

UNIVERSITÉ DE NANTES

FACULTÉ DE MÉDECINE

Année 2007

N°141

THÈSE

Pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

DES d'Ophtalmologie

Par

Charles-Édouard TAVERNEAU

Né le 27 décembre 1976 à Pontoise (95)

Présentée et soutenue publiquement le 24 Octobre 2007

CONTRIBUTION DU SIGNE DE L'ANESTHÉSIE
ET DU TEST D'ÉLONGATION MUSCULAIRE
À L'ETUDE DES STRABISMES

Président : Monsieur le Professeur Alain Péchereau
Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Alain Péchereau

1. INTRODUCTION ET RAPPELS	6
1.1. HISTORIQUE DU SIGNE DE L'ANESTHÉSIE (SA)	6
1.2. REFLET CORNÉEN ET ANGLE OPTICO-VISUEL	7
1.3. CONTROVERSES SUR L' INTERPRÉTATION DU SA	13
1.4. POINT DE VUE DE L'ÉCOLE DE NANTES	15
1.4.1. HISTORIQUE DES PRINCIPALES ÉTUDES SUR LE SIGNE DE L'ANESTHÉSIE ET LE TEM.....	15
1.4.2. APPORT DE LA THÈSE DE F LIGNEREUX (1994)	18
1.4.2.1. POPULATION DES SUJETS NORMAUX.....	18
1.4.2.2. POPULATION DES SUJETS STRABIQUES.....	20
1.4.3. APPORT DE LA THÈSE DE J-M HALBARDIER (1997)	21
1.4.4. OBJECTIFS DE CETTE ÉTUDE.....	22
1.4.4.1. RAPPELS	22
1.4.4.2. LA COMPARAISON DES DEUX METHODES PHOTOGRAPHIQUES :	22
1.4.4.3. LA STABILITÉ DU SIGNE DE L'ANESTHÉSIE	23
1.4.4.4. L'INTERPRÉTATION DES DONNÉES DU TEST D'ÉLONGATION MUSCULAIRE	23
1.4.4.5. L'INTERPRÉTATION DU SA EN FONCTION DU TYPE DE TROUBLE STRABIQUE.....	24
2. RECRUTEMENT, MATÉRIELS ET MÉTHODES	26
2.1. CONSTITUTION DE LA COHORTE DE PATIENTS	26
2.2. RECUEIL DES DONNÉES CLINIQUES.....	26
2.3. RECUEIL DES DONNÉES PHOTOGRAPHIQUES	27
2.4. PROTOCOLE ANESTHÉSIE COMMUN	28
2.4.1. PRÉMÉDICATION	28
2.4.2. INDUCTION.....	28
2.4.3. ENTRETIEN	28
2.5. PROTOCOLE CHIRURGICAL COMMUN.....	28
2.6. TRAITEMENT DES DONNÉES PHOTOGRAPHIQUES	30
3. RÉSULTATS	33
3.1. DESCRIPTION DE LA COHORTE DE PATIENTS	33
3.1.1. RÉPARTITION ENTRE LES SEXES	33
3.1.2. TYPE DE PATHOLOGIE STRABIQUE.....	33
3.1.3. RÉPARTITION ENTRE PATIENTS JAMAIS ET DÉJÀ OPÉRÉS.....	33
3.1.4. ÂGE MOYEN AU MOMENT DE LA PREMIÈRE CHIRURGIE DANS LE SERVICE	33
3.1.5. RÉPARTITION DES AMÉTROPIES ET DES ACUITÉS VISUELLES	34
3.1.6. FRÉQUENCE ET TRAITEMENT DE L'AMBLYOPIE	34
3.1.6.1. FRÉQUENCE DE L'AMBLYOPIE SELON LA PATHOLOGIE EN CAUSE.....	34
3.1.6.2. NIVEAU D'ACUITÉ VISUELLE SELON TRAITEMENT OU NON TRAITEMENT DE L'AMBLYOPIE	34
3.1.6.3. RELATION ENTRE ÉQUIVALENT SPHÉRIQUE ET ANISOACUITÉ	37
3.1.7. POLARISATION DE LA DÉVIATION ET DOMINANCE.....	39
3.1.8. ÉTAT DE LA CORRESPONDANCE RÉTINIENNE.....	40
3.1.9. ŒIL OPÉRÉ LORS DE LA PREMIÈRE CHIRURGIE DANS LE SERVICE	40
3.2. COMPARAISON DES DEUX MÉTHODES PHOTOGRAPHIQUES.....	41
3.2.1. ANGLES MONOCULAIRES SUR CHIRURGIE 1	41
3.2.1.1. ŒIL DROIT PRÉ CHIRURGIE 1	41
3.2.1.2. OEIL DROIT POST CHIRURGIE 1	42

3.2.1.3. <i>ŒIL GAUCHE PRÉ CHIRURGIE 1</i>	43
3.2.1.4. <i>ŒIL GAUCHE POST CHIRURGIE 1</i>	43
3.2.1.5. <i>REMARQUE CONCERNANT LES VALEURS DES RAPPORTS</i>	44
3.2.2. <i>ANGLE BINOCULAIRE PRÉ OPÉRATOIRE</i>	45
3.3. <i>STABILITÉ DU SIGNE DE L' ANESTHÉSIE</i>	46
3.3.1. <i>EN PER OPÉRATOIRE SUR L' ŒIL NON OPÉRÉ</i>	46
3.3.1.1. <i>SUR TOUTE LA POPULATION</i>	46
3.3.1.2. <i>DANS LES ÉSOTROPIES</i>	47
3.3.1.3. <i>DANS LES EXOTROPIES</i>	47
3.3.2. <i>DANS LE TEMPS SUR L' ŒIL NON OPÉRÉ LA PREMIÈRE FOIS</i>	48
3.3.2.1. <i>POUR LA POPULATION TOTALE</i>	48
3.3.2.2. <i>POUR LES ÉSOTROPIES PRIMITIVES</i>	49
3.3.3. <i>DANS LE TEMPS SUR L' ŒIL OPÉRÉ EN PREMIÈRE INTENTION (STABILITÉ DE LA CORRECTION CHIRURGICALE)</i>	50
3.3.3.1. <i>SUR TOUTE LA POPULATION</i>	50
3.3.3.2. <i>POUR LES ÉSOTROPIES PRIMITIVES</i>	51
3.3.4. <i>DANS LE TEMPS SUR L' ANGLE BINOCULAIRE</i>	52
3.3.4.1. <i>ENTRE LA VALEUR PRÉ OPÉRATOIRE DES DEUX INTERVENTIONS</i> ..	52
3.3.4.2. <i>ENTRE LE POST OPÉRATOIRE DE LA PREMIÈRE CHIRURGIE ET LE PRÉ OPÉRATOIRE DE LA DEUXIÈME</i>	53
3.4. <i>ÉTUDE DU TEST D' ÉLONGATION MUSCULAIRE (TEM) ET DE L' INTERACTION AVEC LE SA MONOCULAIRE EN FONCTION DU TYPE DE STRABISME</i>	55
3.4.1. <i>DANS LES ÉSOTROPIES PRIMITIVES</i>	55
3.4.2. <i>DANS LES EXOTROPIES PRIMITIVES</i>	61
3.4.3. <i>DANS LES EXOTROPIES CONSÉCUTIVES</i>	64
3.5. <i>ÉVALUATION DU SIGNE DE L'ANESTHÉSIE EN FONCTION DU TYPE DE STRABISME</i>	68
3.5.1. <i>ÉSOTROPIES PRIMITIVES</i>	68
3.5.1.1. <i>COMPARAISON SA ŒIL DROIT / SA ŒIL GAUCHE</i>	68
3.5.1.2. <i>ÉCART ANGULAIRE INTEROCULAIRE EN FONCTION DE L'ANGLE SOUS ANESTHÉSIE ET DE L'ANGLE CLINIQUE</i>	69
3.5.1.3. <i>COMPARAISON SA ŒIL DROIT/ ANGLE CLINIQUE A L'ÉTAT DE VEILLE</i>	72
3.5.1.4. <i>COMPARAISON SA ŒIL GAUCHE/ ANGLE CLINIQUE A L'ÉTAT DE VEILLE</i>	74
3.5.1.5. <i>COMPARAISON SA BINOCULAIRE/ ANGLE CLINIQUE A L'ÉTAT DE VEILLE</i>	75
3.5.1.6. <i>CORRÉLATION DU SA BINOCULAIRE QUALITATIF AVEC LA VALEUR DE L'ANGLE À L'ÉTAT DE VEILLE</i>	77
3.5.1.7. <i>COMPORTEMENT QUALITATIF EN FONCTION DE LA DOMINANCE CLINIQUE</i>	77
3.5.1.8. <i>INFLUENCE DE L'ÂGE SUR LE SA</i>	78
3.5.2. <i>EXOTROPIES PRIMITIVES</i>	80
3.5.2.1. <i>COMPARAISON SA ŒIL DROIT / SA ŒIL GAUCHE</i>	80
3.5.2.2. <i>ÉCART ANGULAIRE INTEROCULAIRE EN FONCTION DE L'ANGLE SOUS ANESTHÉSIE ET DE L'ANGLE CLINIQUE</i>	81
3.5.2.3. <i>COMPARAISON SA ŒIL DROIT/ ANGLE CLINIQUE A L'ÉTAT DE VEILLE</i>	83

3.5.2.4. COMPARAISON SA ŒIL GAUCHE/ ANGLE CLINIQUE A L'ÉTAT DE VEILLE.....	84
3.5.2.5. COMPARAISON SA BINOCULAIRE / ANGLE CLINIQUE A L'ÉTAT DE VEILLE.....	86
3.5.2.6. COMPORTEMENT QUALITATIF EN FONCTION DE LA DOMINANCE CLINIQUE	87
3.5.3. EXOTROPIES CONSÉCUTIVES	87
3.5.3.1. COMPARAISON SA ŒIL DROIT / SA ŒIL GAUCHE.....	87
3.5.3.2. ÉCART ANGULAIRE INTEROCULAIRE EN FONCTION DE L'ANGLE SOUS ANESTHÉSIE ET DE L'ANGLE CLINIQUE.....	88
3.5.3.3. COMPARAISON SA ŒIL DROIT/ ANGLE CLINIQUE A L'ÉTAT DE VEILLE	90
3.5.3.4. COMPARAISON SA ŒIL GAUCHE/ ANGLE CLINIQUE A L'ÉTAT DE VEILLE.....	92
3.5.3.5. COMPARAISON SA BINOCULAIRE / ANGLE CLINIQUE A L'ÉTAT DE VEILLE	93
3.5.3.6. COMPORTEMENT QUALITATIF EN FONCTION DE LA DOMINANCE ..	95
4. DISCUSSION.....	96
4.1. DESCRIPTION DE LA COHORTE DE PATIENTS	96
4.1.1. INCIDENCE DES TROUBLES STRABIQUES	96
4.1.2. RÉPARTITION DES AMÉTROPIES ET ACUITÉS VISUELLES	96
4.1.3. ÉTUDE DE LA POPULATION AMBLYOPE	96
4.1.3.1. PATHOLOGIES EN CAUSE.....	96
4.1.3.2. RELATION ENTRE NIVEAU D'ACUITÉ VISUELLE ET TRAITEMENT	97
4.1.3.3. RELATION ENTRE ÉQUIVALENT SPHÉRIQUE ET ANISOACUITÉ	97
4.2. COMPARAISON DES DEUX MÉTHODES PHOTOGRAPHIQUES (MO & AN)..	98
4.2.1. VALEURS DU SA MONOCULAIRE	99
4.2.2. VALEURS DU SA BINOCULAIRE	100
4.3. STABILITÉ DU SIGNE DE L'ANESTHÉSIE.....	100
4.3.1. EN PER OPÉRATOIRE SUR L'OEIL NON OPÉRÉ LORS DE LA PREMIÈRE INTERVENTION	100
4.3.2. DANS LE TEMPS POUR LES ANGLES MONOCULAIRES	101
4.3.2.1. SUR L'OEIL NON OPÉRÉ LORS DE LA PREMIÈRE INTERVENTION....	101
4.3.2.2. SUR L'OEIL OPÉRÉ LORS DE LA PREMIÈRE INTERVENTION (STABILITÉ « DE LA CORRECTION CHIRURGICALE »).....	102
4.3.3. DANS LE TEMPS POUR L'ANGLE BINOCULAIRE	103
4.3.3.1. ENTRE LES VALEURS EN PRÉ OPÉRATOIRE DES DEUX INTERVENTIONS	103
4.3.3.2. ENTRE LA VALEUR EN POST OPÉRATOIRE DE LA PREMIÈRE CHIRURGIE ET EN PRÉ OPÉRATOIRE DE LA DEUXIÈME CHIRURGIE	103
4.4. RÉSULTATS DU TEM ET DE L'INTERACTION AVEC LE SA MONOCULAIRE	103
4.4.1. ÉSOTROPIES PRIMITIVES	103
4.4.2. EXOTROPIES PRIMITIVES	104
4.4.3. EXOTROPIES CONSÉCUTIVES	104
4.5. ÉTUDE DU SIGNE DE L'ANESTHÉSIE EN FONCTION DU TYPE DE STRABISME	105
4.5.1. ÉCART ANGULAIRE INTEROCULAIRE EN FONCTION DE L'ANGLE SOUS ANESTHÉSIE ET DE L'ANGLE CLINIQUE	105
4.5.1.1. ÉSOTROPIES PRIMITIVES	105

4.5.1.2. <i>EXOTROPIES PRIMITIVES</i>	105
4.5.1.3. <i>EXOTROPIES CONSÉCUTIVES</i>	106
4.5.2. COMPORTEMENTS ANGULAIRES MONOCULAIRES ET BINOCULAIRES EN FONCTION DE L'ANGLE CLINIQUE	106
4.5.2.1. <i>ÉSOTROPIES PRIMITIVES</i>	106
4.5.2.2. <i>EXOTROPIES PRIMITIVES</i>	107
4.5.2.3. <i>EXOTROPIES CONSÉCUTIVES</i>	108
4.5.3. COMPORTEMENT ANGULAIRE EN FONCTION DE LA DOMINANCE ...	109
4.5.3.1. <i>ÉSOTROPIES PRIMITIVES</i>	109
4.5.3.2. <i>EXOTROPIES PRIMITIVES</i>	109
4.5.3.3. <i>EXOTROPIES CONSÉCUTIVES</i>	110
4.5.3.4. <i>INFLUENCE DE L'ÂGE SUR LE SA DANS LE CAS DES ÉSOTROPIES PRIMITIVES</i>	110
5. CONCLUSION	111
6. BIBLIOGRAPHIE	114

1. INTRODUCTION ET RAPPELS

1.1. HISTORIQUE DU SIGNE DE L'ANESTHÉSIE (SA)

En strabologie, le signe de l'anesthésie correspond à la variation angulaire d'un strabisme entre l'état de veille et un état de narcose profonde. La variation de position des yeux sous l'influence de certains phénomènes comme la mort ou le sommeil avait déjà été observée depuis longtemps.

En 1890, Grut⁽²⁷⁾, constatant qu'on observait une divergence lors de la mort, du sommeil, de la cécité et sous anesthésie affirmait que la position de repos des yeux était en divergence. Cette hypothèse fut également soutenue par Parinaud⁽⁵¹⁾ en 1899.

Parallèlement à cela Javal⁽³²⁾, en 1896, faisait ressortir la nécessité d'établir la « distinction entre la partie fixe et la partie variable d'un strabisme donné ; car, en général la partie fixe est justiciable de la chirurgie, tandis que la partie variable doit être traitée par les moyens optiques » et que « du temps où l'on recourait souvent au chloroforme pour pratiquer la ténotomie, il arrivait fréquemment de voir la convergence disparaître totalement sous l'influence du sommeil, prouvant ainsi l'absence de toute déviation fixe chez des sujets qu'on croyait atteints de strabisme permanent ».

De nombreux travaux ont été réalisés sur la détermination du signe de l'anesthésie et des facteurs susceptibles de l'influencer surtout après que Cüppers^(13,14) eût mis en évidence la présence de facteurs à la fois statiques mais aussi dynamiques dans cette déviation, les facteurs dynamiques étant les seuls susceptibles d'être neutralisés par la narcose : Meyers⁽⁴¹⁾ (1957), Moller⁽⁴⁶⁾ (1958), Börner⁽⁶⁾ (1963) et Abraham⁽¹⁾ (1964) concluaient tous à une tendance à la divergence sous anesthésie à l'exception de quelques cas d'ésotropies mais sans apporter d'hypothèses supplémentaires.

Uemura⁽⁶⁴⁾ (1974) souligna l'influence de l'âge et de la profondeur de l'anesthésie sur la convergence anesthésique résiduelle.

Apt et Isenberg^(2,31), à partir d'une étude réalisée en 1977 sur 317 patients (25 cas d'hypertropie pure, 182 cas d'ésotropies et 110 cas d'exotropies) conclurent à l'existence d'une corrélation linéaire dans 78 % des cas entre l'angle à l'état de veille, mesuré au cover-test alterné, et l'angle sous anesthésie générale, et applicable à tous les types de strabismes. La formule de l'équation de la droite de régression était : $Y=0,8X + 30$ (en dioptries prismatiques Δ) avec une déviation standard de $\pm 15 \Delta$ où Y correspond à la valeur de l'angle sous anesthésie et X à celle de l'angle à l'état de veille.

Selon eux, le taux de réussite chirurgicale était meilleur (90 % versus 73 % d'angle résiduel dans une fourchette de 10 Δ) chez les patients dont la valeur de Y se trouvait dans les limites d'une déviation standard. Par contre, ils exclurent l'âge ainsi qu' une éventuelle chirurgie antérieure comme facteurs influençant cette variation anesthésique de l'angle.

Owens et coll⁽⁴⁸⁾ , en 1979, considéraient que la divergence était symétrique chez les patients jamais opérés ou ceux ayant subi une chirurgie bilatérale, mais asymétrique en cas d'antécédent de chirurgie monoculaire.

Ohmi et coll⁽⁴⁷⁾ , en 1980, retrouvèrent 100 % de divergence dans une population de 166 ésoptropes et de 15 sujets normaux mais 33 % de convergence parmi 188 exotropes.

Romano et Gabriel⁽⁶⁰⁾ en 1985, à l'instar d'Apt et Isenberg, proposèrent une formule de régression linéaire quasiment identique où $Y = 0,79X + 29,2$ (Δ) mais avec une déviation standard beaucoup plus importante de 28,2 dioptries. En restant dans la logique des conclusions d'Apt et Isenberg, ils ont donc modifié le dosage opératoire de 1 mm en plus ou en moins selon que la déviation persistant sous anesthésie restait plus grande que prévue ou s'avérait au contraire plus petite. Par ce procédé, le taux de bons résultats a été de 88 % dans le groupe « ajusté » contre 47 % dans le groupe « sans ajustement ».

Les deux relations linéaires précédemment évoquées furent remises en cause par Castanera de Molina et Giner Munoz^(11,12) en 1989 & 1991 qui pensaient que des équations spécifiques devaient être proposées selon qu'on ait affaire à une ésoptropie tardive, une ésoptropie congénitale ou une exotropie.

1.2. REFLET CORNÉEN ET ANGLE OPTICO-VISUEL

Quelle que soit la méthodologie employée, la détermination du SA passe par l'observation du reflet cornéen et la quantification de son déplacement en fonction de l'amplitude des mouvements oculaires.

Le reflet cornéen observé en clinique correspond au reflet I des images décrites en premier lieu par Purkinje, en 1823, puis par Sanson.

Le tableau ci-dessous résume les différentes caractéristiques des images de Purkinje Sanson (d'après Duke-Elder et Abrams⁽¹⁸⁾)

IMAGE	ORIGINE	MODE	NATURE SENS TAILLE	INTENSITE RELATIVE	UTILITE CLINIQUE
I	Surface antérieure de la cornée	. réflexion	. virtuelle (juste derrière la surface antérieure du cristallin . droite . diminuée	++++	.diagnostic de strabisme .kératométrie .mesure de l'épaisseur cornéenne
II	Surface postérieure de la cornée	. réflexion . réfraction par le stroma cornéen	. virtuelle (proche de I) . droite . diminuée (plus petite que I)	++ (erreur des auteurs ?)	.épaisseur cornéenne .courbure face postérieure de la cornée
III	Surface antérieure du cristallin	. réflexion à travers l'humeur . réfraction par la cornée	. virtuelle dans le vitré (sur un œil qui n'accomode pas) . droite . diminuée (mais supérieure à I)	+	.profondeur de la chambre antérieure .accomodation .courbure face ant. du cristallin
IV	Surface postérieure du cristallin	. réflexion à travers la substance cristallinienne . réfraction dans l'humeur aqueuse par la cornée	. réelle (proche de I) . inversée . diminuée	+	.accomodation .courbure face post. du cristallin

Comme le constatait Donders⁽¹⁷⁾ dès 1864, l'observation du reflet cornéen d'un patient fixant une source lumineuse montre que ce reflet ne coïncide généralement pas avec le centre de la pupille apparente mais se situe plutôt en nasal. Ceci est lié à la non coïncidence entre un axe géométrique joignant le sommet de la cornée au pôle postérieur de l'œil et l'axe physiologique que constitue la droite allant de la fovéola au point objet fixé et passant par le point nodal de l'œil.

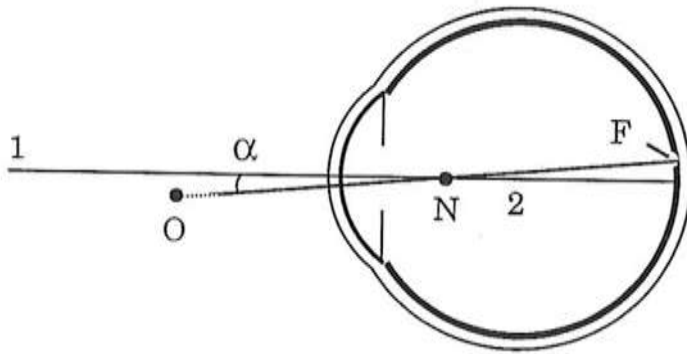
Depuis les travaux de Donders (1864) et de Landolt ⁽³⁸⁾(1887), de nombreux auteurs ont apporté des variations personnelles dans la définition des principaux axes (géométrique, optique, visuel, pupillaire, de fixation) ; lignes (de visée, de regard, de direction) et angles qui pouvaient être définis de par la position désaxée des structures oculaires : il en ressort l'unanimité quant à la disparité des axes visuel et optique qui déterminent sur le plan théorique un angle α (alpha) ou angle optico-visuel.

Son équivalent en clinique est l'angle κ (kappa) dont la détermination objective comporte précisément ceci de compliqué qu'il est formé par l'intersection de l'axe visuel (qui

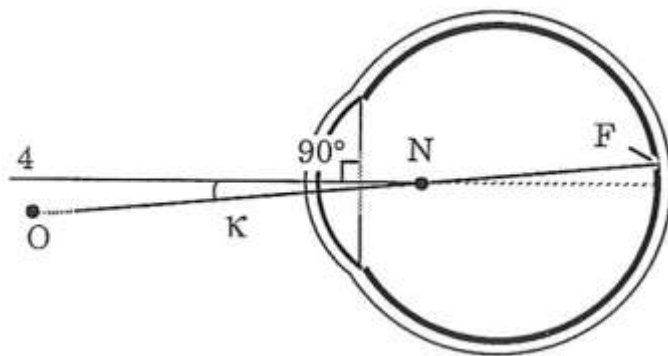
est une donnée physiologique dépendant du sujet observé) et de l'axe pupillaire (qui est une construction de l'observateur) et que sa détermination consiste à mesurer au synoptophore la déviation nécessaire pour centrer le reflet cornéen dans la pupille d'entrée.

Nous donnons ci-dessous une représentation schématique de ces angles (auteur F. Lignereux⁽³⁹⁾).

Représentation schématique de l'angle α :



Représentation schématique de l'angle κ :



1 : axe optique

N : point nodal

2 : axe visuel

F : fovéola

4 : axe pupillaire

O : point objet de fixation

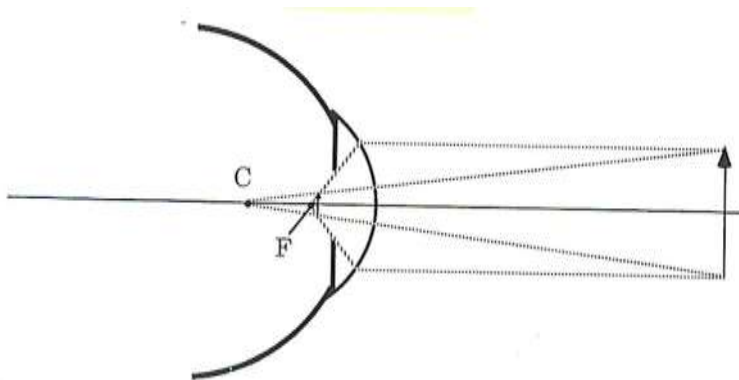
OF : axe visuel

Une des principales études cliniques visant à déterminer la valeur de l'angle κ a été réalisée sur 500 patients par Franceschetti⁽²¹⁾ qui retrouva des valeurs dans les populations non strabique, ésoptre et exotrope respectivement de $2,6^\circ \pm 1,6$; $1,9^\circ \pm 1,8$ et $0,5^\circ \pm 1,2$; valeurs statistiquement différentes selon lui.

Hirschberg⁽³⁰⁾ fut le premier à utiliser le reflet cornéen de la lueur d'une chandelle pour évaluer la valeur angulaire d'un strabisme. En se basant sur la position du reflet par rapport au

bord pupillaire ou au limbe, lui et son élève Du Bois-Reymond proposèrent une équivalence de déviation en dioptries en fonction de la localisation du reflet et Hirschberg proposa même un facteur de conversion de 8Δ pour chaque millimètre (mm) de déplacement du reflet.

Krimsky^(36,37) supposa à posteriori que le calcul était basé sur un rayon de courbure cornéen de 8 mm correspondant à une circonférence calculée de 50 millimètres où, par conséquent, chaque mm de surface cornéenne correspond à $360 / 50$ soit $7,2^\circ$ d'arc ; mais il nota que le raisonnement sous-jacent était erroné car il partait d'un postulat selon lequel ce reflet se déplace le long de la surface postérieure de la cornée. Considérant la cornée comme un miroir sphérique, il mit en exergue le fait que la réflexion lumineuse cornéenne se situait à mi-chemin entre la surface de la cornée et le centre de son rayon de courbure : un spot lumineux dirigé vers un miroir convexe sera vu en continuité à travers le miroir mais pour l'œil, l'image réfléchie d'un spot lumineux converge au foyer principal F qui se situe donc, comme figuré sur le schéma ci-dessous, à mi-chemin entre la surface cornéenne et le centre C de son rayon de courbure :



Toutefois, il introduisit la notion de distance d'examen comme un facteur susceptible de modifier la position de ce reflet par rapport à la surface cornéenne. Cette notion paraît en fait erronée puisqu'en reprenant la formule des dioptries sphériques appliquée aux miroirs sphériques, où $1/p + 1/p' = 2/R$ (R est le rayon de courbure de la cornée et p et p' sont les abscisses respectives par rapport au sommet cornéen du point objet et du point image), et en refaisant le calcul avec les valeurs algébriques de $R = 7,8$ mm et $p = -30$ cm puis -6 m on constate en fait que la position du reflet peut être considérée comme constante et qu'elle se place au foyer image principal dans les conditions habituelles d'examen.

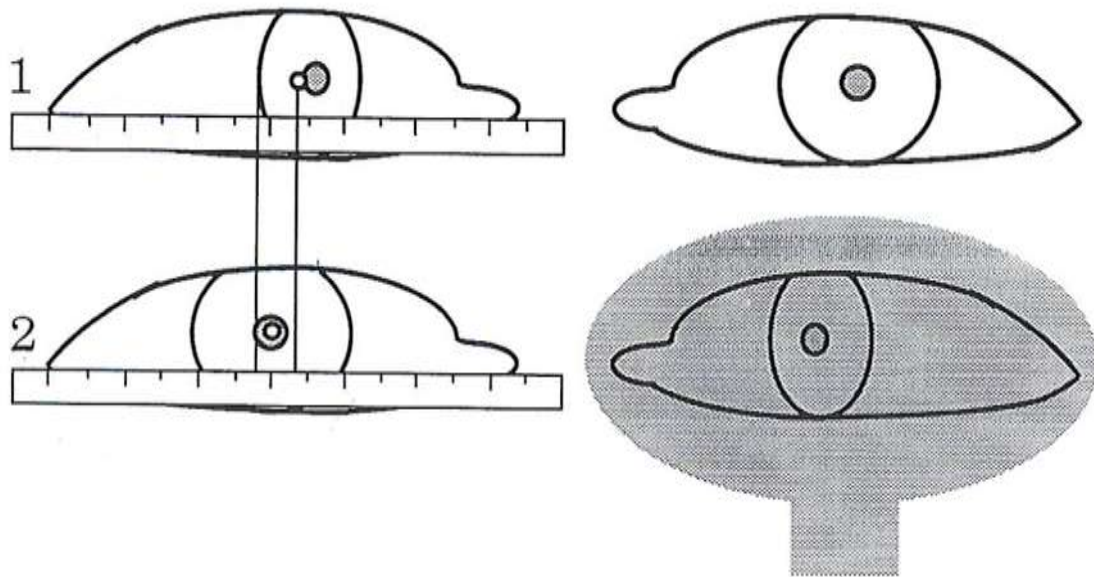
La non coïncidence du ratio proposé par Hirschberg⁽³⁰⁾ avec les données de leur expérience clinique poussa de nombreux auteurs à réévaluer cette méthode : Jones & Eskridge (1970), Griffin & Boyer⁽²⁶⁾ (1974), Brodie⁽¹⁰⁾ (1987), Eskridge, Wick & Perrigin⁽¹⁹⁾ (1988), De Respidis, Naidu & Brodie⁽¹⁶⁾ (1989), Eskridge, Perrigin & Leach⁽²⁰⁾ (1990) et Ruttum,

Shimshak & Chesner⁽⁶¹⁾ (1990) ont ainsi tous proposé un facteur de conversion dont les valeurs différaient autant que les points de référence choisis. Ces différents facteurs de conversion sont résumés dans le tableau ci-dessous :

AUTEURS	NOMBRE DE CAS	RATIO °/mm	RATIO Δ/mm	POINT DE RÉFÉRENCE	PROCÉDURE CALIBRATION
Jones & Eskridge 1970	4	11,5 – 14	20 – 25	. centre pupillaire	Echelle tangente
Griffin & Boyer 1974	22	13,8	24,7	. centre pupillaire	Cover test prismatique
	25	11,7	20,7	. centre cornéen	
Brodie 1987	3	11,9	21	. centre cornéen	Echelle tangente
Eskridge, Wick & Perrigin 1988	1	12,9	22,9	. non précisé	Echelle tangente
	15	12,2	21,7	. non précisé	Cover test prismatique
De Respinis, Naidu & Brodie 1989	30	11,8	20,9	. centre cornéen	Cover test prismatique
Eskridge, Perrigin & Leach 1990	30	10,8 – 15,6	19 – 28	. non précisé	Echelle tangente
Ruttum, Shimshak & Chesner 1990	18	10,7	19	. limbe cornéen	Cover test prismatique

Paliaga en 1980⁽⁴⁹⁾ à l'aide de photographies argentiques a évalué la position du reflet en fonction de la rotation oculaire. Selon lui, l'angle de rotation par millimètre variait selon que le reflet se place au centre ou en périphérie pour passer de 5-6° à 7-8° respectivement.

Il expose en 1992⁽⁵⁰⁾ sa méthode de strabométrie linéaire dont nous rappelons les principaux aspects par une explication schématique (auteur F Lignereux) :

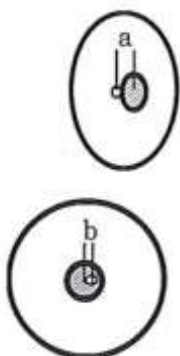


1 : quand un œil est dévié, le reflet cornéen a une position relative donnée par rapport au limbe et au centre pupillaire. Les positions respectives du reflet et du limbe peuvent être déterminées par une réglette millimétrée tenue devant l'œil.

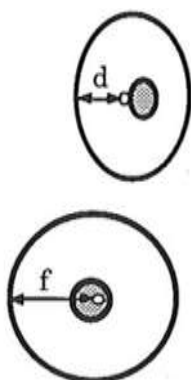
2 : quand cet œil devient fixateur à l'occlusion de l'œil adelphe, le reflet cornéen occupe une nouvelle position relativement au limbe et au centre pupillaire. Ce changement de position est mesurable grâce à la réglette millimétrée.

Les facteurs de conversion varient alors en fonction du point de référence utilisé : $22 \Delta / \text{mm}$ pour le centre pupillaire, $16 \Delta / \text{mm}$ pour le limbe et $18 \Delta / \text{mm}$ pour la réglette millimétrée :

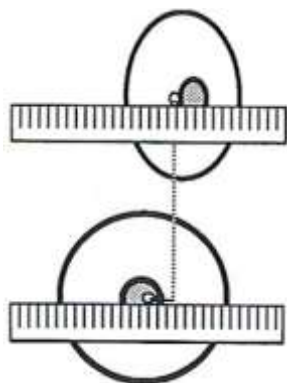
Déplacement du reflet par rapport au centre pupillaire (a+b) : $22 \Delta / \text{mm}$



Déplacement du reflet par rapport au limbe temporal (f-d) : $16 \Delta / \text{mm}$



Déplacement du reflet par rapport à la règle millimétrée : $18 \Delta / \text{mm}$



Par ailleurs, il considérait que la valeur de l'angle κ devait être intégrée à ces calculs (le contraire menant à une sous-estimation des ésodéviationes et à une surestimation des exodéviationes), à priori en ajoutant algébriquement au déplacement mesuré dans la position de déviation la distance séparant le centre du reflet et celui de la pupille.

Il s'agissait de la première méthode visant à mesurer la position des yeux sous anesthésie générale selon des critères objectifs, avec pour but une meilleure évaluation des forces innervationnelles et visco-élastiques intervenant dans la quantité de déviation persistante.

En per opératoire, Paliaga utilisait une lumière de 30 centimètres de diamètre fixée au plafond du bloc opératoire à 2 mètres des yeux du patient et produisant un reflet de 0,5 mm avec un biais de divergence de 3Δ compte tenu de la distance. La position du reflet était appréciée par rapport au limbe temporal et la déviation binoculaire (correspondant à la différence entre la position « fixationnelle » du reflet et la position « anesthésiée ») était alors multipliée par 16 pour obtenir la déviation en dioptries Δ .

1.3. CONTROVERSES SUR L'INTERPRÉTATION DU SA

Dans l'interprétation du SA, le seul point qui semblait faire l'unanimité entre les différents auteurs concernait la notion de variabilité de l'angle sous anesthésie, plutôt, de

manière très généralisée, dans le sens d'une divergence. Par contre, les interprétations qui furent données de sa détermination exacte, des mécanismes étiopathogéniques impliqués et de l'attention qui devait leur être accordée pour l'établissement du protocole chirurgical étaient très différentes et on doit globalement individualiser trois « courants de pensée » différents mais néanmoins contemporains :

Les variations angulaires anesthésiques sont totalement aléatoires et ne doivent donc pas influencer le plan chirurgical qui ne doit tenir compte que de la déviation à l'état de veille : cette hypothèse a été admise par la majorité. En se basant sur les effets opto-toniques de la lumière démontrés initialement par Keiner^(33,34), puis par Weiss⁽⁶⁶⁾ et Quéré⁽⁵⁴⁾ chez les ésotropes mais à l'état de veille, plusieurs auteurs ont affirmé que ce tonus lumineux n'était pas influencé par la narcose. Bérard^(4,5), Gobin^(22,23,24), Mitsui et Tamura^(43,44,45,63) ont été parmi les principaux défenseurs de cette théorie puisqu'ils observaient des variations angulaires considérables sous l'influence d'un éclairage intense, en même temps que l'apparition de décharges électromyographiques, ce qui était en contradiction avec les travaux antérieurs de Breinin^(7,8,9) (1957). Ces variations résultaient selon eux de la dominance d'une hémirétine sur l'autre.

La déviation anesthésique relative se fait suivant une corrélation linéaire : cette opinion a donc été soutenue initialement par Ohmi⁽⁴⁷⁾ mais surtout par Apt & Isenberg^(2,31) et Romano & Gabriel⁽⁶⁰⁾ qui proposèrent des facteurs de conversion ainsi que par Castanera de Molina et Giner Munoz^(11,12). Toutefois, elle ôtait tout son intérêt à l'étude de l'angle sous anesthésie (qui se retrouvait ainsi directement lié à la valeur de l'angle à l'état de veille), au moins jusqu'à ce que Romano et coll. fassent ressortir un intérêt thérapeutique avec l'ajustement de leurs protocoles opératoires.

La position des yeux sous narcose dépend de la part respective de facteurs innervationnels dynamiques (et au moins partiellement sensibles à la narcose) et de facteurs visco-élastiques statiques non modifiables. Cette opinion totalement à contre courant des deux précédentes a été défendue dès 1971 par Cüppers & Arruga^(3,13,14) qui ont noté la labilité sous anesthésie générale profonde de déviations parfois considérables à l'état de veille ainsi que leur réapparition concomitante à la dissipation de l'anesthésie, mais également par Gomez de Liano⁽²⁵⁾ et par l'école de Nantes sous l'influence de Quéré, Péchereau et coll. dès 1975.

1.4. POINT DE VUE DE L'ÉCOLE DE NANTES

1.4.1. HISTORIQUE DES PRINCIPALES ÉTUDES SUR LE SIGNE DE L'ANESTHÉSIE ET LE TEM

En 1978, Quéré, Péchereau et coll⁽⁵⁵⁾ réalisent une première série d'étude de 103 cas d'ésotropies infantiles et concluent aux faits suivants :

- Il n'y a pas de corrélation simple et encore moins linéaire entre l'angle retrouvé à l'état de veille et sous anesthésie générale profonde.
- La position des globes sous anesthésie est fréquemment asymétrique.
- L'obtention d'une anesthésie générale profonde ne permet pas systématiquement de réduire une ésoptropie purement spasmodique qui peut même s'aggraver.
- L'âge du patient ressort bien comme un facteur déterminant dans la fréquence et l'intensité de la déviation anesthésique.
- L'appréciation du signe de l'anesthésie joue un rôle capital dans l'élaboration du plan opératoire. Cependant, son interprétation doit nécessairement être couplée à l'évaluation de l'état visco-élastique du muscle qui s'apprécie par le test d'élongation musculaire.

En 1980, Quéré, Péchereau et coll⁽⁵⁶⁾ publient les résultats d'une étude de 318 cas d'ésotropies fonctionnelles jamais opérées auparavant dont nous présentons les principales conclusions :

- Par rapport à l'angle mesuré à l'état de veille, il a été noté sous anesthésie 58 % de rectitude et divergence mais 42 % d'ésotropies persistantes dont 12 % d'angles inchangés et 3 % d'angles augmentés.
- La persistance d'une convergence anesthésique est fortement reliée à l'intensité et à la précocité d'un éventuel spasme au préalable quantifié par la clinique et l'examen électro-oculographique.
- La persistance d'un angle sous narcose dépend partiellement de l'angle à l'état de veille.
- Dans les 154 cas où une dominance anormale évidente avait été identifiée, la déviation de l'œil dominant et de l'œil dominé était identique dans 52 % des cas et prédominait sur l'un des deux à parts égales pour les 48 % restants. De plus, la répartition en comportements qualitatifs de chaque œil était sensiblement identique pour l'œil dominant et pour l'œil dominé : ceci semblait confirmer l'absence de corrélation entre le trouble moteur tonique et la dominance sensorielle (qu'avaient déjà suggéré les résultats de préalables études électro-oculographiques).
- Un net accroissement des pourcentages de rectitude divergence avec l'âge.

En 1982, Quéré, Péchereau et Oger-Lavenant⁽⁵⁷⁾ publient les résultats de l'étude du SA et du TEM dans 46 cas d'exotropies primitives (opérées sur la même période que celle correspondant à l'étude des 318 cas d'ésotropies primitives). En voici les résultats :

- L'angle anesthésique était diminué dans 41 % des cas (dont 20% de rectitude apparente des deux yeux), stable dans 30% des cas et augmenté dans 29 % des cas.
- Les angles stables et augmentés concernaient essentiellement les patients avec un angle à l'état de veille d'importance modérée ($< 20^\Delta$) alors que 75% des patients dont l'angle clinique était supérieur à 40^Δ avaient un angle diminué sous anesthésie.
- Exactement comme cela avait été constaté pour les 318 ésotropies (et dans des proportions équivalentes), aucune corrélation n'a été retrouvée entre la polarisation de la dominance oculaire et celle du trouble moteur.
- Les résultats du TEM réalisé sur le droit médial mentionnaient 55% d'hyperélongation (légère à forte) sur la totalité des patients. Il y avait plus d'hyperélongations du droit médial chez les patients ayant un angle important à l'état de veille que chez ceux ayant un petit angle mais il n'y avait malgré cela aucune corrélation entre le signe de l'anesthésie et la valeur du TEM (ramenés à des variables qualitatives).

Il est important de souligner que lors des études initialement réalisées au CHU de Nantes et jusqu'en 1980, le protocole anesthésique en vigueur faisait usage du suxaméthonium (à la dose moyenne de 1 mg / kg) pour lutter contre le spasme laryngé avant intubation.

Tenant compte des effets connus de ce dernier sur les mouvements oculaires, à savoir une contraction musculaire persistant plus longtemps sur les muscles oculomoteurs que sur les muscles squelettiques et responsable d'une forte convergence, on a considéré initialement qu'une attente de cinq à dix minutes après l'induction permettait de s'affranchir de ces effets. En effet, Lincoff et coll⁽⁴⁰⁾. affirmaient dès 1957 que cet effet ne s'observait qu'en cas de sédation incomplète mais pas sous narcose profonde. Pourtant leur étude électromyographique avait bien révélé la persistance d'une contracture musculaire (qui pouvait même s'aggraver) alors qu'on observait un silence EMG. Ils avaient également noté la forte hypertonie oculaire (pouvant atteindre 60 mm Hg) qui accompagnait les mouvements de spasme.

Mais le caractère temporaire de cet effet contracturant sur les muscles oculomoteurs a été contesté par Smith⁽⁶²⁾ en 1974 qui constata également une altération prolongée des tests de duction forcée, fait confirmé par Knutsen⁽³⁵⁾ et Mindel⁽⁴²⁾ tous deux en 1980.

Cette série de constatations, couplée aux interrogations que suscitèrent la discordance avec les résultats des études cliniques de Cüppers sur l'angle anesthésique ont alors amené à

l'abandon définitif de la succinylcholine dans le protocole anesthésique pour le substituer par un curare non dépolarisant dépourvu de ces effets indésirables.

Par ailleurs, il faut aussi rappeler que lors de toutes ces études précoces et antérieures à l'apparition des méthodes de strabométrie linéaire, l'appréciation du SA se faisait de manière subjective et aboutissait au classement dans une catégorie de comportement qualitatif de l'angle : angle augmenté, stable, diminué, rectitude anesthésique et angle inversé.

En 1983, Habchi⁽²⁸⁾ réalise dans son travail de thèse une analyse rétrospective de 1552 cas d'ésotropies avec un minimum de trois ans de suivi après la fin du traitement. Il est important de rappeler les résultats de ces travaux qui ont permis de définir des valeurs seuils afin de décrire le comportement qualitatif des yeux sous narcose :

Après trois ans de traitement, 2 % seulement des patients avaient une vision binoculaire normale, 50 % conservaient une suppression profonde et les 48 % restants avaient développé des potentialités binoculaires qu'on a qualifié d' « union binoculaire » et caractérisée par l'association d'une CRA harmonieuse, d'une fusion dépassant souvent 10 à 15° aux tests maculaires et enfin d'une stéréoscopie variant de 100 à 400 secondes d'arc. Deux conditions formelles à la restitution d'une union binoculaire ont été identifiées : une isoacuité ou une anisoacuité inférieure ou égale à 2^{dixièmes} et un angle maximum résiduel mesuré au cover test alterné inférieur ou égal à 8 Δ en horizontal et 4 Δ en vertical.

En 1993, une nouvelle étude concernant 115 exotropies de première intention est réalisée par Pêchereau, Quéré et Oger-Lavenant⁽⁵³⁾.

NB : lors de la réalisation de cette étude, la détermination du SA avait été effectuée subjectivement sur un mode qualitatif mais aussi objectivement selon la méthode de strabométrie linéaire décrite par Paliaga et adaptée par Pêchereau (la déviation était appréciée chez chaque patient grâce à une graduation millimétrique apposée sur les verres de lunettes). Le TEM avait été mesuré sans désinsertion musculaire avec le même myomètre étalonné effectuant une traction de 50 grammes que nous utilisons toujours aujourd'hui.

- Le SA adopte une répartition gaussienne centrée sur une position moyenne de divergence (moyenne de $-2,1 \pm 2,5$ mm).

- Résultats du TEM du droit interne : répartition gaussienne autour d'une position moyenne d'hyperélongation ($3,4 \pm 2,3$ mm ; minimum -4 et maximum +10).

- Résultats du TEM du droit externe : répartition gaussienne autour d'une position moyenne d'hypoélongation ($0,9 \pm 2,5$ mm ; minimum -6 et maximum +10).

- Aucune relation statistiquement significative n'a été mise en évidence entre les valeurs du TEM des droits interne et externe et les paramètres testés qui furent l'âge, la valeur angulaire à l'état de veille et le SA.

- Par contre, une relation statistiquement significative a été notée ($R^2 = 0,283$ et $p = 0,0059$) entre les valeurs du TEM des deux muscles mais contre toute attente, cette relation était de signe positif à savoir que l'élongation des deux muscles varie dans le même sens. Toutefois, la dispersion importante des valeurs du TEM pour des angles d'importance comparable faisait bien ressortir la nécessité d'en tenir compte pour le protocole chirurgical. En effet, une amplitude chirurgicale identique n'aura pas les mêmes effets sur un muscle selon qu'il soit hypo, normo ou hyperélongable.

Péchereau⁽⁵²⁾ exposa en 1996 lors d'un colloque sur les ésootropies les résultats d'une étude non publiée portant sur 1358 yeux étudiés de façon prospective dans des ésootropies de 1^{ère} intention. Il avait constaté :

- 1 % de divergence importante.
- 19 % de divergence modérée.
- 54 % de rectitude.
- 1 % de convergence modérée.
- 2 % de convergence importante.
- l'absence de relation statistique entre la position des yeux droits et gauches
- l'absence de relation statistique entre la valeur de l'angle à l'état de veille et le signe de l'anesthésie.

NB : ces classifications découlaient d'une mesure de strabométrie linéaire.

En ce qui concerne les résultats du TEM, il décrivait :

- 40,4 % d'hypoélongation et 22,5 % d'hyperélongation sur le droit médial.
- 16,7 % d'hypoélongation et 46,4 % d'hyperélongation pour le droit latéral.

1.4.2. APPORT DE LA THÈSE DE F LIGNEREUX⁽³⁹⁾ (1994)

Elle concernait une population de dix sujets normaux pour l'étalonnage et la validation d'une nouvelle méthodologie de mesure, suivie de l'application clinique sur une population de trente sujets strabiques opérés au CHU de Nantes pendant le mois de Juillet 1994.

1.4.2.1. POPULATION DES SUJETS NORMAUX

La position du reflet cornéen a donc été préalablement étudiée chez des sujets normaux afin de mesurer son emplacement en position de rectitude et en fonction de l'excentricité du regard. Pour cela, le sujet était assis le visage appuyé contre une têtère et chaque œil,

photographié séparément, était situé perpendiculairement au zéro d'une échelle tangente située à 1,20 mètres.

Les photographies ont toutes été réalisées à l'aide d'un appareil argentique avec une distance de mise au point de 45 centimètres et un grossissement de 2 pour 1. Au total, 17 prises de vues ont été effectuées pour chaque œil pour des valeurs angulaires définies variant de 50 Δ d'adduction à 50 Δ d'abduction.

Le relevé des résultats a été effectué par une méthode millimétrique avec un grossissement constant de 21 pour 1 (21 millimètres sur l'écran correspondaient à 1 mm réel).

La déviation du reflet a été calculée à la fois :

- en pourcentage selon la formule décrite par Weekers⁽⁶⁵⁾ : **DEVIATION en %** = $\{(T0 - N0) - (Tx - Nx) / DCx\} * 100$ où T et N représentent les valeurs respectives des reflets en position 0 de rectitude et pour une situation de déviation donnée x, DC étant la valeur du diamètre cornéen

- mais également en millimètres par la formule : **DEVIATION en mm** = **T0 - Tx**.

La réalisation d'une régression linéaire pour chaque œil d'un patient puis pour les yeux de la population entière et analysant les variations de la déviation du regard en fonction du pourcentage de déplacement du reflet a permis d'isoler un facteur de conversion (égal à la valeur de la pente des droites de régression), valable pour les deux yeux où **1% de déviation du reflet = 1,1 Δ**, avec à chaque fois une imprécision de la position de rectitude inférieure à 1 Δ puisque les ordonnées à l'origine pour l'œil droit et pour l'œil gauche étaient respectivement de 0,909 et 0,34.

Par ailleurs une liaison très forte a été retrouvée entre les valeurs des yeux droits et gauches qui constituaient ainsi un groupe homogène de 20 yeux.

La méthode millimétrique appliquée à la population normale, où la déviation du reflet a été mesurée par simple soustraction des distances séparant le limbe temporal au reflet du flash a permis :

- d'effectuer une régression entre la valeur du reflet et la rotation exprimée en dioptries mais également en degrés et donc de pouvoir déterminer un facteur de conversion direct où **1mm de déplacement = 22 Δ = 12°** (pentes des droites)

- et de déterminer **la valeur d'un angle κ moyen égal à -5Δ soit -2,75°** (correspondant à l'ordonnée à l'origine).

Le fait d'avoir mis en évidence et quantifié l'angle κ témoignait de la précision de la mesure puisque la valeur de 5 Δ rendait compte à la fois de la valeur de l'angle κ et des erreurs d'appréciation de la position de rectitude. Le corollaire en est que la comparaison de la

position sous narcose à la position de rectitude présente comme grand intérêt de prendre toujours en compte l'angle κ quels que soit son signe et sa valeur puisqu'il est déjà présent sur la photo en rectitude.

1.4.2.2. POPULATION DES SUJETS STRABIQUES

Il s'agissait donc d'une population de trente patients opérés en Juillet 1994 et comportant 60 % d'ésotropies (2/3 de primitives et 1/3 de récidivantes), 33 % d'exotropies (réparties à part égale en primitives, récidivantes et consécutives) et 7 % de tropies nystagmiques.

Le SA a été évaluée de trois manières différentes :

- subjectivement par comparaison de la position des yeux sous narcose avec le souvenir de la position à l'état de veille.

- objectivement par la méthode de strabométrie linéaire et par la méthode photographique.

Un classement en divergence, rectitude ou convergence a été effectué dans les 3 types d'analyse, la rectitude correspondant aux valeurs comprises entre -5 et $+5$ %.

L'existence d'une corrélation statistique entre les trois méthodes a été démontrée, sans pouvoir être quantifiée pour autant.

En ce qui concerne la valeur de l'angle sous anesthésie, on a retrouvé chez les patients jamais opérés une diminution dans 85 % des cas et une inversion dans 10 % des cas mais aucun angle augmenté.

Chez les patients préalablement opérés, la position relative de chaque oeil sous anesthésie reste importante à évaluer mais la valeur de l'angle est considérée comme plus aléatoire étant donné que des facteurs iatrogènes vont l'influencer.

Enfin, les résultats du TEM ont été subdivisés en trois classes : diminué, normal et augmenté mais pour le droit interne comme pour le droit externe, aucune liaison statistique n'a été retrouvée entre la valeur du TEM et le SA.

La corrélation entre l'œil le plus dévié d'après la photographie et l'œil opéré (qui était systématiquement l'œil jugé comme le plus dévié par la méthode subjective) était de 73 % et la corrélation œil directeur / œil opéré était de 47 %.

Dans sa conclusion Lignereux, après avoir rappelé les grands avantages de la méthode photographique que sont sa totale objectivité, sa précision et la prise en compte systématique de l'angle κ , en soulignait également les inconvénients à savoir selon lui le risque d'erreur de mesure sous narcose liée à un écart de parallaxe ou de position de la tête et enfin la possibilité

de n'effectuer l'analyse photographique qu'à posteriori (puisque l'ère du numérique n'avait pas encore débuté).

1.4.3. APPORT DE LA THÈSE DE J-M HALBARDIER⁽²⁹⁾ (1997)

Cette étude a été réalisée entre Novembre 1995 et Janvier 1997 sur sept séries composées au minimum de trente patients et une série de douze patients seulement sans sélection parmi les opérés de strabisme.

En ayant recours à la numérisation des images avant leur analyse et grâce à un matériel de repérage et de repositionnement dans l'espace spécialement élaboré à cette occasion, cette étude a été riche de conclusions éloquentes qui ont ôté toute validité aux hypothèses soutenues par d'autres auteurs sur le SA.

En effet, elle a permis de démontrer :

- une excellente précision des mesures de $0,27 \Delta$ ($0,15^\circ$) par pixel soit une valeur nettement infraclinique.

- la reproductibilité des résultats sur 15 mesures effectuées sur un même œil.

- l'absence de différence de position sous narcose entre deux mesures réalisées à 4 minutes d'intervalle.

- l'absence de différence liée aux erreurs de parallaxe du microscope et ce dans des marges bien supérieures à celles de la pratique quotidienne.

- l'absence d'influence sur le SA de la luminosité entre « obscurité puis éclairage centré » et entre « obscurité puis éclairage incident à 45° », écartant toutes les idées sur l'influence du réflexe optomoteur sous narcose ainsi que sur la dominance d'une hémirétine sur l'autre.

- l'absence d'effet d'une duction forcée et même d'une chirurgie controlatérale sur la position de l'œil considéré.

- enfin, après réalisation d'une duction forcée homolatérale, l'œil est revenu à sa position initiale en un temps moyen de 63 secondes. Cet élément revêt une importance fondamentale car il fait ressortir l'importance dans la déviation anesthésique des facteurs visco-élastiques qui se répartissent entre les effets conjonctivo-ténoniens et ceux purement musculaires.

1.4.4. OBJECTIFS DE CETTE ÉTUDE

1.4.4.1. RAPPELS

Jusqu'à ce que Paliaga expose sa méthode de strabométrie linéaire en 1992, l'évaluation du SA s'était toujours faite de manière purement subjective en comparant de mémoire la position des yeux à l'état de veille à celle obtenue sous anesthésie générale.

Mais c'est l'avènement de la méthode photographique qui a réellement permis une évaluation beaucoup plus précise de ce signe grâce à l'obtention de facteurs de conversion pertinents. Lignereux, dans sa thèse de 1994, en calculant le pourcentage de déviation du reflet pour des mouvements d'abduction et d'adduction d'amplitude déterminée, a isolé un facteur de conversion très précis de $1,1 \Delta$ par % de déviation du reflet cornéen, avec à chaque fois une imprécision de la valeur de rectitude inférieure à une dioptrie. De plus, il a pu déterminer la valeur de l'angle κ moyen et montrer l'intérêt de la méthode photographique qui prend cet angle en compte chez chaque patient quels que soient son signe et sa valeur.

Halbardier, dans sa thèse de 1996, a prouvé la validité du SA et a mis en évidence la précision excellente de la photographie numérique puisque celle-ci est largement supérieure à la précision clinique.

Dans le but d'en réaliser une analyse la plus fine possible, il a donc été instauré dans notre service un protocole de photographies pré opératoires avec un appareil numérique (AN) couplé aux clichés per opératoires avec l'appareil numérique et le microscope opératoire (MO) afin de pouvoir calculer avec précision la valeur de l'angle de chaque œil sous anesthésie générale selon une méthode parfaitement objective. La valeur angulaire de chaque œil sous narcose est ainsi calculée en comparant la position du reflet à l'état de veille (en position de référence avec un œil occlus) et sa nouvelle position sous anesthésie.

1.4.4.2. LA COMPARAISON DES DEUX METHODES PHOTOGRAPHIQUES :

Puisque nous avons recours à deux méthodes photographiques distinctes pour les clichés per opératoires alors que les photographies à l'état de veille ne sont accessibles qu'à l'appareil numérique (AN), le préalable fondamental à cette étude consiste donc à comparer les valeurs obtenues avec chacune d'entre elles dans des conditions de réalisation similaire (donc en per opératoire). Le but n'en est pas uniquement de pouvoir substituer les valeurs obtenues par l'intermédiaire du microscope à celles d'un AN et inversement, mais surtout de démontrer la fiabilité de l'AN dans des conditions standards (et aisées à appliquer) de pratique clinique quotidienne. En cas d'absence de données provenant de l'AN, la transposition de

celles obtenues par l'intermédiaire du microscope sera toutefois effectuée a posteriori si la comparaison statistique préalablement effectuée l'autorise.

1.4.4.3. LA STABILITÉ DU SIGNE DE L'ANESTHÉSIE

Une fois cette comparaison effectuée, nous allons nous attacher à évaluer la stabilité du SA sous différents aspects :

1 - En per opératoire entre le début et la fin de l'intervention :

sur l'œil non opéré (Halbardier dans son travail de thèse en 1996 n'avait pas retrouvé de différence statistiquement significative entre t 0 et t + 4 minutes malgré une décroissance du taux de curarisation évalué par électromyogramme).

Cette comparaison sera effectuée sur l'ensemble de la population puis en distinguant les ésoptopies et les exotopies.

2 - Dans le temps entre deux interventions :

Les patients opérés à deux reprises sont au nombre de 22 dont 15 cas d'ésoptopies primitives. Par conséquent, les comparaisons portant sur la stabilité du SA dans le temps seront menées en considérant la totalité des patients puis le groupe des ésoptopies isolément.

Sur la valeur du SA monoculaire :

- sur l'œil non opéré : afin de juger de l'importance des facteurs visco-élastiques dans la déviation anesthésique de chaque œil. En effet l'œil adelphe ayant été opéré entre temps, les conditions innervationnelles s'en sont trouvées modifiées alors que les composantes viscoélastiques propres à l'œil non opéré sont elles inchangées. Cette comparaison portera donc sur la position pré opératoire avant chaque chirurgie.

- sur l'œil opéré : afin d'évaluer la stabilité de la position préalablement établie par la correction chirurgicale et des nouvelles conditions visco-élastiques conjonctivo-ténoniennes et musculaires établies par elle. Nous comparerons donc la position post opératoire de la première chirurgie avec la position pré opératoire de la deuxième.

Sur la valeur du SA binoculaire :

- entre les deux valeurs pré opératoires pour apprécier son évolution entre deux temps chirurgicaux.

- entre le post opératoire de la première chirurgie et le pré opératoire de la deuxième.

1.4.4.4. L'INTERPRÉTATION DES DONNÉES DU TEST D'ÉLONGATION MUSCULAIRE

Nous étudierons en fonction du type de strabisme présenté :

- les valeurs moyennes du TEM de chacun des muscles horizontaux et la relation statistique entre ces deux valeurs.

- la relation entre la valeur du TEM de chaque muscle et le SA monoculaire de l'œil opéré.

Dans le groupe des ésootropies primitives qui compte un nombre suffisamment important de patients, nous avons également effectué une évaluation statistique de l'interaction entre la valeur du TEM de chaque muscle et le comportement anesthésique de l'œil opéré.

Afin de réaliser le lien avec les études préalablement menées sur le TEM en fonction du type de strabisme, cette comparaison sera également effectuée sur un mode qualitatif.

Les valeurs normales du TEM sont de +2 mm pour le droit médial comme pour le droit latéral. Le TEM sera donc considéré comme :

- Normal pour une valeur de 2 ± 1 mm.
- Modérément augmenté (diminué) de 4 à 7 mm (de 0 à -3 mm).
- Fortement augmenté (diminué) de 8 à 10 mm (de -4 à -6 mm).
- Très fortement augmenté (diminué) pour 11 mm et + (à partir de -7 mm).

1.4.4.5. L'INTERPRÉTATION DU SA EN FONCTION DU TYPE DE TROUBLE STRABIQUE

Nous allons reprendre les principales conclusions tirées des études que nous avons citées et réétudier leur pertinence selon des critères identiques mais mesurés de manière objective :

- en comparant la position respective des yeux et le caractère symétrique ou non de la répartition du SA.

- en comparant la valeur du SA monoculaire ainsi que du SA binoculaire à celle de l'angle mesuré à l'état de veille au cover-test alterné. Cette comparaison sera effectuée selon plusieurs modalités puisque nous étudierons les valeurs successivement pour les yeux droits et gauches puis en fonction du caractère dominant ou non lors de l'examen clinique. Elle revêt un caractère fondamental puisqu'elle s'effectue sur les mêmes paramètres que ceux relevés par Apt et Isenberg dans leur étude de 1977.

Remarque : pour le SA monoculaire, la régression a été effectuée par rapport à la moitié de l'angle mesuré au cover-test alterné puisque celui-ci est constitué par la position relative des deux yeux.

- en étudiant, dans le cas des ésootropies primitives, l'influence de l'âge au moment de l'intervention sur le SA.

Par ailleurs, pour réaliser un lien avec les études préalablement menées sur la détermination SA, les mêmes données seront comparées sur un plan qualitatif.

Pour ce qui est du comportement qualitatif, les valeurs seuils que nous avons choisis découlent des critères cliniques de « rémission » d'un angle strabique qui permettent le rétablissement d'une union binoculaire, à savoir un écart angulaire entre les deux yeux inférieur ou égal à 8 dioptries pour ce qui est de la déviation horizontale.

Selon que les comparaisons concernent des valeurs mono ou binoculaires, les valeurs seuils retenues sont donc de ± 4 et $\pm 8 \Delta$ par rapport à l'angle clinique de loin (ou sa moitié pour les angles monoculaires) ou par rapport au zéro de référence afin de déterminer cinq classes qualitatives : angle augmenté, stable ou diminué et rectitude ou angle inversé.

En ce qui concerne la position anesthésique relative des yeux, celle-ci a été considérée comme symétrique si l'écart angulaire interoculaire était inférieur à 8Δ et asymétrique si elle y était supérieure ou égale.

Remarque : le groupe des ésootropies récidivantes a été volontairement ignoré car les incertitudes qui entourent les antécédents médico-chirurgicaux des patients initialement pris en charge en dehors du service rendent difficile le distinguo entre une ésotropie primitive incomplètement corrigée par un premier temps chirurgical et une ésotropie à proprement parler récidivante. Nous n'avons pas non plus considéré les exophories-tropies du fait de l'absence de données de référence ainsi que les paralysies oculo-motrices et les syndromes de Stilling-Duane du fait d'un trop petit nombre de cas.

2. RECRUTEMENT, MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1. CONSTITUTION DE LA COHORTE DE PATIENTS

Cette étude a été réalisée rétrospectivement et inclut un total de 163 patients opérés au CHU de Nantes entre Janvier 2003 et Janvier 2006.

Nous n'avons retenu que des cas de chirurgie portant sur les muscles droits horizontaux, qu'il s'agisse de patients opérés pour la première fois dans notre service ou bien de patients ayant dans leurs antécédents une ou plusieurs chirurgies sur les muscles oculomoteurs. Par contre, tous les types de troubles horizontaux ont été considérés.

Les critères d'exclusion (29 dossiers sur une sélection initiale de 192) étaient :

- La présence de troubles verticaux (élévation en adduction, syndromes alphabétiques et déviation verticale dissociée) au premier plan de la symptomatologie, qu'ils aient déjà fait l'objet d'une correction chirurgicale ou non : 19 dossiers. Un nombre significatif de patients inclus présentaient évidemment des troubles verticaux mais ceux-ci étaient alors d'importance minime à modérée et non justiciables d'une cure chirurgicale.

- Toute baisse d'acuité visuelle (de l'amblyopie à la cécité) liée à une autre pathologie que le strabisme ou l'amblyopie fonctionnelle : 6 dossiers.

- Une instabilité anesthésique post opératoire notoire liée à un réveil imminent du patient et perturbant de façon évidente la réalisation des clichés post opératoires : 4 dossiers.

2.2. RECUEIL DES DONNÉES CLINIQUES

Les données cliniques recueillies étaient :

1. le sexe.
2. le type de pathologie strabique.
3. l'antécédent ou non de chirurgie du strabisme (dans la mesure du possible, quand un patient avait déjà été opéré en dehors du service, le(s) compte rendu(s) opératoire(s) sont (étaient) récupérés afin de pouvoir juger au mieux de la nature initiale du strabisme, ainsi que de la possible stratégie chirurgicale qui pourrait en découler.
4. l'âge de début des troubles (donnée relativement difficile à préciser).
5. l'âge lors de la première intervention réalisée dans le service.
6. l'équivalent sphérique et la meilleure acuité visuelle corrigée de chaque œil (en cas d'amblyopie traitée, on a noté l'acuité visuelle de l'œil atteint et de l'œil adelphe après traitement).
7. l'antécédent ou non d'amblyopie et le traitement adopté le cas échéant.

8. le côté de l'œil dominant ou bien l'absence de dominance clinique évidente.

9. l'état de la correspondance rétinienne (normale, anormale ou incertitude).

10. la valeur de l'angle maximum mesuré en vision de loin et en vision de près au cover-test alterné lors de la consultation pré opératoire (en moyenne 15 jours avant l'intervention) puis à J1, 6 mois et 1 an de la première chirurgie et à 6 mois d'une éventuelle deuxième chirurgie.

11. la valeur du TEM de chaque muscle, sans en corriger la valeur en cas d'intervention antérieure.

Remarques :

- Tous les patients suivis dans le service et ayant présenté une amblyopie susceptible d'être améliorée, même partiellement, ont eu un traitement médical dont les modalités et la durée sont guidées par l'objectif de l'obtention d'une isoacuité stable et prolongée. Les outils majeurs en sont le port systématique de la correction optique totale calculée sous cycloplégie, l'occlusion et la pénalisation optique. Cette étape potentielle du traitement d'un patient strabique constitue un préalable systématique à toute cure chirurgicale même si l'angle a très souvent tendance à s'aggraver avec le temps.

- L'appréciation de l'état de correspondance rétinienne est basé en pratique courante sur la recherche d'arguments cliniques pathognomoniques de correspondance rétinienne anormale (hypermétropie de refixation, déviation verticale dissociée et nystagmus latent), et sur l'appréciation de l'acuité visuelle stéréoscopique (test de Lang 2 et TNO).

2.3. RECUEIL DES DONNÉES PHOTOGRAPHIQUES

Les **photographies à l'état de veille** ont été prises la veille de l'intervention par le chirurgien avec un appareil numérique PANASONIC® de 6 mégapixels placé approximativement à 1 mètre du visage du patient à qui on demandait de fixer l'objectif.

Trois photographies ont été réalisées successivement :

les deux yeux ouverts (ce cliché a été pris à titre informatif et n'a pas vocation à servir d'outil pour calculer l'angle strabique à l'état de veille).

puis en cachant un œil l'un après l'autre en fixant la cible afin de déterminer la position de référence de chaque œil (celui-ci étant par définition non dévié au moment de la réalisation du cliché).

Les **photographies sous anesthésie générale** ont été réalisées à la fois par l'intermédiaire du microscope opératoire Zeiss® OPMI-CS* placé sur statif de plafond S4 (relié à un ordinateur portable MacIntosh® par l'intermédiaire d'une caméra SONY® mono-

CCD), mais aussi avec l'AN décrit précédemment, en pré comme en post opératoire (quatre clichés per opératoires au total).

2.4. PROTOCOLE ANESTHÉSIQUE COMMUN

2.4.1. PRÉMÉDICATION

Elle est effectuée une heure avant l'intervention.

- Chez l'enfant jusqu'à 12 ans :

voie intra rectale : DIAZEPAM (Valium®) 1mg / kg.

ATROPINE 0,03 mg / kg.

- Chez l'adulte et le grand enfant :

voie buccale : MIDAZOLAM (Hypnovel®) 1 mg /kg.

ATROPINE 0,03 mg/kg.

Pose d'une voie veineuse à l'arrivée au bloc opératoire (Plasmalyte® G5 % avec un débit moyen de 150 ml/heure).

2.4.2. INDUCTION

Elle est réalisée par voie intra veineuse avec injection successive d'un antalgique de type morphinique, d'un curare non dépolarisant et d'un hypnotique :

ALFENTANYL (Rapifen®) 10 γ / kg chez l'enfant et 15 chez l'adulte.

VECURONIUM (Norcuron®) 0,1 mg / kg.

PROPOFOL (Diprivan®) 3 mg / kg.

Une intubation oro-trachéale est alors réalisée

2.4.3. ENTRETIEN

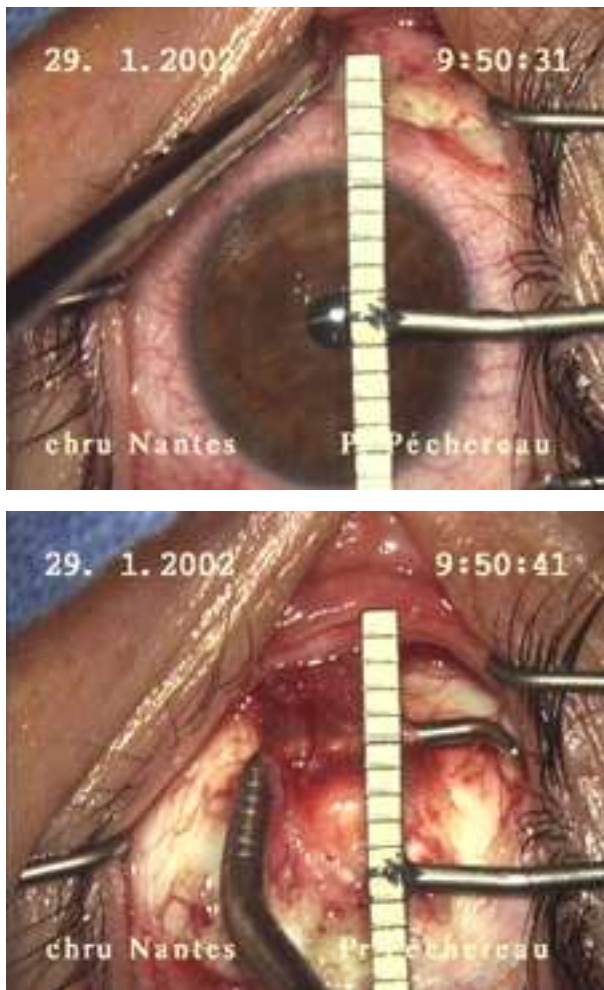
Par inhalation d'un mélange d'oxygène et de protoxyde d'azote avec 50 % de FiO₂ et 50 % de FiNO₂ et injection intra veineuse à la seringue électrique de PROPOFOL® 300 μ g / kg / heure.

Si l'intervention dure plus de 45 minutes, on réalise une injection intra veineuse complémentaire d'ALFENTANYL® en bolus de 5 γ / kg.

2.5. PROTOCOLE CHIRURGICAL COMMUN

L'appréciation subjective du SA constitue le préalable systématique à toute intervention chirurgicale : on évalue donc le caractère symétrique ou non de la déviation, ainsi que l'œil le plus dévié sous anesthésie et l'évolution globale de l'angle par rapport à l'état de veille afin de décider si la chirurgie doit être uni ou bilatérale et le côté à opérer en cas de chirurgie monoculaire.

Après ouverture de la conjonctive et de la capsule de Tenon, et après s'être assuré de l'absence d'incarcération conjonctivo-tenonienne, on réalise le test d'élongation musculaire (TEM) à l'aide d'un myomètre de Rapp-Roth calibré à 50 grammes et de la règlette de Pêchereau : le zéro de référence de la règlette est placé en regard du reflet cornéen sur un œil préalablement ramené en position de rectitude puis on tracte le globe à l'aide du myomètre et on relève la position de l'insertion sclérale du muscle par rapport au zéro de référence.



Exemple ci-dessus du TEM du droit médial d'un œil droit hypoélongable de 7 mm (clichés reproduits avec l'autorisation de A Pêchereau)

Les modalités de réalisation d'une chirurgie classique ne diffèrent en rien des techniques pratiquées de manière courante à savoir recul musculaire si l'on souhaite un affaiblissement et plicature musculaire, qui ne présente que des avantages par rapport à la résection (épargne des vaisseaux ciliaires antérieurs, potentiel inflammatoire post opératoire moindre, réversibilité temporaire potentielle et aspect esthétique identique), pour un renforcement.

La pose éventuelle d'un fil de Cùppers (uniquement sur des muscles droits médiaux dans la population concernée) est réalisée à 13 mm de l'insertion d'origine à l'aide d'un fil d'Ethylon* 5/0.

En cas de réintervention sur un œil déjà opéré au préalable, une grande attention a été portée à la libération d'éventuelles brides ou incarcérations notamment ténoniennes dans les cicatrices. Quand on a constaté la présence d'un néotendon, il a été systématiquement excisé avant que le muscle concerné ne soit repositionné, en avant ou en arrière de son insertion antérieure.

L'enveloppe conjunctivo-ténonienne est ensuite suturée en un plan à l'aide de points séparés ou d'un surjet passé de Vicryl 6/0.

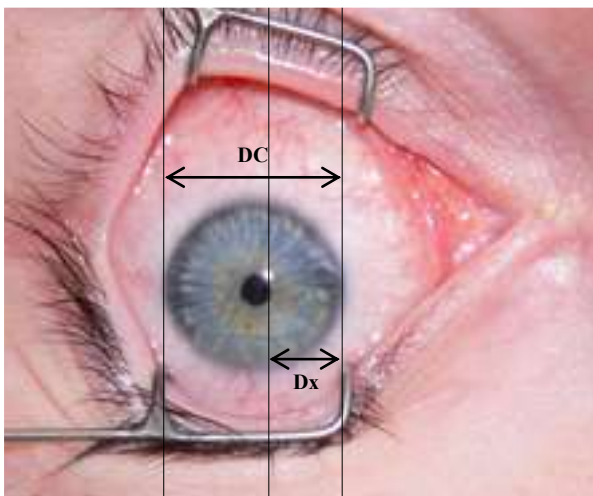
2.6. TRAITEMENT DES DONNÉES PHOTOGRAPHIQUES

La totalité des données photographiques a été analysée avec l'aide du logiciel Adobe® Photoshop 7.0 en utilisant le pixel comme unité de mesure. Les photographies à l'état de veille ont été analysées de face tandis qu'on a procédé sur des images inversées en ce qui concerne les clichés per opératoires.

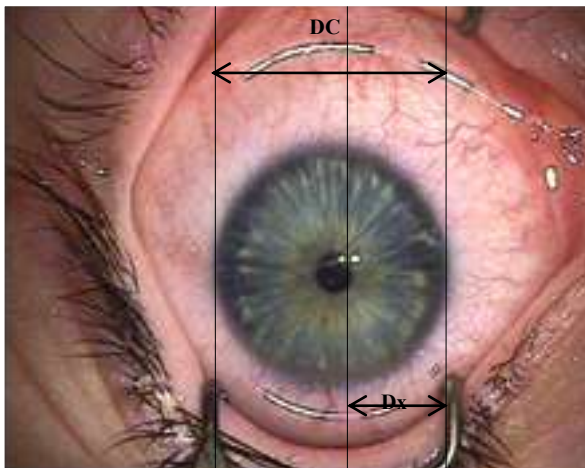
Sur chaque image, on a relevé la valeur en pixels de la position du limbe temporal, du limbe nasal et du reflet cornéen et ces valeurs ont été reportées sur un tableau Excel®.

Remarque : avec l'AN, le reflet cornéen est unique et correspond au flash de l'appareil, on a donc relevé la valeur au centre de ce reflet. En ce qui concerne le MO, l'axe du rétroscopie a une incidence de 0° par rapport à l'axe optique du microscope. Par conséquent, le zéro de référence se trouve à mi-distance entre les deux reflets projetés et c'est donc la position de ce zéro de référence qui a été relevée.

EXEMPLE AVEC APPAREIL NUMERIQUE



EXEMPLE AVEC MICROSCOPE OPERATOIRE



On a ensuite calculé pour chaque photographie les données suivantes :

DC (diamètre cornéen) = $Nx - Tx$

Dx (distance du reflet au limbe nasal) = $Nx - Rx$

Nx , Rx et Tx correspondent aux positions en abscisse respectives du limbe nasal, du reflet et du limbe temporal.

Remarque : la formule était appliquée dans un sens où dans l'autre afin que les valeurs obtenues soient toujours positives.

Puis on a calculé un rapport égal à Dx / DC qui exprime la position du reflet par rapport au limbe indépendamment du grossissement propre à chaque cliché.

On a donc défini pour chacun des yeux les rapports suivants :

- **rapport position de référence (à l'état de veille en fixation monoculaire)**
- **rapport Microscope pré / post opératoire chirurgie 1 et chirurgie 2 (en per opératoire avec le MO)**
- **rapport Appareil N pré / post opératoire chirurgie 1 et chirurgie 2 (en per opératoire avec l'AN).**

Nous n'avons pas eu recours à la formule de Weekers⁽⁶⁵⁾ pour convertir le pourcentage de déplacement du reflet en dioptries prismatiques Δ , car celle-ci sous-tend l'utilisation d'un grossissement constant, ce qui n'a pas été le cas de nos données photographiques.

Afin de s'en affranchir, nous avons donc utilisé un facteur de conversion indépendant du grossissement et selon lequel 1 % de déplacement du reflet correspond à $2,1 \Delta$. Nous avons alors pu déterminer la valeur du SA mono et binoculaire selon une formule toujours identique et appliquée afin qu'une convergence soit toujours exprimée positivement et une divergence négativement.

La formule permettant la transformation des valeurs des rapports en dioptries prismatiques (Δ) s'écrit donc:

SA monoculaire (droit/gauche) situation X = (rapport (droit/gauche) situation X – rapport (droit/gauche) position de référence) * 210

SA binoculaire situation X = SA monoculaire droit situation X + SA monoculaire gauche situation X

3. RÉSULTATS

3.1. DESCRIPTION DE LA COHORTE DE PATIENTS

Il s'agit d'une population de 163 patients opérés de strabisme entre Janvier 2003 et Janvier 2006 au CHU de Nantes.

3.1.1. RÉPARTITION ENTRE LES SEXES

Le sex-ratio dans cette population est de 1 homme pour 1,09 femmes.

3.1.2. TYPE DE PATHOLOGIE STRABIQUE

Les ésootropies représentent 50,9 % des patients, parmi lesquelles 76 % d'ésootropies primitives ; 22,8 % d'ésootropies récidivantes et un seul cas (1,2 %) d'ésotropie consécutive.

Les exotropies représentent 38,1 % des patients mais constituent un groupe beaucoup plus disparate associant 42 % d'exotropies consécutives ; 22,6 % d'exophories-tropies ; 21 % d'exotropies primitives ; 4,8 % d'exotropies récidivantes ; 6,4 % d'exotropies secondaires et 3,2 % d'exophories-tropies récidivantes.

Enfin, les 11 % restants sont partagés entre les syndromes de Duane, tous de type 1 (4,9 %) ; les paralysies oculomotrices, essentiellement du 6^{ème} nerf crânien gauche (4,3 %) et enfin deux cas d'exotropie nystagmique et un syndrome de Kestenbaum-Anderson.

3.1.3. RÉPARTITION ENTRE PATIENTS JAMAIS ET DÉJÀ OPÉRÉS

Les patients jamais opérés représentent 65,6 % de la population avec un total de 107 patients.

Chez les 56 patients déjà opérés au préalable en dehors du service, le protocole opératoire appliqué lors de cette chirurgie a pu être récupéré pour la moitié d'entre eux. La grande majorité n'avait subi qu'une seule voire deux chirurgies préalables. Le cas le plus extrême était celui d'une patiente opérée de son ésotropie à quatre reprises sur l'œil droit.

Dans les 28 autres cas, le(s) compte-rendu(s) opératoire(s) n'a(ont) pu être récupéré(s) et les remaniements cicatriciels du site opératoire étaient trop importants pour évaluer avec précision le(s) protocole(s) réalisé(s).

3.1.4. ÂGE MOYEN AU MOMENT DE LA PREMIÈRE CHIRURGIE DANS LE SERVICE

POUR TOUTE LA POPULATION

L'âge moyen au moment de la première cure chirurgicale dans le service était de 19,3 ±17 ans avec des extrêmes de 3 ans et de 77,5 ans.

3.1.5. RÉPARTITION DES AMÉTROPIES ET DES ACUITÉS VISUELLES

L'équivalent sphérique (ES) moyen était de $+1,8 \pm 3,1 \Delta$ pour l'œil droit (min -18 ; max $+9,7$) et de $+1,9 \pm 2,9 \Delta$ pour l'œil gauche (min $-11,5$; max $+9,7$).

La meilleure acuité visuelle corrigée (MAVC) moyenne de loin (mesurée à 5 mètres avec une échelle de Monoyer) était de $8,6^{\text{dixièmes}} \pm 2,3$ pour l'œil droit (min $0,5$; max 10) et de $8,6^{\text{dixièmes}} \pm 2,1$ pour l'œil gauche (min $1,6$; max 10).

3.1.6. FRÉQUENCE ET TRAITEMENT DE L'AMBLYOPIE

On retrouve un antécédent d'amblyopie chez 37,5 % des patients avec une répartition à peu près égale du nombre d'atteintes entre l'œil droit et l'œil gauche ainsi que quatre cas d'amblyopie bilatérale relative (MAVC du meilleur œil inférieure ou égale à $6^{\text{dixièmes}}$).

3.1.6.1. FRÉQUENCE DE L'AMBLYOPIE SELON LA PATHOLOGIE EN CAUSE

Sur les 59 patients, 27 (45,8 %) présentaient une ésoptropie primitive ; 17 (28,8 %) une exotropie consécutive ; 8 (13,6%) une ésoptropie récidivante et 4 (6,8 %) une exotropie primitive. Les 3 derniers cas concernaient un syndrome de Stilling-Duane bilatéral et deux exotropies secondaires.

L'amblyopie a été traitée dans 75 % des cas et négligée dans 25 % des cas (il ne s'agissait que de patients initialement pris en charge en dehors de notre service).

3.1.6.2. NIVEAU D'ACUITÉ VISUELLE SELON TRAITEMENT OU NON TRAITEMENT DE L'AMBLYOPIE

SUR TOUTE LA POPULATION DES SUJETS AMBLYOPES

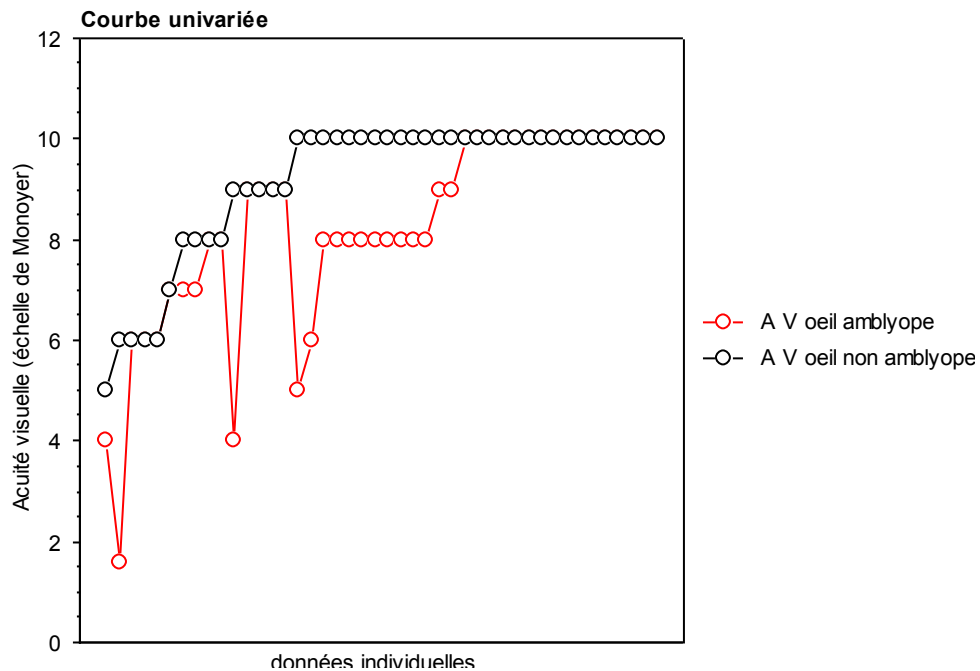
Pour la totalité des patients amblyopes, il y a une différence très significative entre le niveau de MAVC des deux yeux avec un différentiel moyen de $2,3^{\text{dixièmes}}$ au bénéfice de l'œil non amblyope (MAVC moyenne de $6,9^{\text{dixièmes}}$ pour l'œil atteint et de $9,2^{\text{dixièmes}}$ pour l'œil indemne).

Nous présentons ci-dessous une courbe univariée des valeurs de MAVC des deux yeux :

POUR LE GROUPE DES PATIENTS TRAITÉS

Le différentiel entre les MAVC moyennes reste très significatif ($p < 0,0001$) mais chute à 0,9^{dixième} si on ne considère que le groupe des patients traités (MAVC moyenne de 8,2^{dixièmes} pour œil amblyope contre 9,1^{dixièmes} pour l'œil non amblyope).

Nous présentons ci-dessous une courbe univariée des valeurs de MAVC des deux yeux :



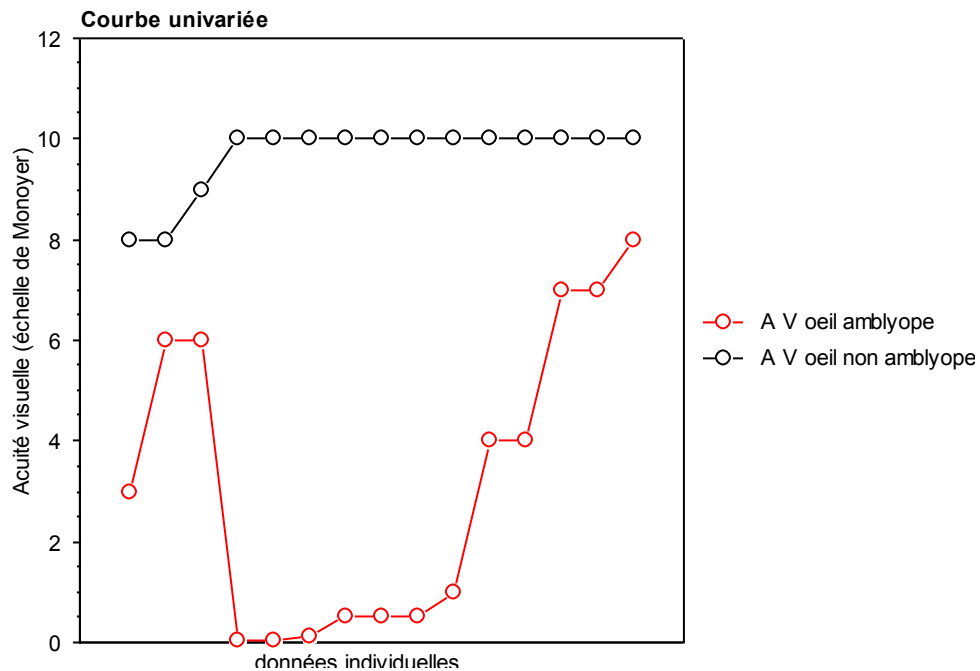
Seuls 4 patients ont une anisoacuité supérieure ou égale à 2^{dixièmes} soit 9,3 % des patients traités.

On compte 4 cas d'amblyopie bilatérale relative.

POUR LE GROUPE DES PATIENTS NON TRAITÉS

Chez les 25 % de patients (15 sur 59) dont l'amblyopie a été négligée, le différentiel moyen passe à 6,5^{dixièmes} (MAVC moyennes respectivement de 3,2^{dixièmes} et 9,7^{dixièmes}).

Nous présentons ci-dessous une courbe univariée des valeurs de MAVC des deux yeux :



85,7 % des patients non traités présentent une anisoacuité supérieure ou égale à 2^{dixièmes}.

3.1.6.3. RELATION ENTRE ÉQUIVALENT SPHÉRIQUE ET ANISOACUITÉ SUR TOUTE LA POPULATION DES SUJETS AMBLYOPES

L'ES moyen est de $2 \pm 4,1 \Delta$ sur l'œil amblyope (min -18 ; max 9,7) et de $1,8 \pm 3,6 \Delta$ sur l'œil indemne (min -12,5 ; max 9,7).

Nous présentons ci-dessous une courbe univariée des valeurs de l'ES des deux yeux :

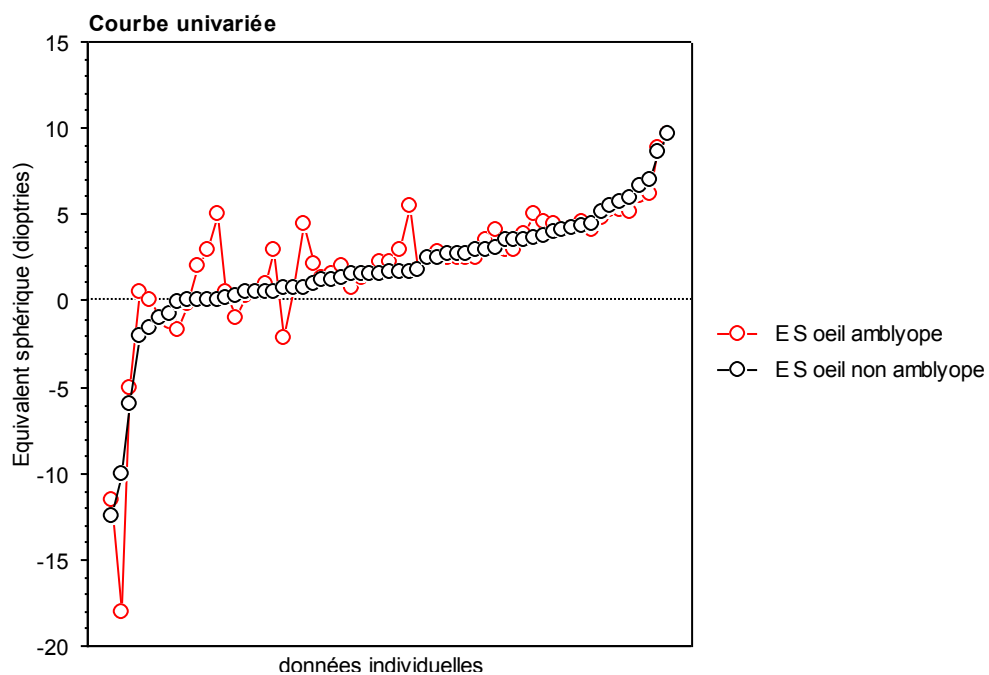


Tableau ANOVA pour DIFFERENTIEL D'ACUITE VISUELLE

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
DIFFERENTIEL D'EQUIVALENT SPHERIQUE	38	472,454	12,433	2,311	,0242	87,810	,938
Résidu	20	107,608	5,380				

POUR LE GROUPE DES PATIENTS TRAITÉS

L'ES moyen est de $2,6 \pm 3,2 \Delta$ sur l'œil amblyope (min -11,5 ; max 9,7) et de $2,3 \pm 3,4 \Delta$ sur l'œil indemne (min -12,5 ; max 9,7).

Nous présentons ci-dessous une courbe univariée des valeurs de l'ES des deux yeux :

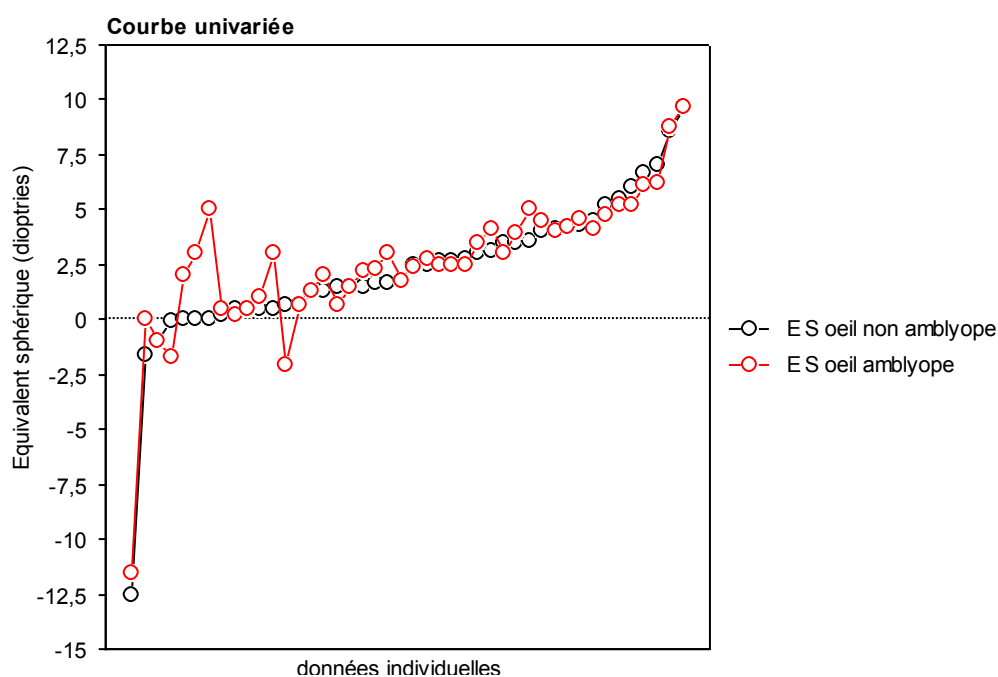


Tableau ANOVA pour DIFFERENTIEL D'ACUITE VISUELLE

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
DIFFERENTIEL D'EQUIVALENT SPHERIQUE	29	64,906	2,238	1,393	,2604	40,386	,560
Résidu	14	22,500	1,607				

POUR LE GROUPE DES PATIENTS NON TRAITÉS

L'ES moyen est de $0,3 \pm 5,8 \Delta$ sur l'œil amblyope (min -18 ; max 5,5) et de $0,2 \pm 3,9 \Delta$ sur l'œil indemne (min -10 ; max 5,7).

Nous présentons ci-dessous une courbe univariée des valeurs de l'ES des deux yeux :

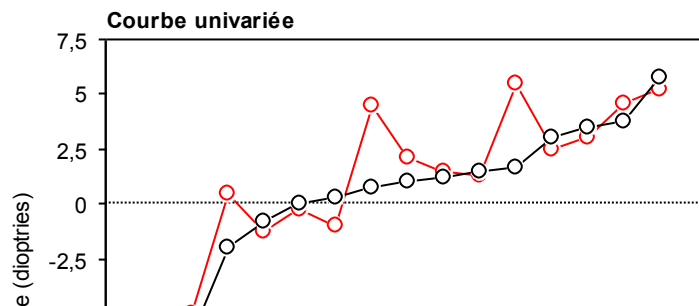


Tableau ANOVA pour DIFFERENTIEL D'ACUITE VISUELLE

	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Valeur de p	Lambda	Puissance
DIFFERENTIEL D'EQUIVALENT SPHERIQUE	11	115,205	10,473	,941	,5960	10,346	,120
Résidu	3	33,407	11,136				

Il n'y a aucune différence statistiquement significative entre l'ES de l'œil amblyope et celui de l'œil non amblyope quelle que soit la population étudiée : ensemble des sujets amblyopes, sujets traités et sujets non traités. Les écarts moyens respectifs sont de 0,25 ; 0,3 et 0,1 Δ pour des valeurs de p de 0,2460 ; 0,0947 et 0,8890).

Par contre, le tableau ANOVA réalisé pour chacune des situations montre l'existence d'une relation statistiquement significative entre le différentiel d'ES (ramené à sa valeur absolue) des deux yeux et celui des MAVC respectives, mais uniquement si l'on considère l'ensemble des sujets amblyopes ($p = 0,0242$).

3.1.7. POLARISATION DE LA DÉVIATION ET DOMINANCE

En cas de dominance avérée, l'œil dominant était le gauche dans 56,8 % des cas et le droit dans 43,2 %.

L'œil dévié était le droit dans 54,6 % des cas et l'œil gauche dans 45,4 %.

Quand l'œil droit est dominant, le gauche est dévié dans 84,2 % des cas.

Quand l'œil gauche est dominant, le droit est dévié dans 84 % des cas.

De même chez les sujets amblyopes on retrouve une correspondance assez forte entre le côté de la dominance sensorielle et celui de la dominance motrice. Toutefois, il faut

considérer que ces données ont été recueillies lors de la première consultation dans le service et avant que n'ait été débuté le traitement d'une éventuelle amblyopie (cf tableau ci-dessous).

Chez les sujets non amblyopes, l'œil droit est plus souvent dévié que le gauche (57,1 % contre 42,9 %).

3.1.8. ÉTAT DE LA CORRESPONDANCE RÉTINIENNE

On note 70,5 % de CRA, 25 % de CRN et 4,5 % d'incertitude (dans des situations d'union binoculaire avec une acuité visuelle stéréoscopique inférieure ou égale à 100 secondes d'arc).

On retrouve 100 % de CRA dans la série de 26 exotropies consécutives et pour les 2 cas d'exotropie nystagmique.

Elle concerne respectivement 84,1 % et 94,7 % des patients présentant une ésoptropie primitive ou récidivante ; les mêmes proportions respectives sont de 69,2 % et de 66,7 % pour les exotropies.

Le taux de CRN était de 100 % dans les paralysies oculomotrices ; 93,75 % dans les exophories-tropies et 87,5 % des patients ayant un syndrome de Stilling-Duane (une situation d'incertitude chez une patiente présentant un Stilling-Duane bilatéral déjà opéré).

3.1.9. ŒIL OPÉRÉ LORS DE LA PREMIÈRE CHIRURGIE DANS LE SERVICE

La chirurgie a été bilatérale dans 7,4 % des cas. En cas de chirurgie monoculaire, l'œil gauche semble être opéré significativement plus souvent (54 % des cas) que le droit (38,6 % des cas).

Cette différence n'est pas due aux 8 cas de syndrome de Stilling-Duane et aux 7 cas de paralysie oculomotrice touchant essentiellement l'oeil gauche puisque les pourcentages retrouvés sont quasiment identiques lorsqu'on exclut ces deux types de pathologies (chirurgie à gauche dans 52,7 % des cas, à droite dans 39,2 % des cas et bilatérale pour les 8,1 % restants).

3.2. COMPARAISON DES DEUX MÉTHODES PHOTOGRAPHIQUES

Cette comparaison des valeurs obtenues avec l'appareil numérique (AN) et par l'intermédiaire du microscope opératoire (MO) ne concerne que les clichés réalisés sous anesthésie en pré et en post opératoire de la première chirurgie.

Dans chacune des situations, elle a été effectuée sur les valeurs angulaires mono ou binoculaires en dioptries prismatiques (Δ).

3.2.1. ANGLES MONOCULAIRES SUR CHIRURGIE 1

3.2.1.1. ŒIL DROIT PRÉ CHIRURGIE 1

La valeur moyenne de l'angle de l'œil droit en pré opératoire était de $-2,7 \pm 13,1 \Delta$ avec le MO (min -44 ; max $32,5$) et de $-1,6 \pm 12,7 \Delta$ avec l'AN (min $-41,8$; max $30,2$).

Il y a une différence statistiquement significative entre les valeurs angulaires moyennes mesurées avec le MO et l'AN (écart moyen de $-0,993 \Delta$ avec $p = 0,008$).

Le graphique de régression des valeurs de l'AN en fonction de celles du MO est présenté ci-dessous :

Le coefficient de régression entre les deux valeurs est significatif ($R^2 = 0,938$).

3.2.1.2. OEIL DROIT POST CHIRURGIE 1

La valeur moyenne de l'angle de l'œil droit en post opératoire était de $0,1 \pm 11,3 \Delta$ avec le MO (min $-28,6$; max $26,8$) et de $1,7 \pm 11,5 \Delta$ avec l'AN (min $-21,4$; max $30,2$).

Il y a une différence statistiquement significative entre les valeurs angulaires moyennes mesurées avec le MO et l'AN (écart moyen de $-1,477 \Delta$ avec $p < 0,001$).

Le graphique de régression des valeurs de l'AN en fonction de celles du MO est présenté ci-dessous :

Le coefficient de régression entre les deux valeurs est proche de la significativité ($R^2 = 0,893$).

3.2.1.3. ŒIL GAUCHE PRÉ CHIRURGIE 1

La valeur moyenne de l'angle de l'œil gauche en pré opératoire était de $2,9 \pm 12,8 \Delta$ avec le MO (min $-50,3$; max $29,2$) et de $2,3 \pm 13 \Delta$ avec l'AN (min $-52,5$; max $30,4$).

Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les valeurs angulaires moyennes mesurées avec le MO et l'AN (écart moyen de $0,546 \Delta$ avec $p = 0,0760$).

Le graphique de régression des valeurs de l'AN en fonction de celles du MO est présenté ci-dessous :

Le coefficient de régression entre les deux valeurs est significatif ($R^2 = 0,933$).

3.2.1.4. ŒIL GAUCHE POST CHIRURGIE 1

La valeur moyenne de l'angle de l'œil gauche en post opératoire était de $0,1 \pm 10,5 \Delta$ avec le MO (min $-42,6$; max $23,9$) et de $-0,5 \pm 10,1 \Delta$ avec l'AN (min $-42,5$; max $21,6$).

Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les valeurs angulaires moyennes mesurées avec le MO et l'AN (écart moyen de $0,615 \Delta$ avec $p = 0,0617$).

Le graphique de régression des valeurs de l'AN en fonction de celles du MO est présenté ci-dessous :

Le coefficient de régression entre les deux valeurs est proche de la significativité ($R^2 = 0,882$).

3.2.1.5. REMARQUE CONCERNANT LES VALEURS DES RAPPORTS

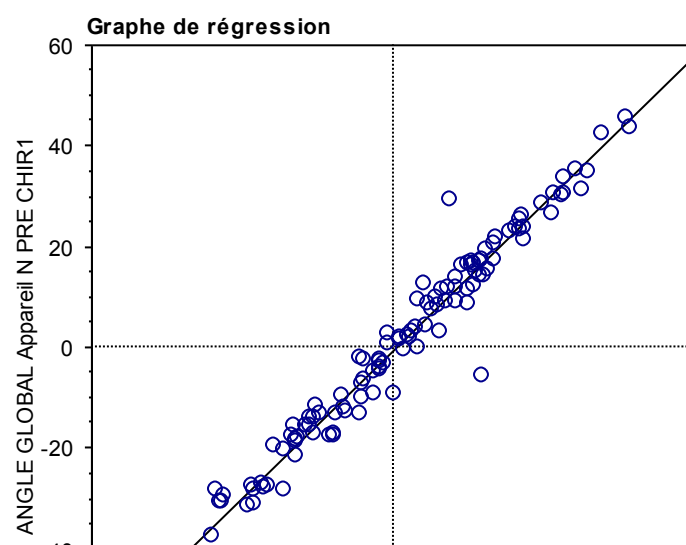
Pour mémoire, les mêmes comparaisons appariées effectuées sur les valeurs des rapports montraient une différence statistiquement significative entre MO et AN pour les valeurs des rapports des yeux droits et gauches en pré comme en post opératoire (écarts moyens respectifs de $-0,005$ et $-0,007$ pour des valeurs de p de $0,0004$ et $< 0,0001$ à droite ; et de $0,003$ et $0,004$ pour des valeurs de p de $0,0442$ et $0,0294$ à gauche).

3.2.2. ANGLE BINOCULAIRE PRÉ OPÉRATOIRE

La valeur moyenne de l'angle binoculaire en pré opératoire était de $0,2 \pm 22,3 \Delta$ avec le MO (min $-55,4$; max 47) et de $-0,4 \pm 22,7 \Delta$ avec l'AN (min $-55,1$; max $50,1$).

Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les valeurs angulaires moyennes mesurées avec le MO et l'AN (écart moyen de $-0,661 \Delta$ avec $p = 0,0756$).

Le graphique de régression des valeurs de l'AN en fonction de celles du MO est présenté ci-dessous :



Le coefficient de régression entre les valeurs est excellent ($R^2 = 0,968$).

3.3. STABILITÉ DU SIGNE DE L' ANESTHÉSIE

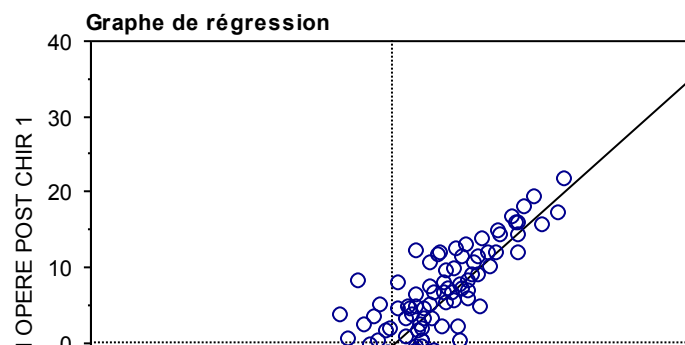
3.3.1. EN PER OPÉRATOIRE SUR L' ŒIL NON OPÉRÉ

3.3.1.1. SUR TOUTE LA POPULATION

La valeur moyenne de l'angle de l'œil non opéré était de $0,1 \pm 10 \Delta$ en pré opératoire (min $-26,2$; max $22,7$) et de $0 \pm 10 \Delta$ en post opératoire (min $-28,4$; max $21,8$).

On ne retrouve pas de différence significative sur la valeur de l'angle de l'œil non opéré entre le pré et le post opératoire (écart moyen de $0,193 \Delta$ et $p = 0,5974$).

Le graphique de régression des valeurs post opératoires en fonction des valeurs pré opératoires est présenté ci-dessous :



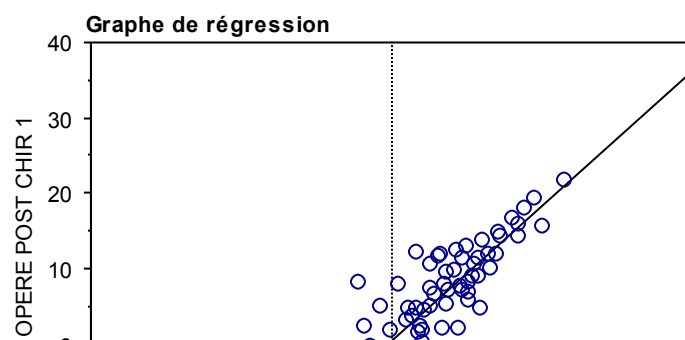
Le coefficient de régression est proche de la significativité avec $R^2 = 0,816$ et la pente de la droite de régression est de $0,894$.

3.3.1.2. DANS LES ÉSOTROPIES

La valeur moyenne de l'angle de l'œil non opéré était de $5,3 \pm 8,5 \Delta$ en pré opératoire (min $-26,2$; max $22,7$) et de $5,5 \pm 8,6 \Delta$ en post opératoire (min $-21,4$; max $21,8$).

On ne retrouve pas de différence significative sur la valeur de l'angle de l'œil non opéré entre le pré et le post opératoire (écart moyen de $-0,1 \Delta$ et $p = 0,8424$).

Le graphique de régression des valeurs post opératoires en fonction des valeurs pré opératoires est présenté ci-dessous :



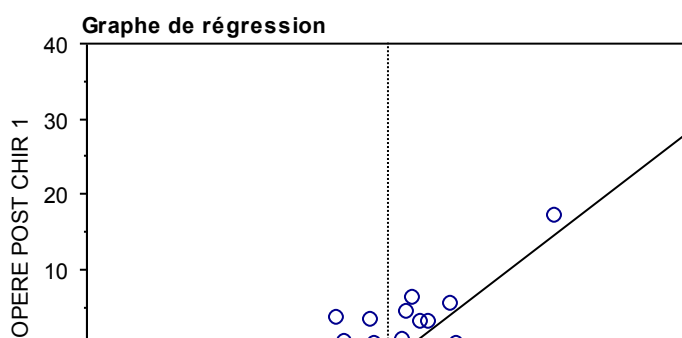
Le coefficient de régression un peu moins bon à $0,792$ avec une pente de la droite de $0,899$.

3.3.1.3. DANS LES EXOTROPIES

La valeur moyenne de l'angle de l'œil non opéré était de $-5,4 \pm 8,3 \Delta$ en pré opératoire (max $-26,2$; min $21,9$) et de $-6,4 \pm 7,8 \Delta$ en post opératoire (max $-28,4$; min $17,3$).

On ne retrouve pas de différence significative sur la valeur de l'angle de l'œil non opéré entre le pré et le post opératoire (écart moyen de 0,9 Δ et $p = 0,1500$).

Le graphique de régression des valeurs post opératoires en fonction des valeurs pré opératoires est présenté ci-dessous :



Le coefficient de régression est de 0,672 avec une pente de la droite de 0,769.

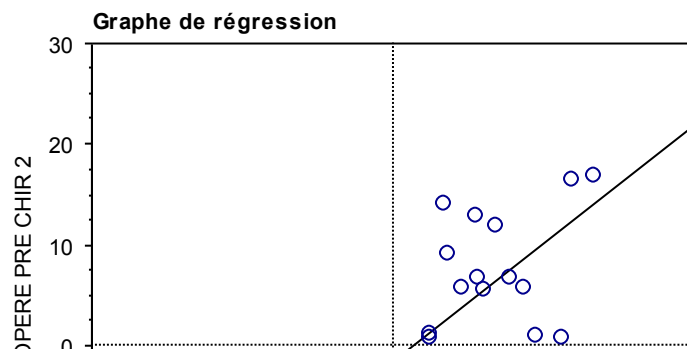
3.3.2. DANS LE TEMPS SUR L' ŒIL NON OPÉRÉ LA PREMIÈRE FOIS

3.3.2.1. POUR LA POPULATION TOTALE

La valeur moyenne de l'angle était de $5,7 \pm 8,6 \Delta$ en pré opératoire de la première chirurgie (min -14,9 ; max 19,9) et de $2,9 \pm 8,7 \Delta$ en pré opératoire de la deuxième (min -15,3 ; max 16,9).

Il y a une différence statistiquement significative sur la valeur de l'angle de l'œil non opéré entre le pré opératoire des deux chirurgies (écart moyen de 2,6 Δ et $p = 0,0389$).

Le graphique de régression des valeurs pré opératoires de la deuxième chirurgie en fonction des valeurs pré opératoires de la première est présenté ci-dessous :



Le coefficient de régression est de 0,613 avec une pente de la droite de 0,785.

3.3.2.2. POUR LES ÉSOTROPIES PRIMITIVES

(seul type de pathologie dont la taille de l'échantillon des patients opérés deux fois permet une comparaison statistique) :

La valeur moyenne de l'angle était de $9,1 \pm 6 \Delta$ en pré opératoire de la première chirurgie (min $-3,5$; max $19,9$) et de $7,1 \pm 6 \Delta$ en pré opératoire de la deuxième (min $-1,5$; max $16,9$).

Dans le groupe des ésootropies primitives, il n'y a pas de différence statistiquement significative sur la valeur de l'angle de l'œil non opéré entre le pré opératoire des deux chirurgies (écart moyen de $1,7 \Delta$ et $p = 0,2279$).

Le graphique de régression des valeurs pré opératoires de la deuxième chirurgie en fonction des valeurs pré opératoires de la première est présenté ci-dessous :

Le coefficient de régression est faible (0,356) avec une pente de la droite de 0,63.

3.3.3. DANS LE TEMPS SUR L' ŒIL OPÉRÉ EN PREMIÈRE INTENTION (STABILITÉ DE LA CORRECTION CHIRURGICALE)

3.3.3.1. SUR TOUTE LA POPULATION

La valeur moyenne de l'angle était de $0,6 \pm 9,8 \Delta$ en post opératoire de la première chirurgie après avoir été opéré (min $-14,2$; max $22,1$) et de $0,9 \pm 6,9 \Delta$ en pré opératoire de la deuxième (min $-14,3$; max 14).

On ne retrouve pas de différence statistiquement significative entre la position de l'œil opéré en post opératoire de la première chirurgie et sa position lors de la deuxième intervention, avec un écart angulaire moyen de -1,04 dioptrie ($p = 0,5243$).

Une droite de régression (non représentée) a été effectuée entre les valeurs pré opératoires Y de la deuxième chirurgie et les valeurs post opératoires X de la première. L'équation en était $Y = 0,963 + 0,448X$ ($R^2 = 0,422$).

3.3.3.2. POUR LES ÉSOTROPIES PRIMITIVES

La valeur moyenne de l'angle était de $-3,6 \pm 7,4 \Delta$ en post opératoire de la première chirurgie après avoir été opéré (min $-14,2$; max $10,2$) et de $-0,3 \pm 6,1 \Delta$ en pré opératoire de la deuxième (min $-7,5$; max 14).

Si on isole le groupe des ésotropies primitives opérées à deux reprises, on trouve une différence statistique entre les deux situations avec un œil opéré en moyenne plus divergent de $3,6 \Delta$ en post opératoire par rapport à sa position lors de la deuxième intervention ($p = 0,0488$).

Une droite de régression a été effectuée entre les valeurs pré opératoires Y de la deuxième chirurgie et les valeurs post opératoires X de la première :

La valeur très faible du coefficient de régression ($R^2 = 0,108$) souligne l'absence totale de relation de proportionnalité entre les deux valeurs.

3.3.4. DANS LE TEMPS SUR L' ANGLE BINOCULAIRE

3.3.4.1. ENTRE LA VALEUR PRÉ OPÉRATOIRE DES DEUX INTERVENTIONS POUR LA POPULATION TOTALE

La valeur moyenne du SA binoculaire était de $13,5 \pm 23 \Delta$ en pré opératoire de la première chirurgie (min $-51,6$; max $50,1$) et de $3,7 \pm 10,8 \Delta$ en pré opératoire de la deuxième (min $-23,7$; max $30,8$).

Il y a une différence statistiquement significative entre la valeur du SA binoculaire en pré opératoire de la première chirurgie et celle en pré opératoire de la deuxième intervention, avec un écart moyen de $9,6 \Delta$ ($p = 0,0076$).

POUR LES ÉSOTROPIES PRIMITIVES

La valeur moyenne du SA binoculaire était de $25,4 \pm 14 \Delta$ en pré opératoire de la première chirurgie (min 3,2 ; max 50,1) et de $6,8 \pm 9,7 \Delta$ en pré opératoire de la deuxième (min $-7,7$; max 30,8).

Il y a une différence statistiquement significative entre la valeur du SA binoculaire en pré opératoire de la première chirurgie et celle en pré opératoire de la deuxième intervention, avec un écart moyen de $17,5 \Delta$ ($p < 0,0001$).

3.3.4.2. ENTRE LE POST OPÉRATOIRE DE LA PREMIÈRE CHIRURGIE ET LE PRÉ OPÉRATOIRE DE LA DEUXIÈME

POUR LA POPULATION TOTALE

La valeur moyenne du SA binoculaire était de $5,1 \pm 10,7 \Delta$ en post opératoire de la première chirurgie (min -19,9 ; max 25,9) et de $3,7 \pm 10,8 \Delta$ en pré opératoire de la deuxième (min $-23,7$; max 30,8).

Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre la valeur du SA binoculaire en post opératoire de la première chirurgie et celle en pré opératoire de la deuxième chirurgie, avec un écart moyen de $0,6 \Delta$ ($p = 0,7252$).

Une droite de régression a été effectuée entre les valeurs pré opératoires Y de la deuxième chirurgie et les valeurs post opératoires X de la première :

Le coefficient de régression est assez faible ($R^2 = 0,56$).

POUR LES ÉSOTROPIES PRIMITIVES

La valeur moyenne du SA binoculaire était de $5,2 \pm 10,4 \Delta$ en post opératoire de la première chirurgie (min -11,7 ; max 25,9) et de $6,8 \pm 9,7 \Delta$ en pré opératoire de la deuxième (min -7,7 ; max 30,8).

Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre la valeur du SA binoculaire en post opératoire de la première chirurgie et celle en pré opératoire de la deuxième chirurgie, avec un écart moyen de $-2,1 \Delta$ ($p = 0,2792$).

Une droite de régression a été effectuée entre les valeurs pré opératoires Y de la deuxième chirurgie et les valeurs post opératoires X de la première :

Si on considère exclusivement l'échantillon des ésootropies primitives, l'aspect du graphe de régression montre deux cas d'angle ayant diminué avec le temps, cinq cas où l'angle est parfaitement stable et huit cas d'angle augmenté.

En pré opératoire de la deuxième intervention, on retrouve six patients autour de la rectitude (dans une fourchette de $\pm 4 \Delta$ autour de 0).

3.4. ÉTUDE DU TEST D'ÉLONGATION MUSCULAIRE (TEM) ET DE L'INTERACTION AVEC LE SA MONOCULAIRE EN FONCTION DU TYPE DE STRABISME

3.4.1. DANS LES ÉSOTROPIES PRIMITIVES

Le muscle droit médial est en moyenne modérément hypoélongable avec un TEM moyen de $-1 \pm 2,9$ mm (min -6 ; max $+5$) et le droit latéral modérément hyperélongable avec un TEM moyen de $3,3 \pm 2,8$ mm (min -5 ; max $+8$).

Nous présentons ci-dessous une courbe univariée des valeurs du TEM de chaque muscle :

SUR LE PLAN QUALITATIF

Pour le droit médial, on retrouve 24 % (12 cas) et 44 % (22 cas) respectivement d'hypoélongabilité forte et modérée, 26 % (13 cas) de normoélongabilité et 6 % (3 cas) d'hyperélongabilité modérée.

Pour le droit latéral, on retrouve 46 % (23 cas) d'hyperélongabilité modérée et 2 % (1 cas) de forte hyperélongabilité ainsi que 36 % (18 cas) de normoélongabilité et 16 % (8 cas) d'hypoélongabilité dont un seul (2 %) de forte hypoélongabilité.

Le tableau des fréquences observées présenté ci-dessous exprime la valeur qualitative du TEM des deux muscles :

NB : valeurs du droit médial en lignes et du droit latéral en colonnes

Il n'y a aucun cas où le TEM était augmenté sur les deux muscles. Pour 52 % des patients (26 cas) on constate que le TEM d'un muscle est augmenté et celui de son

antagoniste est diminué ou normal. Le TEM est normal sur les 2 muscles dans 6 cas et diminué sur les 2 muscles dans 7 cas.

Une régression a été effectuée entre les valeurs du TEM des deux muscles :

L'aspect du graphe de régression et la valeur proche de 0 du coefficient de régression prouvent l'absence totale de corrélation statistique entre les valeurs du TEM des deux muscles.

Les deux graphiques de régression ci-dessous expriment la relation entre la valeur du SA monoculaire de l'œil opéré et celle du TEM du muscle droit médial puis du droit latéral :

Régression du SA monoculaire (en Δ) en fonction du TEM du droit médial (en mm) :

Régression du SA monoculaire (en Δ) en fonction du TEM du droit latéral (en mm) :

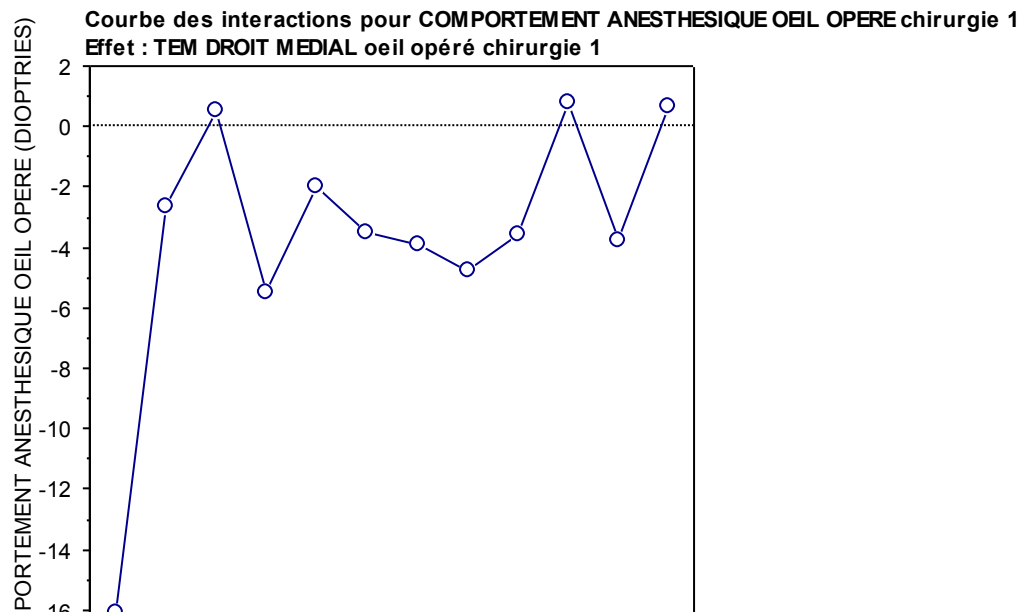
Il n'y a pas de relation linéaire entre la valeur du TEM de chaque muscle et le SA monoculaire de l'œil opéré (coefficients de régression respectivement de 0,027 pour le droit médial et de 0,103 pour le droit latéral).

On constate malgré tout pour le droit latéral qu'une rectitude anesthésique ou une microtropie peuvent être retrouvées quelle que soit la valeur du TEM mais que plus la valeur du TEM augmente et plus l'angle maximum observé augmente.

Nous avons enfin recherché une interaction entre la valeur du TEM de chaque muscle et le comportement anesthésique de l'œil opéré :

NB : les courbes d'interaction comportent un nombre limité de points car elles expriment la valeur moyenne de l'angle anesthésique pour des valeurs similaires observées de TEM.

Pour le droit médial :



Pour le droit latéral :

Les courbes d'interaction (ainsi que les tests PLSD « a posteriori » de Fischer qui ne sont pas reportés ici) ne montrent aucun lien significatif entre la valeur du TEM de chacun des muscles et le comportement anesthésique de l'œil opéré.

3.4.2. DANS LES EXOTROPIES PRIMITIVES

Le muscle droit médial est normoélongable avec un TEM moyen de $2,1 \pm 2,9$ mm (min -2 ; max $+5$) et le droit latéral modérément hypoélongable avec un TEM moyen de $-2,5 \pm 2,8$ mm (min -7 ; max $+2$).

Nous présentons ci-dessous une courbe univariée des valeurs du TEM de chaque muscle :

SUR LE PLAN QUALITATIF

Le droit latéral présente les mêmes proportions d' hypoélongabilité modérée ou forte dans 5 (41,6 %) cas et s'avère normoélongable dans 2 (16,7 %) cas.

Le TEM du droit médial est modérément diminué dans 3 (25 %) cas, normal dans 4 (33,3 %) cas et modérément augmenté dans 5 (41,6 %) cas.

Le tableau des fréquences observées présenté ci-dessous exprime la valeur qualitative du TEM des deux muscles :

NB : valeurs du droit latéral en horizontal et du droit médial en vertical

Dans les 10 cas sur 12 où le droit latéral est hypoélongable, on constate que le TEM du droit médial est très variable.

Une régression a été effectuée entre les valeurs du TEM des deux muscles :

Il n'y a aucune corrélation linéaire entre la valeur du TEM des deux muscles ($R^2 = 0,017$).

Les deux graphiques de régression ci-dessous expriment la relation entre la valeur du SA monoculaire de l'œil opéré et celle du TEM du muscle droit médial puis du droit latéral :

Régression du SA monoculaire (en Δ) en fonction du TEM du droit médial (en mm) :

Régression du SA monoculaire (en Δ) en fonction du TEM du droit latéral (en mm) :

Il n'y a pas non plus de relation linéaire entre la valeur du TEM de chaque muscle et la position de l'œil considéré sous narcose (R^2 respectivement de 0,492 pour le droit médial et 0,045 pour le droit latéral).

En ce qui concerne le droit médial, on constate néanmoins que plus le muscle est élongable et plus les angles minimum et maximum ont tendance à augmenter.

3.4.3. DANS LES EXOTROPIES CONSÉCUTIVES

Le droit médial est modérément hypoélongable en moyenne de $-3 \pm 4,2$ mm alors que le droit latéral est lui franchement hypoélongable (TEM moyen de $-4,8 \pm 4,2$ mm), avec des valeurs extrêmes respectives de -15 à $+5$ mm et -13 à $+5$ mm.

Nous présentons ci-dessous une courbe univariée des valeurs du TEM de chaque muscle :

SUR LE PLAN QUALITATIF :

Le TEM du droit médial est :

- modérément augmenté dans 2 cas (7,7 %)
- normal dans 2 cas (7,7 %)
- modérément diminué dans 9 cas (34,6 %)
- fortement diminué dans 9 cas (34,6 %)
- très fortement diminué dans 4 cas (15,4 %)

Le TEM du droit latéral est :

- modérément augmenté dans 1 cas (4 %)
- normal dans 1 cas (4 %)
- modérément diminué dans 7 cas (28 %)
- fortement diminué dans 8 cas (32 %)
- très fortement diminué dans 8 cas (32 %)

Soit une distribution quasiment similaire du comportement qualitatif des deux muscles avec une nette prédominance de l'hypoélongabilité.

Le tableau des fréquences observées présenté ci-dessous exprime la valeur qualitative du TEM des deux muscles :

NB : valeurs du droit latéral en horizontal et du droit médial en vertical

Le tableau des fréquences observées révèle que dans les 3 cas où le TEM d'un des muscles est augmenté ou normal, celui de son antagoniste est toujours diminué mais d'une amplitude variable.

Le TEM du droit médial est normal dans 7,7 % des cas et de modérément à très fortement diminué dans 84,6 % des cas ; les fréquences respectives de ces valeurs qualitatives passent à 4 % et 92 % pour le droit latéral.

Une régression a été effectuée entre les valeurs du TEM des deux muscles :

On ne retrouve là non plus aucune relation linéaire entre la valeur du TEM des deux muscles ($R^2 = 0,014$).

Les deux graphiques de régression ci-dessous expriment la relation entre la valeur du SA monoculaire de l'œil opéré et celle du TEM du muscle droit médial puis du droit latéral :

Régression du SA monoculaire (en Δ) en fonction du TEM du droit médial (en mm) :

Régression du SA monoculaire (en Δ) en fonction du TEM du droit latéral (en mm) :

Il n'y a aucune relation linéaire entre la valeur du TEM de chaque muscle et la valeur du SA monoculaire de l'œil opéré, avec des coefficients de régression proches de 0 dans les deux cas.

3.5. ÉVALUATION DU SIGNE DE L'ANESTHÉSIE EN FONCTION DU TYPE DE STRABISME

3.5.1. ÉSOTROPIES PRIMITIVES

3.5.1.1. COMPARAISON SA ŒIL DROIT / SA ŒIL GAUCHE

SUR LE PLAN QUANTITATIF

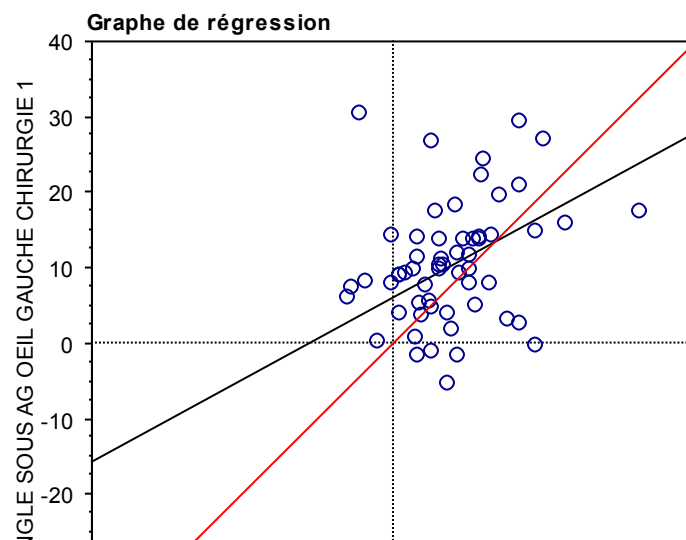
L'angle sous anesthésie est de $7,1 \pm 8,4 \Delta$ pour l'œil droit (min $-26,2$; max $32,5$) et de $9,9 \pm 9,4 \Delta$ à gauche (min $-29,2$; max $30,4$)

L'œil gauche apparaît significativement ($p = 0,0217$) plus convergent que l'œil droit avec un écart moyen de $2,8 \Delta$.

Test-t séries appariées
Ecart théorique = 0

ANGLE SOUS AG Oeil DROIT CHIRURGIE 1	ANGLE SOUS AG Oeil GAUCHE CHIRURGIE 1	Ecart moyen	DDL	t	p
		-2,802	58	-2,359	0,217

Une régression a été effectuée entre les valeurs des yeux droits et gauches :



Il n'y a pas de relation linéaire entre la position des yeux droits et gauches ($R^2 = 0,234$).

On note un pourcentage équivalent d'inversion de l'angle sur les deux yeux qui n'excède jamais plus de 8Δ , en dehors d'un cas isolé de divergence anesthésique bilatérale et symétrique de 30Δ .

3.5.1.2. ÉCART ANGULAIRE INTEROCULAIRE EN FONCTION DE L'ANGLE SOUS ANESTHÉSIE ET DE L'ANGLE CLINIQUE

SUR LE PLAN QUANTITATIF

L'écart angulaire moyen est de $7,2 \pm 6,1 \Delta$ (min $0,05$; max $34,8$).

Régression de l'écart angulaire interoculaire en fonction du SA binoculaire :

Régression de l'écart angulaire interoculaire en fonction de l'angle mesuré au cover-test alterné :

L'aspect du graphique de régression réalisé pour chacune des comparaisons montre une répartition comparable : la majorité des patients présente un écart angulaire interoculaire inférieur à 8^Δ correspondant à une répartition symétrique du SA mais sans qu'il n'apparaisse de lien avec la valeur du SA ($R^2 = 0,045$) ou avec celle de l'angle mesuré au cover-test alterné ($R^2 = 0,003$).

SUR LE PLAN QUALITATIF

L'étude sur le plan qualitatif confirme la nette prédominance du caractère symétrique de la répartition angulaire que l'on retrouve chez presque $\frac{2}{3}$ (62,7 %) des patients. Elle est asymétrique dans 37,3 % des cas.

Le tableau des fréquences observées ci-dessous décrit les types de comportement observés sur chaque œil (données de l'œil droit en horizontal et de l'œil gauche en vertical) :

On constate que quel que soit le comportement d'un œil, presque toutes les situations peuvent être observées sur l'œil adelphe.

3.5.1.3. COMPARAISON SA ŒIL DROIT/ ANGLE CLINIQUE A L'ÉTAT DE VEILLE SUR LE PLAN QUANTITATIF

Étant donné qu'un angle strabique correspond à une valeur binoculaire, nous avons comparé le SA monoculaire à l'angle mesuré au cover-test alterné divisé par deux. Sa valeur moyenne en était de $14,2 \pm 5,8 \Delta$ (min 3 ; max 30).

L'angle anesthésique moyen de l'œil droit est de $7,1 \pm 8,4 \Delta$ (min $-26,2$; max $35,4$) et se retrouve donc en moyenne en divergence de $7,2 \Delta$ par rapport à la moyenne de la moitié de l'angle clinique en vision de loin ($p < 0,0001$)

Une régression a été effectuée entre le SA monoculaire de l'œil droit et la valeur ajustée de l'angle clinique :

L'observation du graphique de régression amène plusieurs remarques :

L'absence totale de relation linéaire entre la valeur de l'angle sous narcose et la valeur ajustée de l'angle à l'état de veille ($R^2 = 0,07$)

On note un cas isolé de forte augmentation et un cas isolé de forte inversion de l'angle ainsi que quatre cas d'augmentation et cinq d'inversion modérée de l'angle mais qui se situent tous dans une fourchette inférieure à 8Δ par rapport à la valeur seuil.

Pour tous les autres patients, la valeur de l'angle sous narcose se répartit de manière homogène entre deux valeurs « butoirs » que constituent la rectitude et la valeur ajustée de l'angle de loin mesuré au cover-test alterné.

SUR LE PLAN QUALITATIF

sur le plan qualitatif, on retrouve :

- 5 cas d'angle augmenté (8,3 %)

- 13 cas d'angle stable (21,7 %)
- 23 cas d'angle diminué (38,3 %)
- 15 cas de rectitude anesthésique (25 %)
- 4 cas d'angle inversé (6,7 %)

3.5.1.4. COMPARAISON SA ŒIL GAUCHE/ ANGLE CLINIQUE A L'ÉTAT DE VEILLE

SUR LE PLAN QUANTITATIF

Le SA monoculaire moyen de l'œil gauche est de $9,9 \pm 9,4\Delta$ (min $-29,2$; max $30,4$) et se retrouve donc en moyenne en divergence de $4,2 \Delta$ par rapport à la moyenne de la moitié de l'angle clinique en vision de loin ($p = 0,002$).

Une régression a été effectuée entre le SA monoculaire de l'œil gauche et la valeur ajustée de l'angle clinique :

L'observation du graphique de régression amène plusieurs remarques :

L'absence totale de relation linéaire entre la valeur de l'angle sous narcose et la valeur ajustée de l'angle à l'état de veille ($R^2 = 0,242$) déjà constatée pour l'œil droit.

On retrouve le cas isolé de forte inversion de l'angle (correspondant au patient présentant une forte divergence bilatérale et symétrique) mais par rapport à l'œil droit il y a plus de cas d'augmentation (par ailleurs plus importante) de l'angle et seulement un cas d'inversion modérée.

Cependant, le comportement de l'angle sous narcose de la majorité des patients suit celui observé précédemment pour l'œil droit en se répartissant de manière homogène entre la rectitude et la valeur ajustée de l'angle de loin mesuré au cover-test alterné.

SUR LE PLAN QUALITATIF

sur le plan qualitatif, on retrouve :

- 9 cas d'angle augmenté (15,2 %)
- 19 cas d'angle stable (32,2 %)
- 17 cas d'angle diminué (28,8 %)
- 12 cas de rectitude anesthésique (20,3 %)
- 2 cas d'angle inversé (3,4 %)

3.5.1.5. COMPARAISON SA BINOCULAIRE/ ANGLE CLINIQUE A L'ÉTAT DE VEILLE

SUR LE PLAN QUANTITATIF

L'angle binoculaire anesthésique a une valeur moyenne de $17 \pm 15,4 \Delta$ (min $-55,4$; max $50,1$) et il est en moyenne moins convergent de $11,2 \Delta$ par rapport à l'angle clinique de loin ($p < 0,0001$).

Une régression a été effectuée entre le SA binoculaire et la valeur de l'angle clinique :

Aucune relation linéaire ne peut être établie entre les deux valeurs ($R^2 = 0,203$).

A l'exception des deux cas isolés déjà identifiés sur le graphique de l'œil droit, on constate que par rapport aux comportements monoculaires décrits dans les deux paragraphes précédents il ne persiste plus de cas d'inversion de l'angle et les quelques cas d'augmentation de l'angle sont d'amplitude très limitée.

Pour la très grande majorité des patients on retrouve donc quelle que soit la valeur de l'angle à l'état de veille le même phénomène de répartition interindividuelle dans des valeurs allant de la rectitude à la stabilité de l'angle.

SUR LE PLAN QUALITATIF

Ceci est corroboré par les résultats en termes qualitatifs puisqu'on retrouve plus que deux cas d'angle augmenté (soit 3,3 % des patients), et un cas d'angle inversé.

37,2 % des patients ont un angle stable et 59,2 % voient leur angle diminuer de $17,4 \pm 8,3 \Delta$ en moyenne pour un angle à l'état de veille moyen de $31 \pm 12,3 \Delta$, à l'exclusion du patient présentant une forte divergence anesthésique bilatérale et symétrique.

3.5.1.6. CORRÉLATION DU SA BINOCULAIRE QUALITATIF AVEC LA VALEUR DE L'ANGLE À L'ÉTAT DE VEILLE

On constate 57,1 % de rectitude convergence dans le groupe « inférieur à 20Δ », 13,8 % dans le groupe « 20 à 40Δ » et 6,2 % dans le groupe « supérieur à 40Δ ».

3.5.1.7. COMPORTEMENT QUALITATIF EN FONCTION DE LA DOMINANCE CLINIQUE

Nous avons ensuite étudié le comportement qualitatif des deux yeux en fonction du caractère dominant ou dominé.

Nous avons donc exclu tous les patients chez qui une dominance clinique évidente n'a pu être identifiée.

Le nombre de cas observés respectivement sur l'œil dominant et l'œil dominé sont :

- Angle augmenté : 4 (11,4 %) et 4 (11,4 %)
- Angle stable : 9 (25,7 %) et 8 (22,9 %)
- Angle diminué : 11 (31,4 %) et 13 (37,1 %)
- Rectitude anesthésique : 10 (28,6 %) et 8 (22,9 %)
- Angle inversé : 1 (2,9 %) et 2 (5,7 %)

On retrouve quasiment exactement le même nombre de cas pour chaque type de comportement sur l'œil dominant comme sur l'œil dominé.

Le graphique bivarié résumant le type de comportements observés sur l'œil dominé en fonction de la situation de l'œil dominant montre de multiples situations possibles :

Le tableau des fréquences observées ci-dessous décrit les types de comportement observés sur chaque œil (données de l'œil dominant en horizontal et de l'œil dominé en vertical) :

On constate, comme cela était le cas pour la comparaison œil droit / œil gauche, que l'œil dominé peut adopter différents comportements dans des proportions équivalentes quel que soit celui observé sur l'œil dominant.

Enfin, on a retrouvé sur le plan qualitatif que la déviation est symétrique (inférieure à 8°) pour 20 cas (57,1 %), prédominante sur l'œil dominant dans 9 cas (25,7 %) et sur l'œil dominé dans les 6 derniers cas (17,2 %).

3.5.1.8. INFLUENCE DE L'ÂGE SUR LE SA

Nous avons constitué quatre sous groupes homogènes, disposant d'un nombre équivalent de sujets et nous avons étudié successivement la valeur de l'angle persistant sous anesthésie puis le comportement angulaire global par rapport à l'angle à l'état de veille afin de

juger du niveau moyen de divergence sous anesthésie. Un test PLSD de Fischer a été réalisé à chaque fois pour rechercher entre les différents groupes une éventuelle influence de l'âge sur ces paramètres.

SUR LA VALEUR DU SA BINOCULAIRE

La valeur moyenne du SA binoculaire est de :

22,5 Δ chez les « 3 à 6 ans »

13,5 Δ chez les « 6 à 10 ans »

9,5 Δ chez les « 10 à 20 ans »

13,7 Δ chez les « plus de 20 ans »

L'angle sous anesthésie est significativement plus important dans le groupe des patients « de 3 à 6 ans » que celui de toutes les autres tranches d'âge.

SUR L'AMPLITUDE DE LA DIVERGENCE ANESTHÉSIQUE

L'amplitude de la divergence anesthésique moyenne observée était de :

9 Δ chez les « 3 à 6 ans »

13,9 Δ chez les « 6 à 10 ans »

9,4 Δ chez les « 10 à 20 ans »

16,2 Δ chez les « plus de 20 ans »

Par contre, le niveau de divergence anesthésique moyen n'est pas plus important pour ce même groupe « 3 à 6 ans » que pour les autres groupes. Au contraire, c'est dans les groupes « 6 à 10 ans » et « plus de 20 ans » que le niveau de divergence est plus élevé, mais pas de manière significative.

3.5.2. EXOTROPIES PRIMITIVES

3.5.2.1. COMPARAISON SA ŒIL DROIT / SA ŒIL GAUCHE

SUR LE PLAN QUANTITATIF

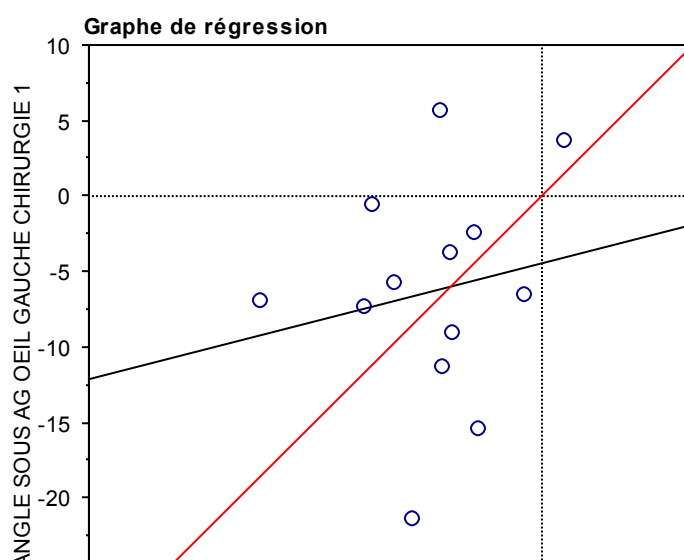
Il n'y a pas de différence significative ($p = 0,6968$) entre la position de l'œil droit et celle de l'œil gauche avec un écart moyen de $0,9 \Delta$.

Les valeurs angulaires moyennes respectives sont de $-7,2 \pm 5,1 \Delta$ (min -18 ; max $1,5$) et $-6,3 \pm 7,3 \Delta$ (min $-21,3$; max $5,6$).

Test-t séries appariées
Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
ANGLE SOUS AG Oeil DROIT CHIRURGIE 1 - ANGLE SOUS AG Oeil GAUCHE CHIRURGIE 1	- 0,90	12	- 3,99	0,6968

Une régression a été effectuée entre les valeurs des yeux droits et gauches :



Il n'y a pas de relation linéaire entre la position des yeux droits et gauches ($R^2 = 0,031$).

On constate une répartition assez symétrique des valeurs de part et d'autre de la bissectrice figurant l'égalité des valeurs.

3.5.2.2. ÉCART ANGULAIRE INTEROCULAIRE EN FONCTION DE L'ANGLE SOUS ANESTHÉSIE ET DE L'ANGLE CLINIQUE

SUR LE PLAN QUANTITATIF

L' écart angulaire moyen est de $6,7 \pm 4,3 \Delta$ (min 2 ; max 12,9).

Régression de l'écart angulaire interoculaire en fonction du SA binoculaire :

Régression de l'écart angulaire interoculaire en fonction de l'angle mesuré au cover-test alterné:

L' aspect du graphique de régression réalisé pour chacune des comparaisons montre une répartition comparable : 8 patients sur 13 (61,5 %) des patients ont un écart angulaire interoculaire inférieur à 8^Δ correspondant à une répartition symétrique du SA mais le caractère symétrique ou non de cette répartition angulaire n'apparaît liée ni à la valeur du SA ($R^2 = 0,194$) ni à celle de l'angle mesuré au cover-test alterné ($R^2 = 0,005$).

SUR LE PLAN QUALITATIF

On retrouve sur le plan qualitatif une répartition symétrique du SA dans 8 cas (61,6 %) et asymétrique dans 5 cas (38,4%).

3.5.2.3. COMPARAISON SA ŒIL DROIT/ ANGLE CLINIQUE A L'ÉTAT DE VEILLE SUR LE PLAN QUANTITATIF

Étant donné qu'un angle strabique correspond à une valeur binoculaire, nous avons comparé le SA monoculaire à l'angle mesuré au cover-test alterné divisé par deux. Sa valeur moyenne en était de $-15,3 \pm 4 \Delta$ (min -10 ; max -20).

Le SA monoculaire moyen de l'œil droit est de $-7,2 \pm 5,1 \Delta$ (max -18,7 ; min 1,5) et se retrouve donc en moyenne en convergence de $8,2 \Delta$ par rapport à la moyenne de la moitié de l'angle clinique en vision de loin ($p = 0,001$).

Une régression a été effectuée entre le SA monoculaire de l'œil droit et la valeur ajustée de l'angle clinique :

L'observation du graphique de régression amène plusieurs remarques :

L'absence totale de relation linéaire entre la valeur de l'angle sous narcose et la valeur ajustée de l'angle à l'état de veille ($R^2 = 0,09$)

On ne note aucun cas d'angle aggravé et pas non plus d'angle inversé.

De manière similaire à ce que l'on a précédemment observé pour les ésootropies primitives, on constate que la valeur de l'angle sous narcose se répartit entre les deux valeurs « seuils » que constituent la rectitude et la valeur ajustée de l'angle de loin mesuré au cover-test alterné.

SUR LE PLAN QUALITATIF

Sur le plan qualitatif, on retrouve :

4 cas d'angle stable (30,7 %)

7 cas d'angle diminué (53,8 %)

2 cas de rectitude anesthésique (15,5 %)

3.5.2.4. COMPARAISON SA ŒIL GAUCHE/ ANGLE CLINIQUE A L'ÉTAT DE VEILLE

SUR LE PLAN QUANTITATIF

L' angle anesthésique moyen de l'œil gauche est de $-6,2 \pm 7,3 \Delta$ (max $-21,3$; min $5,6$) et se retrouve donc en moyenne en convergence de $9,2 \Delta$ par rapport à la moitié de l'angle clinique en vision de loin ($p = 0,0007$).

Une régression a été effectuée entre le SA monoculaire de l'œil gauche et la valeur ajustée de l'angle clinique :

L'observation du graphique de régression amène plusieurs remarques :

L'absence totale de relation linéaire entre la valeur de l'angle sous narcose et la valeur ajustée de l'angle à l'état de veille ($R^2 = 0,08$) déjà constatée pour l'œil droit.

Le comportement de l'angle sous narcose de la majorité des patients suit celui observé précédemment pour l'œil droit en se répartissant de manière homogène entre la rectitude et la valeur ajustée de l'angle de loin mesuré au cover-test alterné, à l'exception d'un cas d'angle augmenté et de deux cas d'inversion de l'angle.

SUR LE PLAN QUALITATIF

Sur le plan qualitatif, on retrouve :

1 cas d'angle augmenté (7,7 %)

1 cas d'angle stable (7,7 %)

6 cas d'angle diminué (46,2 %)

4 cas de rectitude anesthésique (30,8 %)

1 cas d'angle inversé (7,7 %)

3.5.2.5. COMPARAISON SA BINOCULAIRE / ANGLE CLINIQUE A L'ÉTAT DE VEILLE

SUR LE PLAN QUANTITATIF

Le SA binoculaire a une valeur moyenne de $-13,4 \pm 9,6 \Delta$ (max $-29,9$; min $5,2$). La diminution angulaire moyenne est de $17,3 \Delta$ par rapport à l'angle clinique de loin ; aucune relation linéaire ne peut être établie entre les deux valeurs ($R^2 = 0,143$).

Une régression a été effectuée entre le SA binoculaire et la valeur de l'angle mesuré au cover-test alterné :

Malgré la valeur très faible du coefficient de régression, on constate que 7 cas sur 13 épousent le comportement de la droite de régression et correspondant approximativement à un

diminution de moitié (0,462) de la valeur de l'angle mesuré en clinique. Les autres cas se répartissent de manière globalement symétrique par rapport à la droite de régression quelle que soit la valeur de l'angle à l'état de veille.

SUR LE PLAN QUALITATIF

Le SA binoculaire est qualitativement diminué dans 85 % des cas (avec 30% de rectitude anesthésique) et stable dans 15% des cas.

3.5.2.6. COMPORTEMENT QUALITATIF EN FONCTION DE LA DOMINANCE CLINIQUE

Cette description a été effectuée après exclusion de deux cas pour lesquels la polarisation de la dominance était incertaine et d'un cas d'alternance.

Le nombre de cas observés respectivement sur l'œil dominant et l'œil dominé sont :

- Angle augmenté : 1 (10 %) et 0 (0 %)
- Angle stable : 2 (20 %) et 3 (30 %)
- Angle diminué : 5 (50 %) et 2 (20 %)
- Rectitude anesthésique : 1 (10 %) et 5 (50 %)
- Angle inversé : 1 (10 %) et 0 (0 %)

Sur le plan qualitatif, la déviation était symétrique sur les deux yeux pour 6 cas , prédominant sur l'œil dominant dans 3 cas et sur l'œil dominé pour 1 cas.

3.5.3. EXOTROPIES CONSÉCUTIVES

3.5.3.1. COMPARAISON SA ŒIL DROIT / SA ŒIL GAUCHE

SUR LE PLAN QUANTITATIF

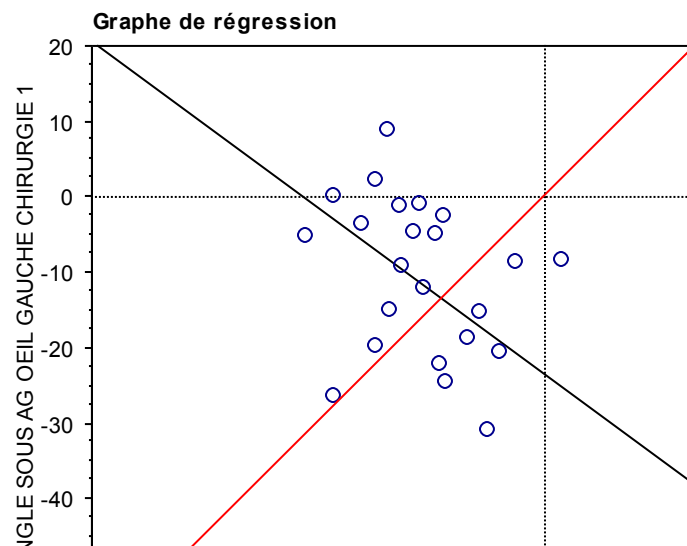
L'angle sous anesthésie est de $-14,9 \pm 9,5 \Delta$ pour l'œil droit (min $-31,7$; max $8,2$) et de $-12,3 \pm 13,2 \Delta$ à gauche (max $-52,2$; min 9).

Il n'y a pas de différence significative ($p = 0,4758$) entre la position de l'œil droit et celle de l'œil gauche malgré un écart moyen de -3Δ .

Test-t séries appariées
Ecart théorique = 0

ANGLE SOUS AG ŒIL DROIT CHIRURGIE 1	ANGLE SOUS AG ŒIL GAUCHE CHIRURGIE 1	Ecart moyen	DDL	t	p
		-2,957	23	-725	4758

Une régression a été effectuée entre les valeurs des yeux droits et gauches :



On constate l'absence totale de relation linéaire entre les valeurs des yeux droits et gauches ($R^2 = 0,282$).

3.5.3.2. ÉCART ANGULAIRE INTEROCULAIRE EN FONCTION DE L'ANGLE SOUS ANESTHÉSIE ET DE L'ANGLE CLINIQUE

SUR LE PLAN QUANTITATIF

L' écart angulaire interoculaire moyen est de $15,4 \pm 12,7 \Delta$ (min 1,8 ; max 60).

Régression de l'écart angulaire interoculaire en fonction du SA binoculaire:

Régression de l'écart angulaire interoculaire en fonction de l'angle mesuré au cover-test alterné:

L'absence de relation linéaire entre la valeur de l'écart angulaire interoculaire et la valeur du SA binoculaire ainsi que celle de l'angle clinique est avérée par des coefficients de régression proches de 0 (respectivement 0,009 et 0 002).

SUR LE PLAN QUALITATIF

Sur le plan qualitatif, la position des yeux est asymétrique dans 75 % des cas et symétrique pour les 25 % restants.

3.5.3.3. COMPARAISON SA ŒIL DROIT/ ANGLE CLINIQUE A L'ÉTAT DE VEILLE SUR LE PLAN QUANTITATIF

Étant donné qu'un angle strabique correspond à une valeur binoculaire, nous avons comparé le SA monoculaire à l'angle mesuré au cover-test alterné divisé par deux. Sa valeur moyenne en était de $-19,1 \pm 7,8 \Delta$ (min -9 ; max -40).

Le SA monoculaire moyen de l'œil droit est de $-15 \pm 9,5 \Delta$ (max $-31,8$; min $8,2$). Cette position anesthésique moyenne correspond à une moindre divergence de $4,6 \Delta$ par rapport à la moyenne de la valeur ajustée de l'angle clinique en vision de loin ($p = 0,0779$), différence non significative.

Une régression a été effectuée entre le SA monoculaire de l'œil droit et la valeur ajustée de l'angle clinique :

On note :

L'absence totale de relation linéaire entre la valeur du SA monoculaire de l'œil droit et la valeur ajustée de l'angle à l'état de veille ($R^2 = 0,003$).

Deux cas d'angles inversés et trois d'angles diminués de plus de 10Δ ; le reste de la population étant répartie assez symétriquement dans une fourchette de 10Δ autour de la valeur de l'angle mesuré au cover-test alterné.

SUR LE PLAN QUALITATIF

Sur le plan qualitatif, on retrouve :

7 cas d'angle augmenté (29,2 %)

6 cas d'angle stable (25 %)

8 cas d'angle diminué (33,3 %)

2 cas de rectitude anesthésique (8,3 %)

1 cas d'angle inversé (4,2 %)

3.5.3.4. COMPARAISON SA ŒIL GAUCHE/ ANGLE CLINIQUE A L'ÉTAT DE VEILLE

SUR LE PLAN QUANTITATIF

L' angle anesthésique moyen de l'œil gauche est de $-12,3 \pm 13,2 \Delta$ (max $-52,5$; min $8,9$) avec un écart moyen de $7,7 \Delta$ en convergence par rapport à la valeur ajustée de l'angle mesuré en clinique ($p = 0,0125$).

Une régression a été effectuée entre le SA monoculaire de l'œil gauche et la valeur ajustée de l'angle clinique :

Le graphique de régression révèle l'absence totale de relation linéaire entre la valeur du SA monoculaire de l'œil gauche et la valeur ajustée de l'angle à l'état de veille ($R^2 = 0,04$) déjà constatée pour l'œil droit.

On note deux cas d'angles inversés et par rapport à l'œil droit un plus grand nombre de cas d'angles diminués de plus de 10 Δ, et donc un moins grand nombre de cas où le SA monoculaire se place dans une fourchette de 10 Δ autour de la valeur de l'angle mesuré au cover-test alterné.

SUR LE PLAN QUALITATIF

sur le plan qualitatif, on retrouve :

4 cas d'angle augmenté (16,7 %) contre 7 à droite

6 cas d'angle stable (25 %)

7 cas d'angle diminué (29,2 %)

6 cas de rectitude anesthésique (25 %) contre 2 à droite

1 cas d'angle inversé (4,2 %)

3.5.3.5. COMPARAISON SA BINOCULAIRE / ANGLE CLINIQUE A L'ÉTAT DE VEILLE

SUR LE PLAN QUANTITATIF

Le SA binoculaire a une valeur moyenne de $-27,6 \pm 11,5 \Delta$ (max -54,2 ; min -6,2).

L'angle mesuré au cover-test alterné a une valeur moyenne de $-38,4 \pm 15,8 \Delta$ (min -18 ; max -80).

Le SA binoculaire est donc en moyenne moins divergent de 12,4 Δ par rapport à l'angle mesuré au cover-test alterné ($p = 0,0024$).

Une régression a été effectuée entre le SA binoculaire et la valeur de l'angle mesuré au cover-test alterné :

Aucune relation linéaire ne peut être établie entre les deux valeurs ($R^2 = 0,019$). On constate 4 cas d'angles augmentés, tous les autres diminuant d'une amplitude variable dont 50 % environ se situent dans une fourchette de 10 Δ en dessous de la valeur de l'angle clinique.

SUR LE PLAN QUALITATIF

Sur le plan qualitatif, on retrouve :

1 cas d'angle augmenté (4,1 %)

10 cas d'angle stable (41,7 %)

12 cas d'angle diminué (50 %)

1 cas de rectitude anesthésique (4,1 %)

pas d'inversion de l'angle

Chez les 13 patients présentant une diminution de l'angle sous narcose, la diminution moyenne observée est de $21,8 \pm 18,7 \Delta$ (max 73,8 ; min 8,1) pour un angle clinique moyen de $-44,2 \pm 17 \Delta$ (max -80 ; min -30).

3.5.3.6. COMPORTEMENT QUALITATIF EN FONCTION DE LA DOMINANCE

On retrouve respectivement pour l'œil dominant et pour l'œil dominé les comportements suivants :

3 et 5 cas d'angles augmentés (soit 15,9 et 26,4%)

4 cas d'angles stables pour chaque (soit 21% à chaque fois)

9 et 4 cas d'angles diminués (soit 47,4 et 21%)

1 et 6 cas de rectitude anesthésique (soit 5,2 et 31,6%)

2 et 0 cas d'angle inversé (soit 10,5 et 0%)

Le graphique bivarié ci-dessous résume le type de comportements observés sur l'œil dominé en fonction de ce qu'on observe sur l'œil dominant :

On remarque comme cela était le cas pour les ésootropies primitives une grande variabilité des positions de l'œil dominé pour un comportement donné de l'œil dominant.

Le tableau ci-dessous présente le nombre de cas propres à chaque combinaison :

4. DISCUSSION

4.1. DESCRIPTION DE LA COHORTE DE PATIENTS

4.1.1. INCIDENCE DES TROUBLES STRABIQUES

Les ésootropies représentent au total 51 % des patients contre 38 % d'exotropies ; les 11% restants regroupant 8 cas de syndrome de Stilling Duane (dont 3 bilatéraux), 7 cas de paralysie oculomotrice et 2 cas de tropie nystagmique. Pour remarque, on ne retrouve qu'un seul cas d'esotropie consécutive pour 26 exotropies consécutives.

Méhel et Quéré⁽⁵⁹⁾, dans une étude réalisée en 1995 sur 449 cas consécutifs de patients venus consulter pour un strabisme, avaient retrouvé 62,5 % de strabismes convergents et 37,5% de strabismes divergents. Les fréquences relatives retrouvées au sein de notre population de patients sont donc quasiment identiques puisque les cas de syndrome de Duane et 5 cas sur 7 de paralysie oculomotrice (aux dépens du 6^{ème} nerf crânien) se présentent comme des cas de strabismes convergents

4.1.2. RÉPARTITION DES AMÉTROPIES ET ACUITÉS VISUELLES

A l'échelle de la population totale, on constate un décalage de l'ES vers l'hypermétropie modérée (approximativement + 2 Δ) avec un écart type de 3 Δ environ. Ces valeurs sont parfaitement superposables pour les deux yeux.

Les valeurs des MAVC moyennes des yeux droits et gauches sont elles aussi tout à fait similaires avec une valeur moyenne de 8,6^{dixièmes} ± 2 sur chaque oeil.

4.1.3. ÉTUDE DE LA POPULATION AMBLYOPE

4.1.3.1. PATHOLOGIES EN CAUSE

Une amblyopie a été notée lors de la première consultation dans le service chez 59 (36,2 %) des 163 patients. Parmi eux on compte 59,4 % d'ésotropes, 39 % d'exotropes (dont 2 cas de tropie nystagmique) et un cas de syndrome de Stilling-Duane bilatéral.

Si on considère l'incidence de l'amblyopie en fonction du trouble strabique présenté, on constate qu'elle est présente dans 42,8 % des cas d'ésotropie primitive et 42,1 % des formes déjà opérées. Pour ce qui est des exotropies, elle est présente dans 30,7 % des formes primitives et 65,4 % des formes consécutives.

Une amblyopie bilatérale relative a été constatée pour les 2 cas d'exotropie nystagmique.

Ces chiffres sont comparables à ce que l'on retrouve dans la littérature :

Méhel et Quéré⁽⁵⁹⁾, dans leur étude de 1995 sur 449 cas consécutifs, ont retrouvé une amblyopie dans 41 % des cas. Elle concernait respectivement 46 % des ésoptropes et 34 % des exotropes (mais la série d'exotropies contenait 2 fois plus de formes primitives que de formes consécutives).

Marie De Bideran⁽¹⁵⁾ dans une revue de 73 dossiers d'ésoptropies précoces réalisée en 2002 retrouvait 57,5 % d'amblyopies avérées mais notre population de patients ésoptropes comporte, en plus d'une majorité de syndromes de strabisme précoce, des cas d'ésoptropies tardives et / ou normosensorielles chez qui l'incidence de l'amblyopie est plus réduite. Enfin, l'incidence sensiblement identique de l'amblyopie dans le groupe des patients déjà opérés de leur ésoptropie n'a rien d'étonnant puisqu'on connaît le poids de la persistance d'une amblyopie sur le caractère potentiellement récidivant d'une ésoptropie.

4.1.3.2. RELATION ENTRE NIVEAU D'ACUITÉ VISUELLE ET TRAITEMENT

Ces résultats amènent à un commentaire aussi bref qu'évident tant le bénéfice d'un traitement, aussi « agressif » que nécessaire, d'une amblyopie n'est plus à prouver : dans le groupe des patients traités, la profondeur de l'anisoacuité au détriment de l'œil atteint est statistiquement significative mais inférieure à 1^{dixième} sur l'échelle de Monoyer avec une acuité visuelle moyenne de l'œil atteint après traitement de 8,2^{dixièmes} (contre 9,1 pour l'œil adelphe).

Le fait de négliger l'amblyopie mène à un statut de quasi monophthalme fonctionnel : sur les 15 patients concernés, seuls 5 ont une acuité visuelle supérieure ou égale à 6^{dixièmes} et la MAVC moyenne est de 3,2^{dixièmes} contre 9,6 sur l'œil indemne. De plus, cela ôte toute possibilité de rétablissement d'une union binoculaire chez les patients dont l'anisoacuité est supérieure ou égale à 2^{dixièmes} soit 85,7 % des patients non traités contre 9,3 % des patients dont l'amblyopie a été traitée.

4.1.3.3. RELATION ENTRE ÉQUIVALENT SPHÉRIQUE ET ANISOACUITÉ

La distribution de l'ES des patients amblyopes suit le tracé d'une courbe sigmoïde (correspondant à une distribution approximativement gaussienne sur l'ensemble des patients) avec un décalage des valeurs vers une hypermétropie modérée (+ 2 Δ en moyenne) soit une valeur identique à celle de la population totale.

On constate que le différentiel entre l'ES des deux yeux est dans la grande majorité des cas inférieur à 2 Δ et que en cas de différence supérieure à 2 Δ, l'œil amblyope est plus souvent le plus hypermétrope

On ne trouve pas de différence statistiquement significative entre l'ES des deux yeux quel que soit le groupe étudié (totalité des patients amblyopes, amblyopes traités et amblyopes non traités) avec des écarts moyens d'équivalent sphérique respectifs de 0,26 ; 0,315 et 0,1 Δ. Toutefois, cela ne signifie pas que l'amblyopie soit exclusivement d'origine strabique puisque l'ES ne reflète pas la valeur exacte de la sphère, ni la valeur et l'axe d'un astigmatisme potentiellement sources d'amblyopie d'origine réfractive.

Ceci est corroboré par les résultats de l'étude statistique de l'influence du différentiel d'ES sur la valeur de l'anisoacuité dans les différents groupes : on retrouve un lien statistiquement significatif entre les deux valeurs pour la totalité des patients amblyopes.

L'absence de différence dans les deux sous groupes constitués à partir de la population totale peut peut-être s'expliquer par des caractéristiques propres à chacun :

pour le groupe des patients traités, la régression de l'amblyopie sous traitement médical bien conduit est indéniable mais il peut en subsister une part rebelle au traitement, liée à la persistance d'une détérioration du lien binoculaire (du fait notamment d'un angle horizontal supérieur à 8 Δ) et de la prise de fixation par l'œil amblyope.

pour le groupe des patients non traités, l'absence de différence découle très certainement du fait que l'importance de l'anisométrie n'exerce que peu de poids sur la profondeur de l'anisoacuité par rapport à l'absence de traitement elle même.

Tous ces résultats confirment donc un fait évident, à savoir le rôle non univoque de l'anisométrie dans les mécanismes amblyogènes.

L'observation des courbes univariées des trois groupes considérés appelle une dernière remarque : sur les 59 cas rapportés, on ne trouve pas un seul dossier où la MAVC de l'œil amblyope dépasse, au final, celle de l'œil adelphe. La valeur de la MAVC du bon œil semble donc constituer une valeur seuil et on constate ainsi, à l'instar des deux cas d'exotropie nystagmique, deux cas d'amblyopie bilatérale relative.

4.2. COMPARAISON DES DEUX MÉTHODES PHOTOGRAPHIQUES (MO & AN)

La problématique est donc de savoir si les valeurs mesurées à partir du microscope optique d'une part et de l'appareil numérique d'autre part sont identiques ou tout du moins comparables si on les rapporte à l'échelle de la sensibilité clinique et des exigences thérapeutiques en terme de chirurgie oculomotrice dans l'état actuel de nos connaissances.

4.2.1. VALEURS DU SA MONOCULAIRE

On retrouve une différence statistiquement significative entre les valeurs du SA monoculaire (calculées à partir de la position de référence à l'état de veille) pour l'œil droit en pré et en post opératoire avec des écarts moyens respectifs de -1 et -1,4 Δ.

Par contre, cette différence n'est plus significative pour l'œil gauche dans les deux mêmes situations avec des écarts moyens de 0,546 et 0,615 Δ.

Dans tous les cas, l'écart moyen maximum retrouvé entre le MO et L'AN (constaté pour l'œil droit en post opératoire) est de -1,4 Δ et correspond donc à une valeur infraclinique.

De plus, la situation qui présente le plus d'intérêt, en l'occurrence pour la détermination précise du SA, concerne la position pré opératoire de chaque œil. Les équations respectives des droites de régression en pré opératoire de l'œil droit et de l'œil gauche sont :

$$Y = 0,922 + 0,977X \quad (R^2 = 0,938)$$

$$Y = -0,481 + 0,978X \quad (R^2 = 0,933)$$

Où Y est la valeur issue de l'AN et X celle provenant du MO.

La valeur de l'ordonnée à l'origine est significative pour l'œil droit ($p = 0,0024$) mais pas pour l'œil gauche ; elle est de toute façon inférieure à 1 Δ dans les deux cas et apparaît donc comme négligeable et liée à l'imprécision de la mesure.

Les valeurs respectives des pentes des droites de régression sont de 0,997 et 0,978 et sont statistiquement très fortement significatives.

Par ailleurs, les coefficients de régression sont très bons puisque de 0,938 et 0,933.

Par extrapolation, et en tenant compte de la tolérance liée à l'imprécision de l'appréciation clinique de l'angle, on peut considérer qu'en pré opératoire l'équation de chaque droite revient à $Y = X$ et que les valeurs obtenues par le MO et l'AN sont identiques et interchangeables.

Pour les clichés post opératoires, la comparaison des deux méthodes s'avère moins probante :

$$Y = 1,488 + 0,926 X \quad (R^2 = 0,893) \text{ pour l'œil droit}$$

$$Y = -0,598 + 0,904 X \quad (R^2 = 0,882) \text{ pour l'œil gauche}$$

On constate donc une diminution de la pente des deux droites et surtout du coefficient de régression qui est légèrement inférieur à 0,9.

Toutefois, cela ne remet pas en cause les conclusions que nous venons de tirer de la situation pré opératoire car les clichés post opératoires ont un intérêt moindre et que cette différence est très vraisemblablement liée à la grande labilité anesthésique à un moment où le réveil du patient est imminent et que le taux de curarisation est quasiment nul.

4.2.2. VALEURS DU SA BINOCULAIRE

La valeur du SA binoculaire est obtenue en additionnant les valeurs du SA monoculaire de chaque œil : son calcul va donc logiquement dans le sens du renforcement d'une liaison statistique. La détermination du SA binoculaire restant néanmoins au centre de nos préoccupations, il paraît donc opportun d'en comparer les valeurs obtenues grâce aux deux méthodes photographiques : l'écart moyen, de $0,66 \Delta$, est non significatif et l'équation de la droite de régression est :

$$Y = -0,665 + 0,975X \quad (R^2 = 0,968) \text{ ce qui est excellent.}$$

4.3. STABILITÉ DU SIGNE DE L'ANESTHÉSIE

4.3.1. EN PER OPÉATOIRE SUR L'OEIL NON OPÉRÉ LORS DE LA PREMIÈRE INTERVENTION

POUR LA POPULATION TOTALE

L'écart moyen entre le pré et le post opératoire est de $0,2 \Delta$ (valeur non significative) avec des moyennes respectives de $0,1 \pm 10 \Delta$ et de $0 \pm 10 \Delta$.

POUR TOUTES LES ESOTROPIES

L'écart moyen entre le pré et le post opératoire est de $-0,1 \Delta$ (valeur non significative) avec des moyennes respectives de $5,3 \pm 8,5 \Delta$ et de $5,6 \pm 8,6 \Delta$.

POUR TOUTES LES EXOTROPIES

L'écart moyen entre le pré et le post opératoire est de $0,9 \Delta$ (valeur non significative) avec des moyennes respectives de $-5,4 \pm 8,3 \Delta$ et de $-6,4 \pm 7,8 \Delta$.

L'équation de la droite de régression entre les valeurs pré et post opératoires concernant la population totale comporte une ordonnée à l'origine négligeable de $-0,18 \Delta$ et une pente de la droite qui tend vers l'égalité des valeurs ($0,894$). Le coefficient de régression est assez bas ($R^2 = 0,816$).

La pente de la droite est similaire ($0,899$) pour le groupe des ésoptropies mais chute à $0,769$ pour le groupe des exotropies quand les coefficients de régression respectifs passent à $0,792$ et $0,672$. L'observation des trois graphiques de régression révèle que la baisse du coefficient de régression dans le groupe des ésoptropies et des exotropies est vraisemblablement liée à un nombre insuffisamment élevé de patients : en effet, les cas sporadiques de dispersion des valeurs observés dans chaque sous-groupe sont également

présents à l'échelle de la population totale mais exercent moins de poids sur la régression des valeurs proportionnellement à la très grande majorité des cas dont l'angle est stable.

Toutefois si on considère dans chaque groupe le résultat des tests de comparaison appariée ainsi que les moyennes et les déviations standards respectives mesurées en pré et en post opératoire, on peut conclure à une bonne stabilité per opératoire du SA sur l'œil non opéré.

Ces résultats amènent une autre remarque importante concernant la valeur moyenne du SA de l'œil non opéré en fonction du type de trouble : on constate dans les deux sous groupes une valeur proche de la rectitude avec persistance d'une microtropie puisque l'angle moyen en pré opératoire est de $5,3 \pm 8,5\Delta$ pour les strabismes convergents et de $-5,4 \pm 8,3\Delta$ pour les strabismes divergents. Ce comportement est néanmoins logique puisqu'il s'agit de la position de l'œil non opéré qui est presque systématiquement, selon la stratégie opératoire en vigueur dans notre service, celui qui présente la déviation la moins importante sous anesthésie.

4.3.2. DANS LE TEMPS POUR LES ANGLES MONOCULAIRES

Parmi les différents types de strabismes, seul celui des ésootropies primitives a pu être considéré isolément pour cette comparaison du fait du nombre beaucoup trop restreints de cas dans les autres pathologies (sur le total de 22 patients pour qui une deuxième cure chirurgicale a été nécessaire, on retrouve 15 cas d'ésootropies primitives).

4.3.2.1. SUR L'OEIL NON OPÉRÉ LORS DE LA PREMIÈRE INTERVENTION POUR LA TOTALITÉ DES PATIENTS

L'écart moyen entre le pré opératoire des deux interventions est de $2,66 \Delta$ (différence significative) avec des valeurs avant la première chirurgie de $5,7 \pm 8,6 \Delta$ et avant la deuxième de $2,9 \pm 8,7 \Delta$. La pente de la droite de régression est de 0,785 avec un coefficient bas de 0,613.

La diversité des pathologies constituant ce petit échantillon doit nous rendre prudents sur l'interprétation des résultats.

POUR LES ÉSOTROPIES PRIMITIVES

L'écart moyen entre le pré opératoire des deux interventions est de $1,67 \Delta$ (différence non significative) avec des valeurs avant la première chirurgie de $9,1 \pm 6 \Delta$ et avant la deuxième de $7,1 \pm 6 \Delta$. Sur le plan statistique, la position de l'œil non opéré paraît stable dans le temps mais le graphique de régression amène plusieurs commentaires :

Le coefficient de régression très bas (0,356) témoigne de l'absence de relation linéaire entre les deux valeurs et donc de l'imprédictibilité dans le temps de la position de l'œil non opéré lors d'une deuxième intervention.

La dispersion des points par rapport à une bissectrice tracée sur le graphique et figurant l'égalité des valeurs montre un seul cas sur 15 pour lequel l'angle augmente de plus de 4 Δ et deux cas de diminution angulaire supérieure à 5 Δ ; les douze autres angles étant presque parfaitement stables ou dans une fourchette de 4 Δ autour de la valeur initiale.

En considérant les critères cliniques et qualitatifs de stabilité d'un angle strabique, on peut donc conclure à une stabilité du SA dans le temps sur l'œil non opéré ou tout du moins dans le cas des ésootropies primitives.

4.3.2.2. SUR L'OEIL OPÉRÉ LORS DE LA PREMIÈRE INTERVENTION (STABILITÉ « DE LA CORRECTION CHIRURGICALE »)

POUR LA TOTALITÉ DES PATIENTS

L'écart moyen est de -1,04 Δ (différence non significative) avec une valeur moyenne post chirurgie 1 de $0,6 \pm 9,8 \Delta$ et avant chirurgie 2 de $0,9 \pm 6,9 \Delta$. Le coefficient de régression entre les valeurs est bas et souligne l'absence de relation linéaire entre les deux positions mais encore une fois, la disparité de constitution de ce groupe peut masquer des différences de comportement.

POUR LES ÉSOTROPIES PRIMITIVES SEULES

Les résultats obtenus sur l'analyse de ce groupe semblent corroborer cette hypothèse :

L'écart moyen est de -3,6 Δ (différence significative) avec une valeur angulaire moyenne post chirurgie 1 de $-3,6 \pm 7,4 \Delta$ et avant chirurgie 2 de $-0,3 \pm 6,1 \Delta$.

La valeur très faible (0,108) du coefficient de régression montre l'absence de relation linéaire entre la position de l'œil après chirurgie et sa position lors d'une réintervention. Pour autant, l'observation de la dispersion des points sur le graphique de régression témoigne d'un comportement quasi systématique de réapparition de l'angle avec le temps puisqu'à l'exception d'un angle diminué de 6 Δ et d'un angle parfaitement stable, l'augmentation est la règle dans tous les autres cas (avec au maximum un angle qui augmente de 30 Δ).

Cette augmentation reste toutefois très relative puisque seulement de 3,6 Δ en moyenne et que la position moyenne de cet œil (précédemment opéré) correspond lors de la réintervention à une position de rectitude, ou tout du moins de moindre convergence par rapport à l'œil adelphe qui devient l'œil à opérer.

4.3.3. DANS LE TEMPS POUR L'ANGLE BINOCULAIRE

4.3.3.1. ENTRE LES VALEURS EN PRÉ OPÉRATOIRE DES DEUX INTERVENTIONS POUR LES ESOTROPIES PRIMITIVES

On note une réduction moyenne de 17,5 Δ du SA binoculaire entre le pré opératoire des deux interventions avec des valeurs moyennes de 25,4 $\pm$ 14 Δ avant la première intervention et de 6,8 $\pm$ 9,7 Δ avant la deuxième.

4.3.3.2. ENTRE LA VALEUR EN POST OPÉRATOIRE DE LA PREMIÈRE CHIRURGIE ET EN PRÉ OPÉRATOIRE DE LA DEUXIÈME CHIRURGIE POUR LA TOTALITE DES PATIENTS

L'écart moyen est de 0,6 Δ (différence non significative) avec une valeur moyenne post chirurgie 1 de 5,1 $\pm$ 10,7 Δ et avant chirurgie 2 de 3,7 $\pm$ 10,8 Δ .

POUR LES ESOTROPIES PRIMITIVES SEULES

L'écart moyen est de -2,1 Δ (différence non significative) avec une valeur moyenne post chirurgie 1 de 5,2 $\pm$ 10,4 Δ et avant chirurgie 2 de 6,8 $\pm$ 9,7 Δ .

Le comportement de l'œil non opéré et de l'œil opéré lors de la première intervention s'additionnent pour tendre vers une absence de différence statistique entre les valeurs du SA binoculaire : nous avons vu précédemment que l'angle de l'œil non opéré, bien que considéré comme stable, semble diminuer très légèrement avec le temps quand l'œil opéré, lui, tend plutôt à se comporter de manière inverse. Il en résulte une stabilité du SA binoculaire.

4.4. RÉSULTATS DU TEM ET DE L'INTERACTION AVEC LE SA MONOCULAIRE

4.4.1. ÉSOTROPIES PRIMITIVES

Le muscle droit médial est en moyenne modérément hypoélongable (-1 $\pm$ 2,9 mm) et le droit latéral modérément hyperélongable de +3,3 $\pm$ 2,8 mm en moyenne.

On retrouve donc pour le droit médial 68% d'hypoélongabilité modérée à forte et pour le droit latéral 48% d'hyperélongabilité ainsi que 36% de normoélongabilité. De plus on ne retrouve que 6 % d'hyperélongabilité modérée sur le droit médial et 2 % de forte hypoélongabilité sur le droit latéral.

Dans 24 cas sur 50, le droit latéral est hyperélongable et le droit médial normo ou hypoélongable et dans 16 cas les mêmes muscles sont respectivement normo et hypo / normoélongables.

Les données qualitatives du TEM paraissent donc dans 80 % des cas concordantes avec la nature du trouble observé ; les 10 cas restants comportent 7 cas où le TEM est diminué sur les deux muscles et 3 cas où le droit médial est hyperélongable alors que le droit latéral est normo ou hypoélongable.

Cependant malgré cette relative concordance entre les valeurs du TEM sur le plan qualitatif, il n'y a aucune relation simple ou linéaire entre elles. Considérées isolément, elles ne semblent pas non plus reliées à la valeur du SA monoculaire, bien qu'on constate que la valeur du SA maximal observé augmente en même temps que celle du TEM du droit latéral.

4.4.2. EXOTROPIES PRIMITIVES

Le muscle droit médial est en moyenne normoélongable avec un TEM moyen de $2,1 \pm 2,9$ mm et le droit latéral modérément hypoélongable (TEM à $-2,5 \pm 2,8$ mm en moyenne).

Le droit latéral présente une hypoélongabilité modérée à forte dans 83,2 % des cas mais on a vu néanmoins que le comportement qualitatif du droit médial dans ces cas pouvait être très variable.

Il n'y a sur le plan qualitatif aucune relation simple ou linéaire entre les valeurs du TEM des deux muscles.

La régression effectuée entre le SA monoculaire de l'œil opéré et le TEM de chaque muscle ne montre aucune relation pour le droit latéral ($R^2 = 0,045$) mais par contre, bien que le coefficient R^2 n'en soit que de 0,492, on constate que plus le droit médial est élongable et plus les valeurs minimum et maximum du SA ont tendance à augmenter.

Face à un droit latéral presque toujours hypoélongable (et jamais hyperélongable), c'est donc l'élongabilité du droit médial qui semble exercer le plus d'influence sur la valeur du SA.

4.4.3. EXOTROPIES CONSÉCUTIVES

Le muscle droit médial est hypoélongable en moyenne de $-3 \pm 4,2$ mm et le droit latéral également de $-4,8 \pm 4,2$ mm avec des valeurs extrêmes allant respectivement de -15 à $+5$ mm et -13 à $+5$ mm.

Le TEM du droit médial est normal dans 7,7 % des cas et de modérément à très fortement diminué dans 84,6 % des cas ; les fréquences respectives de ces valeurs qualitatives passent à 4 % et 92 % pour le droit latéral.

Dans 19 cas sur 25 (76 %), le TEM est diminué pour les 2 muscles de façon très variable. Dans 4 cas, le droit latéral est hypoélongable quand le droit médial est normo ou hyperélongable et dans 2 cas seulement (8 %) on trouve le phénomène inverse et paradoxal compte tenu du trouble observé.

Il n'y a aucune relation simple ou linéaire entre le TEM des deux muscles ni entre le TEM de chaque muscle et la valeur du SA monoculaire de l'œil opéré, avec à chaque fois un coefficient de régression proche de 0.

Comparativement à ce qu'on avait pu constater dans une certaine mesure chez les patients ésoptropes ou exotropes jamais opérés, on remarque donc que les antécédents chirurgicaux modifient notablement le rapport des forces musculaires en jeu dans la déviation.

4.5. ÉTUDE DU SIGNE DE L'ANESTHÉSIE EN FONCTION DU TYPE DE STRABISME

4.5.1. ÉCART ANGULAIRE INTEROCULAIRE EN FONCTION DE L'ANGLE SOUS ANESTHÉSIE ET DE L'ANGLE CLINIQUE

4.5.1.1. ÉSOTROPIES PRIMITIVES

En se basant sur les critères de rémission d'un angle strabique, nous considérons donc la valeur de 8Δ comme une valeur seuil pour déterminer le caractère symétrique ou non de la position de chaque œil sous narcose.

Avec un écart angulaire interoculaire moyen de $7,2 \pm 6,1 \Delta$, la position moyenne des yeux sous anesthésie est donc symétrique, sans corrélation avec la valeur de l'angle mesuré au cover-test ni avec le SA binoculaire.

En ramenant cet écart au plan qualitatif, on retrouve une asymétrie (écart angulaire supérieur à 8Δ) dans 37,3 % des cas et une répartition symétrique de l'angle dans 62,7 % des cas.

La position des yeux apparaît donc plus fréquemment symétrique que l'impression clinique ne peut le donner, compliquant la détermination de l'œil le plus dévié sous anesthésie. Pour mémoire, Lignereux⁽³⁹⁾ avait retrouvé 73 % de corrélation entre l'œil le plus dévié sur le cliché analysé rétrospectivement et l'œil opéré (qui était celui considéré comme le plus dévié lors de l'appréciation subjective per opératoire).

4.5.1.2. EXOTROPIES PRIMITIVES

Avec un écart angulaire interoculaire moyen de $6,7 \pm 4,3 \Delta$, la position relative des yeux sous anesthésie apparaît donc symétrique en moyenne, et elle n'est corrélée ni à la valeur de l'angle mesuré au cover test ni à celle du SA binoculaire.

En ramenant cet écart au plan qualitatif, on retrouve une asymétrie (écart angulaire supérieur à 8Δ) dans 38,4 % des cas et une répartition symétrique de l'angle dans 61,6 % des cas, ce qui est parfaitement comparable à ce que l'on a retrouvé pour les ésootropies primitives mais sensiblement différent de ce qu'avait montré l'étude de 1982 portant sur 46 cas d'exotropies primitives⁽⁵⁷⁾ qui rapportait une divergence anesthésique très asymétrique dans 58 % des cas et symétrique dans 42 % des cas. On évoque pour expliquer cette disparité les mêmes difficultés à déterminer le caractère (a)symétrique de la déviation que dans les ésootropies.

4.5.1.3. EXOTROPIES CONSÉCUTIVES

L'écart angulaire interoculaire moyen est de $15,4 \pm 12,7 \Delta$, la position relative des yeux sous anesthésie est donc nettement asymétrique, mais comme cela a été constaté pour les tropies primitives, sa valeur n'est corrélée ni à la celle de l'angle mesuré au cover test, ni à celle de l'angle global sous anesthésie.

En ramenant cet écart au plan qualitatif, on retrouve une asymétrie (écart angulaire supérieur à 8Δ) dans 75 % des cas ce qui est également très différent des pourcentages retrouvés pour les tropies primitives. Cette forte prédominance du caractère asymétrique de la déviation est un fait connu dans les réinterventions chirurgicales des strabismes précédemment opérés, pour qui les gestes précédemment réalisés ont profondément perturbé l'angle de base.

4.5.2. COMPARAISON DU SA MONOCULAIRE ET BINOCULAIRE AVEC L'ANGLE CLINIQUE

4.5.2.1. ÉSOTROPIES PRIMITIVES

L'œil droit effectue un mouvement d'abduction de $7,1 \Delta$ en moyenne contre $4,2 \Delta$ pour l'œil gauche.

On constate de manière flagrante aussi bien pour le SA monoculaire que pour le SA binoculaire que la grande majorité des angles se disperse de manière homogène entre la rectitude et une valeur seuil maximale déterminée par la valeur de l'angle mesuré au cover-test alterné (ou sa moitié pour le SA monoculaire), avec à chaque fois une absence totale de relation simple et encore moins linéaire. Ces résultats vont donc totalement à l'encontre des hypothèses exposées par Ohmi⁽⁴⁷⁾, Apt et Isenberg^(2,31) ainsi que Romano et Gabriel⁽⁶⁰⁾ entre autres. La différence entre le SA monoculaire et le SA binoculaire tient au fait que pour le premier, il y a une proportion non négligeable d'angles modérément augmentés et d'angles

inversés, mais toujours d'amplitude discrète par rapport aux valeurs seuils définies auparavant alors que ce phénomène disparaît presque complètement pour le SA binoculaire.

Deux éléments peuvent contribuer à expliquer cette différence : le tableau exprimant la fréquence des comportements observés sur chaque œil montre que les yeux, sous anesthésie, peuvent aussi bien réaliser un mouvement de vergence qu'un mouvement de version (où, par exemple, l'effet d'une augmentation de l'angle sur un œil va être « corrigé » au plan binoculaire par une diminution plus marquée de l'angle sur l'œil adelphe). Par ailleurs, le fait de choisir arbitrairement la moitié de l'angle clinique comme valeur de référence pour l'analyse du SA monoculaire constitue évidemment une approche trop simplifiée d'un angle qui est le reflet d'une situation binoculaire individuelle, mais elle reste néanmoins la plus logique.

Sur le plan qualitatif, la détermination du signe de l'anesthésie révèle donc 2 cas d'angle augmenté (3,4 %) ; 22 cas d'angle stable (37,3 %) ; 22 cas d'angle diminué (37,3 %) ; 12 cas de rectitude anesthésique (20,3 %) et 1 cas d'angle inversé (1,6 %).

L'étude de 318 cas d'ésotropies réalisée en 1978⁽⁵⁵⁾ en retrouvait respectivement 3 %, 12 %, 27 %, 39 % et 19 %, soit 58 % de rectitude divergence contre 21,9 % dans notre population.

Par ailleurs, en ce qui concerne le comportement du signe de l'anesthésie en fonction de l'angle à l'état de veille, l'étude de 1978 avait retrouvé des pourcentages respectifs de rectitude-divergence de 91 %, 59 % et 37 % selon que l'angle clinique était inférieur à 20Δ, compris entre 20 et 40 Δ ou supérieur à 40 Δ. Il semble donc que la méthode subjective tendait à surestimer nettement la diminution de l'angle sous narcose.

Dans notre population, ces pourcentages passent à 57,1 ; 13,8 et 6,2 %. Par contre, nos résultats confirment que plus l'angle au cover-test est élevé, et plus il a tendance à diminuer puisqu'il y a 50 % de stabilité dans le groupe 20-40 Δ et moins de 20 % dans le groupe > 40 Δ (mais 75 % d'angles diminués).

4.5.2.2. EXOTROPIES PRIMITIVES

L'œil droit effectue un mouvement d'adduction d'une amplitude moyenne de 8,2 Δ et l'œil gauche de 9,1 Δ.

Pour le SA monoculaire, on retrouve un comportement sensiblement identique à celui constaté pour les ésotropies primitives : à l'exception d'un cas d'angle augmenté et d'un cas d'angle inversé sur l'œil gauche, tous les angles diminuent d'une amplitude variable et se répartissent entre la rectitude et une valeur maximale déterminée par la valeur ajustée de

l'angle à l'état de veille. Il n'y a aucune relation linéaire entre la valeur du SA monoculaire et la valeur ajustée de l'angle à l'état de veille.

En ce qui concerne le SA binoculaire, sa valeur moyenne est de $-13,4 \pm 9,6 \Delta$ pour un angle moyen à l'état de veille de $-30,8 \pm 7,8 \Delta$. L'équation de la droite de régression entre l'angle anesthésique Y et l'angle clinique X suit la formule $Y = 0,805 - 0,462X$ avec un coefficient de régression de 0,143. Il n'y a donc pas de relation linéaire entre les deux valeurs

Comme pour les ésootropies primitives, la valeur du SA binoculaire se répartit entre la rectitude et la valeur de l'angle clinique. On remarque que 7 cas sur 13 suivent la courbe de régression dont l'ordonnée à l'origine est négligeable et dont la valeur de la pente, égale à 0,462, correspond approximativement à une diminution de moitié de l'angle. Le trop petit nombre de cas empêche néanmoins de conclure plus avant sur ce phénomène.

Sur le plan qualitatif, on retrouve 2 cas (15,4%) d'angles stables, 7 cas (53,8%) d'angles diminués et 4 cas (30,8%) de rectitude anesthésique. Ces résultats ne correspondent pas à ceux de l'étude de 1982 sur 46 cas d'exotropies primitives qui relatait 28,3 % d'angles augmentés, 30,4 % d'angles stables, 32,8 % d'angles diminués et 8,5 % de rectitude anesthésique.

On a vu sur les résultats des ésootropies primitives que la méthode subjective tendait à surestimer nettement la divergence oculaire sous anesthésie ; les contradictions que nous constatons pour les exotropies primitives vont dans le même sens.

4.5.2.3. EXOTROPIES CONSÉCUTIVES

L'œil droit effectue un mouvement d'adduction d'une amplitude moyenne de $4,6 \Delta$ et l'œil gauche de $7,7 \Delta$.

Si on étudie le SA monoculaire, on constate comme pour les tropies primitives l'absence de relation linéaire entre la valeur du SA monoculaire et la valeur ajustée de l'angle mesuré au cover-test alterné.

En ce qui concerne le SA binoculaire, sa valeur moyenne est de $-27,6 \pm 11,5 \Delta$ contre un angle moyen à l'état de veille de $-38,4 \pm 15,8 \Delta$. L'équation de la droite de régression entre le SA binoculaire Y et l'angle clinique X suit la formule $Y = -23,4 + 0,104X$ avec un coefficient de régression de 0,019. Il n'y a donc pas de relation linéaire entre les deux valeurs.

On remarque cependant que malgré l'absence de relation, approximativement 50 % des cas se situent dans une fourchette de 10Δ autour de la valeur de l'angle clinique mais avec une dispersion importante des autres cas, essentiellement dans le sens d'une diminution de l'angle.

Sur le plan qualitatif, on retrouve 1 cas (4 %) d'angle augmenté, 10 cas (42 %) d'angles stables, 12 cas (50 %) d'angles diminués et 1 cas (4 %) de rectitude anesthésique.

La forte proportion d'angles stables, le cas isolé de rectitude anesthésique et l'absence de cas d'angle inversé témoignent du caractère en tout cas partiellement anatomisé de la déviation. Cependant, on constate malgré tout une diminution de l'angle dans 13 cas (dont un de rectitude). Cette diminution du SA binoculaire sous narcose est en moyenne de $21,8 \pm 18,7$ Δ avec des extrêmes allant de 8 à 73 Δ et intervient pour des valeurs de l'angle à l'état de veille elles mêmes éminemment variables (de -30 à -80 Δ) ce qui suggère dans ces cas la persistance d'un trouble innervationnel d'importance variable.

4.5.3. COMPORTEMENT ANGULAIRE EN FONCTION DE LA DOMINANCE

4.5.3.1. ÉSOTROPIES PRIMITIVES

Les résultats concernant l'influence de la dominance sur la déviation anesthésique corroborent totalement ce qui avait déjà été trouvé pour une population de 318 ésotropes⁽⁵⁶⁾ :

On observe à des fréquences parfaitement comparables des comportements qualitatifs identiques, indépendamment du statut dominant ou dominé (cette hétérogénéité de situations apparaît clairement sur le graphique bivarié correspondant).

Par ailleurs on retrouve une déviation plus importante sur l'œil dominant dans 25,7 % des cas, sur l'œil dominé dans 17,2 % des cas et une déviation identique (écart inférieur ou égal à 8 Δ) dans 57,1 % des cas ce qui est parfaitement comparable aux résultats des 318 ésotropies étudiées en 1978.

Il n'y a donc aucune relation entre la polarisation de la dominance et celle du trouble moteur tonique.

4.5.3.2. EXOTROPIES PRIMITIVES

En fonction du caractère dominant ou dominé de chaque œil, nous retrouvons respectivement la répartition suivante :

- Angle augmenté : 1 cas et 0 cas
- Angle stable : 2 cas et 3 cas
- Angle diminué : 5 cas et 2 cas
- Rectitude anesthésique : 1 cas et 5 cas
- Angle inversé : 1 cas et 0 cas

En tenant compte du caractère dominant ou dominé, on retrouve sur le plan qualitatif une déviation symétrique dans 6 cas sur 10, prédominant sur l'œil dominant dans 3 cas et sur l'œil dominé.

Tous ces éléments confirment ce qui avait été évoqué dans l'étude de 1982⁽⁵⁷⁾ sur 46 exotropies, à savoir que la déviation de l'œil dominé n'est pas activement induite par l'œil dominant et qu'il n'y a, comme dans les ésootropies primitives, aucune corrélation entre la latéralisation du trouble moteur et celle de la dominance oculaire.

4.5.3.3. EXOTROPIES CONSÉCUTIVES

Exactement comme cela avait été constaté pour les tropies primitives, on ne retrouve aucun lien entre la polarisation de la dominance et celle du trouble moteur.

4.5.3.4. INFLUENCE DE L'ÂGE SUR LE SA DANS LE CAS DES ÉSOTROPIES PRIMITIVES

L'âge apparaît comme un facteur significativement influent sur la valeur du signe de l'anesthésie entre le groupe des plus jeunes patients, âgés de 3 à 10 ans, et les patients plus âgés. Ce fait avait déjà été évoqué dans l'étude de 1978⁽⁵⁵⁾ portant sur 318 ésootropies où du fait du grand nombre de patients, 4 groupes d'âges distincts avaient pu être constitués (0 à 2 ans, 2 à 4 ans, 4 à 6 ans et 6 à 8 ans). Il avait été retrouvé 17 % de rectitude convergence dans le groupe « 0 à 2 ans » et ce pourcentage augmentait dans chaque tranche d'âge pour atteindre 63 % chez les « 6 à 8 ans ». Ces résultats concordent donc partiellement avec les éléments retrouvés dans notre population mais les tranches d'âge éminemment différentes et le nombre nettement plus restreint de patients limitent la comparaison. Ces faits vont néanmoins totalement à l'encontre de ce qu'avaient évoqué Apt et Isenberg^(2,31).

Par contre, nous avons vu que le niveau de divergence anesthésique moyen ne semble pas être influencé de manière significative par l'âge et que cette divergence moyenne apparaît même plus importante chez les patients « de 6 à 10 ans » et de « plus de 20 ans ».

L'amplitude de la divergence anesthésique moyenne observée n'est donc pas influencée par l'âge du patient.

5. CONCLUSION

Depuis plus de trente ans maintenant, l'école strabologique de Nantes a toujours défendu la valeur sémiologique et thérapeutique du signe de l'anesthésie. Cependant, pendant plus de 20 ans, le caractère exclusivement subjectif de sa détermination a toujours constitué un frein au développement et à l'affirmation des théories qui émanaient de son observation.

La mise au point d'une méthode de mesure objective par photographie argentique a permis, selon l'adage de Claude Bernard, de « mesurer ce qui l'est et de rendre mesurable ce qui ne l'est pas encore ». Les écueils posés par la détermination de l'angle kappa et l'utilisation d'un facteur de conversion précis du déplacement du reflet cornéen ayant été levés, la porte était donc ouverte à l'analyse objective du signe de l'anesthésie.

Les premières études utilisant la numérisation des images ont permis d'augmenter significativement la précision des mesures et de prouver que le signe de l'anesthésie était un signe fiable, reproductible et indépendant des réactions optomotrices que l'on peut observer à l'état de veille. Elles ont également confirmé le rôle majeur joué par les facteurs visco-élastiques dans la position des yeux sous narcose.

Si l'on souhaite réaliser en pratique quotidienne une détermination précise du signe de l'anesthésie, la méthode employée se doit d'être la plus fiable possible mais également aisée à mettre en œuvre. Nous venons de montrer grâce à ce travail que l'appareil numérique constitue un outil parfaitement fiable pour le calcul du SA et donc que la précision de la mesure n'est nullement altérée par des erreurs de parallaxe, ce que laissaient déjà espérer les résultats rapportés par JM Halbardier sur les données du microscope opératoire. Maintenant que nous en avons la certitude, nous disposons donc d'une méthode de recueil des données éminemment simple à utiliser.

La stabilité per opératoire de l'œil non opéré était déjà suggérée par des résultats préalables ; nous venons non seulement de la confirmer (à l'exception de quelques cas isolés de forte labilité anesthésique) mais aussi de montrer que le signe de l'anesthésie était particulièrement stable dans le temps sur un œil non opéré. Par ailleurs, il semble également que la position d'un œil opéré soit peu modifiée entre deux interventions par rapport à celle obtenue immédiatement en post opératoire. Toutefois, ces hypothèses nécessiteront forcément d'être confrontées aux résultats de séries plus étoffées non seulement en nombre mais aussi en terme de types de strabismes étudiés.

Quelle que soit la nature des strabismes considérés dans ce travail, la comparaison du signe de l'anesthésie monoculaire et binoculaire avec l'angle clinique mesuré au cover-test alterné permet de tirer des conclusions indéniables :

Contrairement à ce que suggéraient les études menées d'après une détermination subjective du signe de l'anesthésie, la position relative des yeux sous anesthésie est symétrique dans la majorité des cas pour les strabismes non opérés précédemment. En revanche, l'asymétrie est effectivement la configuration la plus fréquente chez les patients déjà opérés.

Il n'y a pas de corrélation entre la polarisation de la dominance et celle du trouble moteur tonique.

Dans le cas des ésootropies primitives, l'âge semble être un facteur déterminant dans la valeur du SA, mais pas dans le niveau de divergence anesthésique observée.

Nous pouvons surtout affirmer que la valeur du signe de l'anesthésie n'est nullement liée à celle de l'angle mesuré au cover-test alterné par une relation linéaire. Par contre, on observe clairement que le SA a tendance à se répartir de façon plus ou moins homogène et de manière quasi systématique entre la valeur de ce même angle clinique d'une part et la rectitude d'autre part.

Loin de réduire l'intérêt à accorder à l'angle déterminé lors de l'examen clinique, ces résultats en confirment au contraire la grande significativité puisqu'il est un reflet indéniable de l'angle strabique maximal alors que le SA constitue lui le reflet d'une position d'équilibre des yeux résultant des forces passives en jeu et indépendamment de toute influence innervationnelle.

Ces deux valeurs sont donc, chez chaque patient, fortement liées mais pas par une relation mathématique simple, qui ne saurait rendre compte de la part propre à chacun des multiples facteurs impliqués dans la constitution de l'angle strabique.

C'est dans cette mesure que l'évaluation des facteurs visco-élastiques par le test d'élongation musculaire prend tout son sens, car bien que nous n'ayons pu mettre en évidence de relation significative entre la valeur du TEM et celle du SA monoculaire, la multiplicité des situations, parfois totalement discordantes avec la nature de la déviation observée, rend compte de l'adaptation obligatoire du dosage chirurgical à l'élongation de chaque muscle.

Par ailleurs, nous avons constaté de manière générale que la détermination subjective du SA tendait à surestimer fortement le degré de divergence anesthésique et que la proportion d'angles stables ou partiellement diminués était donc significativement plus importante que nous le pensions alors que nous surestimions la fréquence de la rectitude anesthésique. Ces

conclusions doivent nous faire réfléchir aux conséquences que cela peut avoir sur l'établissement du protocole opératoire, aussi bien pour ce qui est de la part à réserver à la chirurgie classique et à la chirurgie dynamique d'une part, mais aussi au caractère unilatéral ou bilatéral d'emblée de notre chirurgie d'autre part.

Avec une méthodologie dorénavant définie, la réalisation de nouvelles études s'avère donc maintenant nécessaire, en partie pour pallier à l'insuffisance de cas dans certaines comparaisons menées dans ce travail, mais surtout pour tenter d'optimiser la prise en charge chirurgicale de chaque patient strabique et de répondre au mieux aux critères exigeants mais néanmoins incontournables qui définissent la réussite du traitement.

6. BIBLIOGRAPHIE

1. **Abraham SV.** The basic position of rest. Convergence and divergence. *J Ped Ophtalmol* 1964 ; 1 : 9-24
2. **Apt L, Isenberg S.** Eye position of strabismus patients under general anesthesia *Am J Ophtalmol* 1977 ; 84 : 574-9
3. **Arruga A.** Early operations for strabismus. *International Strabismological Association. Acapulco, March 1970. Ed. H. Kimpton, London, 1971 ; 1-22*
4. **Berard PV et coll.** Le réflexe opto-moteur (éclaircissement – obscurisation) et le test d'élongation sous anesthésie générale dans les ésootropies. *Bull Soc Ophtalmol Fr* 1982 ; 82 : 1037-42
5. **Berard PV et coll.** Essai de corrélation entre le réflexe opto-moteur sous anesthésie générale et le test d'élongation musculaire dans 100 cas de strabismes convergents concomitants. *Bull Soc Ophtalmol Fr* 1984 ; 5 : 589-93
6. **Börner R.** Zur anderung der augenstellung in narcose unter besonderer berucksichtigung des strabismus concomitans. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1964 ; 142 : 373-9
7. **Breinin GM.** Electromyographic evidence for ocular muscle proprioception in man. *AMA Arch Ophtalmol* 1957 ; 57 : 176-80
8. **Breinin GM.** The position of rest during anesthesia and sleep. *AMA Arch. Ophtalmol* 1957 ; 57 : 323-6
9. **Breinin GM.** The extraocular muscle. The structure and function of extraocular muscles : an upraisal of duality concept. *Am J Ophtalmol* 1971 ; 72 : 1-9
10. **Brodie SE.** Photographic calibration of the Hirschberg test. *Invest Ophtalmol Vis Sci* 1987 ; 28 : 736-42
11. **Castanera de Molina A, Giner Munoz ML.** Predictive values of general anesthesia test in congenital esotropia. *Acta Estrabol* 1989 ; 17 : 45-50
12. **Castanera de Molina A, Giner Munoz ML.** Ocular alignment under general anesthesia in congenital esotropia. *J Pediatr Ophtalmol Strabismus* 1991 ; 28 : 278-82
13. **Cüppers C.** Some reflexion on the possibility of influencing the pathological fixation act. *Ann R Coll Surg Engl* ; 38 : 308-325
14. **Cüppers C.** Historique et physiologie des blocages. *J Fr Orthopt* 1978 ; 10 : 15-26
15. **De Bideran M.** L'amblyopie dans les ésootropies précoces. In : *Le strabisme précoce. Cahiers de sensoriomotricité. FNRO Editions : 2002 p 65-70*

16. **De Respinis PA, Naidu E, Brodie SE.** Calibration of Hirschberg test photographs under clinical conditions. *Ophthalmology* 1989 ; 96 : 944-49
17. **Donders FC.** On the anomalies of accommodation and refraction of the eye. Londres 1864:635
18. **Duke-Elder S, Abrams D.** System of ophthalmology (Vol VI) : Ocular motility and strabismus. *London : Henry Kimpton, 1973 : 873*
19. **Eskridge GB, Wick B, Perrigin DM.** The Hirschberg test : a double-masked clinical evaluation. *Am J Optom Physiol Opt* 1988 ; 65 : 745-50
20. **Eskridge GB, Perrigin DM, Leach NE.** The Hirschberg test : correlation with corneal radius and axial length. *Optom Vis Sci* 1990 ; 67 :243-7
21. **Franceschetti AT, Burian HM.** L'angle Kappa. *Bull Mem Soc Fr Ophtalmol* 1971 ; 84 : 209-14
22. **Gobin MH.** Nouvelles conceptions sur la pathologie et le traitement du strabisme. 1^{ère} partie : pathogénie du strabisme. *J Fr Ophtalmol* 1980 ; 10 : 541-56
23. **Gobin MH.** Nouvelles conceptions sur la pathologie et le traitement du strabisme. 2^{nde} partie : traitement du strabisme. Introduction. Chirurgie primaire. Chirurgie secondaire. *J Fr Ophtalmol* 1981 ; 4 : 7-18
24. **Gobin MH.** Nouvelles conceptions sur la pathologie et le traitement du strabisme. 3^{ème} partie : traitement du strabisme. Complications et conclusions. *J Fr Ophtalmol* 1981 ; 4 : 297-305
25. **Gomez de Liano et coll.** Der diagnostische wert der änesthesie für die chirurgie des strabismus. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1979 ; 175 : 335-59
26. **Griffin JR, Boyer FM.** Strabismus measurement with the Hirschberg test. *Optom Weekly* 1974 ; 65 : 863-6
27. **Grut EH.** A contribution to the pathogeny of concomitant squinting (convergent and divergent). *Trans Ophtalmol Soc U.K.* 1890 ; 10 : 1-41
28. **Habchi G.** Les bases physiopathologiques actuelles du traitement des ésootropies infantiles *Thèse Nantes 1984*
29. **Halbardier JM.** Stabilité de la position des yeux sous anesthésie générale. A propos d'une nouvelle méthode d'évaluation *Thèse Nantes 1996*
30. **Hirschberg J.** Uber messung des schelgrades und dosirung der schieldoperation. *Zentralblatt für praktische augenheilkunde* 1885 ; 9 : 325-7
31. **Isenberg S.** Intraoperative modification of strabismus surgery. *Am Orthopt J* 1989 ; 39:43-51

32. **Javal E.** Manuel du strabisme. *Masson Ed. 1896- p 56*
33. **Keiner GBJ.** New viewpoints on the origin of squint. A clinical statistical study in its nature, cause and therapy. *The Hague : Martinus Nijhoff, 1951*
34. **Keiner GBJ.** Physiology and pathology of the opto-motor reflexes. *Am J Ophtalmol 1956 ; 42 : 223-49*
35. **Knutsen France N et Coll.** Succinylcholine alteration of the forced duction test. *Ophtalmology 1980 ; 87 :1282-7*
36. **Krimsky E** The effect of a prism on the corneal reflex. *Arch Ophtalmol 1948 ; 39 :351-70*
37. **Krimsky E** The cornel light reflex. *Springfield : Charles C Thomas 1972 : 199*
38. **Landolt E.** Cong. Period. Int. Sci. Med. 5th session. *Geneva, 1877*
39. **Lignereux F. S.A. :** Comparaison de trois méthodes de mesures de la déviation des yeux sous anesthésie générale. *Thèse Nantes 1994*
40. **Lincoff H, Breinin GM, de Voe AG.** The effect of succinylcholine on the extraocular muscle. *Am J Ophtalmol 1957 ; 43 : 440-4*
41. **Meyers MP.** The position of the eyes under general anesthesia. *Am J Ophtalmol 1951 ; 34 : 1749-52*
42. **Mindel JS et coll.** Succinylcholine induced return of the eyes to the basic deviation. *Ophtalmology 1980 ; 87 : 1288-95*
43. **Mitsui Y, Tamura O.** An electromyographic study of esotropia. *Br J Ophtalmol 1981 ; 65 :161-66*
44. **Mitsui Y, Tamura O, Berard PV, Reydy R.** Optomotor effect in esotropia under general anesthesia. In : *Reinecke RD, Ed. Strabismus II – Proceeding of the fourth meeting of the International Strabismological Association October 25-29, 1982 Asilomar California. Orlando : Grune & Stratton Inc, 1984 : 429-42*
45. **Mitsui Y et coll.** The sensorimotor reflex and strabismus. *Jpn J Ophtalmol 1984 ; 88 : 657-61*
46. **Moller PM.** Influence of anesthesia and premedication on the squint angle. *Acta Ophtalmol 1958 ; 36 : 499-501*
47. **Ohmi E et coll.** Eye position and electromyographic observation of squint under general anesthesia. *Ophtalmologica 1979 ; 178 : 166-71*
48. **Owens PL et coll.** Previous strabismus surgery and eye position under anesthesia. *J Ped Ophtalmol 1979 ; 16 : 313-6*
49. **Paliaga GP et coll.** Rotations oculaires et reflets cornéens. *Ophtalmologica 1980 ; 181 :231-6*

- 50. Paliaga GP.** Linear strabismometric methods. *Binoc Vis* 1992 ; 7 : 139-54
- 51. Parinaud H.** Le strabisme et son traitement. *Ed Doin - 1899 p. 74*
- 52. Pêchereau A.** Le signe de l'anesthésie et le test d'élongation musculaire dans les ésootropies primitives. *In : FNRO XXI Colloque de Nantes 27-28 Septembre 1996 Les ésootropies, éd. Lissac*
- 53. Pêchereau A, Quéré MA, Oger-Lavenant F** Le signe de l'anesthésie et le test d'élongation musculaire dans les strabismes divergents. *In : FNRO XVIII Colloque de Nantes 24-25 Septembre 1993 Les exotropies, éd Lissac*
- 54. Quéré MA, Larmande AM.** Les troubles moteurs et opto-moteurs dans les strabismes infantiles. L'électro-oculographie pendulaire. *Ann. Oculist. (Paris).* 1970 ; 203 : 717-736
- 55. Quéré MA, Clergeau G, Pêchereau A.** L'association chirurgie du fil-chirurgie classique dans la cure opératoire des ésootropies. *Bull Soc Fr Ophtalmol* 1978 ; 78 : 373-76
- 56. Quéré MA, Pêchereau A, Calvez B, Clergeau G.** Le signe de l'anesthésie dans les ésootropies fonctionnelles ; Étude statistique de 318 cas. *Bull Mem Soc Fr Ophtalmol* 1980 ; 92 : 308-17
- 57. Quéré MA, Pêchereau A, Oger-Lavenant F** Le signe de l'anesthésie et le test d'élongation musculaire dans les exotropies primitives. *Bull Mem Soc Fr Ophtalmol* 1982 ; 93 : 219-23
- 58. Quéré MA, Oger-Lavenant F, Pêchereau A, Doutetien C.** Etude comparative de la binocularité des orthomicrotropies et des strabismes résiduels. Évolution post-thérapeutique des ésootropies *Ophtalmologie* 1988 ;2 : 5-8
- 59. Quéré MA, Méhel E.** Epidémiologie des strabismes. *In : FNRO XX Colloque de Nantes 29-30 Septembre 1995 Les strabismes de l'adolescent et de l'adulte, éd Lissac*
- 60. Romano PE, Gabriel L.** Intraoperative adjustment of eye muscle surgery correction based on position during general anesthesia. *Arch Ophtalmol* 1985 ; 103 : 351-3
- 61. Ruttum MS, Shimshak KJ, Chesner M.** Photographic measurement of the angle of strabismus. *In : Campos EC, Ed. Strabismus and ocular motility disorders. Proceeding of the sixth meeting of the International Strabismological Association. Surfers paradise Australia 1990. Houndmills : Macmillan Press, 1990 : 155-60*
- 62. Smith R.** Succinylcholine and the forced duction test. *Ophtal Surg* 1974 ; 5 : 53-55
- 63. Tamura O, Mitsui Y.** Role of the temporal and nasal retina in optomotor reflex of esotropia under general anesthesia. *In : Reinecke RD, ed. Strabismus II, Proceeding of the Fourth Meeting of the International Strabismological Association October 25-29, 1982 Asilomar California. Orlando : Grune and Stratton Inc, 1984 :699-706*

- 64. Uemura Y.** Ocular movement during induction of general anesthesia. *In : XXII Concilium Ophtalmologicum Paris 1974 (Vol 2). Paris : Masson, 1976 :215-219*
- 65. Weekers R et coll.** Mesure des petits angles au moyen d'une technique photo. *Ophtalmologica Basel 1963 ; 146 : 217-26*
- 66. Weiss JB et coll.** Spasme et contracture spasmodique dans le strabisme convergent. *Bull Mem Soc Fr Ophtalmol 1967 ; 80 : 546-558*

Contribution du signe de l'anesthésie et du test d'élongation musculaire à l'étude des strabismes

RÉSUMÉ

Nous avons réalisé une analyse du signe de l'anesthésie par une méthode photographique objective dans différents types de strabismes.

Nous avons montré que l'utilisation d'un appareil numérique constituait une méthode de mesure fiable et que le signe de l'anesthésie était stable en per opératoire mais également dans le temps, en tout cas pour l'œil non opéré.

Nous avons également montré l'absence de relation simple entre la valeur du test d'élongation musculaire et celle du signe de l'anesthésie monoculaire.

Enfin, la comparaison avec l'angle mesuré cliniquement au cover-test alterné montre que ces deux valeurs ne sont nullement liées par une relation linéaire mais que le signe de l'anesthésie se répartit de manière plus ou moins homogène entre la rectitude anesthésique et la valeur de l'angle mesuré au cover-test alterné.

MOTS-CLÉS

Signe de l'anesthésie, cover-test alterné, photographie numérique, microscope opératoire, test d'élongation musculaire, strabisme, ésoptropie, exotropie.