

**UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER**  
**FACULTÉS DE MÉDECINE**

---

ANNÉE 2019

2019 TOU3 1527

**THÈSE**

**POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE**  
**MÉDECINE SPÉCIALISÉE CLINIQUE**

Présentée et soutenue publiquement

par

**Félix FREMONT**

le 05 avril 2019

**CHIRURGIE BILATERALE COMBINEE DE REcul-RESECTION DU**  
**MUSCLE DROIT MEDIAL VERSUS FADENOPERATION DANS LE**  
**TRAITEMENT DES ESOTROPIES PUREMENT TONIQUES**

Directeur de thèse : Dr Dominique THOUVENIN

**JURY**

Monsieur le Professeur Pierre FOURNIE	Président
Monsieur le Professeur François MALECAZE	Assesseur
Monsieur le Professeur Vincent SOLER	Assesseur
Monsieur le Docteur Dominique THOUVENIN	Assesseur
Madame le Docteur Jacmine PECHMEJA	Suppléant

**TABLEAU du PERSONNEL HU**  
des Facultés de Médecine de l'Université Paul Sabatier Toulouse III  
au 1<sup>er</sup> septembre 2018

**Professeurs Honoraires**

Doyen Honoraire	M. CHAP Hugues	Professeur Honoraire	M. FREXINOS Jacques
Doyen Honoraire	M. GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	Professeur Honoraire	Mme GENESTAL Michèle
Doyen Honoraire	M. LAZORTHES Yves	Professeur Honoraire	M. GERAUD Gilles
Doyen Honoraire	M. PUEL Pierre	Professeur Honoraire	M. GHISOLFI Jacques
Doyen Honoraire	M. ROUGE Daniel	Professeur Honoraire	M. GOUZI Jean-Louis
Doyen Honoraire	M. VINEL Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard
Professeur Honoraire	M. ABBAL Michel	Professeur Honoraire	M. HOFF Jean
Professeur Honoraire	M. ADER Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. JOFFRE Francis
Professeur Honoraire	M. ALBAREDE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. LACOMME Yves
Professeur Honoraire	M. ARBUS Louis	Professeur Honoraire	M. LAGARRIGUE Jacques
Professeur Honoraire	M. ARLET Jacques	Professeur Honoraire	Mme LARENG Marie-Blanche
Professeur Honoraire	M. ARLET Philippe	Professeur Honoraire	M. LARENG Louis
Professeur Honoraire	M. ARLET-SUAU Elisabeth	Professeur Honoraire	M. LAURENT Guy
Professeur Honoraire	M. ARNE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Franck
Professeur Honoraire	M. BARRET André	Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Yves
Professeur Honoraire	M. BARTHE Philippe	Professeur Honoraire	M. LEOPHONTE Paul
Professeur Honoraire	M. BAYARD Francis	Professeur Honoraire	M. MAGNAVAL Jean-François
Professeur Honoraire	M. BOCCALON Henri	Professeur Honoraire	M. MANELFE Claude
Professeur Honoraire	M. BONAFE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. MANSAT Michel
Professeur Honoraire	M. BONEU Bernard	Professeur Honoraire	M. MASSIP Patrice
Professeur Honoraire	M. BOUNHOURE Jean-Paul	Professeur Honoraire	Mme MARTY Nicole
Professeur Honoraire	M. BOUTAULT Franck	Professeur Honoraire	M. MAZIERES Bernard
Professeur Honoraire	M. BUGAT Roland	Professeur Honoraire	M. MONROZIES Xavier
Professeur Honoraire	M. CAHUZAC Jean-Philippe	Professeur Honoraire	M. MOSCOVICI Jacques
Professeur Honoraire	M. CARATERO Claude	Professeur Honoraire	M. MURAT
Professeur Honoraire	M. CARLES Pierre	Professeur Honoraire	M. OLIVES Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CARRIERE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. PAGES B.
Professeur Honoraire	M. CARTON Michel	Professeur Honoraire	M. PASCAL Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CATHALA Bernard	Professeur Honoraire	M. PESSEY Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. CHABANON Gérard	Professeur Honoraire	M. PLANTE Pierre
Professeur Honoraire	M. CHAMONTIN Bernard	Professeur Honoraire	M. PONTONNIER Georges
Professeur Honoraire	M. CHAP Hugues	Professeur Honoraire	M. POURRAT Jacques
Professeur Honoraire	M. CHAVOIN Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. PRADERE Bernard
Professeur Honoraire	M. CLANET Michel	Professeur Honoraire	M. PRIS Jacques
Professeur Honoraire	M. CONTE Jean	Professeur Honoraire	Mme PUEL Jacqueline
Professeur Honoraire	M. COSTAGLIOLA Michel	Professeur Honoraire	M. PUEL Pierre
Professeur Honoraire	M. COTONAT Jean	Professeur Honoraire	M. PUJOL Michel
Professeur Honoraire	M. DABERNAT Henri	Professeur Honoraire	M. QUERLEU Denis
Professeur Honoraire	M. DALOUS Antoine	Professeur Honoraire	M. RAILHAC Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. DALY-SCHVEITZER Nicolas	Professeur Honoraire	M. REGIS Henri
Professeur Honoraire	M. DAVID Jean-Frédéric	Professeur Honoraire	M. REGNIER Claude
Professeur Honoraire	M. DELSOL Georges	Professeur Honoraire	M. REME Jean-Michel
Professeur Honoraire	Mme DELISLE Marie-Bernadette	Professeur Honoraire	M. ROCHE Henri
Professeur Honoraire	Mme DIDIER Jacqueline	Professeur Honoraire	M. ROCHICCIOLI Pierre
Professeur Honoraire	M. DUCOS Jean	Professeur Honoraire	M. ROLLAND Michel
Professeur Honoraire	M. DUFFAUT Michel	Professeur Honoraire	M. ROQUE-LATRILLE Christian
Professeur Honoraire	M. DUPRE M.	Professeur Honoraire	M. RUMEAU Jean-Louis
Professeur Honoraire	M. DURAND Dominique	Professeur Honoraire	M. SALVADOR Michel
Professeur Honoraire	M. DUTAU Guy	Professeur Honoraire	M. SALVAYRE Robert
Professeur Honoraire associé	M. ESCANDE Michel	Professeur Honoraire	M. SARRAMON Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. ESCHAPASSE Henri	Professeur Honoraire	M. SIMON Jacques
Professeur Honoraire	M. ESCOURROU Jean	Professeur Honoraire	M. SUC Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. ESQUERRE J.P.	Professeur Honoraire	M. THOUVENOT Jean-Paul
Professeur Honoraire	M. FABIE Michel	Professeur Honoraire	M. TKACZUK Jean
Professeur Honoraire	M. FABRE Jean	Professeur Honoraire	M. TREMOULET Michel
Professeur Honoraire	M. FAUVEL Jean-Marie	Professeur Honoraire	M. VALDIGUIE Pierre
Professeur Honoraire	M. FOURNIAL Gérard	Professeur Honoraire	M. VAYSSÉ Philippe
Professeur Honoraire	M. FOURNIE Bernard	Professeur Honoraire	M. VIRENQUE Christian
Professeur Honoraire	M. FOURTANIER Gilles	Professeur Honoraire	M. VOIGT Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. FRAYSSE Bernard		

**Professeurs Émérites**

Professeur ADER Jean-Louis  
Professeur ALBAREDE Jean-Louis  
Professeur ARBUS Louis  
Professeur ARLET-SUAU Elisabeth  
Professeur BOCCALON Henri  
Professeur BONEU Bernard  
Professeur CARATERO Claude  
Professeur CHAMONTIN Bernard  
Professeur CHAP Hugues  
Professeur CONTE Jean  
Professeur COSTAGLIOLA Michel  
Professeur DABERNAT Henri  
Professeur FRAYSSE Bernard  
Professeur DELISLE Marie-Bernadette  
Professeur GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard  
Professeur JOFFRE Francis

Professeur LARENG Louis  
Professeur LAGARRIGUE Jacques  
Professeur LARENG Louis  
Professeur LAURENT Guy  
Professeur LAZORTHES Yves  
Professeur MAGNAVAL Jean-François  
Professeur MANELFE Claude  
Professeur MASSIP Patrice  
Professeur MAZIERES Bernard  
Professeur MOSCOVICI Jacques  
Professeur MURAT  
Professeur ROQUES-LATRILLE Christian  
Professeur SALVAYRE Robert  
Professeur SARRAMON Jean-Pierre  
Professeur SIMON Jacques



## FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-RANGUEIL

133, route de Narbonne - 31062 TOULOUSE Cedex

Doyen : E. SERRANO

P.U. - P.H. Classe Exceptionnelle et 1 <sup>ère</sup> classe		P.U. - P.H. 2 <sup>ème</sup> classe	
M. ACAR Philippe	Pédiatrie	M. ARBUS Christophe	Psychiatrie
M. ACCADBLEF Franck	Chirurgie Infantile	M. AUSSEIL Jérôme	Biochimie et biologie moléculaire
M. ALRIC Laurent (C.E)	Médecine Interne	M. BERRY Antoine	Parasitologie
Mme ANDRIEU Sandrine	Epidémiologie	M. BONNEVILLE Fabrice	Radiologie
M. ARNAL Jean-François	Physiologie	M. BOUNES Vincent	Médecine d'urgence
Mme BERRY Isabelle (C.E)	Biophysique	Mme BOURNET Barbara	Gastro-entérologie
M. BUJAN Louis (C. E)	Urologie-Andrologie	M. CHAPUT Benoit	Chirurgie plastique et des brûlés
Mme BURA-RIVIERE Alessandra	Médecine Vasculaire	M. CHAYNES Patrick	Anatomie
M. BUSCAIL Louis (C.E)	Hépatogastro-entérologie	Mme DALENC Florence	Cancérologie
M. CANTAGREL Alain (C.E)	Rhumatologie	M. DECRAMER Stéphane	Pédiatrie
M. CARON Philippe (C.E)	Endocrinologie	M. DELOBEL Pierre	Maladies Infectieuses
M. CHAUFOUR Xavier	Chirurgie Vasculaire	M. FAGUER Stanislas	Néphrologie
M. CHIRON Philippe (C.E)	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie	M. FRANCHITTO Nicolas	Addictologie
M. CONSTANTIN Arnaud	Rhumatologie	M. GARRIDO-STÓWHAS Ignacio	Chirurgie Plastique
M. COURBON Frédéric	Biophysique	M. GATIMEL Nicolas	Médecine de la reproduction
Mme COURTADE SAIDI Monique	Histologie Embryologie	Mme GOMEZ-BROUCHET Anne-Muriel	Anatomie Pathologique
M. DAMBRIN Camille	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire	M. HUYGHE Eric	Urologie
M. DELABESSE Eric	Hématologie	Mme LAPRIE Anne	Radiothérapie
M. DELORD Jean-Pierre	Cancérologie	M. LAURENT Camille	Anatomie Pathologique
M. DIDIER Alain (C.E)	Pneumologie	M. MARCHEIX Bertrand	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
Mme DULY-BOUHANICK Béatrice	Thérapeutique	M. MAURY Jean-Philippe	Cardiologie
M. ELBAZ Meyer	Cardiologie	M. MEYER Nicolas	Dermatologie
M. GALINIER Michel (C.E)	Cardiologie	M. MUSCARI Fabrice	Chirurgie Digestive
M. GLOCK Yves (C.E)	Chirurgie Cardio-Vasculaire	M. REINA Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. GOURDY Pierre	Endocrinologie	M. SILVA SIFONTES Stein	Réanimation
M. GRAND Alain (C.E)	Epidémiologie. Eco. de la Santé et Prévention	M. SOLER Vincent	Ophthalmologie
M. GROLLEAU RAOUX Jean-Louis	Chirurgie plastique	Mme SOMMET Agnès	Pharmacologie
Mme GUIMBAUD Rosine	Cancérologie	Mme SOTO-MARTIN Maria-Eugénia	Gériatrie et biologie du vieillissement
Mme HANAIRE Hélène (C.E)	Endocrinologie	M. TACK Ivan	Physiologie
M. KAMAR Nassim	Néphrologie	M. VERGEZ Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
M. LARRUE Vincent	Neurologie	M. YSEBAERT Loic	Hématologie
M. LAUWERS Frédéric	Anatomie		
M. LEVADE Thierry (C.E)	Biochimie		
M. MALECAZE François (C.E)	Ophthalmologie	P.U. Médecine générale	
M. MARQUE Philippe	Médecine Physique et Réadaptation	Mme ROUGE-BUGAT Marie-Eve	
Mme MAZEREEUW Juliette	Dermatologie		
M. MINVILLE Vincent	Anesthésiologie Réanimation	Professeur Associé de Médecine Générale	
M. OTAL Philippe	Radiologie	M. BOYER Pierre	
M. RAYNAUD Jean-Philippe (C.E)	Psychiatrie Infantile	M. STILLMUNKES André	
M. RITZ Patrick	Nutrition		
M. ROLLAND Yves (C.E)	Gériatrie	Professeur Associé en Pédiatrie	
M. ROUGE Daniel (C.E)	Médecine Légale	Mme CLAUDET Isabelle	
M. ROUSSEAU Hervé (C.E)	Radiologie		
M. ROUX Franck-Emmanuel	Neurochirurgie		
M. SAILLER Laurent	Médecine Interne		
M. SCHMITT Laurent (C.E)	Psychiatrie		
M. SENARD Jean-Michel (C.E)	Pharmacologie		
M. SERRANO Elie (C.E)	Oto-rhino-laryngologie		
M. SOULAT Jean-Marc	Médecine du Travail		
M. SOULIE Michel (C.E)	Urologie		
M. SUC Bertrand	Chirurgie Digestive		
Mme TAUBER Marie-Thérèse (C.E)	Pédiatrie		
Mme URO-COSTE Emmanuelle	Anatomie Pathologique		
M. VAYSSIERE Christophe	Gynécologie Obstétrique		
M. VELLAS Bruno (C.E)	Gériatrie		

M.C.U. - P.H.		M.C.U. - P.H.	
M. ABBO Olivier	Chirurgie infantile	Mme ABRAVANEL Florence	Bactériologie Virologie Hygiène
M. APOIL Pol Andre	Immunologie	Mme BASSET Céline	Cytologie et histologie
Mme ARNAUD Catherine	Epidémiologie	Mme CAMARE Caroline	Biochimie et biologie moléculaire
Mme BERTOLI Sarah	Hématologie, transfusion	M. CMBUS Jean-Pierre	Hématologie
M. BIETH Eric	Génétique	Mme CANTERO Anne-Valérie	Biochimie
Mme CASPAR BAUGUIL Sylvie	Nutrition	Mme CARFAGNA Luana	Pédiatrie
Mme CASSAGNE Myriam	Ophthalmologie	Mme CASSOL Emmanuelle	Biophysique
Mme CASSAING Sophie	Parasitologie	Mme CAUSSE Elizabeth	Biochimie
M. CAVAIGNAC Etienne	Chirurgie orthopédique et traumatologie	M. CHASSAING Nicolas	Génétique
Mme CHANTALAT Elodie	Anatomie	M. CLAVEL Cyril	Biologie Cellulaire
M. CONGY Nicolas	Immunologie	Mme COLOMBAT Magali	Anatomie et cytologie pathologiques
Mme COURBON Christine	Pharmacologie	Mme CORRE Jill	Hématologie
Mme DAMASE Christine	Pharmacologie	M. DE BONNECAZE Guillaume	Anatomie
Mme de GLISEZENSKY Isabelle	Physiologie	M. DEDOIT Fabrice	Médecine Légale
Mme DE MAS Véronique	Hématologie	M. DELPLA Pierre-André	Médecine Légale
M. DUBOIS Damien	Bactériologie Virologie Hygiène	M. DESPAS Fabien	Pharmacologie
Mme FILLAUX Judith	Parasitologie	M. EDOUARD Thomas	Pédiatrie
M. GANTET Pierre	Biophysique	Mme ESQUIROL Yolande	Médecine du travail
Mme GENNERO Isabelle	Biochimie	Mme EVRARD Solène	Histologie, embryologie et cytologie
Mme GENOUX Annelise	Biochimie et biologie moléculaire	Mme GALINIER Anne	Nutrition
M. HAMDJ Safouane	Biochimie	Mme GALLINI Adeline	Epidémiologie
Mme HITZEL Anne	Biophysique	Mme GARDETTE Virginie	Epidémiologie
M. IRIART Xavier	Parasitologie et mycologie	M. GASQ David	Physiologie
Mme JONCA Nathalie	Biologie cellulaire	M. GATIMEL Nicolas	Médecine de la reproduction
M. KIRZIN Sylvain	Chirurgie générale	Mme GRARE Marion	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme LAPEYRE-MESTRE Maryse	Pharmacologie	Mme GUILBEAU-FRUGIER Céline	Anatomie Pathologique
M. LHERMUSIER Thibault	Cardiologie	M. GUILLEMINAULT Laurent	Pneumologie
M. LHOMME Sébastien	Bactériologie-virologie	Mme GUYONNET Sophie	Nutrition
Mme MONTASTIER Emilie	Nutrition	M. HERIN Fabrice	Médecine et santé au travail
Mme MOREAU Marion	Physiologie	Mme INGUENEAU Cécile	Biochimie
Mme NOGUEIRA M.L.	Biologie Cellulaire	M. LEANDRI Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
M. PILLARD Fabien	Physiologie	M. LEPAGE Benoit	Biostatistiques et Informatique médicale
Mme PUISSANT Bénédicte	Immunologie	Mme MAUPAS SCHWALM Françoise	Biochimie
Mme RAYMOND Stéphanie	Bactériologie Virologie Hygiène	M. MIEUSSET Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
Mme SABOURDY Frédérique	Biochimie	M. MOULIS Guillaume	Médecine interne
Mme SAUNE Karine	Bactériologie Virologie	Mme NASR Nathalie	Neurologie
M. TAFANI Jean-André	Biophysique	M. RIMAILHO Jacques	Anatomie et Chirurgie Générale
M. TREINER Emmanuel	Immunologie	M. RONGIERES Michel	Anatomie - Chirurgie orthopédique
Mme VAYSSE Charlotte	Cancérologie	Mme VALLET Marion	Physiologie
M. VIDAL Fabien	Gynécologie obstétrique	M. VERGEZ François	Hématologie
M.C.U. Médecine générale		M.C.U. Médecine générale	
M. BRILLAC Thierry		M. BISMUTH Michel	
Mme DUPOUY Julie		Mme ESCOURROU Brigitte	

Maîtres de Conférences Associés de Médecine Générale

Dr BIREBENT Jordan  
Dr BOURGEOIS Odile  
Dr CHICOULAA Bruno

Dr FREYENS Anne  
Dr IRI-DELAHAYE Motoko  
Dr LATROUS Leila

# TABLE DES MATIERES

<b>I. INTRODUCTION</b> .....	<b>8</b>
<b>II. MATERIELS ET METHODES</b> .....	<b>10</b>
1. POPULATION ETUDIEE .....	10
2. DONNEES CLINIQUES COLLECTEES .....	11
3. PROCEDURES ET DONNEES CHIRURGICALES .....	12
a. Protocole anesthésique.....	12
b. Evaluation per-opérateur .....	12
c. Chirurgie combinée de recul-résection des droits médiaux (Figure 1) .....	12
d. Fadenoperation par sanglage rétro-équatorial des droits médiaux (Figure 2).....	13
e. Gestes chirurgicaux associés.....	13
4. CRITERES D'EVALUATION .....	13
5. ANALYSES STATISTIQUES .....	14
<b>III. RESULTATS</b> .....	<b>14</b>
1. DONNEES PRE-OPERATOIRES (TABLEAU 1) .....	14
2. DONNEES PER-OPERATOIRES (TABLEAU 1) .....	15
3. DONNEES POST-OPERATOIRES.....	15
a. Résultat principal (Figure 3 et Figure 4).....	15
b. Résultats secondaires (Tableau 2 et Tableau 3) .....	16
<b>IV. DISCUSSION</b> .....	<b>16</b>
1. CHIRURGIE ET STABILITE DES RESULTATS POST-OPERATOIRES.....	16
2. METHODE D'EVALUATION PER OPERATOIRE DES STRABISMES.....	18
3. TECHNIQUES CHIRURGICALES .....	20
a. Fadenoperation .....	20
b. Recul-Résection monomusculaire .....	21
<b>V. CONCLUSION</b> .....	<b>24</b>
<b>VI. ANNEXES</b> .....	<b>25</b>
<b>VII. BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>30</b>

## LISTE DES ABREVIATIONS

AG : anesthésie générale

CRA : correspondance rétinienne anormale

CRN : correspondance rétinienne normale

$\delta$  : dioptrie optique

dp : dioptrie prismatique

ET : écart-type

mm : millimètre

p : valeur-p

VL : vision de loin

VP : vision de près

## I. INTRODUCTION

Une des fonctions majeures du système oculomoteur est d'assurer et de maintenir une vision binoculaire par l'alignement des axes visuels oculaires principaux sur l'objet d'attention<sup>1</sup>. Le système des vergences, correspondant à des mouvements oculaires dysconjugués, décrit par E.E.Maddox<sup>2</sup>, est responsable de ce rôle et son dérèglement serait à l'origine de la pathologie strabique<sup>3</sup>. Au sein de ce système, sont artificiellement différenciées les vergences tonique, fusionnelle, accommodative et proximale dont le fonctionnement et les bases neuro-anatomiques sont en réalité très intriqués<sup>4</sup>. Ainsi, la prise en charge des strabismes s'appuie sur une parfaite compréhension des mécanismes vergentiels, adaptant l'approche thérapeutique à la physiologie du strabisme traité.

La vergence accommodative impliquée dans la part accommodative d'un strabisme est traditionnellement traitée par des moyens pharmacologiques mais surtout optiques, au premier rang desquels la correction optique totale emmétropisante. La vergence fusionnelle, accessible à des exercices orthoptiques de rééducation, sert de verrou de la vision binoculaire en cas de déviations angulaires peu importantes, sous couvert d'un état sensoriel de correspondance rétinienne normale. La vergence proximale, induite par la perception égocentrique de la distance, autrement dit la sensation de proximité de l'objet d'attention, n'est pas mesurable ni traitable en pratique clinique. Reste la vergence tonique, ou tonus oculogyre<sup>5</sup>, qui correspond à un paramètre innervationnel, en partie régulé par les trois autres vergences, permettant de faire passer les globes oculaires d'un état de repos « anatomique », potentiellement droits ou en très légère divergence, vers un état de repos « physiologique » en légère convergence vers l'objet d'attention.

Ce tonus vergentiel, permanent à l'état d'éveil comme de sommeil, ne se calcule pas, cependant on peut s'en affranchir grâce à l'anesthésie générale curarisée<sup>5</sup>, nous laissant approcher l'état de repos anatomique oculaire. Ainsi, les strabologues se sont intéressés aux variations angulaires sous anesthésie des différentes formes de strabisme. Trois attitudes se sont confrontées vis-à-vis de cette variation angulaire sous anesthésie : la première soutenant que la variation angulaire était aléatoire et imprédictible, la seconde mettant en évidence une corrélation linéaire entre l'angle de déviation strabique à l'état d'éveil et celui sous anesthésie générale<sup>6,7</sup>, la troisième démontrant que la position des yeux était gouvernée par des facteurs statiques visco-élastiques et par des facteurs dynamiques innervationnels influencés par la narcose correspondant à la vergence tonique<sup>8,9</sup>. De cette dernière attitude qui semble prévaloir aujourd'hui, en particulier en Europe, la prise en charge thérapeutique des strabismes a complètement été bouleversée.

La variation angulaire d'un strabisme sous anesthésie générale, prenant parfois le nom en France de « signe de l'anesthésie », est pour certains strabologues l'élément capital dans l'élaboration du plan opératoire. Ainsi deux strabismes angulairement identiques à l'état d'éveil peuvent radicalement différer sous anesthésie générale, en fonction de la proportion prise dans leurs genèses par les deux composantes précédemment introduites : la composante innervationnelle (vergence tonique) et la composante anatomique, ou visco-élastique, qui s'explique par le caractère rétracté ou distendu des muscles oculomoteurs et la plus ou moins grande élasticité des tissus de soutien conjonctivo-ténonniens. Aussi, chacune de ces composantes strabiques peut bénéficier dans son traitement d'une technique chirurgicale spécifique.

Dans le cadre des ésootropies, ou strabismes convergents, l'angle de déviation diminue généralement sous anesthésie, en s'affranchissant de la composante tonique<sup>8,9</sup>. La part anatomique restante du strabisme est traitée selon des méthodes classiques d'affaiblissement et renforcement des muscles droits horizontaux, en tenant compte du niveau d'élasticité musculaire via les tests de duction forcée et d'élongation<sup>10,11</sup>. Concernant la part tonique du strabisme, certains chirurgiens ont développés des techniques opératoires visant à agir spécifiquement dessus, à l'instar de la fadenoperation<sup>12</sup>, plus tard adaptée en sanglage rétro-équatorial<sup>13</sup>. Initialement, la fadenoperation, décrite dans les paralysies de l'abduction par atteinte du nerf abducens, a été ensuite utilisée dans le traitement de l'excès de convergence<sup>14-16</sup>, quel que soit sa cause accommodative ou non. D'autres auteurs, s'apercevant que cet excès de convergence disparaissait la plupart du temps sous anesthésie générale et donc très probablement secondaire à un excès de vergence tonique, ont eu l'idée d'étendre la fadenoperation aux ésootropies purement toniques, dont l'angle de déviation disparaissait sous anesthésie<sup>17</sup>. Cette approche, qu'on pourrait qualifier de « physiologique », dans la chirurgie des ésootropies, trouve son intérêt dans une meilleure stabilité du résultat post-opératoire sensori-moteur au long terme. En effet, la vergence tonique a tendance à diminuer avec le temps, et un certain nombre de patients opérés selon des méthodes traditionnelles ne tenant pas compte du paramètre innervationnel, voient progressivement apparaître une dérive vers l'exodéviaton. Le mécanisme d'action de la fadenoperation agissant comme un frein sur un muscle hyperactif<sup>12,18,19</sup>, du fait du fort tonus innervationnel, paraît donner moins d'exodéviaton consécutive, puisque ce frein voit son activité diminuer en même temps que le tonus diminue. Malgré cette séduisante description et une réelle efficacité, certains strabologues invoquent la difficulté technique du geste opératoire, du dosage et des reprises, cherchant des alternatives chirurgicales.

La chirurgie combinée de recul-résection sur le même muscle, a originellement été présentée par G.B.Biotti<sup>20</sup> puis par A.B.Scott<sup>21</sup>. Il s'agit d'une technique associant, de façon

paradoxale, deux gestes, sur le même muscle droit, l'un renforçant son action et l'autre l'affaiblissant, la distinguant des techniques de recul-résection classiques se pratiquant généralement sur deux muscles droits antagonistes. Elle a été utilisée avec succès dans le traitement de strabismes avec incomitances paralytiques, de nystagmus, de déviations « dissociées » dans le cadre de strabisme précoce et plus récemment de l'excès de convergence dans les ésootropies<sup>22-28</sup>. A première vue, la chirurgie combinée de recul-résection monomusculaire partage toutes ses indications avec la fadenoperation. Il est donc raisonnable de penser que cette technique dans le cadre des ésootropies purement toniques, dont l'angle de déviation disparaît sous anesthésie générale, soit efficace. L'objectif de cette étude était de comparer l'efficacité de la chirurgie bilatérale combinée de recul-résection des muscles droits médiaux avec la fadenoperation dans le traitement des ésootropies purement toniques.

## **II. MATERIELS ET METHODES**

### **1. POPULATION ETUDIEE**

Nous avons conduit une étude prospective incluant 65 cas successifs de patients opérés entre les mois d'octobre 2017 et 2018, à la clinique ophtalmologique Rive Gauche, à Toulouse, par un seul chirurgien (D.Thouvenin).

Les patients inclus devaient 1) présenter une ésotropie chirurgicale à l'état d'éveil se résolvant totalement sous anesthésie générale curarisée, 2) avoir porté une correction optique totale emmétropisante prescrite après cycloplégie, pendant une durée minimale de six mois avant le moment de la chirurgie, 3) ne pas avoir subi de chirurgie oculomotrice au préalable (à l'exception de quelques cas d'injections intramusculaires de toxine botulique).

Les patients présentant un strabisme d'origine périphérique de causes orbitaire, musculaire, dysinnervationnelle ou proprioceptive étaient exclus. Tous les cas d'amblyopie devaient avoir été traités avant le temps chirurgical.

Les patients étaient alors répartis aléatoirement en deux groupes : le groupe I, traité par recul-résection des droits médiaux et le groupe II, traité par fadenoperation isolée des droits médiaux selon la méthode du sanglage rétro-équatorial.

## 2. DONNEES CLINIQUES COLLECTEES

Les données cliniques des patients étaient collectées, en pré-opératoire, dans un délai de 2 mois maximum avant la chirurgie, et en post-opératoire à 1 semaine, 1 mois et entre 3 et 6 mois.

L'interrogatoire s'attachait particulièrement à chercher la date d'apparition du strabisme, un antécédent d'amblyopie et les modalités de son traitement.

L'angle de déviation strabique, en position primaire, était évalué, avec port de la correction optique totale emmétropisante, par un examen sous écran unilatéral prismatique. Dans le cas où cette méthode d'évaluation était irréalisable (mauvaise compliance, angle trop important), l'angle de déviation était apprécié par la méthode des reflets cornéens de Krimsky. La fixation se faisait en vision de loin à 5 mètres sur un optotype (dont l'échelle et la taille étaient adaptés à l'âge de l'enfant permettant une fixation stable et supposée fovéolaire) et en vision de près à 33 cm sur un objet de petite taille. Cet angle était exprimé en dioptries prismatiques, un angle positif correspondant à une ésoptropie, un angle négatif correspondant à une exotropie. La déviation angulaire en vision de près était également mesurée après ajout à la correction optique totale emmétropisante d'un verre convexe de 3 δ.

L'acuité visuelle était mesurée en vision de loin lorsque l'âge de l'enfant le permettait, selon une échelle décimale.

Un contrôle de la réfraction objective était réalisé en pré-opératoire. Le cyclopentolate 0.5% était utilisé selon le protocole suivant : administration d'une goutte à T0, T5, T10 puis examen réfractif réalisé entre T45 et T60 à l'aide d'un réfractomètre automatique (T exprimé en minutes). Le port de la correction optique totale emmétropisante était permanent en pré et post-opératoire.

Un examen des versions et des ductions oculaires était réalisé à la recherche d'une limitation oculomotrice dans un des champs du regard, d'un syndrome alphabétique, de signes moteurs évocateurs du caractère précoce du strabisme (nystagmus manifeste latent, divergence verticale dissociée, hypermétropie de refixation) ou d'une incomitance verticale associée.

Un test de stéréoscopie à points aléatoires (Lang I) était systématiquement effectué.

Enfin, un examen attentif des segments antérieurs et postérieurs des yeux était réalisé.

### 3. PROCEDURES ET DONNEES CHIRURGICALES

#### a. Protocole anesthésique

Le protocole anesthésique comprenait une induction réalisée au masque par sevoflurane (Sevorane®), 8% associant également en voie intraveineuse du rocuronium (Esmeron®), 0.5mg/kg, et de l'alfentanil (Rapifen®), 10µg/kg.

L'entretien de l'anesthésie se faisait par sevoflurane (Sevorane®), 2%.

Un monitoring du niveau de curarisation était effectué à l'aide d'un Innervator NS 252® (Fisher & Paykel Healthcare, Auckland, New Zealand).

#### b. Evaluation per-opératoire

Au début de l'intervention, sous anesthésie générale profonde et curarisation efficace, une évaluation de l'angle de déviation strabique était faite, sur chaque œil séparément, à travers le microscope, selon la méthode des reflets cornéens de Hirschberg. Nous utilisons pour cela la localisation du reflet cornéen de la lumière du microscope par rapport au centre de la pupille. Nous avons retenu tous les cas où les reflets étaient soit centrés (rectitude) soit légèrement décentrés en nasal (exposition), de façon symétrique.

Un test de duction forcée était pratiqué dans les champs d'action des muscles droits latéraux et médiaux, consistant, avant incision conjonctivale, à saisir l'œil au limbe scléro-cornéen et le tracter en abduction puis en adduction, appréciant ainsi de façon subjective, globale et qualitative le degré de liberté des muscles et de leur tissu de soutien conjonctivo-ténonien.

Un test d'élongation musculaire des droits médiaux était ensuite systématiquement effectué, permettant de juger quantitativement leur niveau d'élasticité. Ce test était réalisé après dissection des tissus de soutien conjonctivo-ténoniens, en chargeant le muscle droit médial sur le crochet d'un myomètre. Le chirurgien redressait alors l'œil en position dite « centrale » (reflet cornéen de la lumière du microscope au centre de la pupille) et plaçait la graduation zéro d'une réglette millimétrée en regard du reflet cornéen. Une traction du muscle en adduction, d'une force de 50g, était opérée et la mesure de l'élongation était faite sur la règle millimétrée au niveau de la nouvelle position du crochet du myomètre.

La distance entre les poulies ténoniennes des droits médiaux et leur insertion sclérale était mesurée au compas courbe millimétré.

#### c. Chirurgie combinée de recul-résection des droits médiaux (Figure 1)

Une dissection précautionneuse des tissus de soutien conjonctivo-ténoniens était réalisée autour des muscles droits médiaux. Un marquage sur le corps du muscle était fait à l'aide

d'un cautère à 6 millimètres de son insertion sclérale. Un marquage sur la sclère était ensuite effectué de part et d'autre du corps du muscle à 8 millimètres de son insertion sclérale. Dans un premier temps une résection de la partie proximale du muscle était accomplie, entre l'insertion sclérale et le marquage à 6 millimètres. Le muscle était ensuite réamarré à la sclère au niveau du marquage à 8 millimètres de l'insertion sclérale d'origine, à l'aide d'un fil résorbable de Vicryl™ 6/0 à aiguille spatulée (Ethicon®).

d. Fadenoperation par sanglage rétro-équatorial des droits médiaux (Figure 2)

Après dissection précautionneuse des tissus de soutien conjonctivo-ténoniens, un sanglage rétro-équatorial était positionné autour de chaque muscle droit médial, à l'aide d'un fil non résorbable d'Ethilon™ 5/0 à aiguille spatulée (Ethicon®). L'amarrage scléral comportait deux passages symétriques à 2 millimètres de part et d'autre du corps du muscle, au niveau de la partie antérieure de la poulie ténonienne après marquage au compas courbe millimétré. Il passait ensuite en pont au-dessus du corps du muscle et était noué par une triple clé coulissante permettant de plaquer le corps du muscle contre la sclère.

e. Gestes chirurgicaux associés

En cas de syndrome alphabétique important associé sans rapport avec une hyperaction des muscles obliques inférieurs, dans le groupe I, un décalage vertical de l'insertion sclérale des muscles droits médiaux était pratiqué, n'excédant jamais 3 millimètres : vers le haut pour les syndromes A, vers le bas pour les syndromes V.

En cas de syndrome alphabétique important associé en rapport avec une hyperaction des muscles obliques inférieurs, dans le groupe II, était pratiqué un recul du muscle oblique inférieur, sur sa ligne d'action, entre 8 et 12mm selon le niveau d'élévation en adduction pré-opératoire.

#### 4. CRITERES D'EVALUATION

Le critère de jugement principal était l'angle de déviation strabique en position primaire, avec port de la correction optique totale emmétropisante, en post-opératoire entre 3 et 6 mois. Un résultat satisfaisant était défini par un angle inférieur ou égal à 10 dp, en vision de loin et de près. La méthode d'évaluation de ce critère de jugement est présentée au paragraphe 2 (données cliniques collectées).

L'évaluation du succès chirurgical était basée uniquement sur un critère moteur. En effet, la sensorialité était évaluée à titre descriptif de façon systématique mais ne constituait pas un critère de jugement. Concernant les strabismes acquis normosensoriels, c'est-à-dire, dont le potentiel binoculaire était préservé en pré-opératoire (strabismes en CRN), se traduisant par une réponse positive aux tests stéréoscopiques à points aléatoires, il était vérifié que la

vision binoculaire était conservée en post-opératoire. Les strabismes précoces ou précoces différés (microstrabismes décompensés avant l'âge de deux ans et demi) à binocularité anormale ne développaient pas en post-opératoire de vision binoculaire mais au mieux une union binoculaire de faible qualité.

## 5. ANALYSES STATISTIQUES

L'analyse statistique descriptive faisait intervenir des nombres et des pourcentages pour l'expression des variables qualitatives, ainsi que des intervalles, moyennes avec écart-type et médianes pour les variables quantitatives. Le test de Fischer exact a été utilisé pour la comparaison des variables qualitatives et le test de Mann-Whitney pour la comparaison des moyennes des variables quantitatives. Une valeur  $p < 0.05$  était considérée comme statistiquement significative. Les analyses statistiques ont été réalisées grâce aux logiciels de statistique R et pvalue.io.

## III. RESULTATS

### 1. DONNEES PRE-OPERATOIRES (TABLEAU 1)

Entre les mois d'octobre 2017 et 2018, 65 patients ont rempli nos critères d'inclusion et ont donc été répartis au sein des deux groupes. Cela correspondait à 34.4% des patients opérés pour la première fois d'une ésoptropie au cours de la même période par le même chirurgien.

Dans le groupe I (34 patients ; 17 filles et 17 garçons), l'âge opératoire allait de 4 à 17 ans ( $9.2 \pm 4$ ) et la réfraction, en équivalent sphérique, était comprise entre -3.1 et 6.75  $\delta$  ( $2.6 \pm 2.1$ ). La déviation angulaire de loin était étalée de 0 à 35 dp ( $19.6 \pm 8.2$ ) et de près de 14 à 45 dp ( $32 \pm 7.8$ ). Nous avons retrouvé 30/34 (88.2%) patients avec un strabisme en correspondance rétinienne anormale, parmi lesquels 19 syndromes de strabisme précoce et 11 microstrabismes décompensés avant l'âge de deux ans et demi. Les 4/34 (11.8%) patients restants correspondaient à des ésoptropies normosensorielles, en correspondance rétinienne normale, dont l'angle de déviation de loin comme de près persistait malgré le port d'une correction optique totale emmétropisante. Chez 21/34 (61.8%) patients, un traitement d'amblyopie a été rapporté.

Dans le groupe II (31 patients ; 12 filles et 19 garçons), l'âge opératoire allait de 3 à 14 ans ( $7.2 \pm 2.8$ ) et la réfraction, en équivalent sphérique, était comprise entre -7.75 et 9.6  $\delta$  ( $2.8 \pm 2.6$ ). La déviation angulaire de loin était étalée de 0 à 40 dp ( $23.6 \pm 10.7$ ) et de près de 18 à 50 dp ( $33.5 \pm 9.4$ ). Tous les patients du groupe présentaient un strabisme en correspondance rétinienne anormale dont 24/31 (77.4%) un syndrome de strabisme précoce

et 7/31 (22.6%) un microstrabisme décompensé avant l'âge de deux ans et demi. Chez 21/31 (67.7%) patients, un traitement d'amblyopie a été rapporté.

## 2. DONNEES PER-OPERATOIRES (TABLEAU 1)

Dans le groupe I, l'évaluation de la position des yeux sous anesthésie générale a permis de retrouver 32/34 (94.1%) en orthoposition et 2/34 (5.9%) en exoposition. Les reflets cornéens étaient dans tous les cas symétriques. La distance entre l'insertion sclérale du droit médial et sa poulie ténonienne variait entre 8 et 13 mm, pour une médiane de 12mm. Chez 17/34 (50.0%), une chirurgie de décalage vertical des insertions sclérales des droits médiaux a été pratiquée.

Dans le groupe II, l'évaluation de la position des yeux sous anesthésie générale a permis de retrouver 28/31 (90.3%) en orthoposition et 3/31 (9.7%) en exoposition. Les reflets cornéens étaient dans tous les cas symétriques. La distance entre l'insertion sclérale du droit médial et sa poulie ténonienne variait entre 10 et 13 mm, pour une médiane à nouveau de 12mm. Chez 9/31 (29.0%), une chirurgie de recul des muscles obliques inférieurs a été pratiquée.

## 3. DONNEES POST-OPERATOIRES

### a. Résultat principal (Figure 3 et Figure 4)

Dans le groupe I, 31/34 (91.2%) des patients ont obtenu une microtropie de loin comme de près entre 3 et 6 mois après chirurgie. Parmi les 3/34 (8.8%) patients restants, 2 étaient en ésoptropie significative (>10 dp) de loin et de près et 1 était en microtropie de loin mais gardait une ésoptropie significative de près. La déviation angulaire moyenne post-opératoire était de  $3.5 \pm 6.3$  dp en vision de loin et de  $5.7 \pm 8.1$  dp en vision de près.

Dans le groupe II, 25/31 (80.6%) des patients ont obtenu une microtropie de loin comme de près entre 3 et 6 mois après chirurgie. Parmi les 6/31 (19.4%) patients restants, 3 étaient en ésoptropie significative (>10 dp) de loin et de près, 1 était en microtropie de loin mais gardait une ésoptropie significative de près et 2 ont présenté une exotropie consécutive significative. La déviation angulaire moyenne post-opératoire était de  $1.7 \pm 8.5$  dp en vision de loin et de  $4.1 \pm 7.8$  dp en vision de près.

Il n'existait pas de différence statistiquement significative ( $p=0.29$ ) entre les deux techniques chirurgicales utilisées concernant l'obtention d'une microtropie de loin et de près, à 3-6 mois post-opératoire.

#### b. Résultats secondaires (Tableau 2 et Tableau 3)

Une analyse univariée au sein de chacun de nos groupes de patients a montré que ni l'âge opératoire, ni le statut binoculaire pré-opératoire, ni un antécédent d'amblyopie traitée, ni la valeur de l'angle strabique pré-opératoire de loin et de près, ni la réalisation d'un geste chirurgical sur la verticalité n'avait de lien statistique avec l'obtention d'une microtropie, en vision de loin et de près, à 3-6 mois de la chirurgie.

Le degré d'amétropie, en revanche, a montré un lien statistiquement significatif avec l'obtention d'une microtropie dans chacun des groupes. Dans le groupe I, les patients en microtropie post-opératoire présentaient une amétropie moyenne, en équivalent sphérique, plus forte que ceux pour lesquels le résultat chirurgical n'était pas bon ( $p=0.026$ ). Dans le groupe II, les patients en microtropie post-opératoire présentaient une amétropie moyenne, en équivalent sphérique, moins forte que ceux pour lesquels le résultat chirurgical n'était pas bon ( $p=0.038$ ).

## IV. DISCUSSION

### 1. CHIRURGIE ET STABILITE DES RESULTATS POST-OPERATOIRES

La pérennité du résultat sensori-moteur post-opératoire d'une chirurgie de strabisme concerne grandement la communauté des strabologues. Ainsi, au cours de la vie d'un patient strabique, le maintien d'un équilibre oculomoteur satisfaisant se fait parfois au prix de plusieurs interventions chirurgicales. Une compréhension du mécanisme pathogénique strabique permettrait de limiter le nombre de gestes chirurgicaux tout en assurant un « calme oculomoteur » à long terme. Dans le cadre des ésootropies, la principale préoccupation et possible cause de réintervention est l'apparition d'une exotropie consécutive, situation pouvant survenir jusque dans 21 à 28% des cas, suite à des chirurgies classiques de recul-résection bi-musculaire monoculaire, ou de double recul des droits médiaux<sup>29,30</sup>. Certains auteurs attribuent cette dérive post-chirurgicale vers l'exotropie au glissement d'un muscle droit médial préalablement reculé<sup>31</sup> ou au remodelage cicatriciel de son tendon d'amarrage scléral<sup>32</sup>. D'autres auteurs inclinent à penser que cette dérive vient plutôt d'une modification de l'essence même du strabisme avec le temps. En effet, des études montrent qu'une partie non négligeable des strabismes horizontaux convergents précoces diminuent voire disparaissent spontanément avec le temps, en l'absence de toute chirurgie<sup>33-35</sup>. Cette constatation tend à prouver que des facteurs intrinsèques à la pathologie strabique se modifient avec l'âge et participent à faire varier l'angle de déviation.

En préambule, nous avons décrit que la position des yeux à l'état d'éveil chez un patient strabique est gouvernée par des facteurs dynamiques, ou toniques, disparaissant sous anesthésie, représentés par le système des vergences et des facteurs statiques, ou anatomiques, persistant sous anesthésie, représentés par les forces visco-élastiques exercées par le tissu de soutien conjonctivo-ténonien et le degré d'élasticité musculaire oculomoteur. Il a été montré que la composante tonique suit une évolution à long terme avec une diminution évidente avec le temps. Ce phénomène est prouvé par des études dans lesquelles est observé un relâchement des ésootropies d'autant plus important que l'enfant est jeune au moment de l'intervention<sup>36</sup>. La diminution du tonus oculogyre dans le temps fournirait une explication séduisante à la diminution spontanée de certains strabismes convergents ainsi qu'à la dérive en exodéviatio après une chirurgie classique ne prenant pas en compte ce paramètre innervationnel.

Ainsi il apparaît licite de dissocier le traitement des composantes tonique et anatomique des ésootropies par des moyens chirurgicaux bien ciblés, dans un double objectif d'approche physiologique du mécanisme strabique et de pérennité du résultat opératoire. Cette démarche dite « différenciée » de la chirurgie des ésootropies s'oppose à une démarche dite « globale », dans laquelle un angle de déviation donné entraîne toujours la même chirurgie classique de recul-résection bimusculaire selon un dosage fixe, et dont les limites sont l'inadaptabilité et le risque de surcorrection avec le temps<sup>37</sup>. Au sein de notre approche, des techniques de recul-résection bimusculaires seront uniquement adaptées à la composante anatomique, correspondant à l'angle minimal de l'ésotropie, égal à 0 chez nos patients puisqu'un critère d'inclusion était la disparition du strabisme sous anesthésie. Quant à la composante tonique, notre étude avait pour objectif d'étudier deux modalités chirurgicales : la fadenoperation par sanglage postérieur et le recul-résection combiné sur le même muscle. La fadenoperation a été utilisée au cours des années de façon isolée, aussi bien dans des cas d'excès de convergence en vision de près<sup>14-16</sup>, sans précision faite de la position des yeux sous anesthésie générale mais dont l'origine était très probablement un excès d'influx tonique, que dans des cas d'ésootropies purement toniques<sup>17</sup>, où l'angle de déviation disparaissait complètement sous anesthésie générale. Si la technique semble être efficace à court terme dans le traitement de ces différents types d'ésootropies, elle montre aussi des gages de stabilité au long terme avec seulement 3 à 17%<sup>38,39</sup> d'exotropies consécutives pour des suivis allant de deux ans et demi à 10 ans. Dans notre population traitée par fadenoperation, entre 3 et 6 mois après chirurgie, une microtropie, de loin comme de près, était obtenue chez 25/31 (80.6%) patients. Deux cas d'exotropie significative consécutive ont été observés chez des patients que nous réévaluerons à 1 an après la chirurgie pour décider d'une éventuelle seconde intervention.

Le recul-résection monomusculaire a, entre autres indications, été employé pour traiter des

ésotropies avec excès de convergence en vision de près, toujours possiblement secondaires à un excès de vergence tonique, avec succès à court et moyen terme, entre 2 et 6 ans de suivi, sans aucune exotropie consécutive observée<sup>24,25</sup>. Chez 31/34 (91.2%) de nos patients opérés par cette technique, une microtropie en vision de loin et de près, entre 3 et 6 mois après chirurgie, a été observée. Aucun cas d'exotropie consécutive significative n'a été retrouvé. Dans nos deux groupes de patients, la deuxième situation d'échec, autre que l'exotropie consécutive, était la persistance d'une ésotropie significative (>10dp). Cette situation n'a été rencontrée que chez 3/34 opérés par recul-résection monomusculaire et 4/31 patients opérés par fadenoperation. Nous avons décidé de réévaluer chacun de ces patients à 1 an pour une décision potentielle de réintervention. Afin de juger de l'efficacité au long terme de ces deux techniques chirurgicales chez nos patients, il sera intéressant de les réexaminer plus à distance, puisque nous l'avons vu une exotropie consécutive peut se développer à 10 ans ou plus de la chirurgie.

Dans notre étude, il n'a pas été montré de différence statistiquement significative quant à l'obtention d'une microtropie à 3-6 mois post-opératoire en fonction de la technique utilisée. Cela s'explique principalement par un effectif de patients trop restreint. Cependant, nous avons montré que ces deux procédures chirurgicales étaient efficaces dans la prise en charge des ésotropies purement toniques. A ce jour, il s'agit de la plus large cohorte de la littérature de patients traités par recul-résection monomusculaire toutes indications confondues. Concernant la fadenoperation, bien que la cohorte de patients traités soit modeste, son utilisation dans le cadre des ésotropies purement toniques diagnostiquées avec prise en compte de l'examen sous anesthésie générale, en fait la deuxième publication de la littérature. Nous n'avons identifié aucun facteur associé à un meilleur résultat angulaire post-opératoire si ce n'est le degré d'amétropie mais dont les constatations mériteraient d'être confirmées par d'autres études menées sur de plus grands effectifs.

## 2. METHODE D'EVALUATION PER OPERATOIRE DES STRABISMES

L'évaluation de la position des yeux sous anesthésie générale doit se faire dans des conditions d'anesthésie profonde, stable, contrôlée et curarisée<sup>40</sup>. Ces conditions, remplies par notre étude, permettent seules une interprétation, au cours de la chirurgie, de la position des yeux, constante dans le temps et non influencée par des phénomènes lumineux ou de variations d'éclairage. Autrement dit la profondeur anesthésique et le niveau de curarisation sont les uniques paramètres déterminant le degré de relâchement de la vergence tonique amenant les yeux à leur état de repos anatomique.

Notre évaluation de la position des yeux sous anesthésie générale curarisée se faisait selon une méthode subjective (J.Hirschberg) utilisant la localisation du reflet cornéen de la lumière

du microscope par rapport au centre de la pupille. Cette méthode souffre de plusieurs défauts qui n'ont cependant pas affecté les résultats de notre étude, à l'instar de l'absence de prise en compte de l'angle kappa. Pour rappel, l'angle kappa correspond à l'angle formé par deux axes au niveau de leur intersection au centre de l'entrée de l'aire pupillaire : l'axe visuel, qui relie la fovea et l'objet d'attention, et l'axe pupillaire, perpendiculaire au plan cornéen, qui passe par le centre apparent de la pupille<sup>1</sup>. Généralement, l'axe pupillaire atteint le pôle postérieur du globe oculaire en nasal et en inférieur de la fovea. Ainsi, quand un œil fixe une source lumineuse, son reflet cornéen ne sera pas centré mais décalé en nasal du centre pupillaire, donnant une impression d'exodéviatation. L'angle kappa est dit alors positif. Cette situation est fréquemment rencontrée chez les patients atteints de forte hypermétropie, très représentés au sein de notre population d'étude. On pourrait évoquer le fait que des patients ont été inclus car ils présentaient une position des yeux, sous anesthésie générale, droite ou en divergence, alors qu'en tenant compte de l'angle kappa, ils étaient en réalité ésoptropiques. Cependant, ce possible biais n'est en aucun cas un problème pour l'interprétation de l'efficacité des techniques chirurgicales testées car si de telles situations peuvent être passées inaperçues, elles auraient dû minorer nos résultats. En effet, si certains patients, présentant en réalité sous anesthésie une ésoptropie masquée par un angle kappa positif, en étant opérés par des techniques visant à traiter uniquement la part tonique du strabisme, seraient en post-opératoire encore ésoptropiques, du fait de la part anatomique du strabisme non traité.

Une autre problématique soulevée par cette méthode d'évaluation de la position des yeux sous anesthésie est sa subjectivité, possible source d'imprécision. La localisation du reflet cornéen se fait de façon grossière sous microscope permettant de différencier trois situations : rectitude, convergence, divergence. Si des déviations de grand angle se distinguent facilement, des nuances fines entre rectitude des yeux, légère ésoptropie et légère exodéviatation peuvent passer inaperçues, même à travers l'œil d'un chirurgien expérimenté. Ainsi, des méthodes objectives de mesure de la position des yeux sous anesthésie ont été pensées. G.P.Paliaga a développé sa méthode de strabométrie linéaire<sup>41</sup> et plus récemment des méthodes photographiques, argentiques puis numériques, ont été employées dans l'optique d'évaluer de façon totalement objective, précise et reproductible la position des yeux sous anesthésie<sup>40,42,43</sup>. Ce type de méthode photographique, bien qu'ayant été éprouvée en recherche clinique, reste encore à promouvoir en pratique courante.

### 3. TECHNIQUES CHIRURGICALES

#### a. Fadenoperation

La Fadenoperation, décrite initialement par C.Cüppers, est une technique visant théoriquement à affaiblir un muscle principalement dans son champ d'action sans altérer l'alignement des yeux dans les autres directions du regard<sup>1</sup>. Son action freinatrice, quand elle est utilisée sur le droit médial dans le cadre d'une ésoptropie, fait intervenir trois paramètres, dont la primauté fait encore débat :

- une diminution du vecteur force de rotation du globe oculaire par diminution de la longueur effective du bras de levier et de l'arc de contact musculaires<sup>18</sup>. Cet effet de « frein innervationnel » prend d'autant plus d'importance que le muscle droit médial se contracte et que le globe se déplace en adduction. On comprend aisément que suite à un excès d'influx tonique vers le droit médial, le mouvement d'adduction qui devrait en découler soit aussitôt freiné par le sanglage, et dès que cet influx cesse, le sanglage cesse d'agir car le mouvement d'adduction ne s'opère plus.
- une diminution de la force contractile musculaire par inactivation des sarcomères compris entre l'insertion sclérale du muscle et le sanglage
- une restriction mécanique provoquée par une mise en tension prématurée du ligament d'arrêt de la poulie ténonienne musculaire<sup>19</sup>

La technique opératoire originelle de la fadenoperation<sup>12</sup> appliquée au droit médial se concevait comme un double ancrage du muscle à la sclère sous-jacente, à 13mm de son insertion par un fil non résorbable. Cette méthode présentait de nombreux défauts, dans sa réalisation, comme la nécessité de désinsérer le muscle, le risque de perforation au niveau d'une sclère particulièrement fine et fragile sous le muscle à au moins 18mm du limbe, une strangulation des vaisseaux musculaires, une sclérose capsulo-musculaire extensive autour du site opératoire rendant ardue voire impossible une réintervention. Nous avons choisi d'utiliser une adaptation de la technique originelle de C.Cüppers se nommant sanglage rétro-équatorial, développée par M.A.Quéré<sup>13</sup>. Cette procédure, dont nous avons décrit les étapes dans le paragraphe « méthodes », permet de s'affranchir de tous les inconvénients précédemment cités tout en conservant le même effet freinateur sur l'action du muscle. En effet, l'ancrage se fait sur la sclère adjacente au muscle plus épaisse, à l'aide d'un fil de nylon moins pourvoyeur de complications fibrosantes, sans jamais désinsérer le muscle ni le stranguler. Aucune complication chirurgicale n'a été déplorée chez nos patients, notamment, aucune perforation sclérale.

Concernant le positionnement du sanglage, nous avons choisi qu'il soit réalisé en regard de la poulie ténonienne du muscle droit médial, dans un souci d'efficacité optimale. Pour rappel, Les poulies ténoniennes sont la représentation fonctionnelle de foramen musculo-fibro-élastiques à travers desquels cheminent la portion globale des muscles oculomoteurs<sup>44</sup>. Elles constituent un point d'appui sur le trajet de ces muscles permettant ainsi leur stabilité au sein de l'orbite. La poulie représente l'insertion fonctionnelle des muscles oculomoteurs, en opposition à leur insertion anatomique sur l'anneau tendineux de Zinn, et donc la limite postérieure de leur arc de contact qui s'étend en avant jusqu'à l'insertion sclérale. Pour une stabilité encore accrue des muscles oculomoteurs, les poulies sont connectées aux parois orbitaires par des ligaments d'arrêt qui freinent les mouvements oculaires en fin de course. Chaque muscle oculomoteur possède une poulie ténonienne propre et dont la position sur son trajet varie en fonction du muscle étudié. Le muscle droit médial a une poulie dont la position est généralement à 12mm de son insertion sclérale, avec des variations allant de 8 à 15mm<sup>45</sup>, chiffres confirmés dans notre étude. Cette position est fortement corrélée à la présence d'un strabisme et au sens de la déviation (éso ou exotropie), et à la réfraction. Selon la thèse de R.A.Clark, la principale raison de l'effet de la fadenoperation sur le droit médial est la restriction mécanique du mouvement d'adduction car le sanglage bloquerait la poulie ténonienne contre le globe et mettrait prématurément en tension le ligament d'arrêt. Suivant ce raisonnement, il est aisément compréhensible que si la poulie est antérieure au sanglage, elle sera piégée dans celui-ci, causant une trop forte limitation du mouvement d'adduction pouvant même avoir comme effet d'entraîner une exotropie consécutive immédiate importante. Si au contraire, la poulie est postérieure au sanglage, l'efficacité de la chirurgie sera moindre ne mettant pas en jeu l'étirement du ligament d'arrêt. Le sanglage doit donc être parfaitement positionné en regard de la poulie ténonienne pour que son efficacité soit maximale. Cela nous a amené à systématiquement mesurer en per-opératoire la distance entre la poulie des muscles droits médiaux et leur insertion sclérale afin de positionner au mieux le sanglage. Cette méthode est préférable à celle qui consisterait à positionner de façon systématique le sanglage à une distance donnée, en fonction du degré d'amétropie et de l'angle pré-opératoire même si ces derniers paramètres sont largement influents<sup>46</sup>.

#### b. Recul-Résection monomusculaire

La chirurgie combinée de recul-résection monomusculaire associe sur le même muscle à la fois un recul et une résection. Elle ne doit pas être confondue avec la technique ancestrale de recul-résection bi-musculaire, qui consiste traditionnellement à effectuer un recul sur un muscle droit visant à l'affaiblir, et une résection sur son antagoniste homolatéral, pour le renforcer. Cette procédure chirurgicale a originellement été mise en avant dans le traitement

de certains nystagmus précoces, afin de diminuer leur amplitude et de trouver une position de blocage, en la pratiquant sur les quatre muscles droits<sup>20</sup>. D'autres indications ont par la suite été décrites en particulier dans le domaine des incomitances strabiques de tout ordre : incomitances paralytiques, incomitances restrictives, incomitances loin-près et excès de convergence de près dans les ésootropies, incomitances dues à des déviations dites « dissociées » dans les strabismes précoces<sup>21-28</sup>. Dans ces situations, les auteurs ont comparé le recul-résection monomusculaire à la fadenoperation car l'objectif chirurgical était toujours d'affaiblir un ou des muscles principalement dans leur champ d'action tout en n'altérant pas l'équilibre oculomoteur dans les autres positions du regard. Nous avons voulu à travers cette étude évaluer l'efficacité de cette technique en la rapprochant de la fadenoperation déjà éprouvée dans une situation clinique bien particulière qu'est celle des ésootropies purement toniques. Il s'est avéré que cette technique a été efficace chez 31/34 (91.2%) chez qui nous l'avons réalisée.

Le mécanisme d'action de la chirurgie combinée de recul-résection monomusculaire est encore à l'état d'hypothèse. Appliquée au droit médial, une première explication pourrait résider tout comme la fadenoperation dans une synergie entre une restriction mécanique du mouvement d'adduction par mise en tension prématurée du ligament d'arrêt de la poulie ténonienne et une diminution du vecteur force de rotation par diminution de l'arc de contact musculaire. Il a été montré que les poulies tendent à se déplacer dans les suites d'un geste chirurgical sur un muscle droit : lors d'un recul la poulie se déplace postérieurement, à l'inverse, lors d'une résection, elle se déplace antérieurement<sup>45</sup>. Ce phénomène peut être responsable d'une minoration des effets de ces chirurgies sur l'arc de contact dont la longueur ne diminue alors que peu car ses limites antérieures et postérieures se déplacent dans le même sens. Dans le cadre d'une combinaison recul-résection sur le même muscle, on diminue de fait l'arc de contact car on recule l'insertion sclérale musculaire tout en s'assurant que la poulie garde sa place initiale grâce à l'effet de la résection qui la retend vers l'avant l'empêchant de suivre le mouvement du muscle reculé. Si la résection dépasse le recul, une composante restrictive peut rentrer en jeu par mise en tension du ligament d'arrêt de la poulie ténonienne alors très translatée vers l'avant<sup>26</sup>. Puisque résection et recul sont associés, aucune modification de la force passive, ou tension élastique, des muscles n'est théoriquement observable, la longueur du muscle restant stable. Il s'agit d'une démonstration sujette à discussion car les poulies à distance d'une chirurgie sembleraient reprendre naturellement leur position initiale par l'intermédiaire des phénomènes adaptatifs locaux<sup>47,48</sup>.

Une deuxième explication de l'effet du recul-résection combiné résiderait dans des phénomènes de réorganisation proprioceptive de l'équilibre oculomoteur. Un des principes fondamentaux du système visuel humain est sa connaissance de la position de ses yeux

dans leurs orbites. Deux théories coexistent pour expliquer ce phénomène : la décharge corollaire et la théorie proprioceptive<sup>4</sup>. Dans la première de ces théories, une copie, appelée décharge corollaire, de la commande neuronale envoyée aux muscles oculomoteurs est dérivée vers un comparateur cérébral qui intègre ce signal aux informations visuelles pour créer une perception de la direction du regard. Dans la deuxième théorie, des informations proprioceptives issues de la contraction des muscles oculomoteurs lors des mouvements du globe sont comparées aux informations sensorielles issues de la rétine pour créer au niveau du cerveau une perception égocentrique. Ces informations proprioceptives proviendraient de deux types de structure : les fuseaux neuro-musculaires présents au niveau de la couche orbitaire des muscles oculomoteurs et les terminaisons palissadiques présents au niveau de la couche globale. Les terminaisons palissadiques sont des ramifications denses d'axones pré-terminaux entrant en contact avec certaines fibres de la couche globale des muscles oculomoteurs après avoir traversé leurs tendons d'insertion sclérale. Certains auteurs ont utilisé ces constatations anatomiques pour proposer des techniques chirurgicales visant à supprimer ces afférences supposées proprioceptives, par section des zones tendineuses où elles logent, dans un objectif de réorganiser complètement l'influx nerveux oculomoteur. Ainsi, des ténotomies des quatre muscles droits suivies de leur réinsertion ont été proposées pour traiter des nystagmus<sup>49,50</sup>. De la même façon, le recul combiné à la résection de la portion initiale des muscles droits médiaux a été employé dans le traitement d'ésotropies avec excès de convergence<sup>24</sup>. Malgré des résultats satisfaisants, ce mécanisme physiopathologique est encore hypothétique, du fait notamment du rôle non élucidé de façon certaine de ces terminaisons palissadiques, pouvant être aussi bien sensoriel (proprioceptif) que moteur<sup>51</sup>.

Concernant la réalisation pratique de la technique, nous avons choisi de privilégier le recul à la résection. A l'exception d'A.B.Scott qui avait proposé des résections plus importantes que les reculs, tous les autres auteurs ont réalisé des reculs au moins aussi grands que les résections. Plusieurs intérêts transparaissent à la chirurgie combinée de recul-résection dont la première qui est la possibilité de la réaliser sur tous les muscles droits y compris le droit latéral sur lequel le sanglage est de réalisation périlleuse à cause d'une poulie ténonienne très postérieure (18-20mm). Un deuxième intérêt est l'utilisation potentielle de sutures ajustables<sup>21,23</sup> qui permettent dans certaines situations complexes, en post-opératoire avec la participation du patient éveillé, de régler au mieux les effets du geste chirurgical préalablement effectué. En dehors de ces éventualités, et pour revenir à la chirurgie des ésotropies purement toniques, nous avons estimé que la chirurgie combinée de recul-résection était plus chronophage et traumatisante que le sanglage postérieur des droits médiaux. Cette constatation s'expliquait par le fait qu'une désinsertion des muscles était obligatoire, ainsi que par la réalisation de deux gestes de grande envergure sur le muscle.

Cette technique est potentiellement plus risquée dans l'éventualité de la perte du muscle après résection le rendant difficilement récupérable.

## V. CONCLUSION

Nous avons montré dans cette étude que la chirurgie combinée de recul-résection et la fadenoperation par sanglage rétro-équatorial des muscles droits médiaux étaient deux techniques efficaces dans 91.2% et 80.6% des ésootropies purement toniques. Il s'agit à ce jour de la plus large cohorte de la littérature de patients traités par recul-résection monomusculaire toutes indications confondues.

Nous avons décrit l'importance fondamentale de l'examen sous anesthésie générale curarisée des strabismes convergents qui nous permet d'isoler deux composantes indispensables à la compréhension de leur mécanisme pathogénique : la composante tonique et la composante anatomique. Cet examen est de réalisation facile et rapide en pratique clinique courante et est à la base de la décision du chirurgien quant au plan opératoire à adopter. Sa méthode d'évaluation est au centre d'un courant de recherche actif afin qu'elle soit la plus objective, fiable et reproductible possible.

Dans cette approche dite « différenciée » des ésootropies, les deux modes opératoires étudiés semblent parfaitement adaptés au traitement de la composante tonique. La fadenoperation, sous sa forme de sanglage rétro-équatorial, est une technique éprouvée, sûre sur le plan de sa réalisation, intellectuellement et physiopathologiquement pensée, et efficace à court et long terme. Le recul-résection combiné monomusculaire paraît également être efficace dans la prise en charge des ésootropies purement toniques bien que son mécanisme d'action soit encore sujet à réflexion. Le système de poulie ténonienne figure comme un élément majeur d'explication de la physiologie de ces procédés chirurgicaux.

Un suivi au long terme de ces mêmes patients sera riche d'enseignement quant à la stabilité des résultats post-opératoires obtenus par ces deux techniques et quant au taux de réintervention observé. De plus grands effectifs permettraient aussi de mettre en avant des facteurs associés à une meilleure efficacité de chacune de ces chirurgies.

Professeur FOURNIE Pierre

Service d'Ophtalmologie

CHU de Toulouse - Hôpital Purpan

TSA 10031

31059 TOULOUSE Cedex 9

310782048

*Vu permis d'imprimer  
Le Doyen de la Faculté  
de Médecine Toulouse - Purpan*



**Didier CARRIÉ**

## VI. ANNEXES

Figure 1 : chirurgie combinée de recul-résection du muscle droit médial

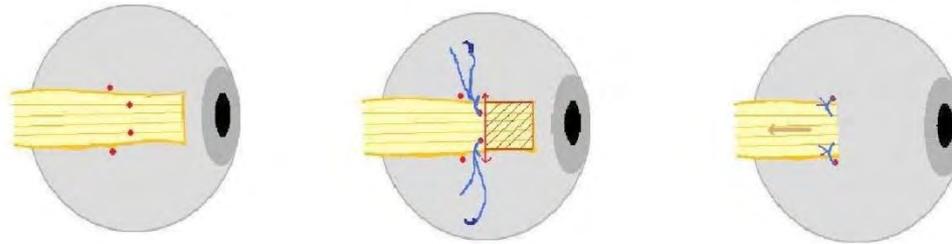
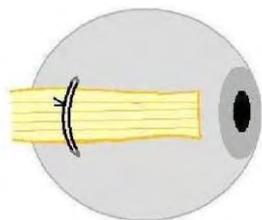


Figure 2 : fadenoperation par sanglage rétro-équatorial du muscle droit médial  
a. vue schématique. b. vue per-opératoire



a | b

Tableau 1 : données pré et per-opératoires

	Groupe I	Groupe II
Nombre de patients, n	34	31
Sexe féminin, n (%)	17 (50.0)	12 (38.7)
Age opératoire, moyenne $\pm$ ET, ans	9,2 $\pm$ 4	7,2 $\pm$ 2,8
Réfraction, moyenne $\pm$ ET, $\delta$	2,6 $\pm$ 2,1	2,8 $\pm$ 2,6
Déviations angulaires en VL pré-opératoire, moyenne $\pm$ ET, dp	19,6 $\pm$ 8,2	23,6 $\pm$ 10,7
Déviations angulaires en VP pré-opératoire, moyenne $\pm$ ET, dp	32 $\pm$ 7,8	33,5 $\pm$ 9,4
Type de strabisme		
-Syndrome de strabisme précoce, n (%)	19 (55.9)	24 (77.4)
-Microstrabisme décompensé en CRA, n (%)	11 (32.3)	7 (22.6)
-Strabisme normosensoriel en CRN, n (%)	4 (11.8)	0 (0.0)
Antécédent d'amblyopie traitée, n (%)	21 (61.8)	21 (67.7)
Position des yeux sous AG		
-Orthoposition, n (%)	32 (94.1)	28 (90.3)
-Exoposition, n (%)	2 (5.9)	3 (9.7)
Distance insertion sclérale-poulie ténionienne, médiane, mm	12	12
Chirurgie verticale associée, n (%)	17 (50.0)	9 (29.0)

n, nombre de patients ; ET, écart-type ;  $\delta$ , dioptrie optique ; VL, vision de loin ; dp, dioptrie prismatique ; VP, vision de près ; CRA, correspondance rétinienne anormale ; CRN, correspondance rétinienne normale ; AG, anesthésie générale ; mm, millimètre.

Figure 3 : mesures pré et post-opératoires de l'angle de déviation, de loin et de près, chez 34 patients atteints d'ésotropie purement tonique, opérés de chirurgie combinée de recul-résection des droits médiaux

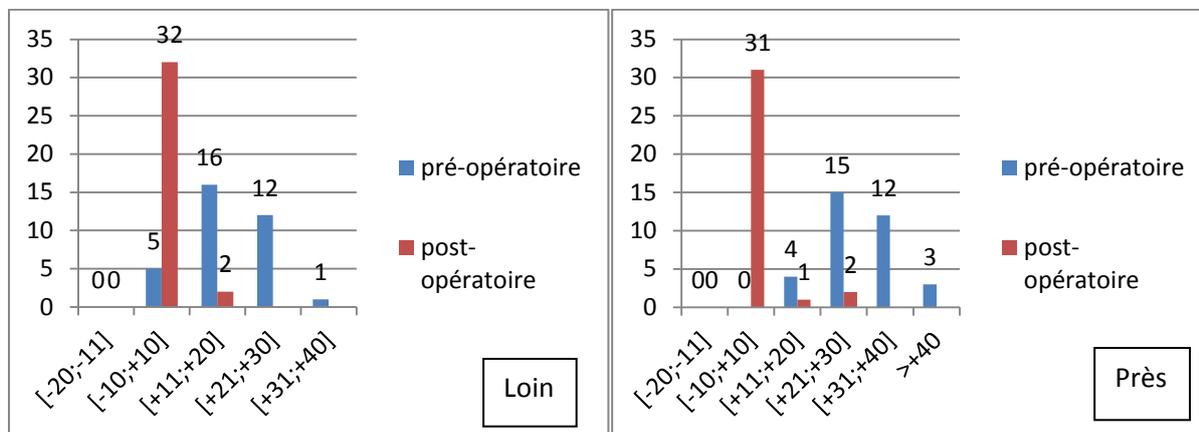


Figure 4 : mesures pré et post-opératoires de l'angle de déviation, de loin et de près, chez 31 patients atteints d'ésotropie purement tonique, opérés de fadenoperation isolée des droits médiaux

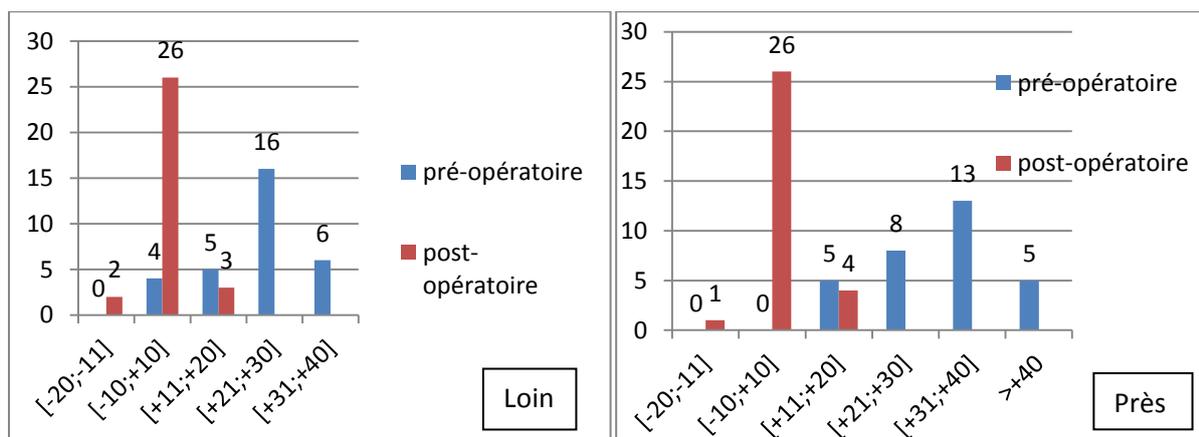


Tableau 2 : facteurs associés à l'obtention d'une microtropie à 3-6 mois post-opératoire chez les patients opérés de chirurgie bilatérale combinée de recul-résection du droit médial

		Pas de microtropie (n = 3)	Microtropie (n = 31)	n	p	test
Age opératoire, moyenne ± ET, ans		8.67 ±1.1	9.26 ±4.24	34	0.88	Mann-Whitney
Réfraction, moyenne ± ET, δ		0.167 ±1.5	3.04 ±2.19	34	0.026	Mann-Whitney
Déviations angulaires en VL pré-opératoire, moyenne ± ET, dp		28.3 ±7.64	18.8 ±7.93	34	0.073	Mann-Whitney
Déviations angulaires en VP pré-opératoire, moyenne ± ET, dp		35.0 ±10.0	31.7 ±7.73	34	0.6	Mann-Whitney
Antécédent d'amblyopie, n (%)	absent	1 (33)	12 (39)	13	1	Fisher
	présent	2 (67)	19 (61)	21	-	-
Chirurgie verticale associée, n (%)	absente	1 (33)	16 (52)	17	1	Fisher
	présente	2 (67)	15 (48)	17	-	-
Correspondance rétinienne, n (%)	anormale	3 (100)	27 (87)	30	1	Fisher
	normale	0 (0)	4 (13)	4	-	-

n, nombre de patients ; p, valeur-p ; ET, écart-type ; δ, dioptrie optique ; VL, vision de loin ; dp, dioptrie prismatique ; VP, vision de près.

Tableau 3 : facteurs associés à l'obtention d'une microtropie à 3-6 mois post-opératoire chez les patients opérés de fadenoperation bilaterale par sanglage rétro-équatorial du droit médial

		Pas de microtropie (n = 6)	Microtropie (n = 25)	n	p	test
Age opératoire, moyenne $\pm$ ET, ans		9.50 $\pm$ 3.78	6.64 $\pm$ 2.22	31	0.11	Mann-Whitney
Réfraction, moyenne $\pm$ ET, $\delta$		5.17 $\pm$ 2.59	2.58 $\pm$ 2.78	31	0.038	Mann-Whitney
Déviations angulaires en VL pré-opératoire, moyenne $\pm$ ET, dp		15.5 $\pm$ 14.9	25.6 $\pm$ 8.82	31	0.15	Mann-Whitney
Déviations angulaires en VP pré-opératoire, moyenne $\pm$ ET, dp		28.3 $\pm$ 8.16	34.7 $\pm$ 9.44	31	0.16	Mann-Whitney
Antécédent d'amblyopie, n (%)	absent	2 (33)	8 (32)	10	1	Fisher
	présent	4 (67)	17 (68)	21	-	-
Chirurgie verticale associée, n (%)	absente	3 (50)	19 (76)	22	0.32	Fisher
	présente	3 (50)	6 (24)	9	-	-

n, nombre de patients ; p, valeur-p ; ET, écart-type ;  $\delta$ , dioptrie optique ; VL, vision de loin ; dp, dioptrie prismatique ; VP, vision de près.

## VII. BIBLIOGRAPHIE

1. Von Noorden GK, Campos EC. Binocular vision and ocular motility: theory and management of strabismus. 6th ed. St. Louis, Mo: Mosby; 2002. 653 p.
2. Maddox EE. The Clinical Use Of Prisms And The Decentering Of Lenses. Second Edition. Bristol: John Wright and Co.; 1893.
3. Espinasse-Berrod M-A. Strabologie : Approches Diagnostiques Et Thérapeutiques. 3e Edition. Elsevier Masson; 2018.
4. Pechereau A, Denis D, Speeg-Schatz C. Strabisme. Elsevier Masson; 2013.
5. Quéré MA. Physiopathologie Clinique De l'Equilibre Oculomoteur. Masson; 1983.
6. Apt L, Isenberg S. Eye Position of Strabismus Patients Under General Anesthesia. American Journal of Ophthalmology. 1977 Oct;84(4):574–9.
7. Romano P. Intraoperative Adjustment of Eye Muscle Surgery: Correction Based on Eye Position During General Anesthesia. Archives of Ophthalmology. 1985 Mar 1;103(3):351.
8. Arruga A. Early operation in strabismus. Acta Pediatr Esp. 1959 Feb;17(194):57–64.
9. Quéré MA, Pechereau A, Calvez B, Clergeau G. The anesthesia sign in functional esotropia. Statistical study of 318 cases. Bull Mem Soc Fr Ophtalmol. 1980;92:308–19.
10. Rapp B, Roth A. Myomètre pour la chirurgie du strabisme. Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde. 1984 May;184(05):489–90.
11. Quéré MA, Pechereau A, Lavenant F. The Muscle Elongation Test in Functional Esotropias. Ophthalmologica. 1981;6.
12. Cüppers C. The so-called “fadenoperation” (surgical considerations by well defined changes of the arc of contact). In: Fells P (ed). The 2nd Congress of International Strabismological Associations. Marseille: Diffusion Générale de librairie; 1976. p. 395–400.
13. Quéré MA, Clergeau G, Pechereau A, Fontenaille N, Brasseur G. The retro-equatorial muscular strapping: A technical adaptation of Cüppers Faden-Operation; A preliminary report. Arch Opht. 1977;

14. Klainguti G, Strickler J, Passet C. Strabisme convergent accommodatif partiel avec et sans excès de convergence. Traitement chirurgical. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde*. 1996 May;208(05):352–5.
15. Millicent M, Peterseim W, Buckley EG. Medial rectus fadenoperation for esotropia only at near fixation. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 1997 Sep;1(3):129–33.
16. Steffen H, Auffarth GU, Kolling GH. Posterior fixation suture and convergence excess esotropia. *Strabismus*. 1998 Jan;6(3):117–26.
17. Thouvenin DA, Sotiropoulos MC, Arné J-L, Fournié PR. Esotropias that Totally Resolve Under General Anesthesia Treated Exclusively with Bilateral Fadenoperation. *Strabismus*. 2008 Jan;16(4):131–8.
18. Scott AB. The Faden Operation: Mechanical Effects. *Am Orthopt J*. 1977;
19. Clark RA, Isenberg SJ, Rosenbaum AL, Demer JL. Posterior fixation sutures: a revised mechanical explanation for the fadenoperation based on rectus extraocular muscle pulleys. *American Journal of Ophthalmology*. 1999 Dec;128(6):702–14.
20. Bietti GB. Note Di Tecnica Chirurgica Oftalmologica. *Bollettino d'Oculistica*. 1956;
21. Scott AB. Posterior fixation: Adjustable and without posterior sutures. In: Lennerstrand G, editor *Update on strabismus and paediatric ophthalmology*. Boca Raton (FL): CRC Press; 1994. p. 399–401.
22. Ramasamy B, Rowe F, Whitfield K, Nayak H, Noonan CP. Bilateral combined resection and recession of the medial rectus muscle for convergence excess esotropia. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2007 Jun;11(3):307–9.
23. Thacker NM, Velez FG, Rosenbaum AL. Combined Adjustable Rectus Muscle Resection—Recession for Incomitant Strabismus. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2005 Apr;9(2):137–40.
24. Somer D, Cinar FG, Oral B, Ornek F. Combined recession and resection surgery in the management of convergence excess esotropia with different levels of AC/A ratio. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2017 Feb;21(1):7.e1-7.e7.

25. Ghali M. Combined resection&ndash;recession versus combined recession&ndash;retroequatorial myopexy of medial rectus muscles for treatment of near-distance disparity Esotropia. *Clinical Ophthalmology*. 2017 Jun;Volume 11:1065–8.
26. Roper-Hall G, Cruz OA. Results of combined resection-recession on a single rectus muscle for incomitant deviations—an alternative to the posterior fixation suture. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2017 Apr;21(2):89-93.e1.
27. Dawson E, Boyle N, Taherian K, Lee JP. Use of the combined recession and resection of a rectus muscle procedure in the management of incomitant strabismus. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2007 Apr;11(2):131-134.e1.
28. Bock CJ, Buckley EG, Freedman SF. Combined resection and recession of a single rectus muscle for the treatment of incomitant strabismus. *J AAPOS*. 1999 Oct;3(5):263–8.
29. Stager DR, Weakley DR, Everett M, Birch EE. Delayed consecutive exotropia following 7-millimeter bilateral medial rectus recession for congenital esotropia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 1994 Jun;31(3):147–50; discussion 151-152.
30. Ganesh A, Pirouznia S, Ganguly SS, Fagerholm P, Lithander J. Consecutive exotropia after surgical treatment of childhood esotropia: a 40-year follow-up study. *Acta Ophthalmol*. 2011 Nov;89(7):691–5.
31. Gesite-de Leon B, Demer JL. Consecutive exotropia: why does it happen, and can medial rectus advancement correct it? *J AAPOS*. 2014 Dec;18(6):554–8.
32. Ludwig IH, Chow AY. The surgical management of consecutive exotropia. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus {JAAPOS}*. 2006 Jun 1;10(3):287.
33. Pediatric Eye Disease Investigator Group. Spontaneous resolution of early-onset esotropia: experience of the Congenital Esotropia Observational Study. *Am J Ophthalmol*. 2002 Jan;133(1):109–18.

34. Simonsz HJ, Kolling GH, Unnebrink K. Final report of the early vs. late infantile strabismus surgery study (ELISSS), a controlled, prospective, multicenter study. *Strabismus*. 2005 Dec;13(4):169–99.
35. Clarke WN, Noel LP. Vanishing infantile esotropia. *Can J Ophthalmol*. 1982 Jun;17(3):100–2.
36. Daien V, Turpin C, Lignereux F, Belghobsi R, Le Meur G, Lebranchu P, et al. Determinants of ocular deviation in esotropic subjects under general anesthesia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2013 Jun;50(3):155–60.
37. Pechereau A. Le signe de l'anesthésie et le test d'élongation musculaire. In *Les Esotropies, XXIe colloque*, Nantes; 1996.
38. Happe W, Suleiman Y. Early and delayed consecutive exotropia following a medial rectus faden operation. *Der Ophthalmologe*. 1999 Aug;96(8):509–12.
39. Akar S, Gokyigit B, Ozturk A, Yilmaz OF. Consecutive Exotropia Development Risk Following a Medial Rectus Faden Operation. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus {JAAPOS}*. 2006 Feb 1;10(1):82.
40. Halbardier JM. Stabilité de la position des yeux sous anesthésie générale. Nantes; 1996.
41. Paliaga GP. Linear strabismometric methods. *Binocular Vision Quarterly*. 1992;139–54.
42. Lignereux F. S.A. : Comparaison de trois méthodes de mesure de la déviation des yeux sous anesthésie générale. Nantes; 1994.
43. Taverneau CE. Contribution du signe de l'anesthésie et du test d'élongation musculaire à l'étude des strabismes. Nantes; 2007.
44. Demer JL, Glasgow BJ. Evidence for fibromuscular pulleys of the recti extraocular muscles. :12.
45. Thouvenin D, Norbert O. Intraoperative Assessment of Medial Rectus Pulley Location in Strabismus. *European Journal of Ophthalmology*. 2013 Jan;23(1):13–8.
46. Thouvenin D, Lesage C, Norbert O, Chapotot E. Improved Efficiency of Posterior Strapping when Placed at the Exact Position of Medial Rectus Pulley in Purely Tonic Esotropias. In: *11th Meeting of the International Strabismological Association*. Istanbul, Turkey; 2010. p. 359–62.

47. Clark RA, Demer JL. Magnetic resonance imaging of the effects of horizontal rectus extraocular muscle surgery on pulley and globe positions and stability. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2006 Jan;47(1):188–94.
48. Thouvenin D, Norbert O, Chapotot E. Modification of Pulley's Position After Surgery of Medial Rectus. In: 34th Meeting of the European Strabismological Association. Bruges, Belgium; 2011.
49. Dell'Osso LF, Hertle RW, Williams RW, Jacobs JB. A new surgery for congenital nystagmus: effects of tenotomy on an achiasmatic canine and the role of extraocular proprioception. *J AAPOS.* 1999 Jun;3(3):166–82.
50. Dell'Osso LF, Wang ZI. Extraocular proprioception and new treatments for infantile nystagmus syndrome. In: *Progress in Brain Research* [Internet]. Elsevier; 2008 [cited 2019 Feb 21]. p. 67–75. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0079612308006109>
51. Blumer R, Konakci KZ, Pomikal C, Wieczorek G, Lukas J-R, Streicher J. Palisade endings: cholinergic sensory organs or effector organs? *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2009 Mar;50(3):1176–86.

---

**CHIRURGIE BILATERALE COMBINEE DE RECVL-RESECTION DU MUSCLE DROIT MEDIAL  
VERSUS FADENOPERATION DANS LE TRAITEMENT DES ESOTROPIES PUREMENT  
TONIQUES**

---

**Objectif :** Comparer l'efficacité de la chirurgie combinée de recul-résection des muscles droits médiaux versus la fadenoperation, dans le traitement chirurgical des ésootropies se résolvant sous anesthésie générale, que nous qualifions d'ésootropies « purement toniques ».

**Matériels et Méthodes :** Nous avons inclus de façon prospective 65 cas successifs de patients avec une ésootropie purement tonique, opérés entre les mois d'octobre 2017 et 2018. Les patients étaient répartis en un groupe I, ayant bénéficié d'une chirurgie combinée bilatérale de recul-résection du droit médial, et un groupe II, ayant bénéficié d'une fadenoperation par sanglage rétro-équatorial bilatéral du droit médial. Un résultat satisfaisant était défini par l'obtention d'une déviation angulaire  $\leq 10$  dioptries prismatiques (DP), en vision de loin et de près, entre 3 et 6 mois post-opératoires.

**Résultats :** En pré-opératoire, la déviation angulaire moyenne était dans le groupe I de 19.6 DP et 32.0 DP, dans le groupe II, de 23.6 DP et 33.5 DP, en vision de loin et de près respectivement. En post-opératoire, dans le groupe I, 31 patients (91.2%) présentaient un alignement oculaire satisfaisant en vision de loin et de près. En post-opératoire, dans le groupe II, 25 patients (80.6%) présentaient un alignement oculaire satisfaisant en vision de loin et de près.

**Conclusion :** Nos résultats suggèrent que chacune de ces deux techniques est une bonne option dans le traitement chirurgical des ésootropies purement toniques.

---

**BILATERAL COMBINED RESECTION-RESECTION OF MEDIAL RECTUS MUSCLE VERSUS  
FADENOPERATION FOR TREATMENT OF PURELY TONIC ESOTROPIAS**

**Purpose:** To compare the efficiency of bilateral combined resection-recession surgery of medial rectus muscle versus fadenoperation for surgical management of esotropias that totally resolve under general anesthesia, which we called "purely tonic" esotropias.

**Materials and Methods:** We prospectively included 65 successive cases of patients with purely tonic esotropias operated on between October 2017 and 2018. Patients were divided into group I, which underwent a combined resection and recession of medial recti muscles, and group II, which underwent a bilateral medial rectus fadenoperation by retro-equatorial strapping. A satisfactory outcome was defined as deviation  $\leq 10$  prism diopters (PD), at near and distance fixation, between 3 and 6 months postoperatively.

**Results:** Mean initial deviation was in group I, 19.6 PD and 32.0 PD, in group II, 23.6 PD and 33.5 PD, at distance and near fixation respectively. Postoperatively, in group I, 31 patients (91.2%) showed satisfactory alignment at near and distance fixation. Postoperatively, in group II, 25 patients (80.6%) showed satisfactory alignment at near and distance fixation.

**Conclusion:** Our results suggest both techniques are good options to treat purely tonic esotropias.

---

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Médecine spécialisée clinique

---

MOTS-CLÉS : ésootropie, position des yeux sous anesthésie générale, vergence tonique, fadenoperation, chirurgie combinée de recul-résection monomusculaire

---

Université Toulouse III-Paul Sabatier  
Faculté de médecine Toulouse-Purpan,  
37 Allées Jules Guesde 31000 Toulouse

---

Directeur de thèse : Docteur Dominique THOUVENIN