

UNIVERSITÉ DE NANTES

FACULTÉ DE MÉDECINE

Année 2006

N°122

THÈSE

Pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

D.E.S. D'OPHTALMOLOGIE

par

François LEFÈVRE

Né le 24 novembre 1977 à RENNES

Présentée et soutenue publiquement le 05 octobre 2006

**ÉTUDE DE LA TORSION OCULAIRE CHEZ LE SUJET NORMAL,
PARALYSIE DU IV ET SIGNES CLINIQUES**

Président : Monsieur le Professeur A. PÉCHEREAU
Directeur de thèse : Monsieur le Professeur A. PÉCHEREAU

I. PHYSIOLOGIE	5
1. Généralités	6
1.1. Le système de coordonnées	6
1.1.1. Introduction	6
1.1.2. La position des yeux	7
1.1.3. Les mouvements des yeux	8
1.2. Le centre de rotation	9
1.3. Mouvements autour de l'axe antéropostérieur yy'	10
2. Mobile oculaire et mouvements oculomoteurs de torsion	11
2.1. Mobile oculaire et muscles oculomoteurs	11
2.2. Action des muscles oculomoteurs	12
2.2.1. Conception classique	12
2.2.2. Conception contemporaine	13
3. Moyen d'étude de la torsion	14
3.1. Méthodologie subjective	14
3.1.1. Analyse des Post-images	14
3.1.2. Etude du déplacement de la tache aveugle	14
3.1.3. Mesure par confrontation	14
3.1.4. Autres méthodes	14
3.1.5. Limites des mesures subjectives	15
3.2. Méthodologie objective	15
3.2.1. Observation directe	15
3.2.2. Les méthodes photographiques	15
4. Paralysie du IV	17
4.1. Etiologies des paralysies de l'oblique supérieur	17
4.2. Signe clinique de paralysie de l'oblique supérieur	18
4.2.1. Signes fonctionnels	18
4.2.2. Signes cliniques	18
<i>Torticolis</i>	18
<i>Manœuvre de Bielschowsky</i>	19
<i>Motricité oculaire</i>	20
<i>Déviométrie</i>	21

<i>Test de Guyton 1</i>	21
<i>IRM</i>	22
II. ÉTUDE DES SUJETS NORMAUX	23
1. Matériels et méthodes	24
1.1. Patients.....	24
1.2. Recueil des données	24
1.3. Analyse des données	25
1.4. Analyse statistique.....	27
2. Résultats.....	28
2.1. Statistiques descriptives	28
2.1.1. Étude de la population.....	28
2.1.2. Étude de l'angle papille-fovéola (δ).....	28
2.2. Statistique analytique.....	30
2.2.1. Étude de la reproductibilité des mesures chez un même individu	30
2.2.2. Étude des angles en fonction de leur latéralité :.....	31
2.2.3. Étude de la distribution des angles en fonction des classes d'âge	31
2.2.4. Analyse de la répartition angulaire par rapport aux repères	33
anatomiques du fond d'œil.....	33
<i>Pour un œil</i>	33
<i>Pour un individu</i>	34
2.2.5. Extrapolation à la population générale à partir de l'échantillon ...	35
<i>Intorsion</i>	35
<i>Extorsion</i>	36
3. Discussion.....	37
III. PARALYSIE DU IV ET SIGNES CLINIQUES.....	39
1. Matériels et méthodes	40
1.1. Patients.....	40
1.2. Recueil des données	40

1.3. Analyse des données	40
1.3.1. Données de l'examen clinique	40
<i>Torticolis</i>	40
<i>Signe de Bielschowsky</i>	41
<i>Étude de la déviométrie</i>	41
1.3.2. IRM orbitaire préopératoire systématique	42
1.3.3. Test de Guyton 1	45
1.3.4. Étude de l'angle papille-fovéola par analyse des rétinophotographies	48
1.4. Analyse statistique.....	48
2. Résultats.....	49
A. Étude spécifique de l'angle δ	49
A.1. Statistiques descriptives	49
A.1.1. Étude de la population	49
A.1.2. Étude de l'angle papille-fovéola (δ).....	49
A.2. Statistiques analytiques	50
A.2.1. Étude des angles de l'échantillon par rapport aux angles de la population saine	50
A.2.2. Analyse de la répartition angulaire par rapport aux repères anatomiques du fond d'œil.....	53
<i>Extorsion</i>	53
<i>Intorsion</i>	53
<i>Ésotropie et torsion</i>	53
A.3. Discussion.....	54
A.3.1. Extorsion	54
A.3.2. Intorsion	54
A.3.3. Relation des signes cliniques entre eux	54
A.3.4. Analyse de la littérature	55
B. Étude de la sensibilité diagnostique	57
B.1. Statistiques descriptives	57
B.1.1. Étude de la population	57
B.1.2. Étude de la sensibilité diagnostique des signes cliniques	57
B.2. Statistiques analytiques	58
B.2.1. Étude des relations potentielles entre les différents signes cliniques étudiés	58
<i>Correspondances rétiniennes normales et anormales confondues</i>	58

<i>Correspondances rétinienne normales uniquement</i>	64
B.3. Récapitulatif	65
B.3.1. Tous les éléments étudiés	65
B.3.2. Les éléments significatifs	66
B.4. Discussion	67
B.4.1. Sensibilité diagnostique	67
<i>Torticolis</i>	67
<i>Signe de Bielschowsky</i>	67
<i>IRM</i>	68
<i>Test de Guyton 1</i>	68
<i>Rétinophotographie</i>	68
B.4.2. Relations des signes cliniques entre eux	69
 IV. CONCLUSION	 70
1. Première partie	71
2. Seconde partie	71
 V. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	 72

I. PHYSIOLOGIE

1. Généralités

Le globe oculaire, assimilable à une sphère de 12 mm de rayon, est maintenu en place dans l'orbite par les muscles oculomoteurs et leurs fascias aponévrotiques. Il y effectue de minimes mouvements de translation et surtout des mouvements de rotation.

Ces mouvements de rotation se définissent grâce à leur centre de rotation et à un système de coordonnées.

1.1. Le système de coordonnées

1.1.1. Introduction

Les mouvements du globe sont considérés selon trois axes vectoriels qui correspondent aux trois coordonnées de l'espace euclidien : ce sont les axes de Fick [14]. L'axe horizontal et l'axe vertical définissent le plan de Listing (1844) : plan frontal fixe dans le crâne correspondant au plan équatorial de l'œil en position primaire (*Figure 1*).

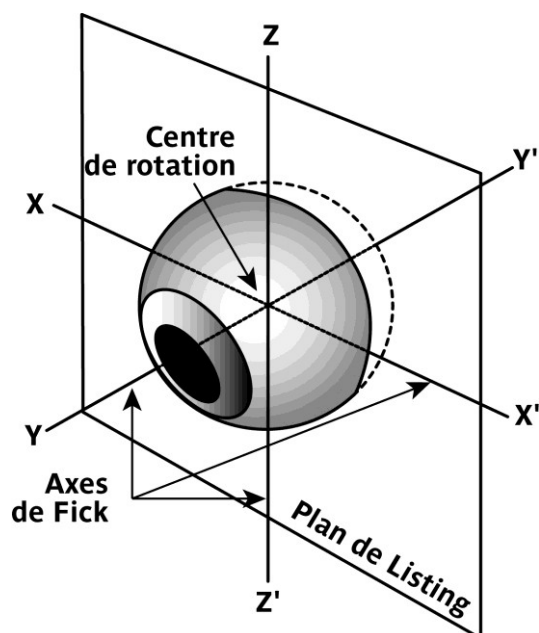


Figure 1 : Plan de Listing - Axes de Fick

Extrait de : Pêchereau A. Bases physiologiques de l'oculo-motricité. Diplôme Universitaire de Strabologie Nantes, Ed FNRO

Fick (1854) définit ces trois axes comme suit :

- l'axe des X (xx') : c'est l'axe horizontal. Tout mouvement autour de cet axe entraîne un mouvement vertical. Si le pôle antérieur du globe s'élève, il s'agit d'une élévation, s'il s'abaisse, il s'agit d'un abaissement.
- l'axe des Z (zz') : c'est l'axe vertical. Tout mouvement autour de cet axe entraîne un mouvement horizontal. Si le pôle antérieur du globe se dirige vers le nez, il s'agit d'une adduction, s'il s'éloigne du nez, il s'agit d'une abduction.
- l'axe des Y (yy') : c'est l'axe antéropostérieur. Tout mouvement autour de cet axe entraîne un mouvement de torsion. Si l'extrémité supérieure du méridien vertical s'incline vers le nez, il s'agit d'une intorsion. Si l'extrémité supérieure du méridien vertical s'incline vers la tempe, il s'agit d'une extorsion.

C'est autour de ce dernier axe, que s'effectuent les mouvements de torsion.

Dans ce système de coordonnées, Listing définit la position d'un point par ses coordonnées cartésiennes : sa longitude (rotation autour de l'axe vertical), et sa latitude (rotation autour de l'axe horizontal).

A l'opposée, Helmholtz utilise des coordonnées polaires et définit un point par son élévation (rotation autour de l'axe horizontal), et par son azimuth (rotation autour de l'axe vertical).

A l'intérieur de ce système de coordonnées, nous pouvons analyser la position des yeux et leurs mouvements.

1.1.2. La position des yeux

- Position primaire, c'est la position à partir de laquelle tous les mouvements oculaires sont initiés, ou, la position du globe oculaire dans l'orbite à partir de laquelle tous mouvements de torsion, de rotation et de translation sont mesurés. La position primaire a été définie par Scobee [40] comme « la position des yeux en vision binoculaire, se situant à l'intersection du plan sagittal de la tête et du plan horizontal passant par les centres de rotation des deux globes oculaires, le sujet ayant la tête droite et fixant un objet situé à l'infini ». C'est en fait la position des yeux du soldat au garde à vous (les yeux regardent à l'infini un objet situé à la hauteur de la tête en rectitude, et le sujet fixant droit devant lui).
- Positions secondaires, lorsque les yeux, partant de la position primaire, tournent autour de l'axe horizontal ou de l'axe vertical. Il n'y a aucune

rotation autour de l'axe des Y. En conséquence, les positions secondaires ne sont pas associées à une torsion.

- Positions tertiaires : elles sont réalisées par une rotation autour d'un axe oblique situé dans le plan de Listing. En conséquence, les positions tertiaires ne sont pas associées à une torsion.

IL n'y a donc aucun mouvement oculaire entraînant une rotation autour de l'axe des Y.

1.1.3. Les mouvements des yeux

- Un mouvement de rotation horizontale ou verticale amène l'œil dans une position secondaire
- Un mouvement de rotation oblique dans le plan de Listing amène l'œil en position tertiaire
- Un mouvement de torsion ou de cycloduction fait tourner l'œil autour de son axe antéropostérieur.

Par ailleurs, l'association des mouvements oculaires obéit au principe de non commutativité (*Figure 2*).

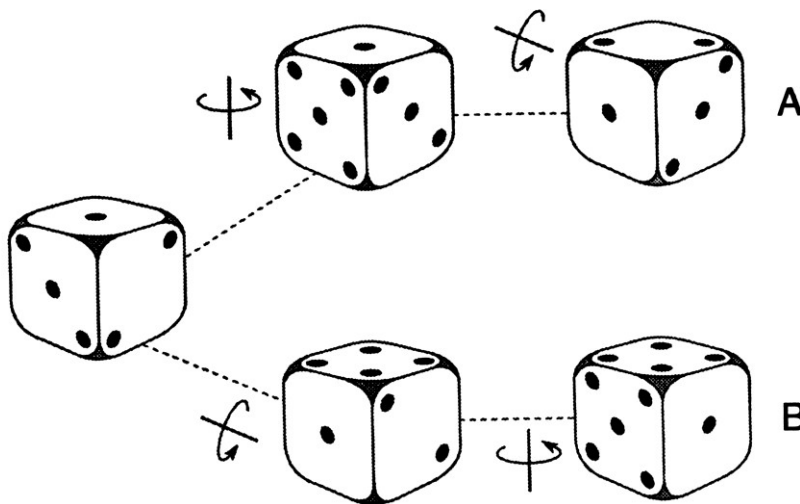


Figure 2 : Démonstration du principe de la non-commutativité des rotations

La figure se lit de gauche à droite. Prenez un dé avec le chiffre 1 au dessus. Faites-le tourner d'abord autour d'un axe vertical puis autour d'un axe horizontal, vous obtiendrez un 2 au dessus (A) Maintenant, partez de la même position et intervertissez l'ordre des rotations. Vous obtiendrez un 4 au dessus (B). Donc les rotations ne sont pas commutatives. La loi de Listing établit que tous les mouvements de rotation de l'œil se font autour d'axes situés dans le même plan. Il n'y a plus alors de torsion. (D'après S. Gielen dans A. Berthoz, 1993, p 306.)

1.2. Le centre de rotation

Initialement il fut décrit comme un point qui reste fixe dans l'orbite et dans le globe lors des mouvements oculaires, Volkman et Woinow (1870) le situaient au centre du globe.

Park et Park (1933) montrent que le centre de rotation n'est pas fixe dans l'orbite, mais bouge de façon systématique le long d'une ligne courbe fixe dans l'espace : « space centroïd ». Ils reportent cette courbe sur des axes mobiles avec l'œil et obtiennent une seconde courbe fixe dans l'œil : « body centroïd » (Figure 3).

Le mouvement d'ensemble de l'œil peut être décrit comme une rotation du body centroïd sur le space centroïd. Pour établir les coordonnées de référence, le globe peut être considéré comme tournant autour d'un point fixe situé à 13,5 mm en arrière de l'apex cornéen et à 1,6 mm du côté nasal par rapport au centre géométrique du globe.

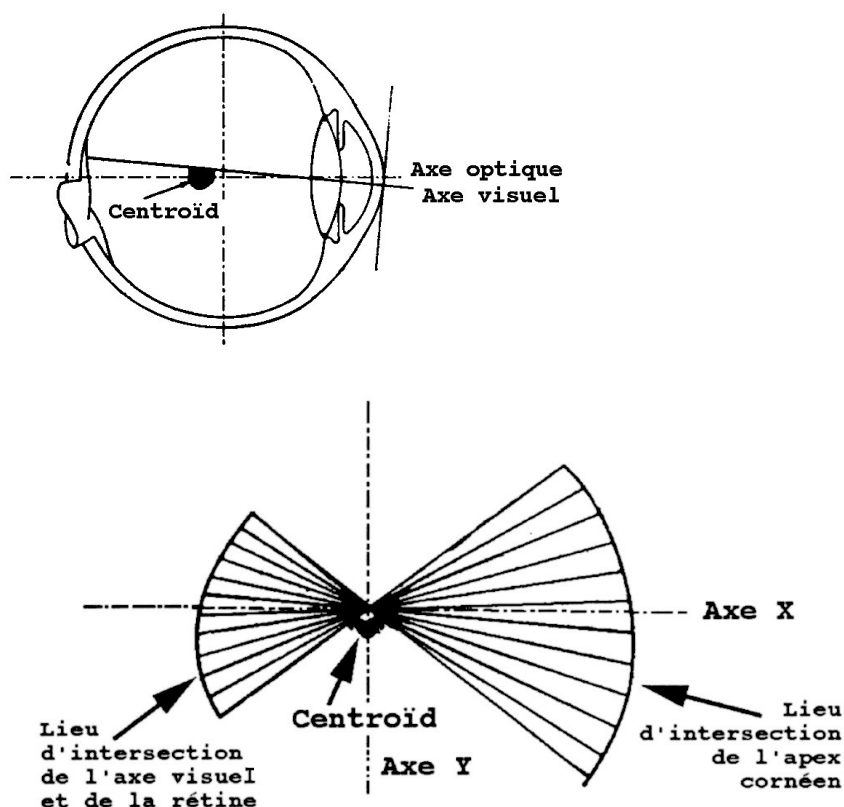


Figure 3 : Centroïd

Extrait de : Pêchereau A. Bases physiologiques de l'oculo-motricité. Diplôme Universitaire de Strabologie Nantes, Ed FNRO

1.3. Mouvements autour de l'axe antéropostérieur yy'

Mouvements classiquement considérés comme toujours involontaires : il n'y a pas de mouvement de torsion volontaire.

- Intorsion ou incycloduction : l'extrémité supérieure du méridien vertical s'incline vers le nez
- Extorsion ou excycloduction : l'extrémité supérieure du méridien vertical s'incline vers la tempe
- Cycloversion : mouvement oculaire conjugué quand les deux yeux effectuent une torsion dans la même direction :
 - Dexcycloversion : le méridien vertical de chaque œil s'incline vers la droite ; l'œil droit fait donc un mouvement d'extorsion alors que l'œil gauche fait un mouvement d'intorsion.
 - Levocycloversion : le méridien vertical de chaque œil s'incline vers la gauche ; l'œil gauche fait donc un mouvement d'extorsion alors que l'œil droit fait un mouvement d'intorsion.
- Cyclovergence : mouvement oculaire conjugué amenant le méridien vertical des deux yeux à s'incliner dans des directions opposées :
 - Incyclovergence quand les deux méridiens verticaux s'inclinent vers le dedans
 - Excyclovergence quand les deux méridiens verticaux s'inclinent vers le dehors.

2. Mobile oculaire et mouvements oculomoteurs de torsion

2.1. Mobile oculaire et muscles oculomoteurs

Le mobile oculaire comprend : un globe oculaire, six muscles oculomoteurs (droit médial, droit latéral, droit supérieur, droit inférieur, oblique supérieur, oblique inférieur) et la capsule de tenon [3, 33].

L'action sur le mobile oculaire de la contraction des muscles oculomoteurs est conditionnée par leurs origines et insertions.

On distingue une origine anatomique et une origine fonctionnelle.

- L'origine anatomique des quatre muscles droits et de l'oblique supérieur se trouve au niveau de l'apex orbitaire (anneau de Zinn). L'origine anatomique de l'oblique inférieur se trouve dans la partie antéro-inféro-médiale de l'orbite (branche montante du maxillaire supérieur).
- L'origine fonctionnelle, issue des conceptions physiologiques modernes, correspond à la sortie des muscles extra-oculaires de la capsule de tenon (c'est le concept de « poulies »). Dans le cas particulier du muscle oblique supérieur, il s'agit de sa poulie, située à la partie antéro-supéro-médiale de l'orbite.

De même, on distingue une insertion anatomique et fonctionnelle.

- Les insertions anatomiques des muscles droits correspondent à la spirale de Tillaux (*Figure 4*).
- Leurs insertions fonctionnelles correspondent à la partie postérieure de l'arc de contact avec le globe.

Cette distinction entre anatomique et fonctionnel est à l'origine d'une nouvelle interprétation de la physiologie oculomotrice.

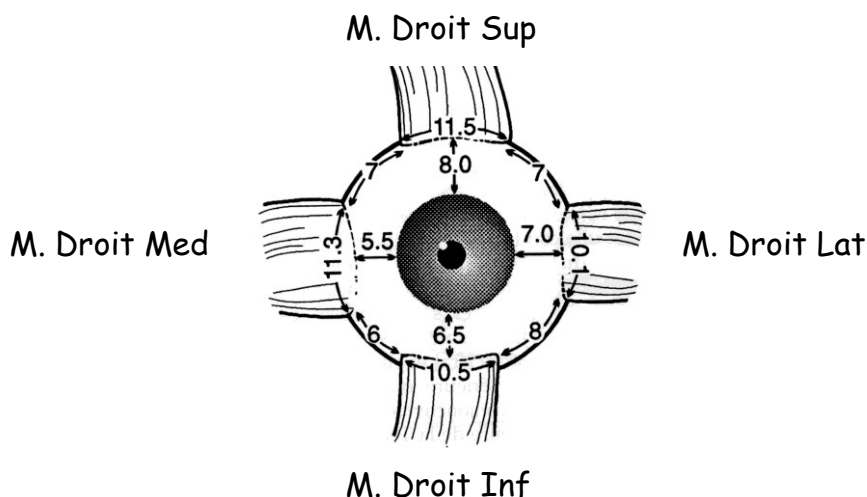


Figure 4 : Spirale de Tillaux avec les distances entre les insertions musculaires et le limbe. Extrait de : Espinasse Berrod MA. Strabologie. Elsevier, p 3.

2.2. Action des muscles oculomoteurs

2.2.1. Conception classique

Les conceptions oculomotrices classiques déterminaient l'action de chaque muscle de façon isolée. L'ophtalmotrope en est le meilleur exemple.

Par une analyse basée sur la géométrie vectorielle, il avait été rapporté les actions suivantes à chaque muscle :

Muscle	Action primaire	Action secondaire	Action tertiaire	Action orbitaire
Droit interne	Adduction	-	-	Rétracteur
Droit externe	Abduction	-	-	Rétracteur
Droit inférieur	Abaissement	Excycloduction	Adduction	Rétracteur
Droit supérieur	Elévation	Incycloduction	Adduction	Rétracteur
Oblique inférieur	Excycloduction	Elévation	Abduction	Protracteur
Oblique supérieur	Incycloduction	Abaissement	Abduction	Protracteur

Comme nous le verrons, la réalité est à la fois plus simple et plus compliquée.

2.2.2. Conception contemporaine

En accord avec l'existence de poulies conjonctivo-tenoniennes, les calculs sont désormais multi musculaires et réalisés par des logiciels comme « Orbit 1.8 » de J.M. Miller.

Ces éléments permettent d'établir les notions suivantes :

- Le concept de paires
A chaque muscle correspond un antagoniste homolatéral quasi parfait [2] : c'est le concept de paires musculaires. Ces deux muscles réunis forment une véritable unité fonctionnelle.
- L'action des droits verticaux
 - La verticalité
Pour le clinicien, ce sont les acteurs de la verticalité les plus importants dans toutes les positions du regard.
L'action verticale est maximum et quasi exclusive dans l'abduction.
Elle est minimum mais toujours significative dans l'adduction.
Elle est constamment plus importante que celle des obliques.
 - La torsion
Le déplacement vers l'avant de l'origine fonctionnelle des droits verticaux a pour conséquence de modifier et de stabiliser l'action torsive des droits verticaux (action parasite). Cependant, cette action torsive sera d'autant plus grande que la ligne de visée sera éloignée de la position primaire.
- L'action des muscles obliques
 - La verticalité
Elle est faible voir nulle dans l'abduction. Elle est maximum dans l'adduction. Elle est toujours inférieure à celle des droits verticaux dans le champ du regard habituel.
 - La torsion
Les obliques sont des torseurs important dans pratiquement toutes les positions du regard. Ils ont un effet pratiquement constant de l'abduction à l'adduction pour une même contraction. Il n'y a pas de linéarité entre la torsion et la verticalité dans l'action des obliques.

3. Moyen d'étude de la torsion

3.1. Méthodologie subjective

Les méthodes de mesures subjectives [11] sont diverses, leurs procédés variés.

3.1.1. Analyse des Post-images

L'étude de la projection des post-images sur un plan dans les différentes positions du regard est ancienne. Elle était déjà proposée par Ruetes (1848) (fixation de rubans rouges lumineux en croix et étude de l'image complémentaire verte). Sur le même principe les sophistications techniques ont été nombreuses, on peut citer le cyclomètre bi oculaire de Gracis [15, 16].

3.1.2. Etude du déplacement de la tache aveugle

L'analyse du déplacement de la tache aveugle à la perimétrie est également une méthode ancienne utilisée par Tourtual en 1840. Elle est très imprécise.

3.1.3. Mesure par confrontation

Les coordimètre de Hess-Weiss et de Lancaster ont été utilisés, mais ils ne peuvent qu'évoquer une cyclophorie, car ils projettent l'image dans le plan de Listing.

La torche de Krats, la paroi tangentielle de Harms sont d'autres méthodes de mesures par confrontation.

Reposant sur le principe de confusion une correspondance rétinienne normale est indispensable pour permettre l'analyse des résultats.

3.1.4. Autres méthodes

Beaucoup d'autres moyens de mesures subjectives ont été proposés et utilisés. On peut citer entre autre la baguette de Maddox, les verres striés de Bagolini, les mesures aux synoptophore ou synoptomètre...

Ces outils peuvent également être compilés [31].

3.1.5. Limites des mesures subjectives

L'ensemble de ces examens se heurtent à deux problèmes majeurs :

- _ils supposent une sensorialité normale du sujet
- _ils nécessitent une parfaite analyse du trouble par le sujet lui même.

D'où une imprécision importante et le besoin pour le clinicien de se reporter sur des éléments diagnostiques plus fiables et plus objectifs.

3.2. Méthodologie objective

3.2.1. Observation directe

Les premiers auteurs, dont Nagel (1896), ont étudié la torsion de leurs propres yeux en se regardant dans un miroir et en étudiant le déplacement des repères anatomiques de l'œil.

Rapidement ils constatèrent que les repères conjonctivaux n'étaient pas fiables du fait de leurs mobilités par rapport à la sclère. De Kleyn et Versteegh (1924) marquèrent la cornée et tracèrent une croix dessus. Grahe (1938) a observé la position de la papille au rétinoscope.

3.2.2. Les méthodes photographiques

Elles étudient des repères permettant l'analyse de la torsion.

Historiquement on retrouve :

- des marques portées par des lentilles de contact (miroir pour Fender (1955), plaque de platine pour Kullman (1955) ou de mica pour Davies et Merton (1958), matière phosphorescente pour Dhedin(1969))
- des marques conjonctivales (fils pour Merton (1956), crayon d'aniline pour Graybiel et Woellmer (1959))
- étude du segment antérieur en analysant la position des cryptes iriennes [32]
- étude de rétinophotographies : Lévine (1972) [25] recherche des troubles de la torsion au pôle postérieur chez des sujets présentant des paralysies de la verticalité. Bixenmann WW et von Noorden GK(1982) [1] étudient des sujets non strabiques et publient des repères anatomiques fiables et reproductibles permettant une analyse de la torsion sur des

rétinophotographies. Leur travail a permis de déterminer un angle moyen entre la papille et la fovéola. D'autres auteurs ont poursuivi ce travail chez des sujets non strabiques [8,23,26,36] ou en pathologie : chez des sujets présentant un strabisme vertical [25], des troubles cyclotorsionnels [29,37,41], ou après chirurgie de transposition maculaire [19].

4. Paralysie du IV

4.1. Etiologies des paralysies de l'oblique supérieur

Les paralysies du IV peuvent être acquises ou congénitales. Les études publiées suggèrent que 25 à 44% des atteintes seraient congénitales [12, 18, 45].

Diverses séries de la littérature nous donnent la fréquence des différentes étiologies de paralysies oculomotrices du IV acquises [4, 33] :

Étiologies	Rucker	Rucker	Burger	Rush	Total	Pourcentage
Anévrismes	0	0	1	3	4	1%
M. Vasculaires	24	13	6	32	75	21%
Traumatismes	24	22	13	55	114	32%
Néoplasie	3	7	7	7	24	7%
Inconnues	9	29	2	62	102	29%
Divers	7	13	3	13	36	10%
Total	67	84	32	172	355	100%

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés uniquement aux formes congénitales, leurs mécanismes physiopathologiques sont plus incertains et encore discutés.

Parmi ces mécanismes, on évoque [44] :

- le résultat d'une parésie oculaire congénitale ou précoce
- l'absence d'un ligament qui inhiberait la contraction de l'oblique inférieur
- la variabilité de l'insertion des muscles obliques
- l'effet de poulie du muscle droit supérieur sur l'oblique supérieur
- la dislocation de la poulie de l'oblique supérieur
- hyper-laxité du tendon de l'oblique supérieur [24].

4.2. Signe clinique de paralysie de l'oblique supérieur

4.2.1. Signes fonctionnels

La diplopie : binoculaire, à la phase initiale elle est verticale et légèrement horizontale et oblique, elle est presque exclusivement rencontrée dans les formes acquises, elle prédomine dans le regard en bas et en dedans (position de lecture ou de descente des escaliers)

Le trouble torsionnel : très transitoire, il est en règle non signalé dans une paralysie unilatérale. Il est par contre au premier plan dans les paralysies bilatérales et prend alors la forme d'un malaise visuel plus ou moins intense avec vertiges.

4.2.2. Signes cliniques

Torticolis

Attitude vicieuse (*Figure 5*) : élément essentiel il permet souvent le diagnostic d'emblée. Ce torticolis d'origine oculaire est caractérisé par trois éléments :

- la tête est penchée sur l'épaule opposée à la paralysie de façon à compenser l'extorsion paralytique
- le menton est orienté vers le bas pour fuir la zone inférieure de diplopie maximale
- la tête est tournée du côté opposée à la paralysie pour mettre l'œil parétique en abduction, c'est-à-dire loin de la diplopie d'adduction.

Les trois composantes ne sont pas systématiquement associées



Figure 5 : Torticollis

Manœuvre de Bielschowsky

Décrite par Bielschowsky dans ces articles de 1936 à 1942 comme moyen diagnostic des paralysies de l'oblique supérieur.

Le sujet est placé, tête droite, yeux en position primaire, fixant à 5 mètres un point lumineux. L'œil étudié est occlus. On incline la tête du sujet sur l'épaule du côté de l'oblique supérieur paralysé. Si cet oblique supérieur est paralysé, on voit l'œil de ce côté faire un mouvement d'élévation nette et la diplopie est alors maximale. Lors de l'inclinaison sur l'épaule opposée, les deux yeux restent à la même hauteur et la diplopie est minimale (*Figure 6*).

L'explication physiopathologique classique de ce signe est la suivante : l'inclinaison de la tête produit un mouvement réflexe de contre rotation qui se traduit par une intorsion de l'œil du côté de l'inclinaison et une extorsion sur l'autre. L'intorsion est produite par la contraction des deux muscles supérieurs droit et oblique : si l'oblique supérieur est paralysé, le muscle droit est seul à assurer l'intorsion. Ce muscle étant relativement peu intorteur sa contraction s'exagère, ce qui l'amène à provoquer une intorsion et une élévation de l'œil homolatéral à l'inclinaison, l'action d'élévation du droit supérieur n'étant plus contre balancée par l'action de l'oblique supérieur. Cette analyse physiopathologique est cependant nuancée par quelques observations [28] qui évoquent la possibilité d'une action du muscle droit supérieur en rapport avec une boucle réflexe vestibulo-oculaire.



Figure 6 : Signe de Bielschowsky

Motricité oculaire

Cet examen apprécie les déficits et les hyper actions des différents couples musculaires.

Il peut être normal ou ne montrer qu'une limitation de l'abaissement de l'œil paralysé en adduction (et ceci alors que la composante rotatoire de la force du muscle oblique supérieur est de 34% pour 20° d'abaissement à 20° d'adduction).

Cependant, on observe fréquemment, du moins dans les formes congénitales, une élévation en adduction de l'œil paralysé (*Figure 7*).



Figure 7 : Étude de la déviométrie et de l'oculomotricité : incomitance de la déviation verticale et élévation en adduction de l'œil du côté de la paralysie

Celle-ci est rapportée classiquement à une hyper-action de l'antagoniste homolatéral : l'oblique inférieur.

Le mécanisme physiopathologique reste incertain :

- hyperfonction innervationnelle ?
- contracture ?

Une publication récente met en évidence le caractère morphologique normal en IRM de ce muscle oblique inférieur [22].

Déviométrie

L'examen de l'angle dans les positions cardinales du regard permet de rechercher une incomitance de la déviation dans le champ d'action du muscle paralysé.

Test de Guyton 1

Guyton DL [17] propose en 1981 ce test en vu de déterminer le degré d'élongation des muscles obliques.

Pour le muscle grand oblique deux méthodes à une ou deux mains furent décrites. L'œil est saisi au limbe sur 3 heures (une main) ou à 6 et 9 heures (deux mains).

Le mouvement est décomposé en trois phases (*Figure 8*) :

- premièrement : rétro pulsion du globe
- ensuite : mise en adduction de celui-ci
- enfin, le globe est porté en élévation.

Le globe fini donc sa course dans le quadrant supéro-nasal.

Le degré de laxité est coté en fonction de la distance parcourue.

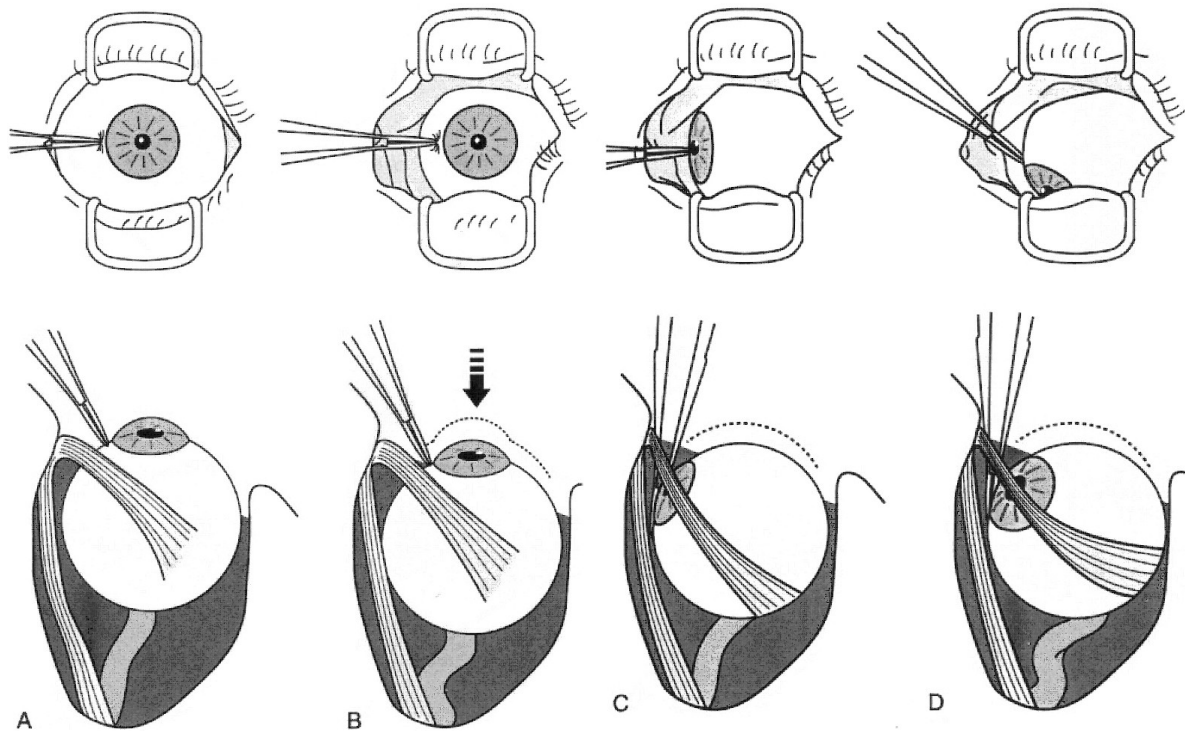


Figure 8 : Guyton 1 : réalisation en pratique

Extrait de : Phillips PH, Hunter DG. Clinical strabismus management. p 56

IRM

L'imagerie par résonance magnétique, présente un intérêt majeur pour l'étude morphologique des muscles oculomoteurs [9, 10]. La réalisation de coupe dans les différent plans de l'espace permet une étude fine de la position mais aussi du diamètre des muscles oculomoteurs.

II. ÉTUDE DES SUJETS NORMAUX

1. Matériels et méthodes

1.1. Patients

Il a été inclus 150 patients de façon prospective. Tous les sujets étudiés remplissaient les conditions suivantes :

- absence de signe fonctionnel ophtalmologique
- absence d'amétropie significative (+/- 2 dioptries)
- acuité visuelle supérieure à 8/10 à chaque œil
- examen oculomoteur normal (absence de phorie horizontale supérieure à 8 dioptries en exophorie et 4 dioptries en ésophorie et en vertical), avec une vision stéréoscopique normale ($TNO \leq 60''$).

Ces patients ont été repartis en 4 groupes:

- groupe 1 : 0-15 ans
- groupe 2 : 15-50 ans
- groupe 3 : supérieur à 50 ans
- groupe 4 : groupe contrôle (patients du groupe 2 ayant été photographiés une seconde fois).

1.2. Recueil des données

Les patients étaient installés devant le rétinographe tête droite, menton dans la mentonnière et front contre le repose-front. Les rétinophotographies numériques étaient réalisées sur un appareil non mydriatique (CANON CRDGi) qui enregistrerait ces images sous forme de fichiers en format « jpeg ». Elles ont ensuite été analysées avec le logiciel Adobe Photoshop Eléments® qui permettait de relever dans un repère orthonormé les coordonnées cartésiennes des points remarquables étudiés (pôles supérieur et inférieur de la papille ainsi que le centre fovéolaire).

Le repère utilisé était celui fourni directement par le logiciel dans le menu « Fenêtre » rubrique « infos », nous l'appellerons $O(o, i \rightarrow, j \rightarrow)$: repère d'origine $o(0, 0)$. L'unité de mesure est le pixel.

Il présente deux axes orthogonaux :

- l'axe des x : orienté de la gauche vers la droite et divisé en 2045 pixels,
- l'axe des y : orienté de haut en bas et divisé en 1357 pixels.

Le pointeur était placé sur les points remarquables définis précédemment. Les coordonnées étaient relevées et introduites dans une feuille de calcul (tableur Microsoft Excel®).

1.3. Analyse des données

Commençons notre analyse sur un œil droit (*Figure 9*).

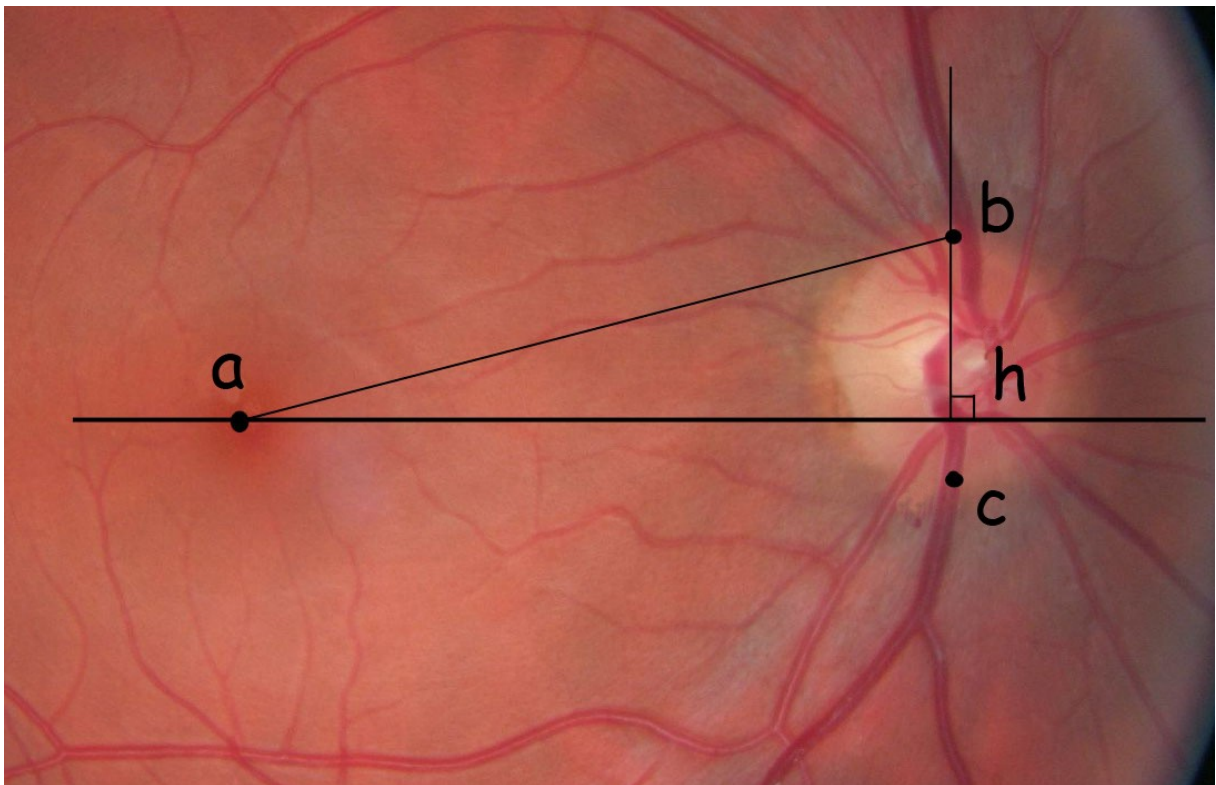


Figure 9 : Analyse des rétino­photographies : repères anatomiques remarquables

Soit :

- a : le point situé au centre fovéolaire d'abscisse $x(a)$ et d'ordonnée $y(a)$ dans le repère O ,
- b : le point situé au pôle supérieur de la papille d'abscisse $x(b)$ et d'ordonnée $y(b)$ dans le repère O ,
- c : le point situé au pôle inférieur de la papille d'abscisse $x(c)$ et d'ordonnée $y(c)$ dans le repère O ,

Translatons l'origine de notre repère au point « a », nous obtenons un nouveau repère orthonormé d'origine « a » : $A(a, i \rightarrow, j \rightarrow)$

Les coordonnées de « a » dans A deviennent $x(a) \rightarrow x'(a)=0$; $y(a) \rightarrow y'(a)=0$.

On peut ensuite déterminer les nouvelles coordonnées de chaque points dans ce nouveau repère A (coordonnées à l'origine).

Ex : pour b : $x'(b)=x(b)-x(a)$; $y'(b)=y(b)-y(a)$; et ainsi de suite.

Par définition, dans un triangle rectangle, $\tan(a) = \text{coté opposé}(a) / \text{coté adjacent}(a)$.

Par suite le calcul de l'angle en degrés se fait par la conversion :

$a(\text{degrés}) = \arctan(a) * 180 / \pi$.

Soit h la projection de b sur l'axe des abscisses dans le repère A (Figure 10), les coordonnées de h sont $(x'(b) ; 0)$. dans le triangle « abh » rectangle en h, l'angle $\widehat{bah} = \beta$ est égale à : $\tan(\beta) = (hb) / (ah)$, soit $\tan(\beta) = y'(b) / x'(b)$. On peut par suite convertir β en degrés.

De la même façon, si i est la projection de c sur l'axe des abscisses, on peut calculer l'angle $\widehat{cai} = \gamma$

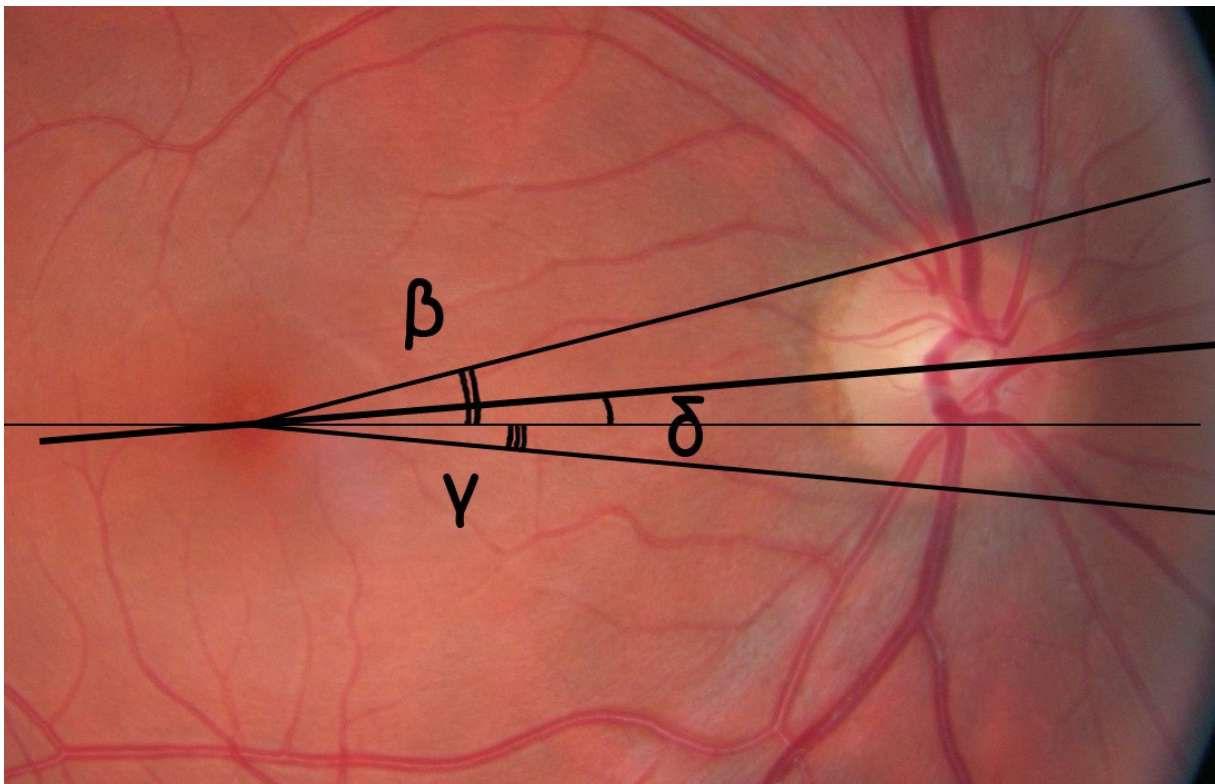


Figure 10 : Analyse des rétinophotographies : angles étudiés

L'angle δ formé par la droite allant du centre de la papille à la fovéola et l'horizontale passant par la fovéola est obtenu par la somme des angles β et γ divisée par 2.

$$\delta = (\beta + \gamma) / 2$$

Du fait de l'orientation des repères, et par convention, tous les angles (β , γ , δ) seront positifs si ils sont situés au dessus de la ligne horizontale passant par la fovéola (dans le sens de l'extorsion), négatifs si ils sont au dessous (dans le sens de l'intorsion).

1.4. Analyse statistique

L'ensemble des données collectées est ensuite utilisé pour une analyse statistique avec le logiciel SYSTAT11®.

Les données suivantes ont été étudiées :

- la distribution des valeurs autour de la valeur moyenne,
- la reproductibilité des mesures chez un même individu, sur deux saisies distinctes (T0 et T1),
- la distribution des valeurs selon la latéralité de l'œil étudié par rapport à l'œil adelphe,
- les caractéristiques de ces distributions en fonction de la classe d'âge étudiée,
- les valeurs de l'échantillon sont extrapolées à la population générale pour analyser une torsion sur une rétinophotographie.

2. Résultats

2.1. Statistiques descriptives

2.1.1. Étude de la population

	Effectifs	Age moyen (années)	Extrêmes	Ecart type
Groupe 1	50	6,9	3 ; 13	2,4
Groupe 2	50	28,4	15 ; 49	8,5
Groupe 3	50	63,6	50 ; 83	9,7
Groupe 4	30	27,6	13 ; 49	8,7

2.1.2. Étude de l'angle papille-fovéola (δ)

	Moyenne (degrés)	Extrêmes	Ecart type	Distribution (valeur de P du test de Lilliefors)*
δ œil droit	5,8	-2,1 ; 13,6	3,2	Normale (0,986) (<i>Figure 11</i>)
δ œil gauche	6,8	-5,0 ; 13,8	3,4	Normale (0,112) (<i>Figure 11</i>)
Angle δ moyen pour un sujet	6,3	-1,6 ; 11,2	2,6	Normale (0,075) (<i>Figure 11</i>)
Angle δ pour tous les yeux (n=300)	6,3	-5,0 ; 13,8	3,4	Normale (0,193) (<i>Figure 11</i>)

* le test de Lilliefors est en faveur d'une distribution normale si la valeur de P est supérieure à 0,05.

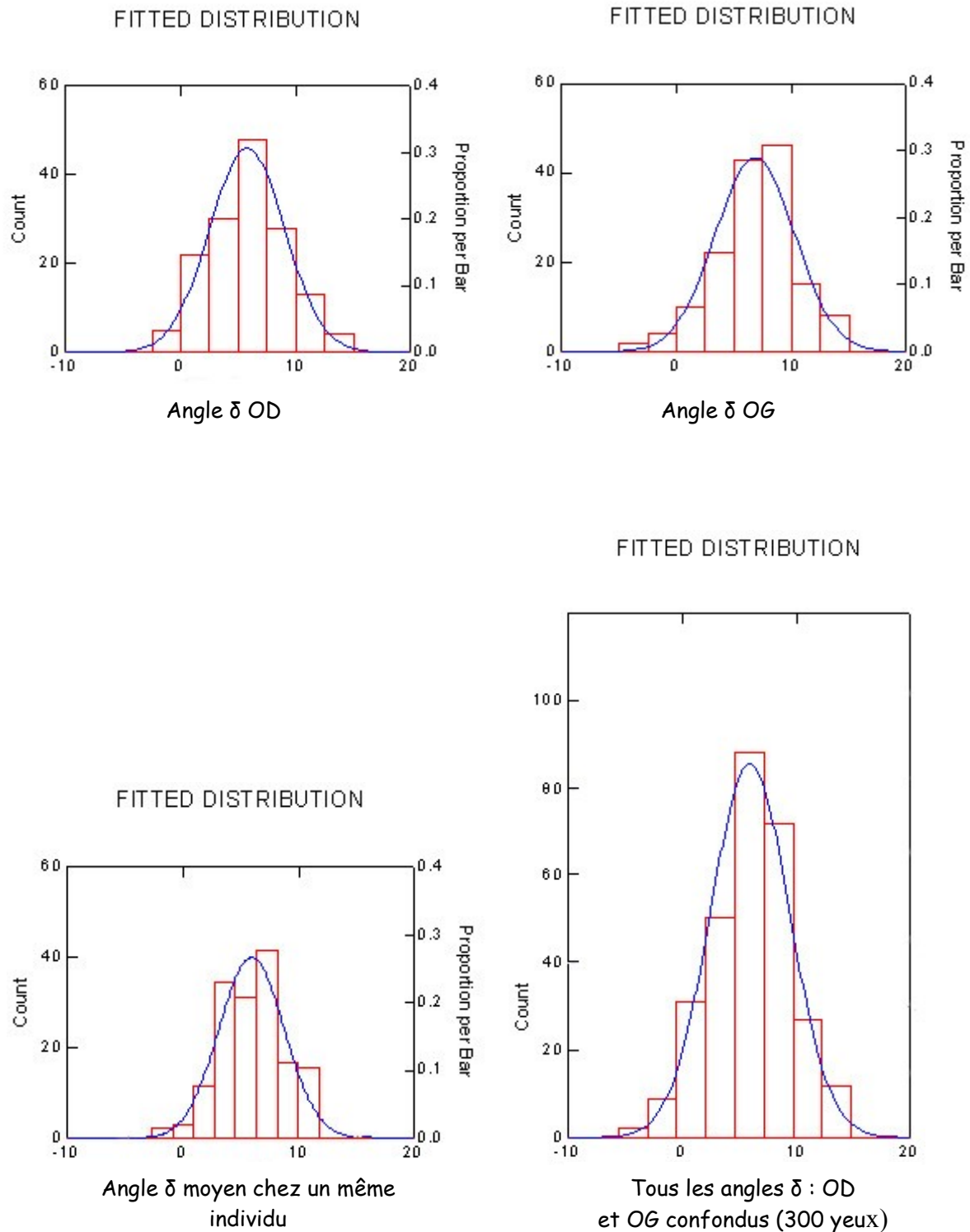


Figure 11 : Représentations graphiques de la distribution des différents angles étudiés chez les sujets non pathologiques

En rouge : distribution de la population de notre échantillon

En bleu : assimilation à la distribution normale correspondante

2.2. Statistique analytique

2.2.1. Étude de la reproductibilité des mesures chez un même individu

Deux saisies distinctes (temps : T0 et T1), avec une moyenne de 131 jours entre les deux examens (maximum : 201 jours, minimum : 16 jours, écart-type : 48 jours).

L'appariement est recherché en respectant la latéralité.

L'analyse des résultats obtenus avec un test non paramétrique de Wilcoxon sur les rangs signés ne met pas en évidence de différence significative entre les deux mesures (valeurs du Wilcoxon : $p=0,125$ pour l'œil droit; $p=0,069$ pour l'œil gauche) (Figure 12).

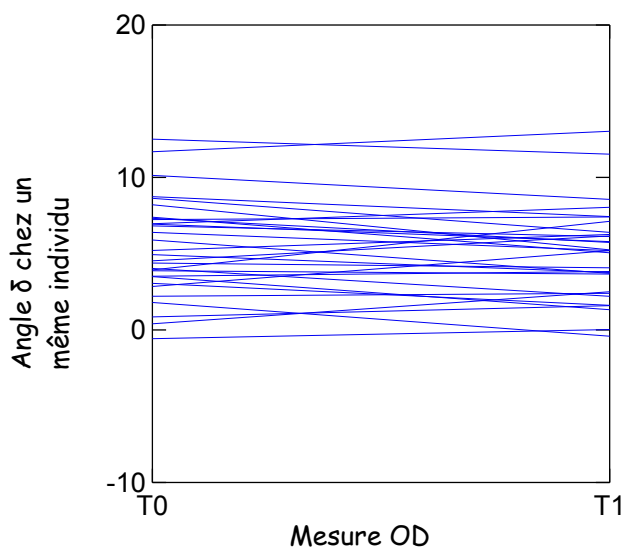
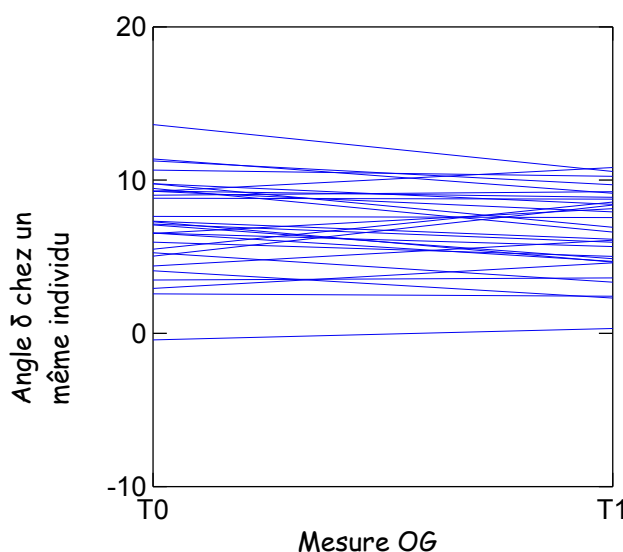


Figure 12 : Comparaison de deux mesures chez un même individu à deux temps différents

1ère mesure : T0
2ème mesure : T1



2.2.2. Étude des angles en fonction de leur latéralité :

La réalisation d'un test t apparié étudiant l'angle δ de l'œil droit et l'œil gauche chez un même individu met en évidence un angle inférieur du côté droit par rapport au côté gauche, de façon très significative dans la population de notre échantillon ($p=0,002$), (valeur absolue de la moyenne des différences = $1,051^\circ$ ($\pm 4,267$)).

2.2.3. Étude de la distribution des angles en fonction des classes d'âge

Les différents paramètres ont été étudiés. La réalisation d'un test non paramétrique de Kruskal-Wallis sur les trois groupes ne montre pas de différence significative entre eux.

Paramètre étudié	Valeur de P du test statistique de Kruskal-Wallis
Angle δ œil droit	0,074
Angle δ œil gauche	0,126
Angle δ moyen	0,148

On constate graphiquement que la distribution est effectivement homogène pour chaque tranche d'âge (*Figure 13*).

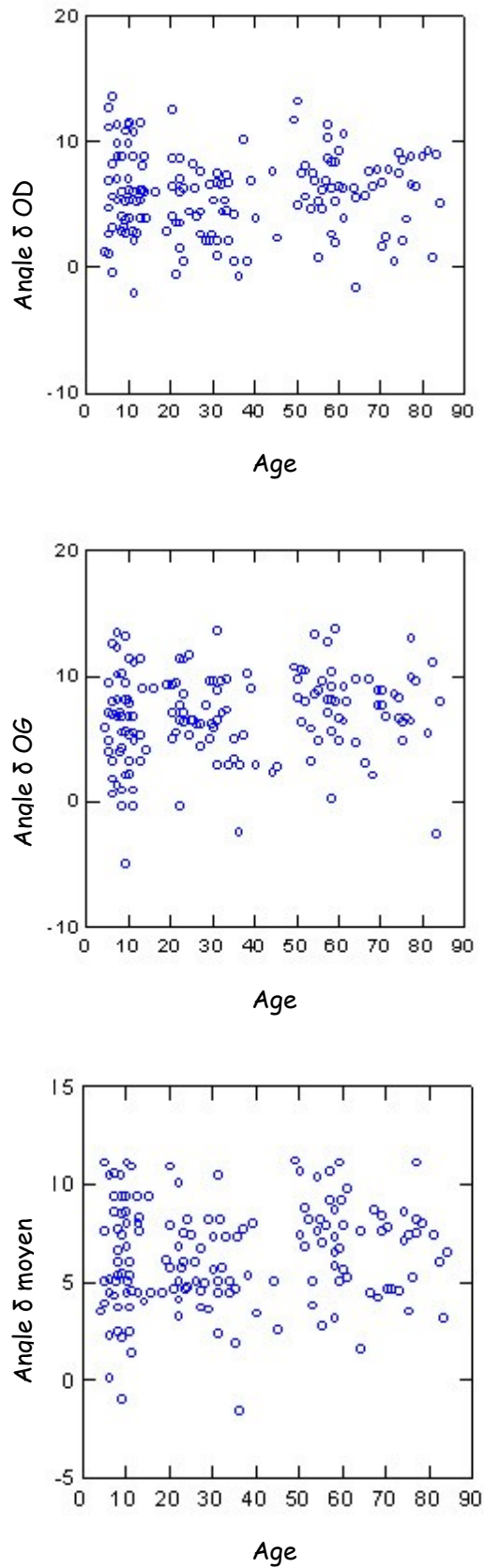


Figure 13 : Répartition des angles δ dans les différentes classes d'âges

2.2.4. Analyse de la répartition angulaire par rapport aux repères anatomiques du fond d'œil

La zone de projection normale de la fovéola sur la papille proposée par d'autres auteurs [1] s'étend du centre papillaire au pôle inférieur de cette même papille (Figure 14).

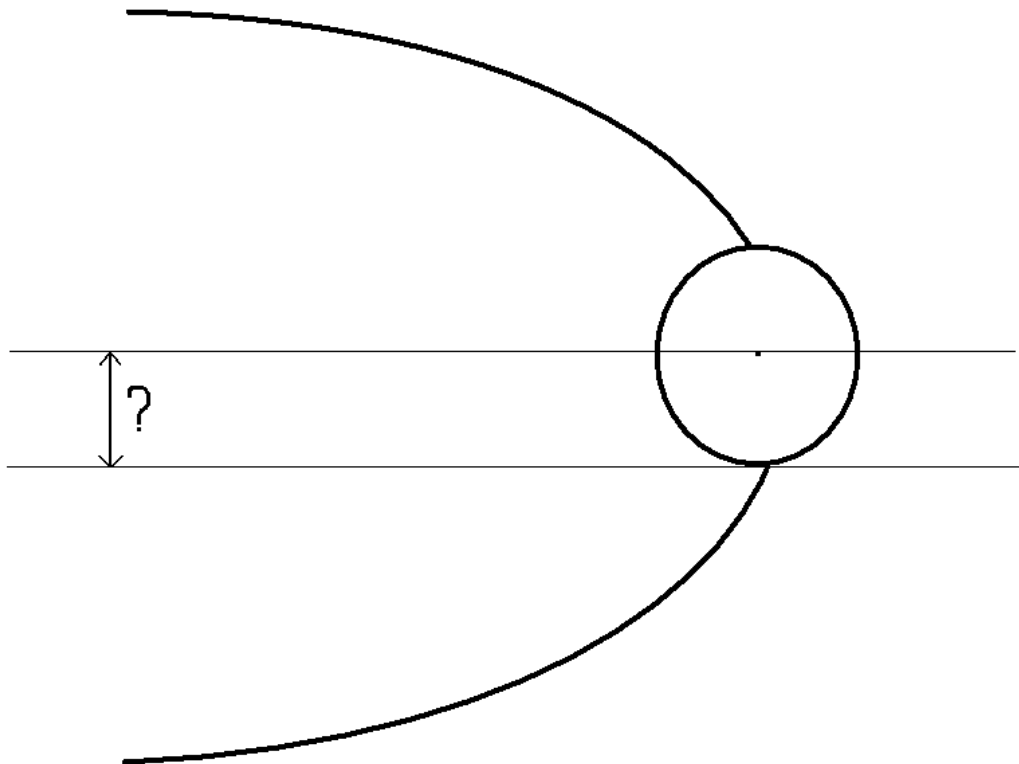


Figure 14 : Schématisation des bornes proposées pour caractériser la localisation fovéolaire

Pour un œil

- Intorsion

Dans 289 cas sur 300 (soit 96,3%), la fovéola se projetait au dessous du centre papillaire.

- Extorsion

Dans 270 cas sur 300 (soit 90,0%), la fovéola se projetait au dessus du pole inférieur de la papille.

Cette projection en dessous de la papille n'était pas en rapport avec la taille du disque optique (pas de corrélation entre la présence d'une petite papille et la projection sous le pole inférieur) (*Figure 15*).

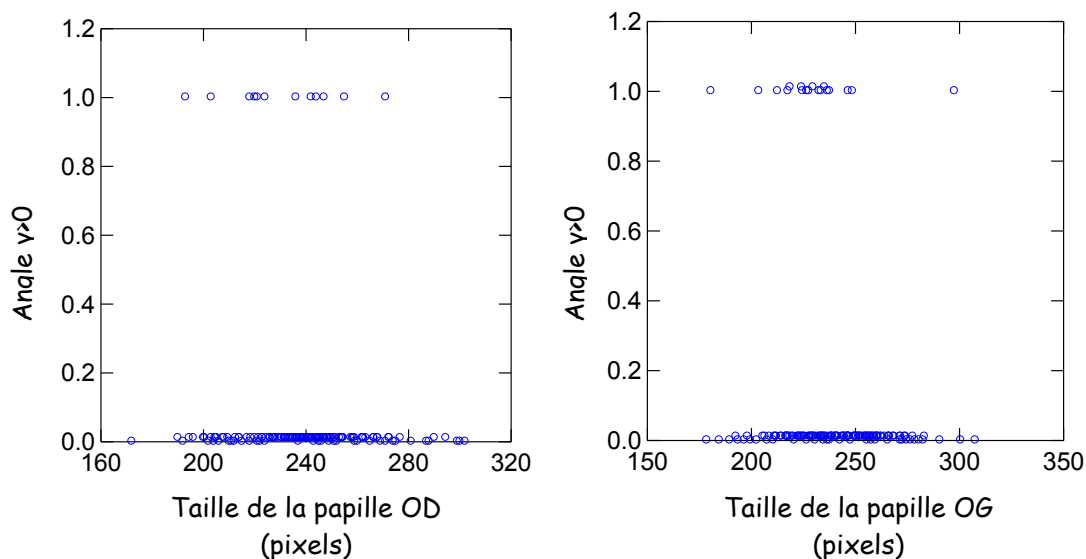


Figure 15 : Répartition des sujets présentant une extorsion hors limite en fonction de la taille papillaire

En ordonnée : Angle $y>0$: 1 = extorsion hors limite

Angle $y<0$: 0 = pas d'extorsion hors limite

Pour un individu

- Intorsion

Dans 140 cas sur 150 (soit 93,3%), la fovéola se projetait au dessous du centre papillaire, sur l'un ou l'autre des deux yeux d'un même individu.

- Extorsion

Dans 122 cas sur 150 (soit 81,4%), la fovéola se projetait au dessous du centre papillaire, sur l'un ou l'autre des deux yeux d'un même individu.

La probabilité pour qu'un œil au moins soit en extorsion pathologique chez un individu est donc de 18,6%.

2.2.5. Extrapolation à la population générale à partir de l'échantillon

Intorsion

Si on considère que notre échantillon de 150 sujets repartis sur l'ensemble des classes d'âge est représentatif de la population générale, on peut déterminer quelle est la probabilité de considérer comme pathologique un sujet sain en analysant sa cyclotorsion avec une rétinophotographie. On prend comme limite de la normalité pour l'intorsion une projection au niveau du centre papillaire. Pour l'extorsion une projection au niveau du pôle inférieur.

En intorsion : on va étudier le signe algébrique de l'angle δ . En effet si la fovéola se projette au dessus du centre papillaire, l'angle fovéola-papille est négatif. De ce fait nous n'avons qu'à déterminer la probabilité que l'angle δ soit négatif. Dans la population générale, la répartition de l'angle δ non latéralisé suit une loi Normale de moyenne = 6,30533 et d'écart type = 3,39566. Le risque de considérer comme une intorsion pathologique la torsion d'un sujet sain est de 3,2% (taux de faux positif) (Figure 16).

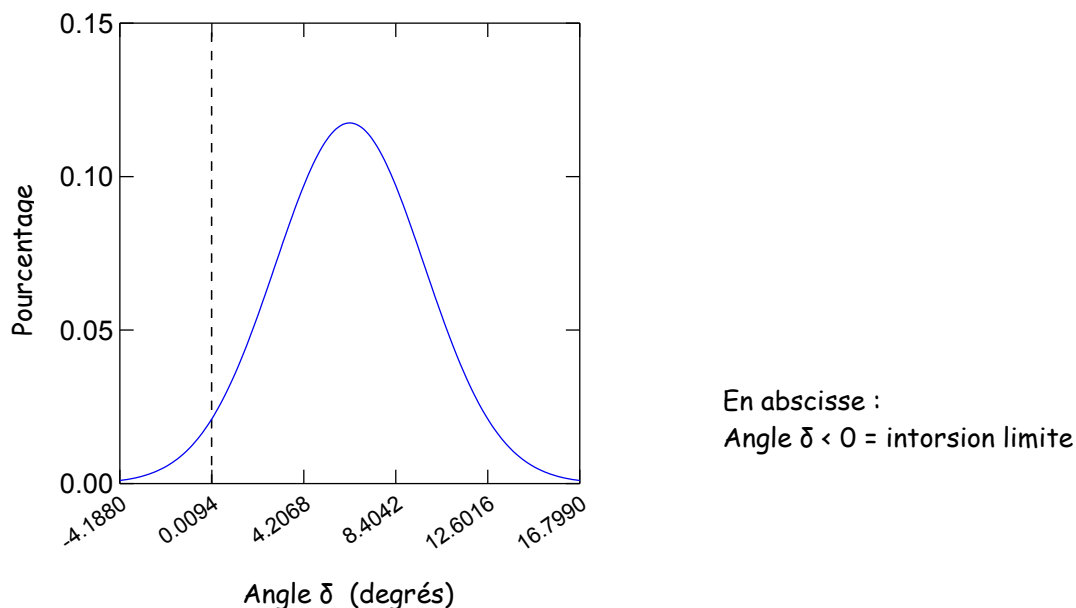


Figure 16 : Extrapolation à la population générale à partir de notre échantillon : intorsion

Extorsion

De même en extorsion : on va étudier le signe algébrique de l'angle γ . En effet si la fovéola se projette au dessous du pôle inférieur de la papille, l'angle fovéola-pôle inférieur de la papille est positif. De ce fait nous n'avons qu'à déterminer la probabilité que l'angle γ soit positif. Dans la population générale, la répartition de l'angle γ non latéralisé suit une loi Normale (test de Lilliefors : $p = 0,3348$) de moyenne = -4,71033 et d'écart type = 3,63443. Le risque de considérer comme une extorsion pathologique la torsion d'un sujet sain est de 9,7% (taux de faux positif) (*Figure 17*).

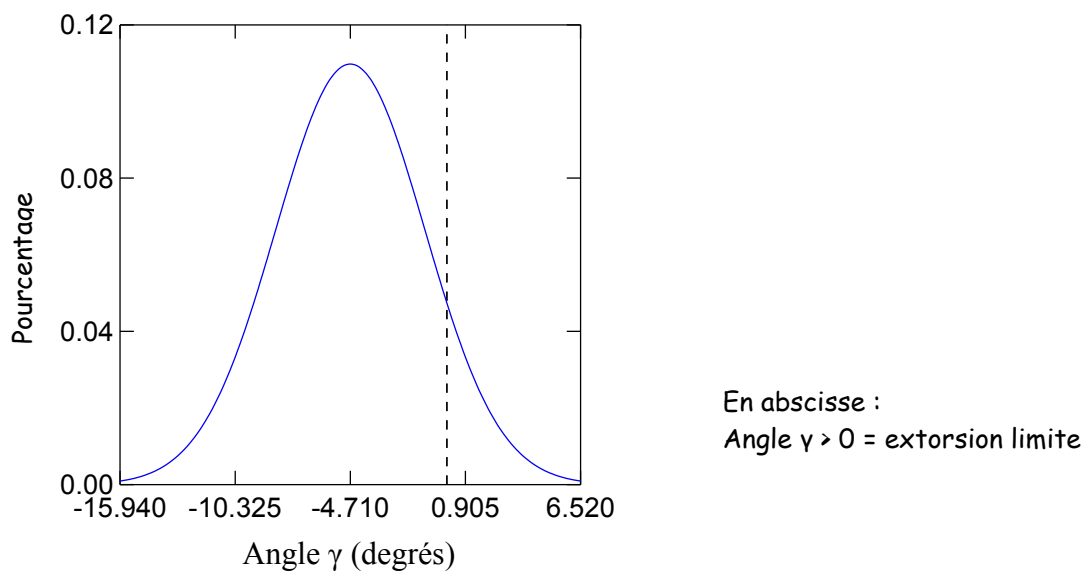


Figure 17 : Extrapolation à la population générale à partir de notre échantillon : extorsion

3. Discussion

Les études publiées chez le sujet normal, analysant des rétinophotographies sont rares. Leurs résultats sont collectés dans le tableau suivant :

Auteurs	Nb de sujets	Angle δ (degrés)	Déviati on standard	Différence [OD-OG]	Technique
Bixenman MD et von Noorden MD [1]	42	7,25°	+/- 2,57°	1,6° (+/- 1,22°)	Rétinophotographies
Dadi M et Hernandez M [8]	10	6,60°	+/- 2,62°	0,4° (+/- 3,23°)	Rétinophotographies
Kothari MT et coll [23]	36	6,1°	+/- 4,3°	*	Rétinophotographies
Rohrschneider K [36]	104 yeux	5,6°	+/- 3,3°	*	SLO
Gracis GP [15]	37	6,5°	+/- 1,2°	*	Cyclomètre bi-oculaire

Il est à noter que la plus faible déviation standard publiée est retrouvée dans l'étude de Gracis GP [15] : il s'agissait d'une méthode subjective de mesure et cette faible déviation standard confirme les réserves que l'on peut émettre sur l'exactitude de cette méthode de mesures.

Notre étude fait ressortir plusieurs éléments essentiels.

- Les mesures de la torsion au fond d'œil chez un même individu sont reproductibles dans le temps sans que les différences soit significatives d'une mesure à l'autre. Ceci était le préalable essentiel à une utilisation courante de cet élément clinique.
- La répartition de l'angle δ suit une distribution normale. Cet angle de 6,3 degrés en moyenne est associé à un écart type de presque sa moitié (3,4°). Cela met en évidence les fluctuations interindividuelles qui existent et laisse présager du chevauchement possible entre les valeurs du sujet normal et celle du sujet pathologique.

- Il existe une asymétrie entre l'œil droit et l'œil gauche. Ce paramètre apparaissait déjà dans quelques-unes des publications précédentes [1, 8], peut-être s'agit-il d'un problème d'échantillonnage.
- Il n'y a pas de variation de la répartition des angles en fonction de l'âge.
- Enfin on confirme les limites physiologiques acceptables de la torsion au fond d'œil qui vont permettre en pratique routinière de dépister des sujets pathologiques avec une bonne sensibilité : 87,1% ($100 - (9,7 + 3,2)$), (valeur prédictive positive): probabilité pour qu'un sujet en dehors des limites fixé soit effectivement pathologique.

Nb : Valeur prédictive positive en intorsion : 96,8%.

Valeur prédictive positive en extorsion : 90,3%.

III. PARALYSIE DU IV ET SIGNES CLINIQUES

1. Matériels et méthodes

1.1. Patients

Étude rétrospective de 116 dossiers de paralysies oculomotrices du IV, opérées dans le service du CHU de Nantes entre Mai 2001 et Mai 2006.

N'ont été conservés que les dossiers :

- ayant une paralysie oculomotrice isolée, congénitale unilatérale du IV
- n'ayant jamais eu de chirurgie oculomotrice au préalable
- ayant eu une IRM orbitaire

Au total 38 dossiers ont été retenus.

1.2. Recueil des données

- les données de l'examen clinique étaient relevées dans les dossiers cliniques
- les comptes rendus des IRM orbitaire ont été analysés
- les Test de Guyton 1, conservés sous forme de documents photographiques numériques « jpeg » ont été ressortis et visionnés
- les rétinophotographies étaient prises systématiquement en pré-opératoire et sauvegardées sous forme de documents photographiques numériques « jpeg ».Elle ont été ressorties et analysées.

1.3. Analyse des données

Les données sont étudiées et analysées de façon binaire (présence ou absence du signe étudié) et de façon quantitative.

1.3.1. Données de l'examen clinique

Torticolis

- Binaire : présence ou absence de torticolis

- Semi quantitative : amplitude faible, moyenne ou grande. Sa latéralisation était également consignée

Signe de Bielschowsky

Tout d'abord, il faut rappeler qu'il n'y a pas de règle d'inclinaison, ni de règle pour la positivité, qui soient unanimement admises. Nous l'avons donc interprété comme suit :

- Binaire : celui ci était considéré comme positif pour une différence de déviation verticale supérieure ou égale à 6 dioptries prismatiques entre les 2 positions : tête sur épaule du coté pathologique et tête sur épaule du coté sain (Bielschowsky différentiel). Il était également considéré comme positif lorsque la déviation verticale augmentée de plus de 2 dioptries entre la position primaire et la position tête penchée sur l'épaule du coté pathologique
- Quantitative : mesuré en dioptries prismatiques

Étude de la déviométrie

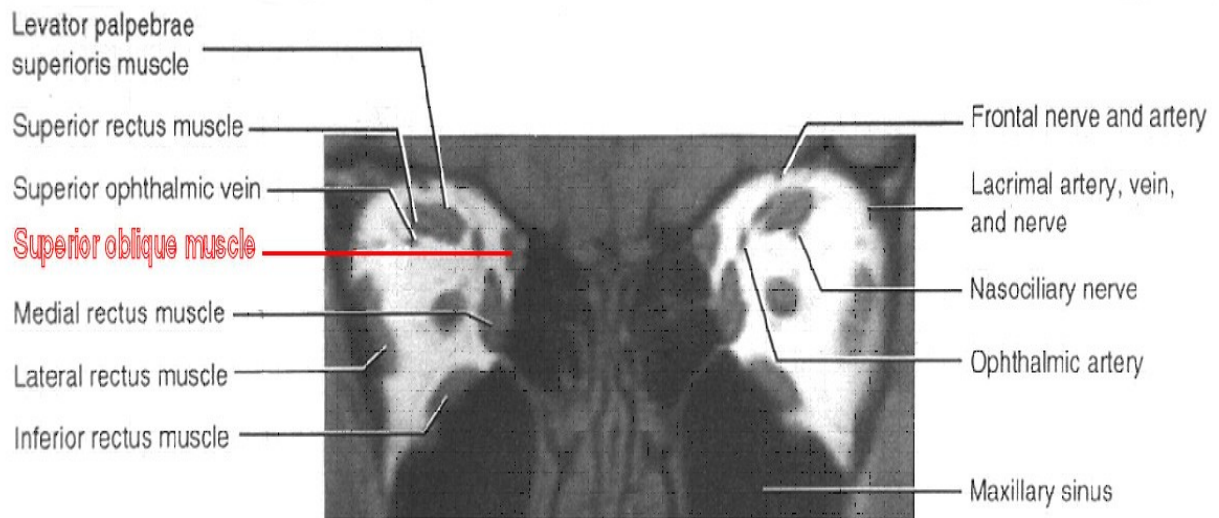
- Étude de la déviation en position primaire :
 - Binaire : non effectuée, car non significative par rapport à la mesure quantitative.
 - Quantitative : mesuré en dioptries prismatiques
- Recherche d'une incomitance de la déviation
 - Binaire : considérée comme significative pour une différence supérieure ou égale à 8 dioptries prismatiques. Dans les regards latéraux nous avons étudié la déviation verticale. Dans les regards verticaux nous avons étudié la déviation horizontale (recherche d'un syndrome alphabétique).
 - Quantitative : mesurée en dioptries prismatiques
- Analyse de la motricité oculaire : dans les 9 champs du regard : étude des ductions et des versions. La présence et la latéralité d'une élévation en adduction était relevée.
 - Binaire : présence ou absence d'élévation en adduction
 - Semi quantitative : élévation cotée en une, deux, ou trois croix

1.3.2. IRM orbitaire préopératoire systématique

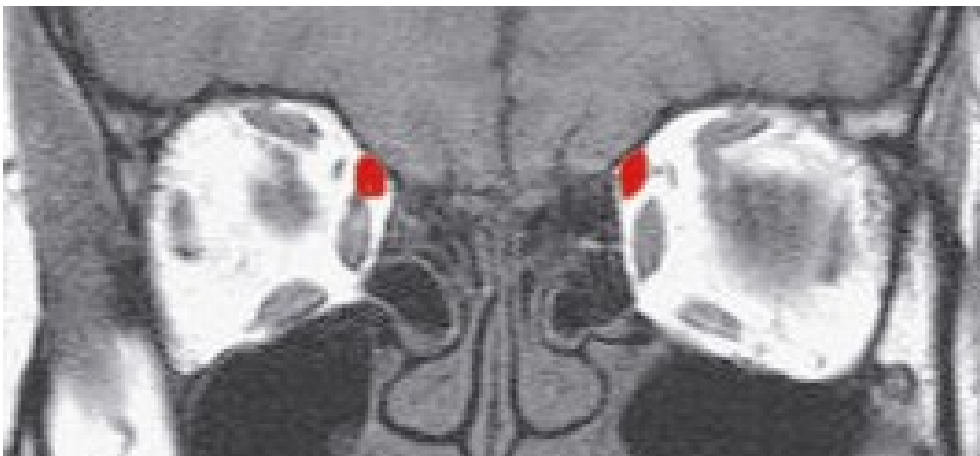
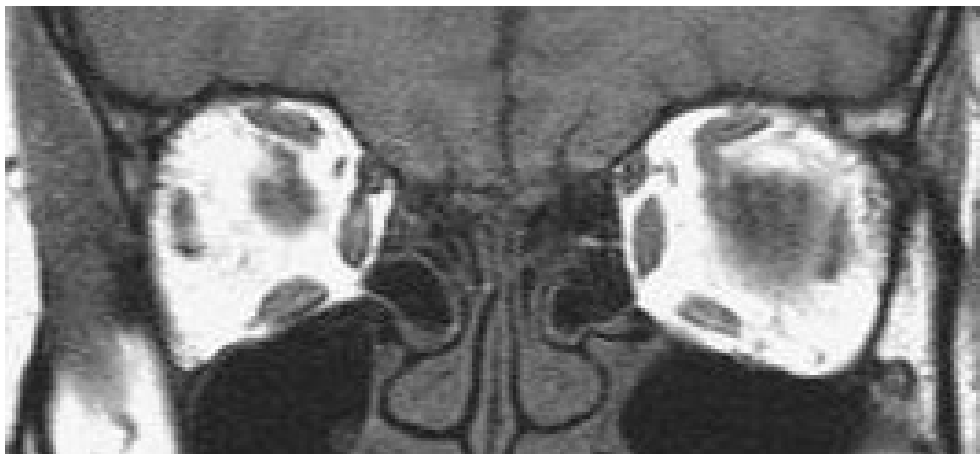
Effectuée par un même radiologue (Dr Gayet M.), nous avons recherché une atrophie des muscles oculomoteurs et notamment une atrophie des muscles obliques supérieurs. Les coupes sériées tout les 3 mm (via une antenne adaptée en séquence haute résolution, sur une matrice de 512) permettant de localiser l'atrophie (corps ; tendon ; ou portion réfléchie du muscle). Pour l'examen, les patients étaient allongés dans le tube d'IRM et regardaient droit devant eux sans point de fixation présenté.

- Binaire : présence ou absence d'atrophie (*Figure 18, Figure 19*)
- Semi quantitatif : la cotation de l'atrophie était faite selon trois niveaux : absente, modérée, sévère.

Une étude préliminaire menée dans le service avait montrée une bonne corrélation entre le diagnostique porté par notre radiologue (mesure semi quantitative) et la surface réelle de la tranche de section IRM du muscle analysé avec l'aide d'un logiciel graphique (mesure quantitative).

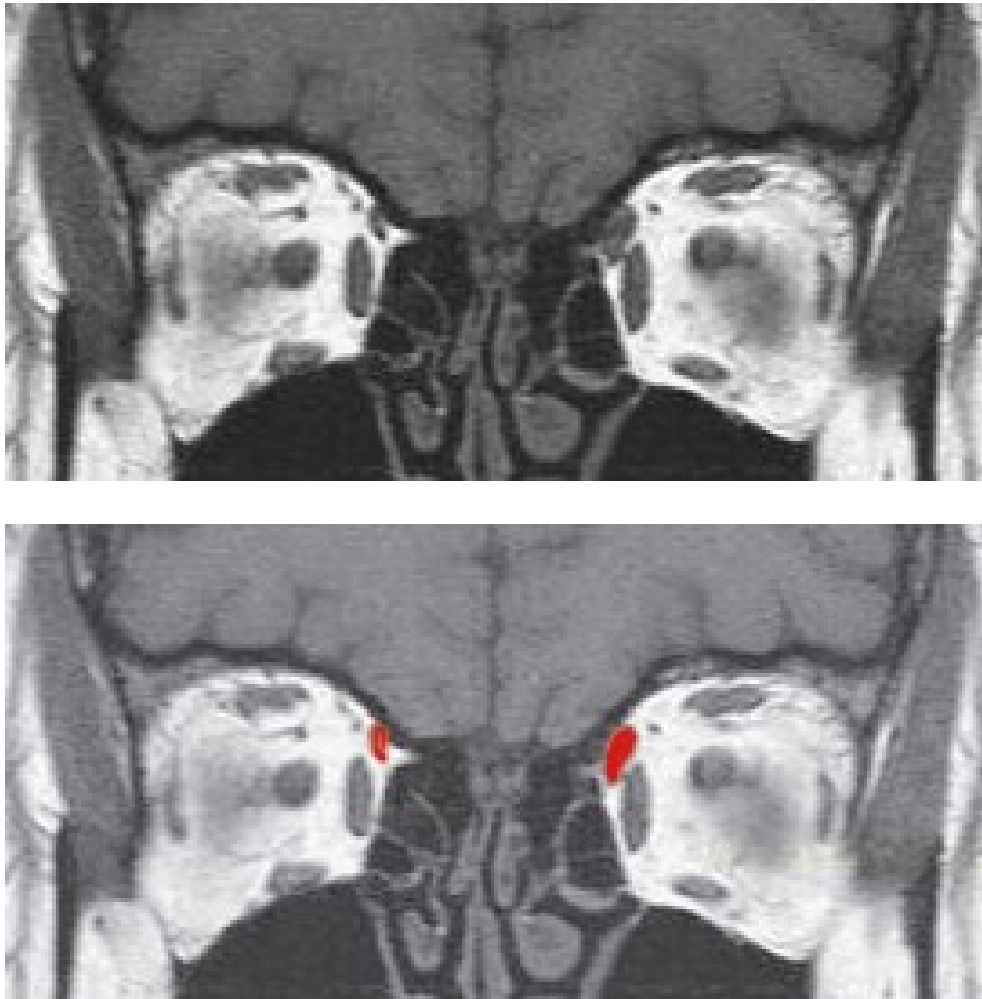


Extrait de Bourjat P. Imagerie oculo-orbitaire, Masson



Muscles obliques supérieurs en rouge : symétriques

Figure 18 : IRM normale (coupe frontale dans le plan des pôles postérieurs des globes oculaires)



Muscles obliques supérieurs en rouge : atrophie du côté de la paralysie

Figure 19 : IRM paralysie oculomotrice du IV droit

1.3.3. Test de Guyton 1

Il était toujours réalisé par le même chirurgien (Pr Péchereau A.). En per-opératoire, sous anesthésie générale avec curarisation, ce test était effectué sous microscope et photographié numériquement. Les clichés photographiques étaient ouverts sous Adobe Photoshop Eléments® et une cotation de la laxité était effectuée selon l'échelle suivante :

Orientation :
tête ↑
droite ← → gauche
pieds ↓

- élongation normale (*Figures 20*) : le limbe de l'œil porté en adduction et en élévation vient border la marge palpébrale supérieure qui est maintenu par un écarteur de type colibri,

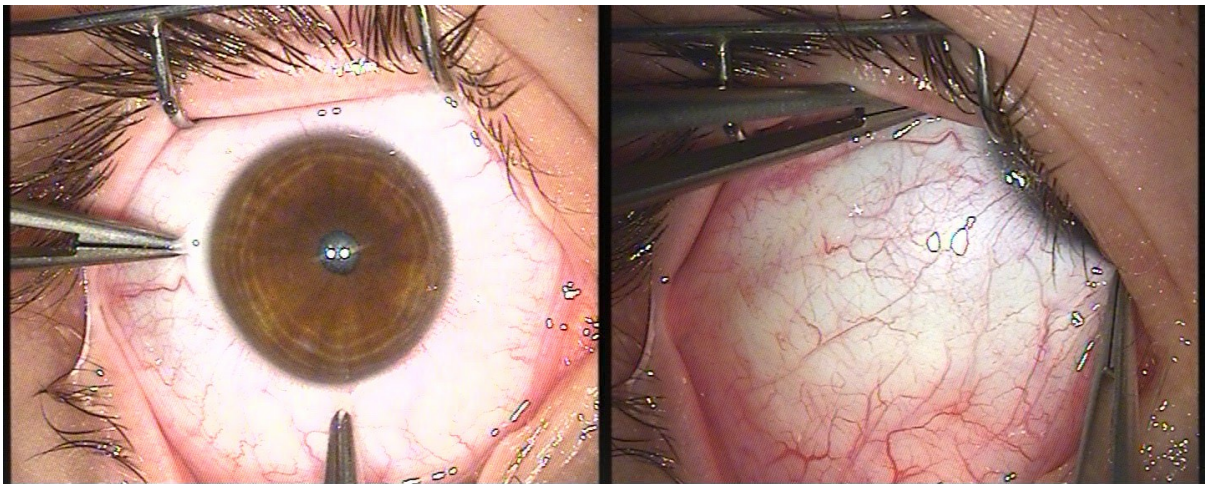


Figure 20 : Guyton 1 per opératoire OD : normal (limbe au niveau de marge palpébrale)

- hyper-élongation (*Figure 21*) : le limbe disparaît sous la marge palpébrale,

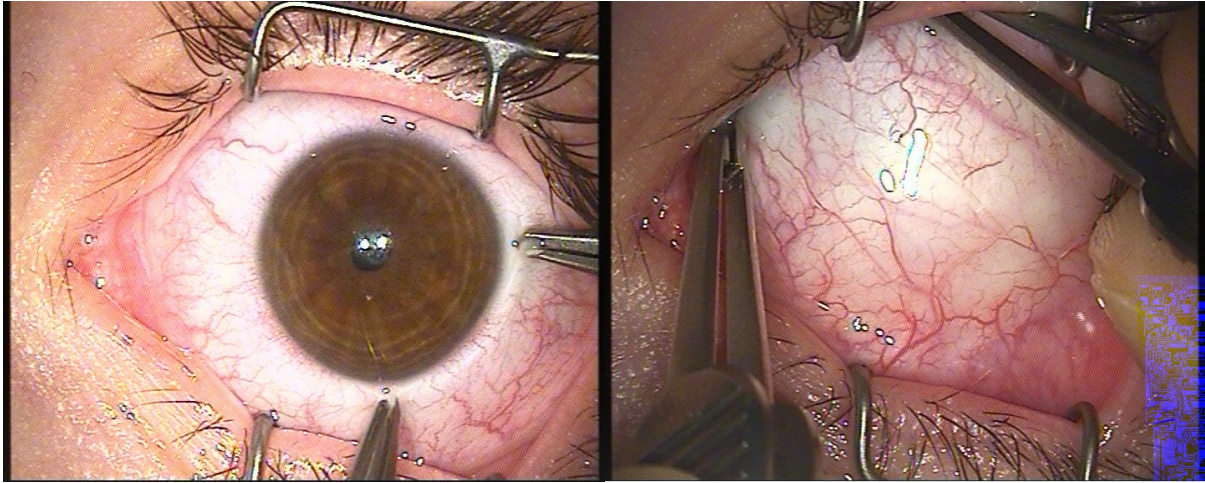


Figure 21 : Guyton 1 per opératoire OG : hyper-élongation (limbe disparaît sous le bord palpébral)

- hypo-élongation (*Figure 22*) : le limbe reste apparent sans atteindre le bord palpébral.

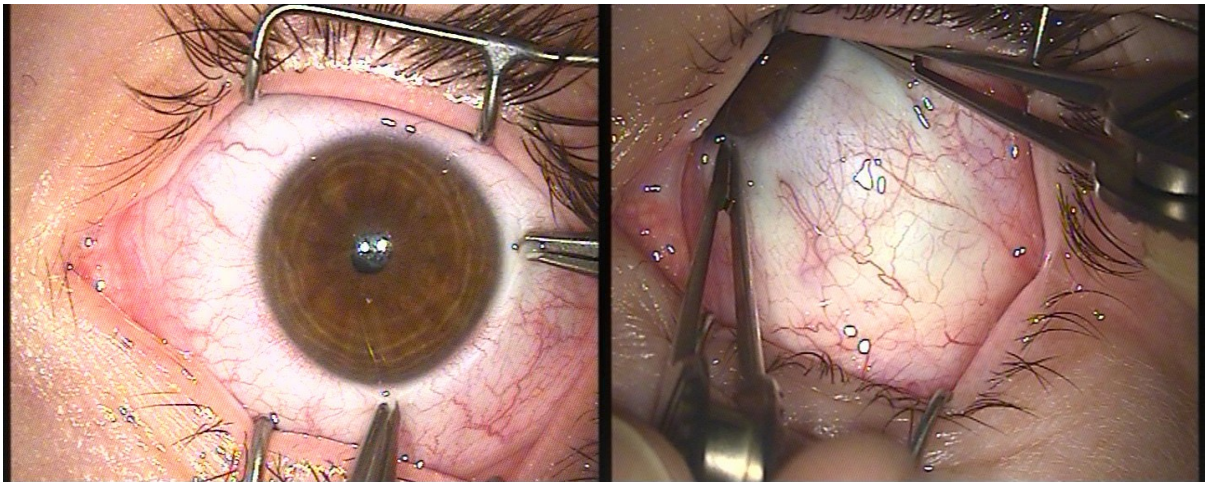


Figure 22 : Guyton 1 per opératoire OG : hypo-élongation (le limbe n'atteint pas le bord palpébral)

Dans notre analyse, nous avons étudié également le différentiel d'élongation d'un côté par rapport au côté opposé, c'est-à-dire le différentiel d'élongation relatif d'un côté par rapport au côté opposé.

Nous l'avons nommé le : « Guyton 1 différentiel » (*Figure 23*).

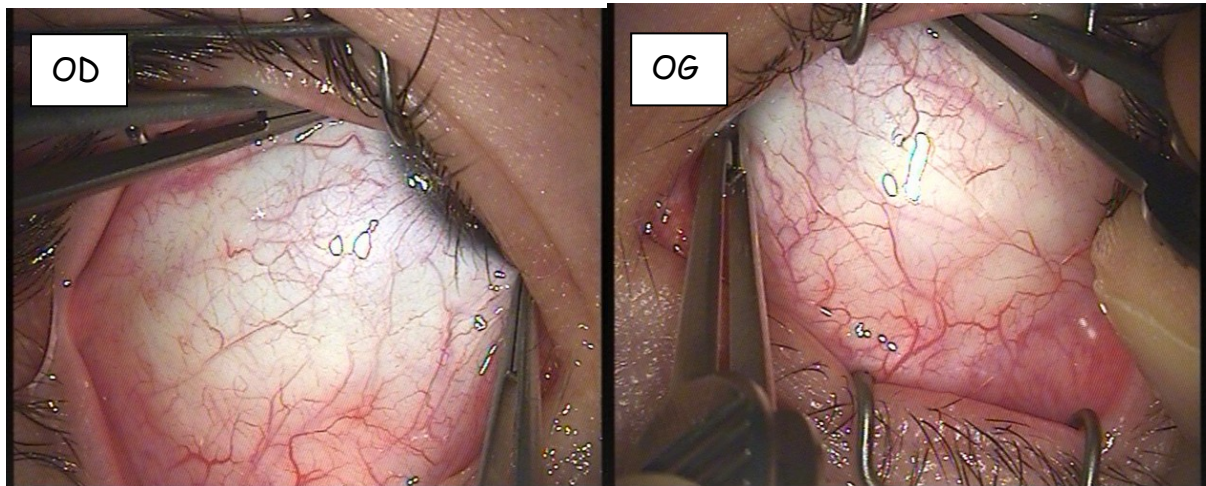
Orientation :

tête ↑
droite ← → gauche
pieds ↓

- 1er cas : Patient n°35 ; POM IV gauche

Guyton 1 : OD : normal / OG : hyper-élongation

Guyton 1 différentiel : hyper-élongation relative du coté gauche par rapport au coté droit



- 2ème cas : Patient n°31 ; POM IV droite

Guyton 1 : OD : normal / OG : hypo-élongation

Guyton 1 différentiel : hyper-élongation relative du coté droit par rapport au coté gauche

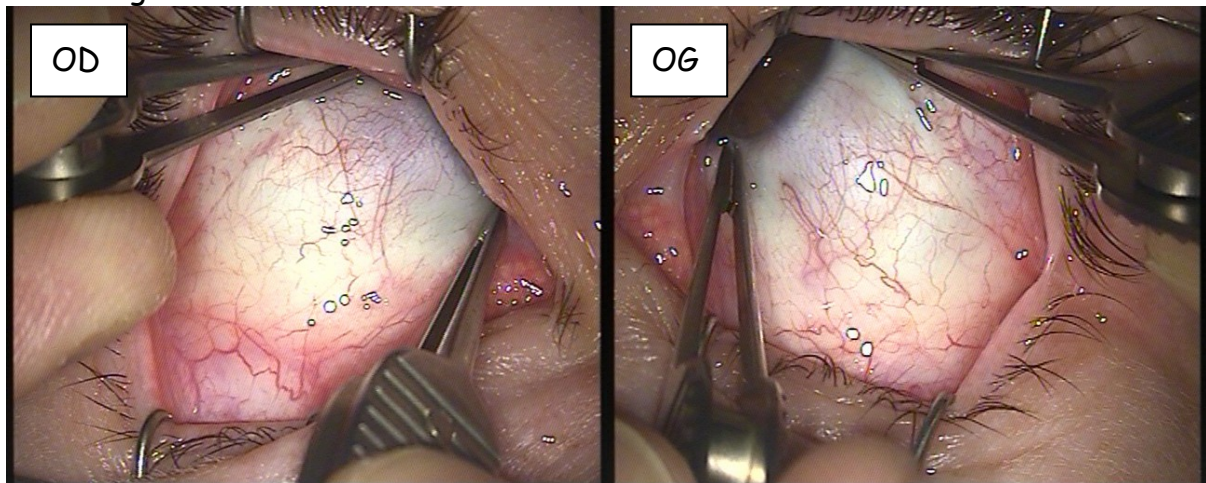


Figure 23 : Guyton 1 différentiel : intérêt diagnostique

Ces deux exemples montrent bien l'intérêt du Guyton 1 différentiel qui permet de mettre en évidence une hyper-élongation relative du coté pathologique alors que le Guyton 1 "brut" aurait été considéré comme normal.

1.3.4. Étude de l'angle papille-fovéola par analyse des rétinoscopographies

Comme nous l'avons montré dans la première partie de ce travail l'angle entre la papille et la fovéola chez une population de sujet non pathologique suit une distribution normale autour de certaines valeurs précitées.

Quand est-il chez le sujet ayant un trouble tortionnel ?

1.4. Analyse statistique

En deux temps :

- Premièrement : étude spécifique de l'angle δ dans cette population pathologique. L'angle δ est, rappelons le, l'angle formé par la fovéola et le centre papillaire par rapport à l'horizontale. Cette analyse reprend en tout point la méthodologie et les calculs effectués en deuxième partie de ce travail (II. Étude des sujets normaux) pour l'étude des sujets non pathologiques.
- Deuxièmement : étude de la sensibilité diagnostique de chacun des éléments cliniques suscités dans les tableaux de paralysies congénitales du IV.

Les données recueillies ont été introduites dans une feuille de calcul (tableur Microsoft Excel®). En fonction de la pertinence clinique de chaque paramètre une transformation des données brutes a été effectuée quand cela était nécessaire. Elles ont ensuite été analysées statistiquement avec le logiciel SYSTAT11®. Une étude de la sensibilité diagnostique des éléments cliniques a été réalisée, puis nous avons étudiés deux à deux les liens qui pouvait exister entre différents éléments cliniques, afin de déterminer les éventuelles relations existantes entre eux.

2. Résultats

A. Étude spécifique de l'angle δ

A.1. Statistiques descriptives

A.1.1. Étude de la population

C'est le groupe des patients : POM IV.

	Effectif	Age moyen (années)	Extrêmes	Ecart type
Groupe POM IV	38	28	7 ; 65	17 ,3

A.1.2. Étude de l'angle papille-fovéola (δ)

	Moyenne (degrés)	Extrêmes	Ecart type	Distribution (valeur de P du test de Lilliefors)
δ œil du côté pathologique	10,7	0,4 ; 20,8	3,8	Normale (0,481)
δ œil du côté sain	8,8	-6,6 ; 22,4	5,7	Normale (0,110)
Angle δ moyen pour un sujet	9,6	1,0 ; 18,0	3,5	Normale (0,756)
Angle δ pour tous les yeux (n=68)	9,6	-6,6 ; 22,4	5,2	Normale (0,056) (Figure 24)

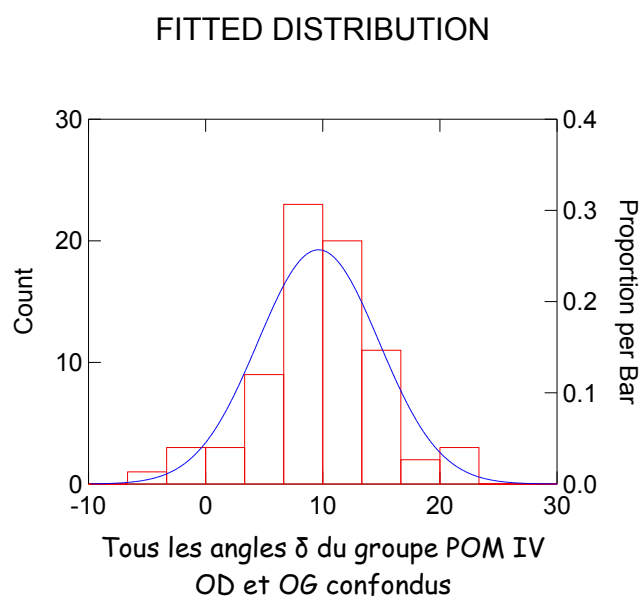


Figure 24 : Représentations graphiques de la distribution des angles δ étudiés chez les sujets pathologiques

A.2. Statistiques analytiques

A.2.1. Étude des angles de l'échantillon par rapport aux angles de la population saine

Dans la première partie de ce travail nous avons déterminé la distribution des angles δ dans une population non pathologique.

La répartition chez le sujet pathologique diffère t-elle de la précédente ?

Pour le savoir, nous avons comparé les distributions des angles δ du côté sain et du côté pathologique par rapport à la distribution de référence.

De même nous avons comparé la distribution de l'angle moyen pour un sujet du groupe POM IV à la distribution de ce même angle dans la distribution de référence (NB : l'angle moyen pour un sujet correspond à la somme des angles de ses deux yeux divisée par 2).

La réalisation d'un test t de comparaison d'une moyenne observée à une moyenne théorique met en évidence des différences très significatives entre tous les groupes étudiés.

Paramètre étudié par rapport à l'angle δ dans la population de référence non pathologique	Valeur de P du test t
Angle δ œil du côté pathologique	< 0,0001
Angle δ œil du côté sain	< 0,0001
Angle δ moyen pour un sujet du groupe POM IV	< 0,0001

Graphiquement on objective la différence entre les distributions (Figure 25)

La réalisation d'un test non paramétrique de Mann Whitney U test comparant les distributions au sein du groupe pathologique des angles δ du côté pathologique par rapport au côté sain met en évidence une différence significative entre les deux groupes étudiés.

Paramètre étudié chez les sujets du groupe POM IV	Valeur du test t
Angle δ côté pathologique par rapport au côté sain	0,044

Rappels des résultats obtenus :

Population considérée	Groupe POM IV (degrés)	Sujets sains : angle δ de référence
Angle δ œil du côté pathologique	10,7	6,3
Angle δ œil du côté sain	8,8	6,3
Angle δ moyen pour un sujet	9,6	6,3

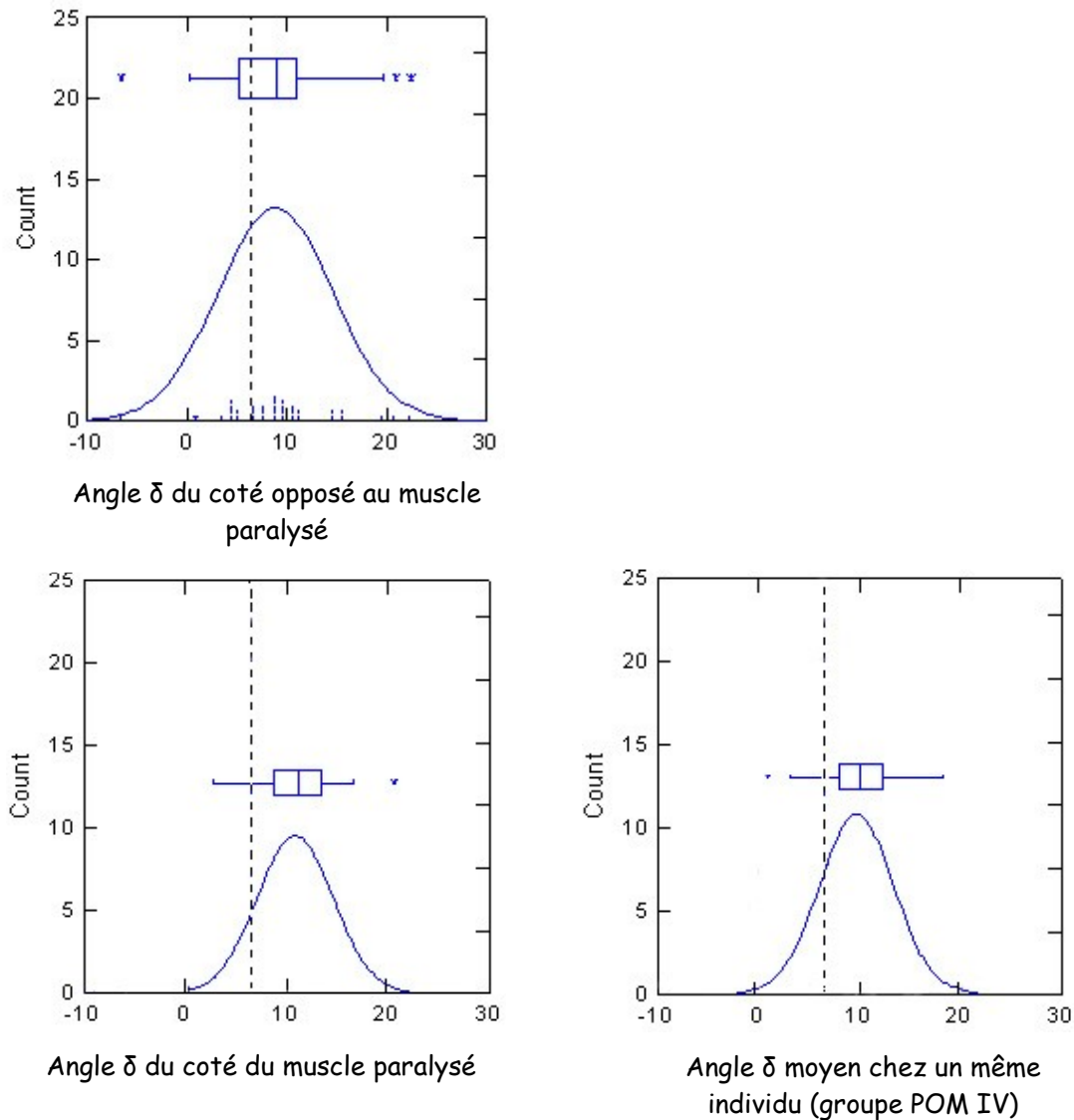


Figure 25 : Représentations graphiques de la distribution des angles chez les sujets pathologiques (en pointillé vertical noir : la moyenne de la distribution normalisée dans la population de sujets sains ; en bleu : la distribution normalisée chez les sujets pathologique : le sommet du dôme correspond à la moyenne dans ces groupes)

A.2.2. Analyse de la répartition angulaire par rapport aux repères anatomiques du fond d'œil

La zone de projection normale de la fovéola sur la papille retenue s'étend du centre papillaire au pôle inférieur de cette même papille.

Extorsion

- Œil du côté paralysé :
nous avons retrouvé une extorsion (fovéola sous le pôle inférieur de la papille) dans 18 cas sur 38 (soit 47,36%)
- Œil du côté sain :
nous avons également noté une extorsion (fovéola sous le pôle inférieur de la papille) dans 11 cas sur 38 (soit 28,94%).
- Pour un individu :
en faisant le décompte des cas où l'un des deux côtés, sain ou pathologique présente une extorsion on retient 23 cas sur 38 (soit 60,52%).

Intorsion

- Œil du côté paralysé :
nous n'avons pas retrouvé d'intorsion (fovéola au dessus du centre papillaire).
- Œil du côté sain :
nous avons retrouvé une intorsion chez un sujet : il s'agit d'un sujet présentant une déviation verticale dissociée.

Ésotropie et torsion

Deux sujets présentaient une ésotropie en position primaire. L'un d'entre présente une extorsion bilatérale, l'autre une torsion physiologique sur les deux yeux.

A.3. Discussion

A.3.1. Extorsion

On met clairement en évidence une différence d'angle δ entre notre sous-population de sujet pathologique et la population générale des sujets sains.

Il existe une extorsion significative chez les sujets présentant une paralysie congénitale du IV.

L'extorsion existe du côté pathologique où elle prédomine en fréquence et en amplitude, mais elle existe également du côté sain.

L'amplitude de cette variation angulaire fait passer la majeure partie de notre échantillon au-delà des repères anatomiques du fond d'œil que nous avons retenu, cela permet de les valider.

Ainsi, il est intéressant de constater que dans notre échantillon une extorsion pathologique existe sur au moins un œil dans 60,52%, alors que dans la population non pathologique cette éventualité ne représente que 18,66% des cas.

Dans les autres cas une extorsion supérieure à la normale existe mais elle ne dépasse pas notre repère d'extorsion : le pôle inférieur de la papille. En déplaçant notre borne inférieure du pôle inférieur de la papille vers le centre papillaire nous augmenterions la sensibilité de ce signe clinique mais sa spécificité en serait réduite d'autant.

Le compromis adopté semble satisfaisant et validé par cette étude clinique.

A.3.2. Intorsion

On retiendra qu'il n'est pas retrouvé d'intorsion pathologique du côté de la paralysie.

A.3.3. Relation des signes cliniques entre eux

Le côté de la paralysie par rapport à l'œil fixateur influence-t-il la torsion oculaire ?

- Extorsion de l'œil du côté de la paralysie

Il n'y a pas de différence significative de torsion sur cet œil entre les patients fixant avec l'œil paralysé et ceux fixant avec l'œil controlatéral à la paralysie.

Test non paramétrique : Mann Whitney U test, $p=0,068$.

- Extorsion de l'œil du côté opposé à la paralysie

Il n'y a pas de différence significative de torsion sur cet œil entre les patient fixant avec l'œil paralysé et ceux fixant avec l'œil controlatéral à la paralysie.

Test non paramétrique : Mann Whitney U test, $p=0,330$.

Il n'est donc pas mis en évidence de relation entre la torsion et la latéralisation de l'œil fixateur par rapport à de la paralysie oculomotrice.

A.3.4. Analyse de la littérature

La présence d'une extorsion de l'œil controlatéral à la paralysie est une notion déjà décrite par von Noorden et coll [29], rapportée au principe d'innervation égale de Hering.

Les deux études publiées portent sur des paralysies de l'oblique supérieur acquises et congénitales.

La première étude [29] portant sur 75 patients retrouvait 25% d'excyclotropie subjective (test de Maddox) sur l'œil controlatéral à la paralysie. Elle notait par ailleurs une association entre cette excyclotropie subjective et le fait que l'œil fixateur soit l'œil paralysé. Par contre leurs mesures objectives par rétinophotographies ne confirmaient pas cet excyclodeviation. En conclusion les auteurs insistaient sur les précautions qu'il convenait de prendre pour l'interprétation des examens subjectifs parasités par les modifications de la verticale subjective des sujets.

Une seconde publication du même centre [37] décrivait 22% (4 cas /18) d'excyclotropies bilatérales sur un groupe de sujet où formes acquises et congénitales étaient confondues. Nous avons repris leurs données et conservé uniquement les cinq formes congénitales de leur série. Il n'y a pas de trouble torsionnel subjectif chez ces sujets mais les mesures objectives sur rétinophotographies sont pathologiques :

von Noorden et coll [37]	Valeur de l'angle (degrés)
Angle δ œil du côté pathologique	14
Angle δ œil du côté sain	8,4

NB : données tirées de la publication originale, recalculées par nos soins

On retrouve ici des angles δ supérieurs aux angles de référence dans la population des sujets sains (valeurs de référence des sujets sains pour von

Noorden et coll [1] : 7,25°). Ceci est vrai du côté de la paralysie comme du côté opposé.

La conclusion de leur publication remarquait les différences entre les présentations cliniques des formes congénitales et des formes acquises. La déviation subjective mesurée est plus importante dans les paralysies acquises, alors que la présence d'une déviation objective sans déviation subjective au test de Maddox est en faveur d'une paralysie congénitale.

Il apparaît donc essentiel pour une analyse de dissocier les formes congénitales et les formes acquises. Nous n'avons étudié que des formes congénitales.

B. Étude de la sensibilité diagnostique

B.1. Statistiques descriptives

B.1.1. Étude de la population

Nous étudions les sujets du groupe POM IV.

B.1.2. Étude de la sensibilité diagnostique des signes cliniques

Voici nos résultats sous forme de tableau :

- en abscisse : les signes cliniques étudiés
- en ordonnée :
 - Sensibilité : fréquence de la positivité du signe clinique étudié, au sein de notre population pathologique
 - Inversion : fréquence avec laquelle un signe clinique est inverse au tableau clinique étudié.
Exemple : torticolis sur épaule droite chez un sujet présentant une paralysie du IV droit (le tableau clinique classique voudrait que la tête soit inclinée sur l'épaule opposée à la paralysie).

Examens	Torticolis	Bielschowsky positif	Incomitance de l'angle dans les regards latéraux	Syndrome V
Sensibilité	78,9%	84,2%	76,3%	13,1% (5 cas)
Inversion	5,2% (2 cas)	5,2% (2 cas)	2,6% (1 cas)	*

Examens	Élévation en adduction	Guyton 1 Hyperlaxité	Guyton 1 différentiel Hyperlaxité	Atrophie à l'IRM
Sensibilité	94,7%	73,5%	82,3%	71,0%
Inversion	0%	2,9% (1 cas)	5,8% (2 cas)	0%

Examens	Extorsion de l'œil du côté de la paralysie	Extorsion d'un des deux yeux	Correspondance rétinienne normale	Fixation oculaire avec l'œil du côté opposé à la paralysie
Sensibilité	47,3%	60,5%	73,6%	81,6%
Inversion	0%	2,9% (1 œil) = intorsion	*	13,6% (5 cas)

B.2. Statistiques analytiques

B.2.1. Étude des relations potentielles entre les différents signes cliniques étudiés

Correspondances rétiniennes normales et anormales confondues

Les différents paramètres cliniques étaient étudiés en fonction de la positivité ou non d'un signe clinique par rapport à un autre paramètre quantitatif ou semi quantitatif. Le test statistique réalisé est le test de Mann Whitney U test.

Sur la totalité des paramètres étudiés deux à deux de façon binaire et quantitative nous n'avons mis en évidence de relations significatives qu'entre les éléments retranscrits dans le tableau qui suit.

Paramètres étudiés :

- latéralité de l'atteinte
- œil fixateur
- torticollis
- signe de Bielschowsky
- correspondance rétinienne
- déviométrie (position primaire et incomitance)
- élévation en adduction
- IRM
- Test de Guyton 1 (direct et différentiel)
- Angle δ (du côté pathologique, du côté sain, des deux côtés))

Paramètre de groupe	Paramètre étudié quantitatif ou semi quantitatif	Valeur de P du test statistique de Mann Whitney U test
Présence d'une extorsion sur un des deux yeux	Déviations en position primaire (dioptrie)	0,003
Correspondance rétinienne (normale ou non)	Angle δ moyen	0,041
Correspondance rétinienne (normale ou non)	Bielschowsky différentiel	0,007
Présence d'un torticollis	Bielschowsky différentiel	0,007
Présence d'un torticollis	Incomitance de la déviations dans les regards latéraux (dioptrie)	0,037
Présence d'un signe de Bielschowsky positif	Degrés d'atrophie du corps du muscle oblique supérieur à l'IRM	0,054
Présence d'une extorsion sur l'œil pathologique	Degrés d'atrophie du corps du muscle oblique supérieur à l'IRM	0,007

Pour les figures suivantes la variable de groupe (en abscisse) est évaluée de façon binaire :

- _ 0 : absence du signe recherché
- _ 1 : présence du signe recherché

- La présence d'une extorsion sur un des deux yeux est associée à une déviation en position primaire plus faible, par rapport au groupe sans extorsion (Figure 26).

Déviation en position primaire (dioptries)	Moyenne	Ecart type
Extorsion (22 cas)	14,1	11,3
Pas d'extorsion (14 cas)	21,0	12,9

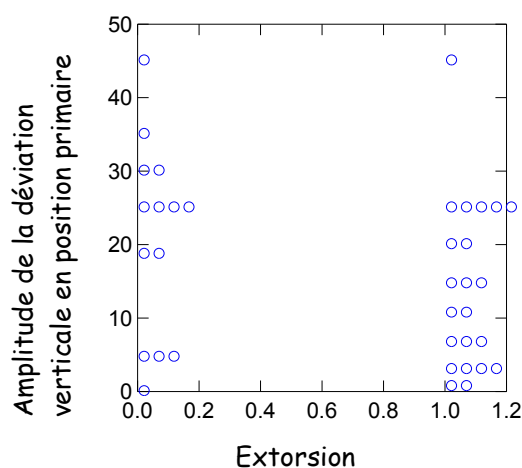


Figure 26 : Déviation en position primaire / Présence d'une extorsion sur l'œil pathologique

- La présence d'une correspondance rétinienne anormale est associée à un angle δ moyen plus faible, par rapport au groupe en correspondance rétinienne normale (Figure 27). Test de Mann Whitney U test : 0,041.

Angle δ moyen (degrés)	Moyenne	Ecart type
CRN (28 cas)	10,4	3,4
CRA (10 cas)	7,5	3,5

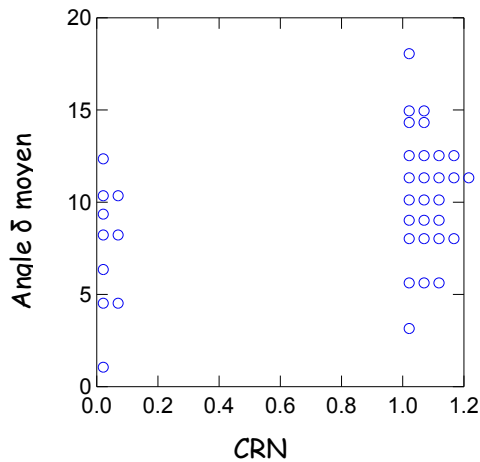


Figure 27 : Angle δ moyen / Correspondance rétinienne (normale ou non)

- La présence d'une correspondance rétinienne anormale est associée à un Bielschowsky différentiel de plus faible amplitude, par rapport au groupe en correspondance rétinienne normale (Figure 28).

Bielschowsky différentiel (dioptries)	Moyenne	Ecart type
CRN (28 cas)	16,8	10,3
CRA (28 cas)	6,2	8,8

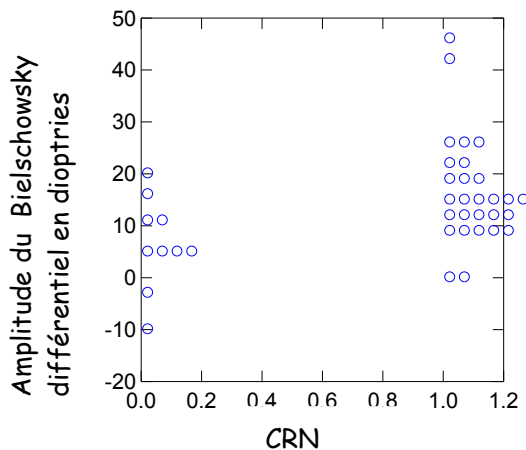


Figure 28 : Bielschowsky différentiel / Correspondance rétinienne (normale ou non)

- La présence d'un torticolis est associée à un Bielschowsky différentiel de plus grande amplitude, par rapport au groupe sans torticolis (Figure 29).

	Moyenne	Ecart type
Torticolis (30 cas)	16,0	11,2
Pas de Torticolis (8 cas)	6,8	5,6

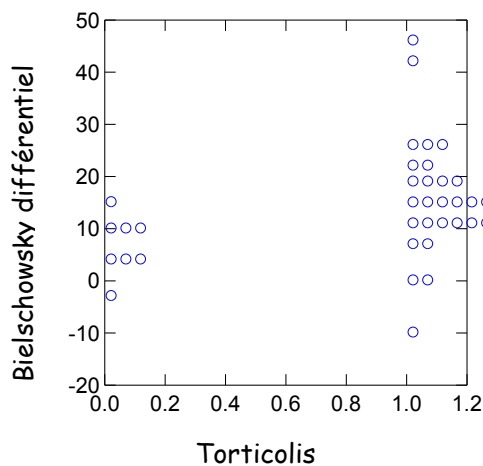


Figure 29 : Bielschowsky différentiel/ Présence d'un torticolis

- La présence d'un torticolis est associée à une incomitance de la déviation dans les regards latéraux de plus grande amplitude, par rapport au groupe sans torticolis (Figure 30).

	Moyenne	Ecart type
Torticolis (30 cas)	18,0	11,1
Pas de Torticolis (8 cas)	10,4	6,5

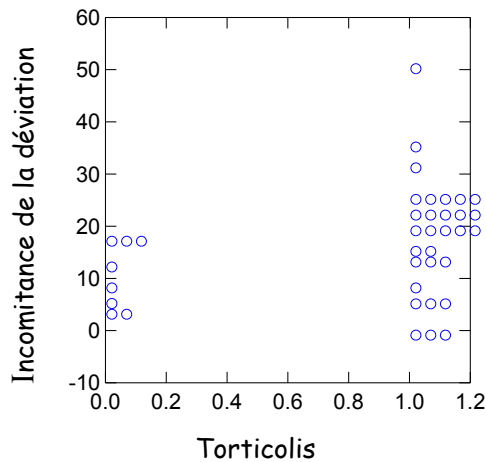


Figure 30 : Incomitance de la déviation / Présence d'un torticolis

- Le signe de Bielschowsky est positif pour les patients ayant une atrophie plus marquée à l'IRM, alors qu'il est négatif pour les patients ayant des atrophies légères ou absentes (*Figure 31*).

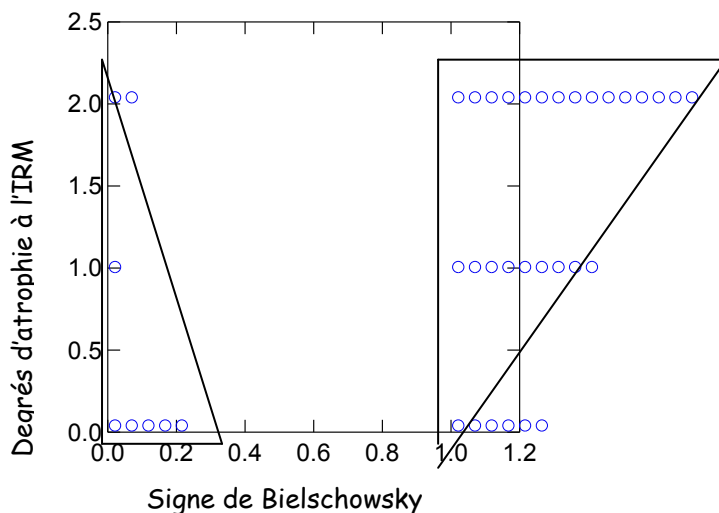


Figure 31 : Degrés d'atrophie du corps du muscle oblique supérieur à l'IRM / Présence d'un signe de Bielschowsky positif

- Dans le groupe présentant des extorsions de l'œil pathologique, on retrouve plutôt peu d'atrophies à l'IRM, alors qu'elles sont plus marquées chez les patients n'ayant pas d'extorsion (*Figure 32*).

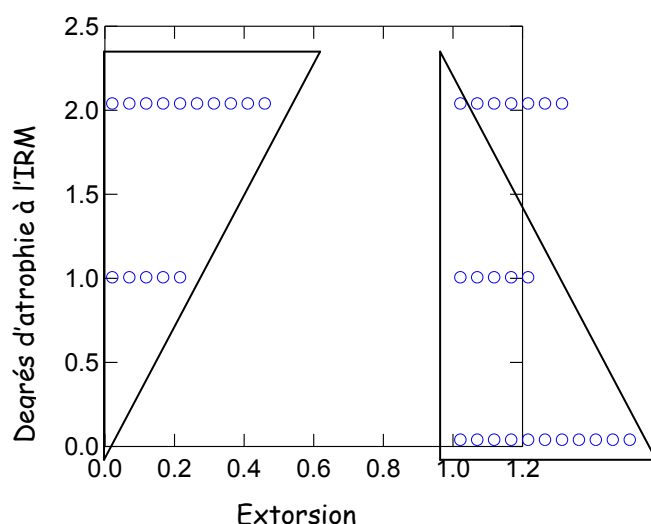


Figure 32 : Degrés d'atrophie du corps du muscle oblique supérieur à l'IRM / Présence d'une extorsion pathologique sur l'œil pathologique

Correspondances rétinienne normales uniquement

Devant la mise en évidence d'un effet significatif de la correspondance rétinienne sur les facteurs étudiés, ces tests ont été refaits uniquement sur notre population en correspondance rétinienne normale (30/38 cas).

Les résultats significatifs obtenus sont rapportés dans le tableau suivant :

Paramètre de groupe	Paramètre étudié quantitatif ou semi quantitatif	Valeur de P du test statistique de Mann Whitney U test
Présence d'une extorsion sur l'œil pathologique	Déviations en position primaire (dioptrie)	0,037
Présence d'une extorsion sur un des deux yeux	Déviations en position primaire (dioptrie)	0,014
Présence d'un signe de Bielschowsky positif	Degrés d'atrophie du corps du muscle oblique supérieur à l'IRM	0,047
Présence d'une extorsion sur l'œil pathologique	Degrés d'atrophie du corps du muscle oblique supérieur à l'IRM	0,076

Les facteurs significatifs le restent.

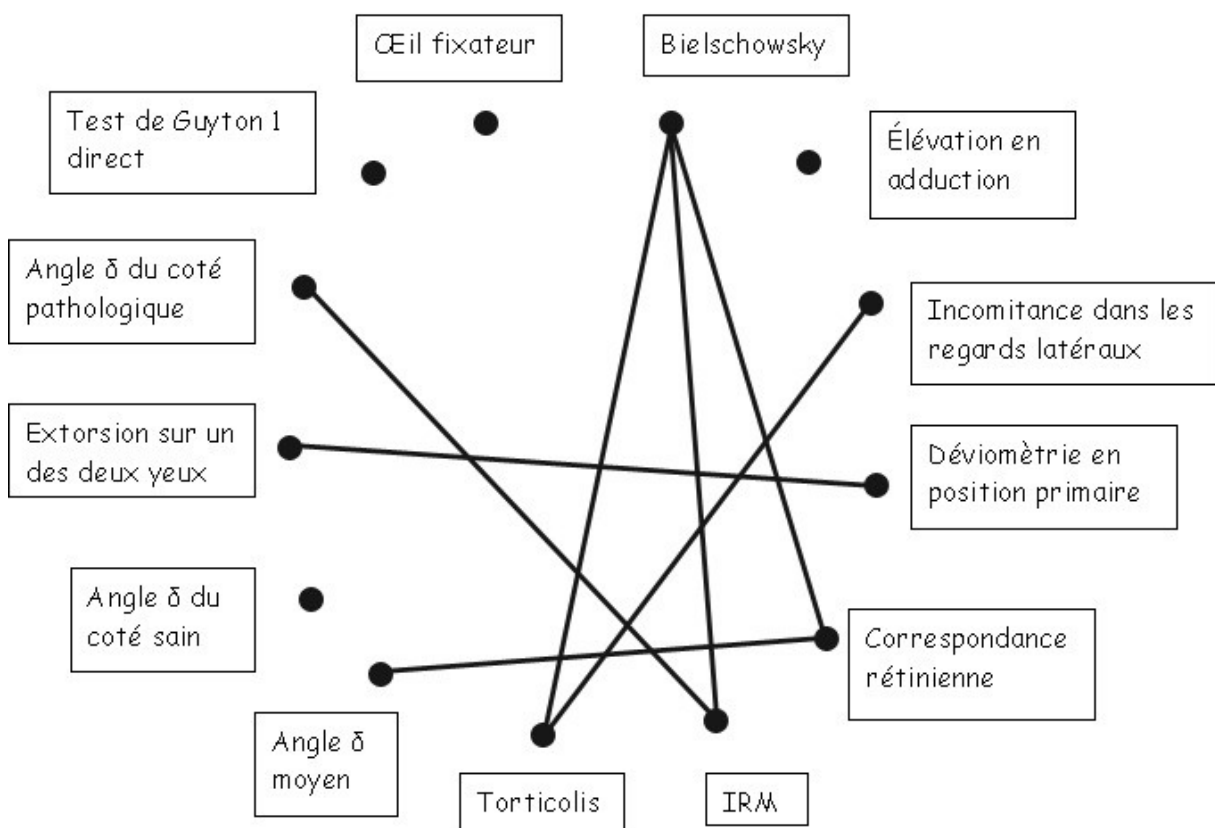
On ne retrouve pas l'association des signes cliniques avec le torticolis pour des problèmes d'effectifs trop faible (trois patients seulement dans ce groupe n'avaient pas de torticolis).

On fait apparaître une significativité statistique entre la déviation en position primaire et la présence d'une extorsion sur l'œil du côté de la paralysie (test statistique de Mann Whitney U test : 0,037 pour les CRN contre 0,080 pour les CRN et CRA confondus).

B.3. Récapitulatif

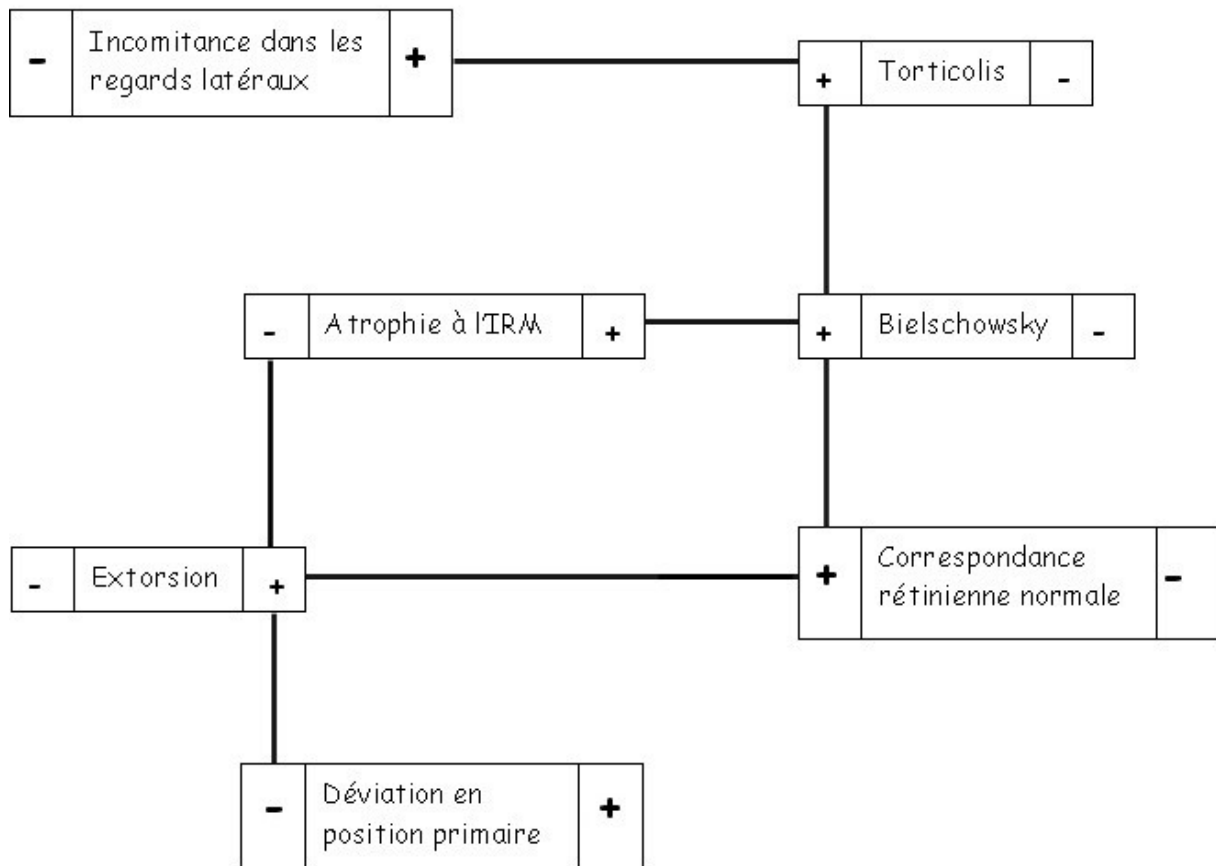
B.3.1. Tous les éléments étudiés

Voici un schéma récapitulatif des relations significatives mise en évidence entre les éléments cliniques étudiés :



B.3.2. Les éléments significatifs

Voici un schéma récapitulatif des relations significatives en fonction de la présence ou l'absence des signes étudiés :



B.4. Discussion

B.4.1. Sensibilité diagnostique

Torticolis

La sensibilité imparfaite de ce signe clinique est classique :

- Hugonnier [20] retrouvait 63% (38 cas /60) de position vicieuse de la tête parmi des paralysies de l'oblique supérieur
- Desplat-Stecken M. [11] rapporte la fréquence de 70% (21 cas /30)
- Burian [5] avaient noté que la tête pouvait également être inclinée du côté paralysé. L'explication donnée est l'impossibilité pour le sujet de compenser la déviation résiduelle lors de l'inclinaison de la tête du côté sain. Il incline donc la tête du côté paralysé : la déviation devenant plus importante entraîne l'éloignement des deux images, ce qui facilite le choix : le sujet sait quelle est la « bonne » image.

C'est effectivement le cas d'un de nos deux sujets qui présentait un torticolis inverse.

Signe de Bielschowsky

Son absence n'élimine pas le diagnostique.

Il se trouve inversé chez deux sujets en correspondance rétinienne anormale. La déviation verticale dissociée parasite probablement l'examen.

Par ailleurs on met en évidence une relation entre l'amplitude du Bielschowsky différentiel et la présence d'un torticolis. En effet les patients présentant un torticolis sont ceux qui ont une déviation de plus grande amplitude à la manœuvre de Bielschowsky. Ceci va dans le sens de la notion de boucle reflexe vestibulo-oculaire comme explication physiopathologique du signe de Bielschowsky.

Un sujet avec la tête inclinée modifie son référentiel en le déplaçant du côté où est penchée la tête. En effectuant la manœuvre, la stimulation du muscle droit supérieur est basée sur ce référentiel erroné [35], la réponse est donc majorée en amplitude.

IRM

La présence d'une atrophie du muscle oblique supérieur est mise en évidence dans notre série, en accord avec les publications précédente.

Auteurs	Atrophie du muscle oblique supérieur du coté paralysé (fréquence exprimée en %)
Siepmann K, Herzau V. [42]	88% (15 cas /17)
Sato M. et coll [39]	81% (27 cas /33)
Sato M et coll [38]	76% (23 cas /31)
Ozkan SB et coll [30]	80% (4 cas /5)

Il s'agit d'un signe très spécifique puisque dans notre expérience, nous n'avons jamais constaté d'atrophie chez un sujet sain. Seul Demer et coll. [6] rapporte un cas d'atrophie bilatérale de l'oblique supérieur. Il s'agissait d'un patient présentant un syndrome de Duane sans trouble de la verticalité.

Test de Guyton 1

Sato et coll. [39] retrouve une hyperlaxité du côté pathologique dans 78% des cas (18 cas/23). Il est intéressant de constater que dans notre série la sensibilité diagnostique de ce test est augmentée quand on l'étudie de façon bilatérale et différentielle.

Rétinophotographie

L'extorsion pathologique hors norme est retrouvée dans un nombre significatif de cas du coté pathologique (47,3%), mais aussi sur l'un des deux yeux (sain ou pathologique) dans 60,5% des cas. On constate que l'extorsion pathologique se repartie sur les deux yeux. Ce point a été débattu dans la section précédente.

B.4.2. Relations des signes cliniques entre eux

Il est intéressant de noter que dans notre étude :

- les atrophies de l'oblique supérieur modérées ou nulle sur l'IRM sont associées à des signes de Bielschowsky plutôt négatifs
- dans les groupes de sujets à faibles déviations verticales en position primaire ou avec des atrophies peu marquées à l'IRM on retrouve de façon significative une extorsion au fond d'œil.

Il s'agit donc d'une aide diagnostique intéressante dans ces sous-groupes où le diagnostic peut être délicat.

Nous ne mettons pas en évidence les associations cliniques retrouvées dans une publication antérieure. Sato M. et coll. [39] ont évoqué des relations entre les degrés d'atrophie musculaire à l'IRM et le test d'élongation musculaire ($p=0,0005$) ainsi qu'entre l'amplitude de la déviation primaire et l'état atrophique ou non du muscle à l'IRM ($p=0,0196$). Ces associations ne sont pas du tout significatives dans notre étude (respectivement $p=0,950$ et $p=0,150$).

Le groupe étudié par Sato M. et coll. comportait 33 sujets présentant une paralysie de l'oblique supérieur congénitale unilatérale. La différence la plus notable avec notre étude est la répartition des âges des sujets considérés (en année : moyenne : 10,3 ; écart type : 13,7). Cela est peut-être à l'origine des différences constatées.

IV. CONCLUSION

1. Première partie

L'ère de la photographie ophtalmologique systématique ouvre de nouveaux horizons diagnostiques et devrait permettre une meilleure compréhension des problèmes, avant d'en poser de nouveaux. Le préalable indispensable à toute étude de la pathologie est la détermination des limites de la distribution des valeurs chez le sujet sain : c'était le but de ce travail.

La validation de repères anatomiques simples et reproductibles devrait permettre une utilisation aisée en pratique clinique routinière.

2. Seconde partie

La présence d'une excyclotorsion est un élément du diagnostic de paralysie congénital du IV.

Cette étude des rétinophotographies chez le sujet pathologique valide les repères de normalité proposés chez le sujet non strabique.

Aucun signe clinique n'est pathognomonique de la paralysie oculomotrice du IV. C'est un faisceau d'argument qui permet de poser un diagnostic

Torticollis sur l'épaule opposée, signe de Bielschowsky, incomitance de la déviation dans les regards latéraux, élévation en adduction sont les éléments diagnostiques classiques de paralysie oculomotrice du IV.

D'autres éléments cliniques sont à considérer pour porter ce diagnostic et comprendre la physiopathologie de cette atteinte. L'IRM, le test de Guyton et l'étude des rétinophotographies en font partie.

Ce travail met en évidence certaines associations cliniques qui vont rassurer le clinicien. C'est le cas entre autres de la relation entre le signe de Bielschowsky et la présence d'une atrophie à l'IRM.

D'autres résultats vont par contre être à l'origine de nouvelles interrogations. C'est le cas pour les relations entre l'extorsion pathologique et l'absence d'atrophie à l'IRM...

Quoi qu'il en soit, c'est en multipliant les recherches et en restant le plus neutre possible dans l'interprétation de nos résultats que ressortiront peut-être peu à peu les éléments pertinents.

V. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Bixenman WW, Von Noorden GK. Apparent foveal displacement in normal subjects and in cyclotropia. *Ophthalmology*, 1982; 89:58-62
2. Boeder P. Cooperation of extraocular muscles. *Am J Ophtalmol*, 1961; 51:469
3. Burde RE, Felton SE. The extra ocular muscles. *Alder's Physiology of the Eye*. 9 Ed. Ed Mosby, St Louis, 1992; 101-134
4. BurdeR, Savino PJ, Trobe JD. Clinical decisions in Neuro-Ophtalmology. Ed Mobsy, 1992, 446
5. Burian HM, Rowan P, Sullivan M. Absence of spontaneous head tilt in superior oblique palsy. *Am J Ophthalmol*, 1975; 79(6):972-77
6. Chan TK, Demer JL. Clinical features of congenital absence of the superior oblique muscle as demonstrated by orbital imaging. *J AAPOS*, 1999 Jun; 3(3):143-50
7. Clergeau G. Sémiologie de la paralysie de l'oblique supérieur. Diplôme Universitaire de Strabologie Nantes, Ed FNRO
8. Dadi M, Hernandez M. Mesure de la torsion monoculaire : comparaison méthode objective et méthode subjective. *J Fr Ophtalmol*, 1992 ; 24:113-19
9. Demer JL, Miller JM, Koo EY, Rosenbaum AL. Quantitative magnetic resonance morphometry of extraocular muscles: a new diagnostic tool in paralytic strabismus. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*, 1994; 31(3):177-88
10. Demer JL, Miller JM. Magnetic resonance imaging of the functional anatomy of the superior oblique muscle. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 1995; 36(5):906-13
11. Desplat-Stecken M. Etude sémiologique de la torsion oculaire dans les paralysies des muscles obliques. Thèse pour le doctorat en médecine, Tours, 1980

12. Ellis FD, Helveston EM. Superior oblique palsy : diagnosis and classification. *Int Ophthalmol Clin*. 1976; 16:127-35
13. Enright JT. Stereopsis, cyclotorsional noise and apparent vertical. *Vis Res*, 1990; 30:1489-97
14. Fick A. Die Bewegungen des menschlichen Auges. *Z. rationnelle Med*. 4, 1854; 101
15. Gracis GP, Perino P, Felletti M . Biocular-cyclomètre. Un nouvel appareil pour la mesure de la torsion. *J Fr Orthoptique*, 1992; 24:133-40
16. Gracis GP, Perino P. Fundus torsion : une nouvelle méthode pour la mesure de la torsion. *J Fr Orthoptique*, 1992; 24:121-31
17. Guyton DL. Exaggerated traction test for the oblique muscles. *Ophthalmology*, 1981; 88:1035-40
18. Hevelston EM, Krach D, Plager DA, Ellis FD. A new classification of superior oblique palsy based on congenital variations in the tendon. *Ophthalmology*. 1992; 99:1609-15
19. Holgado S, Envedi LB, Toth CA, Freedman SF. Extraocular muscle surgery for extorsion after macular translocation surgery new surgical technique and clinical management. *Ophthalmology*, 2006; 113(1):63-69
20. Hugonnier R. Sur 60 observations de paralysie chirurgicale du grand oblique. *Bull Soc Opht France*, 1970; 237-43
21. Jampel RS. Ocular torsion and primary retinal meridians. *Am J Ophthalmol*, 1981; 91:14-24
22. Kono R, Demer JL. Magnetic resonance imaging of the functional anatomy of the inferior oblique muscle in superior oblique palsy. *Ophthalmology*, 2003; 110(6):1219-29
23. Kothari MT, Venkatesan G, Shah JP, Kothari K, Nirmalan PK. Can ocular torsion be measured using the slitlamp biomicroscope? *Indian J Ophthalmol*, 2005; 53:43-47

24. Lennerstrand G, Tian S. Vertical saccadic velocity and force development in superior oblique palsy. Ed H Kaufmann. Trans 21st Meet ESA, Salzburg, 1993; 297-302
25. Lévine MH, Zahoruk RM. Disk Macula relation ship in diagnosis of vertical muscle paresis. Am J Ophtalmol, 1972; 73(2):262-65
26. Morton GV. The role of funduscopy and fundus photography in strabismus diagnosis. Ophthalmology, 1983; 90:1186-91
27. Oger-Lavenant F, Gayet M, Lassalle D, Péchereau A. Étude en IRM de l'oblique supérieur dans la paralysie congénitale de l'oblique supérieur.
28. Ohtsuki H, Hasebe S, Kono R, Yamane T, Fujiwara H, Shiraga F. Large Bielschowsky head-tilt phenomenon and inconspicuous vertical deviation in the diagnostic positions in congenital superior oblique palsy. Am J Ophthalmol, 2000; 130(6):854-56
29. Olivier P, von Noorden GK. Excyclotropia of the non paretic eye in unilateral superior oblique muscle paralysis. Am J Ophthalmol, 1982; 93:30-33
30. Ozkan SB, Aribal ME, Sener EC, Sanac AS, Gurcan F. Magnetic resonance imaging in evaluation of congenital and acquired superior oblique palsy. J Pediatr Ophthalmol Strabismus, 1997 Jan-Feb; 34(1):29-34
31. Paris V. Intérêt de la torche de Kratz associée au coordimètre de Weiss dans l'étude de la cyclofusion. JFr. Ophtalmol, 2005; 28(10):1081-88
32. Péchereau A, Halbardier JM, Lassalle D. Measurement of cyclotorsion in superior oblique palsy surgery. ESA (Barcelona) 2000; 31-34
33. Péchereau A. Bases physiologiques de l'oculo-motricité. Diplôme Universitaire de Strabologie Nantes, Ed FNRO
34. Plager DA. Tendon laxity in superior oblique palsy. Ophthalmology, 1992; 99:1032-38
35. Robinson DA. Bielschowsky head-tilt test—II. Quantitative mechanics of the Bielschowsky head tilt test. Vision Res, 1985; 25(12):1983-8

- 36.Rohrschneider K. Determination of the location of the fovea on the fundus. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2004; 45(9):3257-58
- 37.Ruttum M., von Noorden GK. Adaptation to tilting of the visual environment in cyclotropia. Am J Ophthalmol, 1983; 96:229-37
- 38.Sato M, Yagasaki T, Kora T, Awaya S. Comparison of muscle volume between congenital and acquired superior oblique palsies by magnetic resonance imaging. Jpn J Ophthalmol, 1998; 42(6):466-70
- 39.Sato M. Magnetic resonance imaging and tendon anomaly associated with congenital superior oblique palsy. Am J Ophthalmol, 1999 Apr; 127(4):379-87
- 40.Scobee RG. The Oculorotary Muscles. St Louis, C. V. Mosby, 1947.
41. Sharma P, Saxena R, Rao BV, Menon V. Effect of posterior tenectomy of the superior oblique on objective and subjective torsion in cases of superior oblique overaction. J Pediatr Ophthalmol Strabismus, 2005; 42(5):284-89
- 42.Siepmann K, Herzau V. Is congenital superior oblique strabismus a paretic disorder?--A magnetic resonance tomographic study. Klin Monatsbl Augenheilkd, 2005; 222(5):413-8
- 43.Spielmann A. Cyclotorsions. J Fr Ophtalmol, 2002; 25:959-67
- 44.Steffen H. Parésie de l'oblique supérieur, strabisme sursoadducteur et élévation en adduction. Cahiers de sensorio-motricité. Ed FNRO, 2004 ; 73-80
- 45.Von Noorden GK, Murray E, Wong SY. Superior oblique paralyses: a review of 270 cases. Arch Ophthalmol. 1986; 104:1171-76
- 46.Weiss JB. Ectopies et pseudo-ectopies maculaires par rotation. Bull Mém Soc Fr Ophtalmol, 1966; 79:329-49

NOM : LEFÈVRE

Prénom : François

Titre de la thèse :

**ÉTUDE DE LA TORSION OCULAIRE CHEZ LE SUJET NORMAL,
PARALYSIE DU IV ET SIGNES CLINIQUES**

RÉSUMÉ

La justesse de notre diagnostic, et donc la qualité de la prise en charge thérapeutique, dépend de la pertinence de l'interprétation des signes cliniques étudiés. La torsion oculaire est un élément important dans la pathologie oculomotrice, mais contrairement aux mouvements oculaires verticaux ou horizontaux, son évaluation en pratique courante reste délicate.

Dans la première partie de ce travail, nous avons déterminé la norme de la torsion oculaire chez le sujet sain. Cette torsion a été mesurée objectivement sur les rétinophotographies de 150 patients (trois groupes d'âges).

Dans la seconde partie, nous avons évalué la pertinence de cet élément clinique pour porter le diagnostic de paralysie oculomotrice congénitale du IV (38 patients). Nous avons par ailleurs étudié la sensibilité de nombreux autres signes cliniques parfois utilisés pour porter ce diagnostic (examen clinique oculomoteur et signe de Bielschowsky ; IRM des muscles oculomoteurs ; test de Guyton 1).

L'ensemble de cette analyse apporte quelques éléments cliniques dont l'interprétation prudente peut étayer certaines hypothèses physiopathologiques que nous avons discutées.

MOTS-CLÉS

Torsion oculaire - Rétinophotographie - Sujet normal - Paralysie oculomotrice du IV