelle retrouvée réduite chez les enfants prématurés. La manifestation de l'ésotropie a également été significative laissant suggérer avec un intervalle de confiance de 95% que les enfants nés à terme avaient une prédisposition plus importante que les enfants prématurés. Ce résultat est probablement dû à une cohorte moins conséquente que celle des études discutées tout au long de ce travail.

Effectivement, d'après les ouvrages de la littérature avec de larges cohortes : notamment l'étude suédoise (20), où on y retrouve une prévalence des troubles oculomoteurs et réfractifs qui augmente significativement lorsque l'âge gestationnel diminue.

De même, en se basant sur les recommandations de l'AFSOP (21), la prématurité <31 SA fait partie des facteurs de risque d'amblyopie organique précoce dû à un risque accru de développement de la ROP. D'où l'importance du dépistage durant les 1^{ers} mois de vie de cette pathologie qui peut causer une malvoyance si la prise en charge n'est pas précoce.

L'AFSOP (21) souligne également que les enfants ayant des antécédents familiaux au 1^{er} degré d'amétropie forte, de strabisme, de nystagmus ou d'amblyopie sont à surveiller puisque le risque d'amblyopie fonctionnelle est important. De même, pour les enfants avec une prématurité tardive (âge gestationnel <37 SA).

De ce fait, un examen ophtalmologique et orthoptique est fortement recommandé afin de dépister le plus précocement possible et de traiter avec un meilleur taux de succès.

On peut donc conclure, que la prématurité reste un énorme facteur de risque d'amblyopie et de strabisme et qu'une surveillance ophtalmologique doit être proposée à ces enfants. Toutefois, il ne faut pas négliger ce risque chez les enfants nés à terme qui peuvent aussi développer des vices réfractifs et oculomoteurs. En effet, selon le projet pilote PlanVue[®], 14% des enfants de 4 à 13 ans scolarisés en réseau d'éducation prioritaire avaient besoin d'une correction optique et 87% d'entre eux n'en portaient pas avant leur campagne de dépistage (26).

De plus, il serait potentiellement intéressant de réaliser une étude prospective dans le cadre du dépistage scolaire avec une cohorte plus grande afin d'explorer d'autres paramètres tels que : la vision des couleurs ainsi que les stratégies d'exploration visuelle.

BIBLIOGRAPHIE:

1. Birch EE, O'Connor AR. Preterm birth and visual development. *Semin Neonatol.* déc 2001;6(6):487-97.
2. Torchin H, Ancel P-Y. Épidémiologie et facteurs de risque de la prématurité. *J Gynécologie Obstétrique Biol Reprod.* déc 2016;45(10):1213-30.
3. OMS. Les naissances prématurées [Internet]. 2018 [cité 23 janv 2022]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/preterm-birth>
4. Denis D, Bui Quoc E, Aziz-Alessi A. *Ophthalmologie pédiatrique: rapport 2017.* Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2017.
5. Fuhrmann S. Eye Morphogenesis and Patterning of the Optic Vesicle. In: *Current Topics in Developmental Biology* [Internet]. Elsevier; 2010 [cité 1 avr 2022]. p. 61-84. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123850447000035>
6. Tucker SM, Enzenauer RW, Levin AV, Morin JD, Hellmann J. Corneal Diameter, Axial Length, and Intraocular Pressure in Premature Infants. *Ophthalmology.* août 1992;99(8):1296-300.
7. Daruich A, Bremond-Gignac D, Behar-Cohen F, Kermorvant E. Rétinopathie du prématuré : de la prévention au traitement. *médecine/sciences.* oct 2020;36(10):900-7.
8. Chiang MF, Quinn GE, Fielder AR, Ostmo SR, Paul Chan RV, Berrocal A, et al. International Classification of Retinopathy of Prematurity, Third Edition. *Ophthalmology.* oct 2021;128(10):e51-68.
9. Alain Pêchereau, André Roth. La réfraction. In Nantes: A&J Pêchereau; 2006. p. 4-20. Disponible sur: <http://www.strabisme.net>
10. Pêchereau A, Denis D, Audren F, Thouvenin D, Bui Quoc E, Espinasse-Berrod M-A, et al. *Strabisme.* SFO; 2013 p. 41/107-145/183-187/241.
11. Gaucher D, Leveziel N. *Les myopies.* Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2019.
12. Maureen Cavanagh. La myopie un fleau mondial et ses conséquences. *Automne* 2016;(73):49-53.
13. Dr Damien Gatinel. Peut-on ralentir la myopie [Internet]. Dr.Damien Gatinel. 2021. Disponible sur: <https://www.gatinel.com/recherche-formation/myopie-definition-mecanismes-epidemiologie-facteurs-de-risques/controle-de-la-progression-de-la-myopie/>
14. Belley G, Bursztyjn J. Dépistage des troubles visuels chez l'enfant [Internet]. Société française de pédiatrie; 2009. Disponible sur: <https://solidarites-sante.gouv.fr>
15. Vignal-Clermont C. Comment j'examine un trouble oculomoteur. *Prat Neurol - FMC.* sept 2012;3(3):225-30.
16. Bui Quoc E, Espinasse-Berrod M-A. Strabisme chez l'enfant. *EMC - Pédiatrie.* nov 2004;1(4):397-409.
17. Audren F. Les strabismes divergents intermittents. *J Fr Ophtalmol.* nov 2019;42(9):1007-19.
18. Bui Quoc E. Classification des strabismes. Janvier 2019. 24(221):17-20.
19. Luneau SAS. Autoréfracteur Kératomètre Portatif RÉTINOMAX 3 [Internet]. 2015. Disponible sur: <https://luneautech.fr>
20. Le stérottest de Lang [Internet]. Optic 2000; Disponible sur: www.lang-stereotest.com
21. Lequeux L, Thouvenin D, Couret C, Audren F, Costet C, Dureau P, et al. Le dépistage visuel chez l'enfant : les recommandations de l'Association Francophone de Strabologie et d'Ophthalmologie Pédiatrique (AFSOP). *J Fr Ophtalmol.* févr 2021;44(2):244-51.
22. Yassin SA, Al-Dawood AJ, Al-Zamil WM, Al-Ghamdi MA, Al-Khudairy ZN. Comparative study of visual dysfunctions in 6–10-year-old very preterm- and full-term-born children. *Int Ophthalmol.* juill 2019;39(7):1437-43.
23. Al-Haddad C, Fattah MA, Smeets L, Tamim H, Dirani L, Safadieh L, et al. Ophthalmologic Outcomes of Children Born Premature Without ROP: Correlations With Gestational Age and Psychomotor Development. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* janv 2017;54(1):32-8.

24. Hellgren KM, Tornqvist K, Jakobsson PG, Lundgren P, Carlsson B, Källén K, et al. Ophthalmologic Outcome of Extremely Preterm Infants at 6.5 Years of Age: Extremely Preterm Infants in Sweden Study (EXPRESS). *JAMA Ophthalmol.* 1 mai 2016;134(5):555.
25. Raffa L, Aring E, Dahlgren J, Karlsson A-K, Andersson Grönlund M. Ophthalmological findings in relation to auxological data in moderate-to-late preterm preschool children. *Acta Ophthalmol (Copenh).* nov 2015;93(7):635-41.
26. Georgelin D, Jonqua F, Makowiecka K, Wheeler S, Baudouin C, Brémond-Gignac D, et al. Dépistage des troubles visuels à l'âge scolaire : les données du projet pilote PlanVue®. *J Fr Ophtalmol.* mars 2021;44(3):358-66.

ANNEXES :

Choix des tests statistiques :

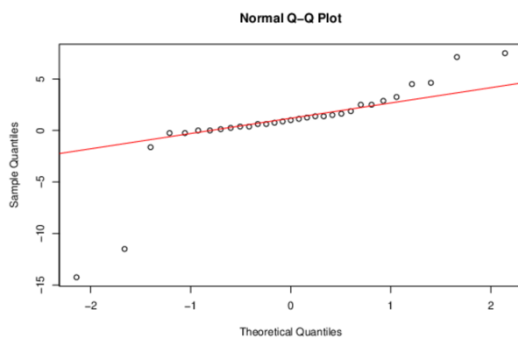
Afin de choisir nos tests statistiques, nous avons réalisé un test de normalité appelé « Shapiro-Wilk ». En effet, ce test nous a permis d'étudier si nos échantillons suivaient une distribution normale. La méthode graphique « QQ-plot » pour confirmer nos résultats a été utilisée.

Groupe 1 : AG>37 SA :

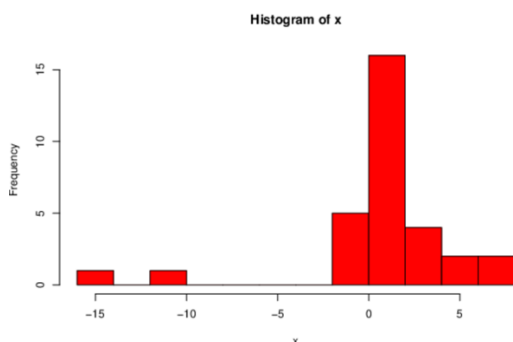
Soit H_0 ou l'hypothèse nulle : « la variable ES OD du groupe 1 suit une loi normale » avec un risque de première espèce α égal à 0,05.

Soit H_1 ou l'hypothèse alternative : « la variable ES OD du groupe 1 ne suit pas une loi normale » avec un risque de première espèce α égal à 0,05.

La p-value de la variable ES OD est de $1,2 \cdot 10^{-11}$. Elle est donc significative puisqu'elle est inférieure à 0,05. Cela signifie que nous rejetons H_0 . En d'autres termes, nous supposons que nos données ne suivent pas une distribution normale.



Graphique 2 : Distribution des données de la variable ES OD du groupe 2 selon la méthode QQ-plot.



Graphique 3 : Distribution des données de la variable ES OD du groupe 1 selon la méthode histogramme.

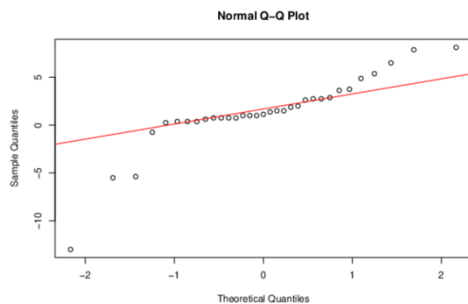
Ainsi, la méthode graphique QQ-plot et histogramme confirment que cette distribution ne suit pas une loi normale. En effet, les différents points de notre distribution ne suivent pas la diagonale (tracé en rouge).

Groupe 2 : 28 SA < AG < 36 SA :

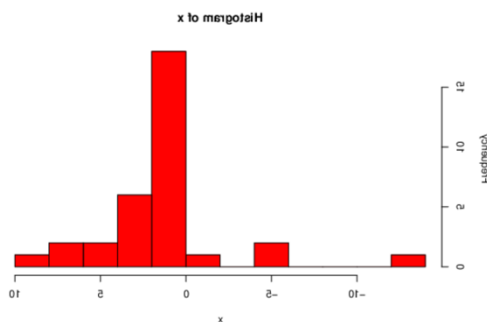
Soit H0 ou l'hypothèse nulle : « la variable ES OD du groupe 2 suit une loi normale » avec un risque de première espèce α égal à 0,05.

Soit H1 ou l'hypothèse alternative : « la variable ES OD du groupe 2 ne suit pas une loi normale » avec un risque de première espèce α égal à 0,05.

La p-value de la variable ES OD est de $1,6 \cdot 10^{-11}$. Elle est donc significative puisqu'elle est inférieure à 0,05. Cela signifie que nous rejetons H0. Ici également, les données ne suivent pas une loi normale.



Graphique 4 : Distribution des données de la variable ES OD du groupe 2 selon la méthode QQ-plot.



Graphique 5 : Distribution des données de la variable ES OD du groupe 2 selon la méthode histogramme.

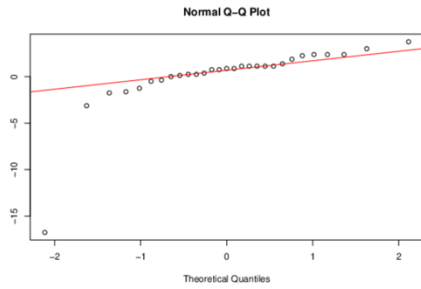
Ainsi, la méthode graphique QQ-plot et histogramme confirment que cette distribution ne suit pas une loi normale également.

Groupe 3 : AG < 28 SA :

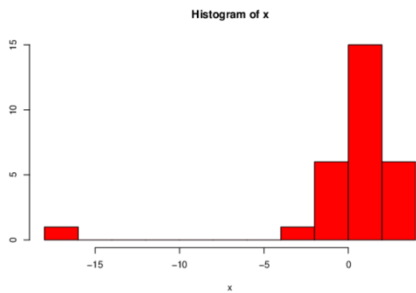
Soit H0 ou l'hypothèse nulle : « la variable ES OD du groupe 3 suit une loi normale » avec un risque de première espèce α égal à 0,05.

Soit H1 ou l'hypothèse alternative : « la variable ES OD du groupe 3 ne suit pas une loi normale » avec un risque de première espèce α égal à 0,05.

La p-value de la variable ES OD est de $5,8 \cdot 10^{-8}$. Elle est donc significative puisqu'elle est inférieure à 0,05. Cela signifie que nous rejetons H0. De même que pour les autres groupes, les données ne suivent pas une loi normale.



Graphique 6 : Distribution des données de la variable ES OD du groupe 3 selon la méthode QQ-plot.



Graphique 7 : Distribution des données de la variable ES OD du groupe 3 selon la méthode histogramme.

Ainsi, la méthode graphique QQ-plot et histogramme confirment que cette distribution ne suit pas une loi normale.

Comme la distribution de nos trois groupes ne suit pas la loi Normale, le test non paramétrique de Wilcoxon est utilisé pour nos tests statistiques.

Dans un second temps, pour étudier nos variables qualitatives un test du Khi2 était notre première intention.

Nous avons vérifié pour chacune de nos variables si les conditions d'applications étaient respectées à savoir :

- Un effectif >30
- Tous les effectifs attendus (E_{jk}) >0
- 80% des E_{jk} ≥ 5

Ainsi, on remarque que nos échantillons n'étant pas assez importants, certaines de nos variables ne respectent pas au moins une des trois conditions citées au-dessus.

Voici en exemple les tableaux des effectifs observés et attendus pour la variable « nystagmus » entre le groupe 1 et 2.

Tableau 9 : Effectifs observés pour la variable « Nystagmus »

	Groupe 1	Groupe 2	Total
Présence de nystagmus	1	1	2
Absence de nystagmus	30	32	62
Total	31	33	64

Tableau 10 : Effectifs attendus pour la variable « Nystagmus »

	Groupe 1	Groupe 2	Total
Présence de nystagmus	0,97	1,03	2
Absence de nystagmus	30,03	31,97	62
Total	31	33	64

Dans ce cas, la condition $E_{jk} > 5$ n'est pas respectée. Nous avons donc choisi un test alternatif : **le test exact de Fisher**.

Cet exemple met en avant la non-application des conditions de validité entre les groupes 1 et 2.

Toutefois, pour certaines de nos variables, un test du Khi-deux a été utilisé. Voici en exemple les tableaux des effectifs observés et attendus pour la variable « réflexe de convergence » entre les groupes 1 et 3.

Tableau 11 : Effectifs observés pour la variable « Réflexe de convergence »

	Groupe 1	Groupe 3	Total
Réflexe de convergence positif	20	29	49
Réflexe de convergence négatif	11	5	16
Total	31	34	65

Tableau 12 : Effectifs attendus pour la variable « Réflexe de convergence »

	Groupe 1	Groupe 3	Total
Réflexe de convergence positif	23,4	25,6	49
Réflexe de convergence négatif	7,6	8,4	16
Total	31	34	65

On remarque ici, que toutes les conditions d'application du test khi-deux sont valides. Ainsi, un test du khi-deux a donc été nécessaire pour calculer notre p-value.

Toutefois, cette même démarche a été réalisée avant l'utilisation de chaque test pour chacune de nos variables et pour 3 échantillons.