



HAL
open science

Glaucome après chirurgie précoce de la cataracte congénitale et implantation primaire : étude rétrospective de 167 enfants

Pauline Beaujeux

► **To cite this version:**

Pauline Beaujeux. Glaucome après chirurgie précoce de la cataracte congénitale et implantation primaire : étude rétrospective de 167 enfants. Sciences du Vivant [q-bio]. 2016. hal-01932373

HAL Id: hal-01932373

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01932373>

Submitted on 23 Nov 2018

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

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



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

THÈSE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement

dans le cadre du troisième cycle de Médecine Spécialisée

par

Pauline BEAUJEU

Le 1^{er} juillet 2016

**GLAUCOME APRES CHIRURGIE PRECOCE DE LA CATARACTE
CONGENITALE ET IMPLANTATION PRIMAIRE :
Etude rétrospective de 167 enfants**

Examineurs de la thèse :

Monsieur le Professeur Jean-Luc GEORGE

Président

Monsieur le Professeur Jean-Michel HASCOET

Juge

Monsieur le Professeur Jean-Paul BERROD

Juge

Monsieur le Docteur Pascal DUREAU

Directeur de thèse

Président de l'Université de Lorraine :
Professeur Pierre MUTZENHARDT

Doyen de la Faculté de Médecine
Professeur Marc BRAUN

Vice-doyens

Pr Karine ANGIOI-DUPREZ, Vice-Doyen

Pr Marc DEBOUVERIE, Vice-Doyen

Asseseurs :

Premier cycle : Dr Guillaume GAUCHOTTE

Deuxième cycle : Pr Marie-Reine LOSSER

Troisième cycle : Pr Marc DEBOUVERIE

Innovations pédagogiques : Pr Bruno CHENUUEL

Formation à la recherche : Dr Nelly AGRINIER

Animation de la recherche clinique : Pr François ALLA

Affaires juridiques et Relations extérieures : Dr Frédérique CLAUDOT

Vie Facultaire et SIDES : Dr Laure JOLY

Relations Grande Région : Pr Thomas FUCHS-BUDER

Etudiant : M. Lucas SALVATI

Chargés de mission

Bureau de docimologie : Dr Guillaume GAUCHOTTE

Commission de prospective facultaire : Pr Pierre-Edouard BOLLAERT

Orthophonie : Pr Cécile PARIETTI-WINKLER

PACES : Dr Chantal KOHLER

Plan Campus : Pr Bruno LEHEUP

International : Pr Jacques HUBERT

=====

DOYENS HONORAIRES

Professeur Jean-Bernard DUREUX - Professeur Jacques ROLAND - Professeur Patrick NETTER

Professeur Henry COUDANE

=====

PROFESSEURS HONORAIRES

Jean-Marie ANDRE - Daniel ANTHOINE - Alain AUBREGE - Jean AUQUE - Gérard BARROCHE - Alain BERTRAND Pierre BEY - Marc-André BIGARD - Patrick BOISSEL - Pierre BORDIGONI - Jacques BORRELLY - Michel BOULANGE Jean-Louis BOUTROY - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL - Claude CHARDOT Jean-François CHASSAGNE - François CHERRIER Jean-Pierre CRANCE - Gérard DEBRY - Emile de LAVERGNE Jean-Pierre DESCHAMPS - Jean DUHEILLE - Jean-Bernard DUREUX - Gérard FIEVE - Jean FLOQUET - Robert FRISCH Alain GAUCHER - Pierre GAUCHER - Alain GERARD - Hubert GERARD - Jean-Marie GILGENKRANTZ Simone GILGENKRANTZ - Gilles GROSDIDIER - Oliéro GUERCI - Philippe HARTEMANN - Gérard HUBERT - Claude HURIET Christian JANOT - Michèle KESSLER - François KOHLER - Jacques LACOSTE - Henri LAMBERT - Pierre LANDES Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Alain LE FAOU - Jacques LECLERE - Pierre LEDERLIN - Bernard LEGRAS Jean-Pierre MALLIÉ - Philippe MANGIN - Pierre MATHIEU - Michel MERLE - Pierre MONIN Pierre NABET - Jean-Pierre NICOLAS - Pierre PAYSANT - Francis PENIN - Gilbert PERCEBOIS - Claude PERRIN Luc PICARD - François PLENAT - Jean-Marie POLU - Jacques POUREL - Jean PREVOT - Francis RAPHAEL Antoine RASPILLER - Denis REGENT - Michel RENARD - Jacques ROLAND - René-Jean ROYER - Daniel SCHMITT Michel SCHMITT - Michel SCHWEITZER - Daniel SIBERTIN-BLANC - Claude SIMON - Danièle SOMMELET Jean-François STOLTZ - Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT - Gérard VAILLANT - Paul VERT - Hervé VESPIGNANI Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET - Jean-Pierre VILLEMOT - Michel WAYOFF - Michel WEBER

PROFESSEURS ÉMÉRITES

Professeur Gérard BARROCHE - Professeur Pierre BEY - Professeur Marc-André BIGARD - Professeur Jean-Pierre CRANCE - Professeure Michèle KESSLER - Professeur Jacques LECLÈRE - Professeur Alain LE FAOU - Professeur Jean-Marie GILGENKRANTZ - Professeure Simone GILGENKRANTZ - Professeur Gilles GROSDIDIER - Professeur Philippe HARTEMANN - Professeur Pierre MONIN - Professeur Jean-Pierre NICOLAS - Professeur Luc PICARD - Professeur François PLENAT - Professeur Jacques POUREL - Professeur Daniel SIBERTIN-BLANC - Professeur Paul VERT - Professeur Michel VIDAILHET

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (*Anatomie*)

Professeur Marc BRAUN

2^{ème} sous-section : (*Cytologie et histologie*)

Professeur Christo CHRISTOV - Professeur Bernard FOLIGUET

3^{ème} sous-section : (*Anatomie et cytologie pathologiques*)

Professeur Jean-Michel VIGNAUD

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDECINE

1^{ère} sous-section : (*Biophysique et médecine nucléaire*)

Professeur Gilles KARCHER - Professeur Pierre-Yves MARIE - Professeur Pierre OLIVIER

2^{ème} sous-section : (*Radiologie et imagerie médecine*)

Professeur René ANXIONNAT - Professeur Alain BLUM - Professeur Serge BRACARD - Professeur Michel CLAUDON - Professeure Valérie CROISÉ-LAURENT - Professeur Jacques FELBLINGER

44^{ème} Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{ère} sous-section : (*Biochimie et biologie moléculaire*)

Professeur Jean-Louis GUÉANT - Professeur Bernard NAMOUR - Professeur Jean-Luc OLIVIER

2^{ème} sous-section : (*Physiologie*)

Professeur Christian BEYAERT - Professeur Bruno CHENUÉL - Professeur François MARCHAL

4^{ème} sous-section : (*Nutrition*)

Professeur Didier QUILLIOT - Professeure Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT - Professeur Olivier ZIEGLER

45^{ème} Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{ère} sous-section : (*Bactériologie - virologie ; hygiène hospitalière*)

Professeur Alain LOZNIÉWSKI - Professeure Evelyne SCHVOERER

2^{ème} sous-section : (*Parasitologie et Mycologie*)

Professeure Marie MACHOUART

3^{ème} sous-section : (*Maladies infectieuses ; maladies tropicales*)

Professeur Thierry MAY - Professeure Céline PULCINI - Professeur Christian RABAUD

46^{ème} Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{ère} sous-section : (*Épidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Professeur François ALLA - Professeur Serge BRIANÇON - Professeur Francis GUILLEMIN

Professeur Denis ZMIROU-NAVIER

2^{ème} sous-section : (*Médecine et santé au travail*)

Professeur Christophe PARIS

3^{ème} sous-section : (*Médecine légale et droit de la santé*)

Professeur Henry COUDANE

4^{ème} sous-section : (*Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication*)

Professeure Eliane ALBUSSON - Professeur Nicolas JAY

47^{ème} Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{ère} sous-section : (*Hématologie ; transfusion*)

Professeur Pierre FEUGIER

2^{ème} sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie*)

Professeur Thierry CONROY - Professeur François GUILLEMIN - Professeur Didier PEIFFERT

Professeur Frédéric MARCHAL

3^{ème} sous-section : (*Immunologie*)

Professeur Marcelo DE CARVALHO-BITTENCOURT - Professeur Gilbert FAURE

4^{ème} sous-section : (*Génétique*)

Professeur Philippe JONVEAUX - Professeur Bruno LEHEUP

48^{ème} Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

1^{ère} sous-section : (Anesthésiologie - réanimation ; médecine d'urgence)

Professeur Gérard AUDIBERT – Professeur Hervé BOUAZIZ – Professeur Thomas FUCHS-BUDER – Professeure Marie-Reine LOSSER – Professeur Claude MEISTELMAN

2^{ème} sous-section : (Réanimation ; médecine d'urgence)

Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT – Professeur Sébastien GIBOT – Professeur Bruno LÉVY

3^{ème} sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie)

Professeur Pierre GILLET – Professeur J.Y. JOUZEAU (*pharmacien*) – Professeur Patrick NETTER

4^{ème} sous-section : (Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie)

Professeur François PAILLE - Professeur Patrick ROSSIGNOL – Professeur Faiez ZANNAD

49^{ème} Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION

1^{ère} sous-section : (Neurologie)

Professeur Marc DEBOUVERIE – Professeur Louis MAILLARD – Professeur Luc TAILLANDIER – Professeure Louise TYVAERT

2^{ème} sous-section : (Neurochirurgie)

Professeur Jean AUQUE – Professeur Thierry CIVIT – Professeure Sophie COLNAT-COULBOIS – Professeur Olivier KLEIN – Professeur Jean-Claude MARCHAL

3^{ème} sous-section : (Psychiatrie d'adultes ; addictologie)

Professeur Jean-Pierre KAHN – Professeur Raymund SCHWAN

4^{ème} sous-section : (Pédopsychiatrie ; addictologie)

Professeur Bernard KABUTH

5^{ème} sous-section : (Médecine physique et de réadaptation)

Professeur Jean PAYSANT

50^{ème} Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE

1^{ère} sous-section : (Rhumatologie)

Professeure Isabelle CHARY-VALCKENAERE – Professeur Damien LOEUILLE

2^{ème} sous-section : (Chirurgie orthopédique et traumatologique)

Professeur Laurent GALOIS – Professeur Didier MAINARD – Professeur Daniel MOLE - Professeur François SIRVEAUX

3^{ème} sous-section : (Dermato-vénéréologie)

Professeure Annick BARBAUD – Professeur Jean-Luc SCHMUTZ

4^{ème} sous-section : (Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)

Professeur François DAP - Professeur Gilles DAUTEL - Professeur Etienne SIMON

51^{ème} Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

1^{ère} sous-section : (Pneumologie ; addictologie)

Professeur Jean-François CHABOT – Professeur Ari CHAOUAT – Professeur Yves MARTINET

2^{ème} sous-section : (Cardiologie)

Professeur Etienne ALIOT – Professeur Edoardo CAMENZIND – Professeur Christian de CHILLOU DE CHURET

Professeur Yves JUILLIERE – Professeur Nicolas SADOUL -

3^{ème} sous-section : (Chirurgie thoracique et cardiovasculaire)

Professeur Thierry FOLLIGUET – Professeur Juan-Pablo MAUREIRA

4^{ème} sous-section : (Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire)

Professeur Sergueï MALIKOV – Professeur Denis WAHL

52^{ème} Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE

1^{ère} sous-section : (Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI – Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

3^{ème} sous-section : (Néphrologie)

Professeur Luc FRIMAT – Professeure Dominique HESTIN

4^{ème} sous-section : (Urologie)

Professeur Pascal ESCHWEGE – Professeur Jacques HUBERT

53^{ème} Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE ET CHIRURGIE GÉNÉRALE

1^{ère} sous-section : (Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie)

Professeur Athanase BENETOS – Professeur Jean-Dominique DE KORWIN -

Professeure Gisèle KANNY – Professeure Christine PERRET-GUILLAUME

2^{ème} sous-section : (Chirurgie générale)

Professeur Ahmet AYAV – Professeur Laurent BRESLER - Professeur Laurent BRUNAUD

3^{ème} sous-section : (Médecine générale)

Professeur Jean-Marc BOIVIN

54^{ème} Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

1^{ère} sous-section : (Pédiatrie)

Professeur Pascal CHASTAGNER - Professeur François FEILLET – Professeur Jean-Michel HASCOET – Professeur Emmanuel RAFFO – Professeur Cyril SCHWEITZER

2^{ème} sous-section : (Chirurgie infantile)

Professeur Pierre JOURNEAU – Professeur Jean-Louis LEMELLE

3^{ème} sous-section : (Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)

Professeur Philippe JUDLIN – Professeur Olivier MOREL

4^{ème} sous-section : (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale)

Professeur Bruno GUERCI – Professeur Marc KLEIN – Professeur Georges WERYHA

55^{ème} Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{ère} sous-section : (Oto-rhino-laryngologie)

Professeur Roger JANKOWSKI – Professeure Cécile PARIETTI-WINKLER

2^{ème} sous-section : (Ophtalmologie)

Professeure Karine ANGIOI – Professeur Jean-Paul BERROD – Professeur Jean-Luc GEORGE

3^{ème} sous-section : (Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie)

Professeure Muriel BRIX

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

61^{ème} Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL

Professeur Walter BLONDEL

64^{ème} Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeure Sandrine BOSCHI-MULLER

=====

PROFESSEUR ASSOCIÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Professeur associé Paolo DI PATRIZIO

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (Anatomie)

Docteur Bruno GRIGNON – Docteure Manuela PEREZ

2^{ème} sous-section : (Histologie, embryologie et cytogénétique)

Docteure Chantal KOHLER – Docteure Françoise TOUATI

3^{ème} sous-section : (Anatomie et cytologie pathologiques)

Docteur Guillaume GAUCHOTTE

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDECINE

1^{ère} sous-section : (Biophysique et médecine nucléaire)

Docteur Jean-Marie ESCANYE

2^{ème} sous-section : (Radiologie et imagerie médecine)

Docteur Damien MANDRY – Docteur Pedro TEIXEIRA

44^{ème} Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{ère} sous-section : (Biochimie et biologie moléculaire)

Docteure Shyue-Fang BATTAGLIA – Docteure Sophie FREMONT - Docteure Isabelle GASTIN – Docteure Catherine MALAPLATE-ARMAND – Docteur Marc MERTEN – Docteur Abderrahim OUSSALAH

2^{ème} sous-section : (Physiologie)

Docteure Silvia DEMOULIN-ALEXIKOVA – Docteur Mathias POUSSEL

3^{ème} sous-section : (Biologie Cellulaire)

Docteure Véronique DECOT-MAILLERET

45^{ème} Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{ère} sous-section : (Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière)

Docteure Corentine ALAUZET – Docteure Héléne JEULIN – Docteure Véronique VENARD

2^{ème} sous-section : (Parasitologie et mycologie)

Docteure Anne DEBOURGOGNE (sciences)

46^{ème} Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{ère} sous-section : (Epidémiologie, économie de la santé et prévention)

Docteure Nelly AGRINIER – Docteur Cédric BAUMANN – Docteure Frédérique CLAUDOT – Docteur Alexis HAUTEMANIERE

2^{ème} sous-section (Médecine et Santé au Travail)

Docteure Isabelle THAON

3^{ème} sous-section (Médecine légale et droit de la santé)

Docteur Laurent MARTRILLE

47^{ème} Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{ère} sous-section : (Hématologie ; transfusion)

Docteur Aurore PERROT

2^{ème} sous-section : (Cancérologie ; radiothérapie)

Docteure Lina BOLOTINE

4^{ème} sous-section : (Génétique)

Docteure Céline BONNET – Docteur Christophe PHILIPPE

48^{ème} Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

2^{ème} sous-section : (Réanimation ; Médecine d'Urgence)

Docteur Antoine KIMMOUN (*stagiaire*)

3^{ème} sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie)

Docteur Nicolas GAMBIER – Docteure Françoise LAPICQUE – Docteur Julien SCALA-BERTOLA

4^{ème} sous-section : (Thérapeutique ; Médecine d'Urgence ; Addictologie)

Docteur Nicolas GIRERD (*stagiaire*)

50^{ème} Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE

1^{ère} sous-section : (Rhumatologie)

Docteure Anne-Christine RAT

3^{ème} sous-section : (Dermato-vénéréologie)

Docteure Anne-Claire BURSZTEJN

4^{ème} sous-section : (Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)

Docteure Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

51^{ème} Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

3^{ème} sous-section : (Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire)

Docteur Fabrice VANHUYSE

4^{ème} sous-section : (Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire)

Docteur Stéphane ZUILY

52^{ème} Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE

1^{ère} sous-section : (Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)

Docteur Jean-Baptiste CHEVAUX

53^{ème} Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE et CHIRURGIE GÉNÉRALE

1^{ère} sous-section : (Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie)

Docteure Laure JOLY

3^{ème} sous-section : (Médecine générale)

Docteure Elisabeth STEYER

55^{ème} Section : OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE

1^{ère} sous-section : (Oto-Rhino-Laryngologie)

Docteur Patrice GALLET (*stagiaire*)

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

5^{ème} Section : SCIENCES ÉCONOMIQUES

Monsieur Vincent LHUILLIER

7^{ème} section : SCIENCES DU LANGAGE : LINGUISTIQUE ET PHONETIQUE GENERALES

Madame Christine DA SILVA-GENEST

19^{ème} Section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE

Madame Joëlle KIVITS

60^{ème} Section : MÉCANIQUE, GÉNIE MÉCANIQUE, GÉNIE CIVIL

Monsieur Alain DURAND

61^{ème} Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL

Monsieur Jean REBSTOCK

64^{ème} Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Madame Marie-Claire LANHERS– Monsieur Nick RAMALANJAONA – Monsieur Pascal REBOUL

65^{ème} Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Madame Nathalie AUCHER – Madame Natalia DE ISLA-MARTINEZ – Monsieur Jean-Louis GELLY – Madame Céline HUSELSTEIN – Madame Ketsia HESS – Monsieur Hervé MEMBRE – Monsieur Christophe NEMOS

66^{ème} Section : PHYSIOLOGIE

Monsieur Nguyen TRAN

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

Médecine Générale

Docteur Pascal BOUCHE – Docteur Olivier BOUCHY – Docteur Arnaud MASSON – Docteure Sophie SIEGRIST

=====

DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Charles A. BERRY (1982)
Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)

Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)
Brown University, Providence (U.S.A)

Professeure Mildred T. STAHLMAN (1982)
Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)

Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)
Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)
Université de Pennsylvanie (U.S.A)

Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)
Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto (JAPON)

Professeure Maria DELIVORIA-PAPADOPOULOS (1996)

Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)

Université d'Helsinki (FINLANDE)

Professeur Duong Quang TRUNG (1997)

Université d'Hô Chi Minh-Ville (VIËTNAM)

Professeur Daniel G. BICHET (2001)

Université de Montréal (Canada)

Professeur Marc LEVENSTON (2005)

Institute of Technology, Atlanta (USA)

Professeur Brian BURCHELL (2007)
Université de Dundee (Royaume-Uni)

Professeur Yunfeng ZHOU (2009)

Université de Wuhan (CHINE)

Professeur David ALPERS (2011)

Université de Washington

(U.S.A)

Professeur Martin EXNER (2012)

Université de Bonn (ALLEMAGNE)

A notre Président de Thèse

Monsieur le Professeur Jean-Luc George

Professeur d'Ophtalmologie

Vous nous faites l'honneur de présider cette thèse et de juger ce travail.

Votre bienveillance nous a accompagnée tout au long de notre internat. Vous avez révélé notre intérêt pour l'orbito-palpébral et la strabologie, et partagé votre vaste expérience dans ces domaines.

Nous admirons votre insatiable curiosité, votre savoir et votre humilité. C'est un honneur de compter parmi vos élèves.

A notre Juge

Monsieur le Professeur Jean-Michel Hascoët

Professeur de Pédiatrie

Vous nous faites l'honneur de juger ce travail, et nous vous remercions pour le vif intérêt que vous y avez porté.

Votre gentillesse et votre disponibilité nous font espérer que nous pourrions de nouveau collaborer sur d'autres projets à l'avenir.

Soyez assuré de notre profond respect.

A notre Juge

Monsieur le Professeur Jean-Paul Berrod

Professeur d'Ophtalmologie

Vous nous faites l'honneur de juger ce travail.

Vos qualités humaines et votre adresse chirurgicale sont pour nous un exemple.

Soyez assuré de nos respectueux sentiments et notre grande admiration.

A notre Directeur de Thèse

Monsieur le Docteur Pascal Dureau

Ophtalmologiste

Vous nous avez fait l'honneur de diriger notre travail de thèse.

Nous vous remercions de la confiance que vous nous avez accordée tout au long de l'élaboration de ce travail.

Votre disponibilité, votre rigueur en toute décontraction et l'envie permanente de transmettre sont autant de qualités qui rendent l'ophtalmologie pédiatrique encore plus passionnante à vos côtés.

Veillez trouver dans ce travail toute ma reconnaissance.

A tous ceux que j'ai eu la chance de rencontrer au cours de mon internat :

A tout le service de Neurochirurgie de Nancy :

Jean Auque, Thierry Civit, Olivier Klein, Jean Claude Marchal, Isabelle Merlot, Anthony Joud, Catherine Pinelli, Sophie Colnat, mes co-internes fétiches et tout le personnel... pour ce premier semestre haut en couleurs à vos côtés.

Merci à Nicolas Salaun d'avoir si parfaitement encadré mes débuts en ophtalmologie.

A mes maîtres d'internat :

Karine Angioi, Marie-Christine Bazard, Toufic Maalouf, Pierre Lesure pour tout ce que vous m'avez transmis tout au long de ces années passées à vos côtés. Je ne vous remercierai jamais assez...

A mes chefs :

Jérôme Selton, Véronique Cloché, Jean-Baptiste Conart, François Ameloot, Benjamine Batta, Audrey Baudot, Fanny Tréchet, Bertrand Leroy, merci pour tous les souvenirs partagés ensemble, à l'hôpital ou ailleurs.

Merci à tout le service d'Ophtalmologie du CHU de Nancy, les secrétaires, orthoptistes, infirmières de consultation et de bloc opératoire, sans oublier mes nombreux co-internes.

Merci au personnel du service d'Ophtalmologie d'Epinal, pour votre incroyable enthousiasme, et tous nos fou-rires...

A Georges Caputo et toute la Caputo's Team :

Pascal Dureau, Catherine Edelson, Amandine Barjol, Ana Clément, Aude Affortit, Florence Metge, Alexis Pinel, Sabine Derrien... et Adrien Sarfati ! Vous m'avez accueillie parmi vous avec beaucoup de bienveillance et m'avez fait adorer l'ophtalmologie pédiatrique sous tous ses aspects... Je suis fière d'avoir fait partie de votre service, si propice à l'épanouissement professionnel... et personnel !

Merci à Chantal Evin pour son aide précieuse au cours de cette étude.

Un merci inconditionnel à Hervé Picard pour sa disponibilité, son talent et ses onomatopées...

Enfin, à Edouard Koch, pour la confiance que tu m'accordes et toutes les opportunités que tu m'offres... un immense merci !

A mes Parents et mon Frère chéris... pour absolument tout...

SERMENT

« **A**u moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque ».

TABLE DES MATIERES

Partie I. PRESENTATION ET CONTEXTE DE L'ETUDE.....	17
Partie II. ARTICLE ORIGINAL : Glaucoma after early congenital cataract surgery and primary implantation: a retrospective study of 167 children.....	23
1. Introduction.....	23
2. Methods	25
3. Results	28
4. Discussion.....	32
5. Conclusion	37
6. References.....	38
7. Tables and figures.....	43

Partie I. PRESENTATION ET CONTEXTE DE L'ETUDE

Cette étude a été réalisée au sein du service d'Ophtalmologie Pédiatrique du Docteur Caputo à la Fondation Ophtalmologique Adolphe de Rothschild (FOR).

Son objectif principal était de rapporter le risque de survenue du glaucome secondaire après chirurgie de la cataracte congénitale, dans une population d'enfants pseudophaques opérés précocement.

La cataracte congénitale (CC) est définie par une opacification uni (CU) ou bilatérale (CB) du cristallin chez l'enfant avant l'âge d'un an (1). Son incidence varie entre 1 et 5/10 000 enfants (2) selon les études.

Sur le plan physiopathologique, il s'agit d'une anomalie cristallinienne malformative, dont l'étiologie est variable en fonction de la latéralité de l'atteinte : le plus souvent héréditaire ou secondaire à une pathologie oculaire.

Induisant une déprivation visuelle, les cataractes obturant l'axe visuel sont fortement amblyogènes. A ce titre, elles relèvent d'une prise en charge chirurgicale précoce pour optimiser le pronostic fonctionnel : idéalement avant 6 et 8 semaines de vie respectivement pour les CU (3) et les CB (4,5).

Dans la littérature, la procédure chirurgicale concernant la CC est relativement consensuelle depuis le début des années 2000 (5,6). Cette intervention comprend une phacoaspiration par abord cornéen limbique, suivie de la réalisation systématique d'un capsulorhexis postérieur et d'une vitrectomie antérieure afin de prévenir l'opacification capsulaire secondaire constante et précoce chez l'enfant.

Par ailleurs, la question du choix de l'implantation primaire versus l'aphakie reste toujours débattue et relève essentiellement des habitudes propres à chaque équipe. Dans notre service d'Ophtalmologie Pédiatrique, l'implantation primaire est la règle. Elle est pratiquée tant pour les CU

que pour les CB et quelque soit l'âge de l'enfant, dès lors que la taille de l'oeil et l'existence d'un plan capsulaire postérieur permettent la mise en place d'un implant dans le sac ou le sulcus.

Le choix de cette pratique, il y a plusieurs années, repose sur plusieurs arguments en faveur de l'implantation primaire :

- l'augmentation théorique des chances de réussite de la rééducation de l'amblyopie par suppression du problème de compliance lié au port de lentilles rigides perméables au gaz (LRPG) corrigeant l'aphakie,
- la diminution des complications inflammatoires imputées à l'implant intra oculaire (ICP) grâce à l'utilisation d'implants acryliques hydrophobes (7,8),
- le potentiel rôle protecteur de l'implantation primaire sur l'apparition d'un glaucome secondaire (9).

Le glaucome secondaire (GS) est la complication la plus redoutable après chirurgie de la cataracte congénitale, que les enfants soient aphaques ou pseudophaques (5,10–13). Sa prévalence varie considérablement selon les différentes études (9), de 3 à 41 %. Plusieurs explications peuvent être soulevées :

- l'absence de définition consensuelle du GS, rendant le diagnostic d'autant plus difficile en pratique. Ce dernier repose sur un faisceau d'arguments cliniques :
 - l'hypertonie oculaire, en tenant compte du fait que la pression intraoculaire (PIO) physiologique de l'enfant est inférieure à celle de l'adulte. Il convient également de ne pas négliger le fait que les mesures de PIO chez les jeunes enfants sont réalisées sous anesthésie générale, ce qui sous-estime les valeurs de PIO d'environ 30 % en raison de l'utilisation de gaz halogénés (2),
 - l'atteinte structurale de la papille avec une excavation large ou asymétrique, mais inconstante chez l'enfant,

- les modifications morphologiques du globe pendant la période de croissance oculaire (jusqu'à 3 ans) : augmentation anormale de la longueur axiale et/ou du diamètre cornéen, myopisation importante en rapport avec un myopic shift (MS) élevé ou asymétrique,
- l'œdème cornéen cliniquement significatif ou pachymétrie augmentée.
- la différence entre les populations étudiées dans ces différentes études ; en effet, la prévalence du GS semble être fortement corrélée et inversement proportionnelle à l'âge de l'enfant lors de l'intervention chirurgicale de CC (9,10,14),
- le suivi post-opératoire des études, puisque le délai d'apparition du GS est typiquement retardé de plusieurs années après l'intervention de CC, bien que des cas de GS plus précoces existent également (5).

La physiopathologie du GS reste incertaine et multifactorielle (2) comprenant des mécanismes à angle ouvert (altération de la filtration trabéculaire par la présence de vitré au niveau de l'angle iridocornéen ou par réaction inflammatoire post-opératoire, trabéculum immature lésé par l'intervention chirurgicale, modification de la matrice extracellulaire trabéculaire induite par une corticothérapie, toxicité des cellules cristalliniennes résiduelles) et d'autres, plus rares, par fermeture de l'angle (modification de la dynamique du plan iridocristallinien, synéchies dans l'angle).

Plusieurs facteurs de risque de survenue d'un GS ont été suspectés dans la littérature. Les plus consensuels sont : l'âge de l'enfant lors de la chirurgie de CC, notamment avant 1 an (5,12,13), la microphthalmie (15,16), l'existence d'une persistance de la vascularisation foetale (PVF) ou encore le recours à des chirurgies intraoculaires additionnelles (17) . L'un des plus débattu de ces facteurs de risques présumés reste l'implantation primaire (9,11–13,17). Toutefois, l'Infant Aphakia Treatment Study (IATS) (15), première étude prospective sur le sujet, a récemment conclu à l'absence de différence significative de la survenue d'un GS entre enfants aphaques et pseudophaques à 5 ans.

L'objectif principal de notre étude était de déterminer le risque de survenue du glaucome secondaire dans notre population d'enfants opérés avant l'âge d'un an de cataracte congénitale uni ou bilatérale avec implantation primaire, et de la comparer aux données de la littérature. Les objectifs secondaires étaient de rechercher d'éventuels facteurs prédisposant au glaucome secondaire, et de décrire la prise en charge thérapeutique et le pronostic fonctionnel de ces yeux glaucomateux.

REFERENCES

1. Tartarella MB, Britez-Colombi GF, Milhomem S, Lopes MCE, Fortes Filho JB. Pediatric cataracts: clinical aspects, frequency of strabismus and chronological, etiological, and morphological features. *Arq Bras Oftalmol*. 2014 Jun;77(3):143–7.
2. Dureau P. Ophtalmologie pédiatrique et strabismes. In: Médecine Sciences Publications. Lavoisier; 2014.
3. Birch EE, Stager DR. The critical period for surgical treatment of dense congenital unilateral cataract. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1996 Jul;37(8):1532–8.
4. Lundvall A, Kugelberg U. Outcome after treatment of congenital bilateral cataract. *Acta Ophthalmol Scand*. 2002 Dec;80(6):593–7.
5. Vishwanath M, Cheong-Leen R, Taylor D, Russell-Eggitt I, Rahi J. Is early surgery for congenital cataract a risk factor for glaucoma? *Br J Ophthalmol*. 2004 Jul;88(7):905–10.
6. Vasavada A, Desai J. Primary posterior capsulorhexis with and without anterior vitrectomy in congenital cataracts. *J Cataract Refract Surg*. 1997;23 Suppl 1:645–51.
7. Trivedi RH, Wilson ME, Bartholomew LR, Lal G, Peterseim MM. Opacification of the visual axis after cataract surgery and single acrylic intraocular lens implantation in the first year of life. *J AAPOS Off Publ Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2004 Apr;8(2):156–64.
8. Trivedi RH, Wilson ME. Single-piece acrylic intraocular lens implantation in children. *J Cataract Refract Surg*. 2003 Sep;29(9):1738–43.
9. Asrani S, Freedman S, Hasselblad V, Buckley EG, Egbert J, Dahan E, et al. Does primary intraocular lens implantation prevent “aphakic” glaucoma in children? *J AAPOS Off Publ Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2000 Feb;4(1):33–9.
10. Lambert SR. Treatment of congenital cataract. *Br J Ophthalmol*. 2004 Jul;88(7):854–5.
11. Sahin A, Çaça I, Cingü AK, Türkcü FM, Yüksel H, Sahin M, et al. Secondary glaucoma after pediatric cataract surgery. *Int J Ophthalmol*. 2013;6(2):216–20.
12. Trivedi RH, Wilson ME, Golub RL. Incidence and risk factors for glaucoma after pediatric cataract surgery with and without intraocular lens implantation. *J AAPOS Off Publ Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2006 Apr;10(2):117–23.
13. Wong IBY, Sukthankar VD, Cortina-Borja M, Nischal KK. Incidence of early-onset glaucoma after infant cataract extraction with and without intraocular lens implantation. *Br J Ophthalmol*. 2009 Sep;93(9):1200–3.
14. Rabiah PK. Frequency and predictors of glaucoma after pediatric cataract surgery. *Am J Ophthalmol*. 2004 Jan;137(1):30–7.

15. Freedman SF, Lynn MJ, Beck AD, Bothun ED, Öрге FH, Lambert SR, et al. Glaucoma-Related Adverse Events in the First 5 Years After Unilateral Cataract Removal in the Infant Aphakia Treatment Study. *JAMA Ophthalmol*. 2015 Aug;133(8):907–14.
16. Wallace DK, Plager DA. Corneal diameter in childhood aphakic glaucoma. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 1996 Oct;33(5):230–4.
17. Mataftsi A, Haidich A-B, Kokkali S, Rabiah PK, Birch E, Stager DR, et al. Postoperative glaucoma following infantile cataract surgery: an individual patient data meta-analysis. *JAMA Ophthalmol*. 2014 Sep;132(9):1059–67.

Partie II. ARTICLE ORIGINAL : Glaucoma after early congenital cataract surgery and primary implantation: a retrospective study of 167 children

1. Introduction

Dense congenital or early developmental cataracts represent a serious threat to the development of the visual system in a young child (1,2). The priority is prompt surgery after the diagnosis has been made, to clear the visual axis and to achieve a good visual outcome (3–8).

Current methods to compensate for the refractive power of the lens include glasses, aphakic contact lenses and posterior chamber intraocular lenses (IOL). The primary implantation of a posterior chamber IOL is now increasingly admitted, even in younger children and for both monocular and bilateral cataracts (9–13).

Despite advances in congenital cataract management, the occurrence of secondary glaucoma (SG) is the major sight-threatening complication of cataract removal in infancy (2). Aphakic or pseudophakic glaucoma typically include a delayed intraocular pressure (IOP) elevation (14–16) with an open-angle (17). Rarely, it happens as an early angle closure glaucoma (18).

Although the pathogenesis of glaucoma after cataract surgery is still unclear, several ocular and surgical risk factors for its occurrence are strongly suspected and could impact on clinical practice, like early surgery (5), chronic postoperative inflammation (19), primary posterior capsulotomy (20), persistence of fetal vasculature (PFV) (21), or microphthalmia (18). Furthermore, a protective role of IOL implantation has been suggested (22,23) by mechanical support of the trabecular meshwork and by blocking a potentially toxic component of the vitreous. However, a recent prospective study

(24,25) stated that primary IOL placement had no influence on the risk of glaucoma after cataract surgery.

The incidence of SG, ranging from 3% to 41% (26,27) depending on the series, remains unclear because there is no universal definition of aphakic or pseudophakic glaucoma, making the diagnosis difficult in children. Furthermore, as in most paediatric glaucomas, patient care remains complex and the long-term visual outcomes are still not well known.

The primary goal of this study was to report on the incidence of glaucoma after early monocular or bilateral cataract removal with primary IOL implantation.

The secondary objectives were to identify the risk factors for the development of glaucoma in these eyes, the treatments used and the visual outcomes.

2. Methods

Subjects:

We conducted a retrospective review of all consecutive children who underwent unilateral or bilateral paediatric cataract surgery with primary implantation in their first year of life, between January 2003 and December 2012 at the Fondation Ophthalmologique Adolphe de Rothschild (Paris, France). This hospital is a tertiary centre in paediatric ophthalmology, receiving patients from all over the country.

A least 1 month of follow-up after surgery was required for inclusion in the study. Anterior form of persistent of fetal vasculature (PFV) that did not require posterior vitrectomy, and relative microphthalmia allowing primary IOL implantation were included in the study. Exclusion criteria were patients with other ocular malformations, especially anterior segment dysgenesis, pre-existing IOP elevation or congenital glaucoma, syndromic cataract (ie Lowe, congenital Rubella), history of trauma or uveitis, and premature children born before 32 weeks' gestation.

Appropriate approval was granted from ethic committees of the institution.

Surgical technique and postoperative aftercare:

One surgeon performed 68% of the lensectomies and 7 other paediatric ophthalmologists operated on the remaining cases. However, the surgical procedure was consensual as follows: clear corneal incision, anterior capsulorhexis, lensectomy using the vitrectome, posterior capsulorhexis and anterior vitrectomy. Primary posterior chamber implantation was performed into the capsular bag or the sulcus based on anatomical conditions. The type of IOL varied according to the year of the intervention. Two types of material were used: Poly Methyl MethAcrylate (PMMA) in the older cases, or acrylic hydrophobic IOL in the more recent years.

A topical postoperative treatment was prescribed for a period of one month, including a mydriatic (atropine) and an antibiotic/steroids combination (dexamethasone-neomycin-polymixin B). An oral steroid treatment (betamethasone) was added for one week.

The postoperative visual rehabilitation was started within one to two weeks after cataract surgery, with glasses correction and patching when indicated.

Every child had an examination under general anaesthesia one month after surgery to control the refraction, the axial length, the cornea, the anterior chamber, the IOP and the fundus. Then, regular examinations under general anaesthesia were performed until the age of the children allowed a full and reliable ophthalmologic examination at the slit lamp.

Glaucoma diagnosis and follow-up:

In the study, the primary outcome measure was the diagnosis of secondary glaucoma, based on the ophthalmologist's decision to initiate a permanent medical treatment or a glaucoma specific surgery at least one month after cataract surgery, relevant to the end of the steroid treatment.

Several criteria were used by the physician to suspect the onset of a secondary glaucoma, as a body of clinical arguments: ocular hypertension, asymmetric optic nerve cupping (>0.2) or large cup-to-disk ratio (>0.4), corneal oedema or pachymetric elevation, enlargement of corneal diameter, abnormal asymmetric axial length elongation or myopic shift. The IOP was measured during general anaesthesia by a portable applanation tonometer (Perkins). Considering that the physiologic IOP in children is lower than in adults and that some anaesthetic drugs (as sevoflurane) falsely decrease by about 30% the IOP, an elevation ≥ 14 mmHg was considered as suspicious. Corneal diameter was not uniformly available, that's why an eye was considered as microphthalmic if it was consigned on the medical record, or if the difference of axial length or corneal diameter between the eyes was ≥ 1 mm, or corneal diameter <10 mm.

Visual acuity was measured with an appropriate scale using Snellen chart, depending on the age and the development of the child. Then, visual acuities (VA) were converted into log MAR equivalents.

Statistical analysis:

Data were analysed using the R statistical package (R Core Team 2014 R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>). A statistically significant association was defined by a p-value inferior to 0.05.

Inter-groups differences between quantitative variables were tested using Student test (if the variable distribution could be considered normal after a Shapiro test) or exact corrected Wilcoxon test (if the normality assumption could not be made). Inter-groups differences between qualitative variables were tested using Fisher exact test.

Time-related occurrence of glaucoma after surgery was analysed using a Kaplan-Meier estimator. Effect on glaucoma occurrence was tested using log-rank tests (univariate analysis) and then a multivariate Cox model. As for the final visual acuity, only eyes with an evaluation after 5 years of age were taken into consideration.

3. Results

Study population

One hundred and ninety six children underwent unilateral or bilateral congenital cataract surgery with primary IOL implantation in their first year of life, between January 2003 and December 2012.

Twenty nine children were excluded, among which 10 posterior PFV, 5 anterior segment dysgenesis, 2 pre-existing IOP elevations, 2 Lowe syndromes, 1 congenital Rubella, 1 premature child, and 8 because of unavailable data.

Eventually, 167 children (241 eyes) were included in the study: 90 females (53.9%) and 77 males (46.1%). The median age at surgery was 4.2 months (interquartile range (IQR) 4,1; range 0.9-12.0 months). The median follow-up period was 4.6 years (IQR 6.6; range 1 month-12.4 years) and the median age at the last visit was 5.2 years (IQR 6.3; range 4.3 months-12.8 years).

Laterality of cataracts

Seventy four patients (44.3%) had a bilateral cataract and 93 patients (55.7%) an unilateral one. These two groups were significantly different : the age at lensectomy was lower for bilateral cataracts (mean 3.8 vs. 5.1 months, $p = 0.04$) and their follow-up time was longer (mean 5.3 vs. 3.8 years, $p = 0.04$).

Cases of secondary glaucoma

Secondary glaucoma (SG) occurred in 31 eyes (12.9%) of 23 patients (13.8%), divided in 27 eyes of bilateral cataracts (18 .2%) and 4 eyes of unilateral cataracts (4.3%) (Hazard Ratio (HR) 3.8, 95% CI [1.3-11.1] $p = 0,008$). These two subgroups were comparable in terms of age at surgery, follow-up time and delay of onset of the SG (Table 1).

The median time to glaucoma diagnosis was 3.0 years (IQR 5.8; range 2.4 months-11.7 years). In 11/31 eyes (35%), the SG appeared in the first postoperative year. The SG eyes were significantly younger at the time of cataract surgery than those who did not developed glaucoma (mean 3.8 vs. 4.8 months, $p = 0.04$), and had a significantly longer follow-up (mean 8.0 vs. 4.5 years, $p < 0.0001$).

A Kaplan-Meier survival curve of eyes remaining glaucoma-free over time is presented on Figure 1. In our cohort, the cumulative risk of developing a SG after cataract removal increased from 11.2% at 5 years (95%CI [6.3-15.9%]) to 26.4% at 10 years (95% CI [15.2-36.1%]). The estimated linear incidence of SG was 2.6 new cases per 100 eyes per year (Figure 2).

Predictive factors of secondary glaucoma

The results of the univariable analyses of the associations between possible predictive factors and the occurrence of SG are shown in Table 2.

When a multivariate model was constructed that adjusted for all the significant factors listed in Table 2, the independent factors associated with SG were age at cataract surgery before 3 months (HR 2.3, 95% CI [1.1-5.1], $p = 0.03$), bilateral cataract (HR 3.9, 95% CI [1.3-11.7], $p = 0.01$), microphthalmia (HR 3.4, 95% CI [1.5-8.0], $p = 0.004$), and family history of SG (HR 3.4, 95% CI [1.1-10.2], $p = 0.03$).

Diagnostic criteria at the time of diagnosis

At the time of SG diagnosis, the average initial IOP was 22 mmHg (± 6.5 ; 8-35). However, the average IOP was lower when measured under general anaesthesia than at the slit lamp in consultation (19 mmHg vs. 28 mmHg). The average optic nerve cupping was 0.4 (± 0.2 ; 0.1-1.0). The average pachymetry was 630 μ m (± 76 ; 484-750). Among the 31 eyes diagnosed as having a SG, 13 (42%) showed an initial IOP > 21mmHg, 12 (39%) an increased optic nerve cupping > 0.4, and 15 a pachymetry > 630 μ m.

Although detailed gonioscopic informations were not collected, 30 of 31 eyes with glaucoma were assumed to be open angle, while 1 eye had circumferential angle synechiae.

Therapeutic care in glaucoma eyes

Therapeutic choices depended on the surgeon and on its appreciation of the gravity of the glaucoma. During their follow-up, 17/31 eyes (55%) received at least one surgical treatment, whereas only glaucoma medications were prescribed for 14/31 eyes (45%) (Table 3).

The SG surgical procedures included trabeculectomy, Ahmed glaucoma drainage implant, and diode laser (Table 4). Among the 17 SG eyes that required a surgical treatment, 9 (53%) had more than one procedure and the average time between the diagnosis and the first surgical procedure was 1.0 year (min 0-max 5.7 years). Glaucoma surgery was associated with the early onset of SG during the first postoperative year ($p = 0.007$).

Among the 17 eyes requiring glaucoma surgery, 8 (47%) developed sight-threatening complications: 3 phtysis bulbi, 2 bullous kerathopathies, 2 retinal detachments and one IOL dislocation. One eye developed a retinal detachment in the glaucoma medications group. The occurrence of sight-threatening complications was significantly associated with a glaucoma surgery ($p = 0.02$), but not with the early onset of SG ($p = 0.3$).

At the last visit, SG was considered as controlled if IOP was ≤ 21 mmHg, and represented 20/31 eyes (65%) : 10/14 eyes (71%) in the medication group (all with still glaucoma medications) and 10/17 eyes (59%) in the surgery group (whose 5 eyes without any medication). The treatment escape was no significantly associated with the surgical group ($p = 0,7$) neither with the early onset of SG ($p = 0,2$).

The average decrease IOP at the end of the follow-up in GS eyes was 8.5 mmHg (95% CI [3.2-10.8]), whereas the average optic nerve cupping increase was 0.15 (95% CI [0.05-0,2]).

Final visual outcomes

Visual acuity (VA) data were collected from children older than 5 years old at the last visit (n = 130 eyes, 54 %).

There was no difference in terms of functional prognosis between uni and bilateral cataracts (median VA 0.9 LogMAR, IQR 1.8 vs. 0.7 LogMAR, IQR 0.8, $p = 0.68$). There was no difference in the median VA in children operated on in their first 3 months of life *versus* the others ($p = 0.06$). However, there was some suggestions of effect modification by cataract laterality. For the bilateral cataracts subgroup, there was a tendency towards worsening vision in children operated before 3 months of age (median VA 0.6 vs. 0.4 LogMAR, $p = 0.03$), but not for the unilateral cataracts subgroup ($p = 0.7$).

Median VA of eyes with SG was 1.0 LogMAR (IQR 1.45), and 0.3 LogMAR (IQR 0.6) in those without. Glaucoma was associated with worsening vision in the affected eye ($p = 0.001$) (Figure 3). The same significant association was observed when uni and bilateral cataracts were taken into consideration separately (Figure 4). The visual outcomes were not different between the two groups of treatment ($p = 0.08$) (Table 3).

The final rate of severe visual impairment was two times greater in glaucomatous eyes than in eyes without SG (Figure 5).

4. Discussion

Although recent advances in congenital cataract surgery techniques and materials have brought better visual outcomes, the occurrence of a secondary glaucoma (28,29) remains a severe complication (2).

Age at surgery is increasingly recognized as a major risk factor in the occurrence of SG. We focused our study on early cataract surgery in the first year of life, associated with the highest risk of SG (25,30,31). In our cohort, the incidence of SG was comparable to other studies involving a similar paediatric population. Especially, the Infant Aphakia Treatment Study (IATS) (25), with a prospective design, has recently describe 17% of SG after 4.5 years of follow-up, in a 113 children cohort operated before the age of 1 year. Comer *et al.* (32) reported 24% of SG (18/75 eyes) with a mean follow-up of 6.5 years whereas Ruddle *et al.* (33) found a most important risk of 33% (48/147 eyes) with a longer median follow-up of 10 years. Finally, a recent meta-analysis reported SG in 80/470 eyes (17%) after an early congenital cataract surgery, with median onset 4.3 years after surgery (26).

As suspected in Ruddle, Lambert and Solebo's studies (10,33,34), we found that the long-term risk of SG follows a linear increase since the cataract surgery. However, there seems to be a higher incidence of SG during the first postoperative year (18,34). We think that our own incidence of SG is likely to increase substantially over the years of follow-up, while some authors suggest that most SG manifest in the first few postoperative years (35,36).

The diagnosis of SG in children remains complex, because of the lack of consensual criteria in the different studies. Even though most of authors consider an IOP suspect if $> 21\text{mmHg}$, we suggest that 2 parameters must be taken into account. First, the normal IOP in both infants and children is lower than in adults and this difference must be considered. Second, the measure of IOP in children requires an examination under general anaesthesia with an applanation tonometer to be reliable,

and anaesthetic gas (sevoflurane) underestimate the IOP of 30% (37,38). In our practice, an IOP > 15mmHg under general anaesthesia must be considered as suspect in children.

As we know, the pachymetry modifies the interpretation of the IOP measured. Indeed, the central corneal thickness (CCT) is reported as being thicker after congenital cataract surgery, for aphakic and pseudophakic eyes (39–41). Lim *et al.* (39) reported a 30µm increasing of mean CCT value after congenital cataract surgery with a significantly higher increasing for SG eyes group (+ 59µm). The IATS (42) recently reported a significantly lower endothelial cells density for SG eyes than those without glaucoma (3289 vs. 3783 cells/mm²), but no difference in mean CCT value (623 vs. 612µm). Because of the difficulties to appreciate IOP for eyes with high CCT value, it might appear that glaucoma may be suspected for all patients with postoperative important CCT increase.

Repeated ophthalmologic examinations under general anaesthesia are relevant in children as soon as glaucoma is suspected, to evaluate all the eye parameters (43): IOP, pachymetry, cup/optic ratio, gonioscopy, axial length, corneal diameter and myopic shift by refraction. In practice, the diagnosis is based on a panel of arguments and on the progression of all these parameters.

Among presumed risk factors previously evaluated for the occurrence of SG after congenital cataract surgery, a young age at surgery has been frequently identified (4,5,30,44). Our practice is based on previous studies suggesting an increased risk of glaucoma for surgery performed in the first 4 weeks of life (3–5,45,46). For this reason, no child has been operated before this age in our study. However, we also noted that young age at surgery (30-90 days) were associated with a higher risk for developing a SG than those operated after 3 months of age. Furthermore, Ruddle *et al.* (33) reported an approximate 20% reduction of the risk of SG with each month that surgery can be differed.

We also report a significant influence of microphthalmia on SG occurrence. An hypothesis would be that microphthalmic eyes are precociously diagnosed and operated, therefore subject to SG (47,48). Moreover, we suggest that microphthalmic eyes have narrow angles probably associated with malformations of the trabecular meshwork and ciliary body.

In addition, the risk of SG was increased for bilateral cataracts according to Ruddle or Rabiah's studies (33,49), whereas Swamy *et al.* (21) found a similar risk for uni and bilateral cataract. This observation could be explained by the younger age at surgery for bilateral than unilateral cataracts, the fewer microphthalmic eyes in bilateral cataracts (23% vs. 40% in unilateral), the exclusion of severe unilateral PVF (46), and a possible higher degrees of anterior segment dysgenesis involving the trabecular meshwork in bilateral cataracts.

Anterior PVF, sulcus placement of the IOL, and surgery complications were not criteria associated with SG occurrence whereas postoperative complications and use of blue colorant were only significant in univariate analysis.

The pathophysiology of SG is not clearly understood (50). The age at surgery, as an important risk factor, could be explained by the stress of surgery interfering with the maturation of trabecular meshwork. In addition, a chronic trabeculitis due to increased postoperative inflammation in children could reduce the trabecular filtration. Increased outflow resistance due to lens remnants in paediatric cataracts or toxic substances from the vitreous (35,46) could also be involved. Michaelides *et al.* (20) suggest that an intact posterior capsule may be associated with a lower rate of SG. Michael *et al.*(19) note that the changes observed in the trabecular meshwork after exposure to child lens epithelial cells are similar to pathological changes in the primary open-angle glaucoma. Besides, we suggest that eyes with congenital cataracts and microphthalmia presents others infra clinical anterior segment dysgenesis like trabeculum dysgenesis, according to Bayoumi *et al.* (43).

Actually, the role of primary implantation is discussed in the occurrence of SG. Several studies demonstrated a reduced incidence of SG in pseudophakic versus aphakic eyes (26,35,22,51,23). However, there is a limitation in the analysis of these results because IOL implantations were performed on older children, without microphthalmia and dysgenesis. Others studies (25,30,52),

according to randomised IATS results, failed to demonstrate the potential protective effect of IOL implantation.

Even if IOL implantation effect on SG is not clearly demonstrated, it presents the advantage to dispense with aphakic rigid contact lenses (25,53,55) and could improved visual outcomes in bilateral cataracts (10, 54).

Several authors (10,46,56) noted that IOL implantation increased the risk of postoperative complications requiring reintervention. Nevertheless, considering all surgical revisions (glaucoma, visual axis opacification, IOL exchange or explantation, secondary IOL implantation and strabismus), Tadros (57) reported that reoperations were common in both primary IOL and secondary IOL groups.

The therapeutic management of SG associates medical and surgical treatments. In our cohort, surgery was performed for 57% of glaucoma eyes, with a close proportion to these reported on the IATS (46%) (25). However, we noted a relatively poor success rate for the initial glaucoma surgical procedure, with only 7/17 (41%) eyes having only one procedure, and 8/17 (48%) developed sight-threatening complications. It is hypothesized that the surgical failure was related to the important postoperative inflammation particularly in young children. Other studies described a decline of benefits of surgery over time, requiring additional glaucoma procedures (43,58). Using initial combined angle and filtering surgery (trabeculotomy-trabectulectomy), Bayoumi (43) reported that an only one surgery was necessary in almost 75% of SG eyes, with only 3/41 serious complications. Bothum (58) proposed the angle surgeries as a safe and successful alternative for glaucoma surgery. In this study reporting 14 angle surgeries (goniotomy or trabeculotomy alone), the procedure was successful in 57% of eyes. In addition, the non-penetrating deep sclerectomy has emerged as a efficient surgical option (59), as well as endolaser cyclophotocoagulation (60).

Analysis of visual acuity in children may be limited by several factors, especially the observance of amblyopia therapy. Only VA of children older than 5 years old was analysed in order to provide objective functional results. We found a significantly lower VA for SG eyes than for those without glaucoma. This difference doesn't exist in Ruddle's study and in the IATS (25,33). Furthermore, all these studies reported a poor visual prognosis in SG eyes with a median VA of 0.7 LogMAR for Ruddle, 1.1 LogMAR in the IATS and 1.0 LogMAR in our study.

In our study, surgery performed before the age of 3 months was associated with a worse VA in bilateral cataracts whereas there was no difference in the unilateral group. The IATS (25) found a positive correlation between visual acuity at 4.5 years old and age at surgery performed before 7 weeks.

For dense congenital cataracts, we suggest to perform surgery during the critical period of visual development to minimize the visual deprivation. However, we discuss to differ the surgery, especially for bilateral cataracts whose the lens opacification is not total in order to decrease the SG risk.

In our study, secondary glaucoma was developed in 31/241 eyes (13%), with a median follow-up of 5 years. Patients with short follow-up were not excluded, and were considered as not developing SG, induced a potential underestimation bias. Moreover, some ocular hypertension cases may have been included due to the selection criteria considering only IOP for glaucoma diagnosis (61,62).

The strong points of this study is the large population analysed with primary IOL implantation before the age of 1 year and the patient follow-up in a national reference centre.

5. Conclusion

Secondary glaucoma is a sight-threatening complication of the congenital cataract surgery whose the occurrence can occur at any time of evolution, describing a linear relationship.

The SG diagnosis is difficult and remains a challenge for clinicians. Better understanding and identification of risk factors associated with SG could be very helpful for the early screening of this disease. Thus, an extended follow-up after surgery is of major importance.

A significant proportion of children require a surgical treatment to control IOP and the functional prognosis remains uncertain.

In future, prospective studies should be performed to determine the better age of surgery in order to optimize the visual outcomes and minimize the visual deprivation and the occurrence of SG.

6. References

1. Dureau P. Ophthalmologie pédiatrique et strabismes. In: Médecine Sciences Publications. Lavoisier; 2014.
2. Wang M, Xiao W. Congenital Cataract: Progress in Surgical Treatment and Postoperative Recovery of Visual Function. *Eye Sci.* 2015 Mar;30(1):38–47.
3. Birch EE, Stager DR. The critical period for surgical treatment of dense congenital unilateral cataract. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1996 Jul;37(8):1532–8.
4. Lundvall A, Kugelberg U. Outcome after treatment of congenital bilateral cataract. *Acta Ophthalmol Scand.* 2002 Dec;80(6):593–7.
5. Vishwanath M, Cheong-Leen R, Taylor D, Russell-Eggitt I, Rahi J. Is early surgery for congenital cataract a risk factor for glaucoma? *Br J Ophthalmol.* 2004 Jul;88(7):905–10.
6. Speeg-Schatz C. [Results and complications of surgery of congenital cataract]. *J Fr Ophtalmol.* 2011 Mar;34(3):203–7.
7. Magli A, Forte R, Rombetto L. Long-term outcome of primary versus secondary intraocular lens implantation after simultaneous removal of bilateral congenital cataract. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol Albrecht Von Graefes Arch Für Klin Exp Ophthalmol.* 2013 Jan;251(1):309–14.
8. Hartmann EE, Lynn MJ, Lambert SR, Infant Aphakia Treatment Study Group. Baseline characteristics of the infant aphakia treatment study population: predicting recognition acuity at 4.5 years of age. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2015 Jan;56(1):388–95.
9. Hussin HM, Markham R. Long-term visual function outcomes of congenital cataract surgery with intraocular lens implantation in children under 5 years of age. *Eur J Ophthalmol.* 2009 Oct;19(5):754–61.
10. Solebo AL, Russell-Eggitt I, Cumberland PM, Rahi JS, British Isles Congenital Cataract Interest Group. Risks and outcomes associated with primary intraocular lens implantation in children under 2 years of age: the IoLunder2 cohort study. *Br J Ophthalmol.* 2015 Nov;99(11):1471–6.
11. Lundvall A, Zetterström C. Primary intraocular lens implantation in infants: complications and visual results. *J Cataract Refract Surg.* 2006 Oct;32(10):1672–7.
12. Bhusal S, Ram J, Sukhija J, Pandav SS, Kaushik S. Comparison of the outcome of implantation of hydrophobic acrylic versus silicone intraocular lenses in pediatric cataract: prospective randomized study. *Can J Ophthalmol J Can Ophtalmol.* 2010 Oct;45(5):531–6.
13. Lu Y, Ji Y-H, Luo Y, Jiang Y-X, Wang M, Chen X. Visual results and complications of primary intraocular lens implantation in infants aged 6 to 12 months. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol Albrecht Von Graefes Arch Für Klin Exp Ophthalmol.* 2010 May;248(5):681–6.
14. Simon JW, Mehta N, Simmons ST, Catalano RA, Lininger LL. Glaucoma after pediatric lensectomy/vitreotomy. *Ophthalmology.* 1991 May;98(5):670–4.

15. Egbert JE, Wright MM, Dahlhauser KF, Keithahn MA, Letson RD, Summers CG. A prospective study of ocular hypertension and glaucoma after pediatric cataract surgery. *Ophthalmology*. 1995 Jul;102(7):1098–101.
16. Lloyd IC, Ashworth J, Biswas S, Abadi RV. Advances in the management of congenital and infantile cataract. *Eye Lond Engl*. 2007 Oct;21(10):1301–9.
17. Al-Dahmash S, Khan AO. Pediatric pseudophakic glaucoma following surgery for isolated childhood cataract. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Off J Int Soc Imaging Eye*. 2010 Aug;41(4):463–6.
18. Koc F, Kargi S, Biglan AW, Chu CT, Davis JS. The aetiology in paediatric aphakic glaucoma. *Eye Lond Engl*. 2006 Dec;20(12):1360–5.
19. Michael I, Shmoish M, Walton DS, Levenberg S. Interactions between trabecular meshwork cells and lens epithelial cells: a possible mechanism in infantile aphakic glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008 Sep;49(9):3981–7.
20. Michaelides M, Bunce C, Adams GGW. Glaucoma following congenital cataract surgery--the role of early surgery and posterior capsulotomy. *BMC Ophthalmol*. 2007;7:13.
21. Swamy BN, Billson F, Martin F, Donaldson C, Hing S, Jamieson R, et al. Secondary glaucoma after paediatric cataract surgery. *Br J Ophthalmol*. 2007 Dec;91(12):1627–30.
22. Asrani S, Freedman S, Hasselblad V, Buckley EG, Egbert J, Dahan E, et al. Does primary intraocular lens implantation prevent “aphakic” glaucoma in children? *J AAPOS Off Publ Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2000 Feb;4(1):33–9.
23. Astle WF, Alewenah O, Ingram AD, Paszuk A. Surgical outcomes of primary foldable intraocular lens implantation in children: understanding posterior opacification and the absence of glaucoma. *J Cataract Refract Surg*. 2009 Jul;35(7):1216–22.
24. Infant Aphakia Treatment Study Group, Lambert SR, Buckley EG, Drews-Botsch C, DuBois L, Hartmann E, et al. The infant aphakia treatment study: design and clinical measures at enrollment. *Arch Ophthalmol Chic Ill 1960*. 2010 Jan;128(1):21–7.
25. Freedman SF, Lynn MJ, Beck AD, Bothun ED, Öрге FH, Lambert SR, et al. Glaucoma-Related Adverse Events in the First 5 Years After Unilateral Cataract Removal in the Infant Aphakia Treatment Study. *JAMA Ophthalmol*. 2015 Aug;133(8):907–14.
26. Mataftsi A, Haidich A-B, Kokkali S, Rabiah PK, Birch E, Stager DR, et al. Postoperative glaucoma following infantile cataract surgery: an individual patient data meta-analysis. *JAMA Ophthalmol*. 2014 Sep;132(9):1059–67.
27. Kirwan C, O’Keefe M. Paediatric aphakic glaucoma. *Acta Ophthalmol Scand*. 2006 Dec;84(6):734–9.
28. Papadopoulos M, Cable N, Rahi J, Khaw PT, BIG Eye Study Investigators. The British Infantile and Childhood Glaucoma (BIG) Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007 Sep;48(9):4100–6.
29. Whitman MC, Vanderveen DK. Complications of pediatric cataract surgery. *Semin Ophthalmol*. 2014 Nov;29(5-6):414–20.

30. Trivedi RH, Wilson ME, Golub RL. Incidence and risk factors for glaucoma after pediatric cataract surgery with and without intraocular lens implantation. *J AAPOS Off Publ Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2006 Apr;10(2):117–23.
31. Chen TC, Bhatia LS, Halpern EF, Walton DS. Risk factors for the development of aphakic glaucoma after congenital cataract surgery. *Trans Am Ophthalmol Soc*. 2006;104:241–51.
32. Comer RM, Kim P, Cline R, Lyons CJ. Cataract surgery in the first year of life: aphakic glaucoma and visual outcomes. *Can J Ophthalmol J Can Ophthalmol*. 2011 Apr;46(2):148–52.
33. Ruddle JB, Staffieri SE, Crowston JG, Sherwin JC, Mackey DA. Incidence and predictors of glaucoma following surgery for congenital cataract in the first year of life in Victoria, Australia. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2013 Oct;41(7):653–61.
34. Lambert SR, Purohit A, Superak HM, Lynn MJ, Beck AD. Long-term risk of glaucoma after congenital cataract surgery. *Am J Ophthalmol*. 2013 Aug;156(2):355–61.e2.
35. Kirwan C, Lanigan B, O’Keefe M. Glaucoma in aphakic and pseudophakic eyes following surgery for congenital cataract in the first year of life. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 2010 Feb;88(1):53–9.
36. Zetterberg M, Nyström A, Kalaboukhova L, Magnusson G. Outcome of surgical treatment of primary and secondary glaucoma in young children. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 2015 May;93(3):269–75.
37. Jones L, Sung V, Lascaratos G, Nagi H, Holder R. Intraocular pressures after ketamine and sevoflurane in children with glaucoma undergoing examination under anaesthesia. *Br J Ophthalmol*. 2010 Jan;94(1):33–5.
38. Dominguez A, Garcia-Miguel FJ, Alsina E, Gilsanz F. Intraocular pressure measurement in children under general anaesthesia with sevoflurane. *Eur J Anaesthesiol*. 2009 Sep;26(9):801–3.
39. Lim Z, Muir KW, Duncan L, Freedman SF. Acquired central corneal thickness increase following removal of childhood cataracts. *Am J Ophthalmol*. 2011 Mar;151(3):434–41.e1.
40. Simsek T, Mutluay AH, Elgin U, Gursel R, Batman A. Glaucoma and increased central corneal thickness in aphakic and pseudophakic patients after congenital cataract surgery. *Br J Ophthalmol*. 2006 Sep;90(9):1103–6.
41. Simon JW, O’Malley MR, Gandham SB, Ghaiy R, Zabal-Ratner J, Simmons ST. Central corneal thickness and glaucoma in aphakic and pseudophakic children. *J AAPOS Off Publ Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2005 Aug;9(4):326–9.
42. Morrison DG, Lynn MJ, Freedman SF, Orge FH, Lambert SR, Infant Aphakia Treatment Study Group. Corneal Changes in Children after Unilateral Cataract Surgery in the Infant Aphakia Treatment Study. *Ophthalmology*. 2015 Nov;122(11):2186–92.
43. Bayoumi NHL. Surgical Management of Glaucoma After Congenital Cataract Surgery. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2015 Aug;52(4):213–20.
44. Tatham A, Odedra N, Tayebjee S, Anwar S, Woodruff G. The incidence of glaucoma following paediatric cataract surgery: a 20-year retrospective study. *Eye Lond Engl*. 2010 Aug;24(8):1366–75.

45. Chen TC, Chen PP, Francis BA, Junk AK, Smith SD, Singh K, et al. Pediatric glaucoma surgery: a report by the American Academy Of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2014 Nov;121(11):2107–15.
46. Lambert SR. Treatment of congenital cataract. *Br J Ophthalmol*. 2004 Jul;88(7):854–5.
47. Vasavada VA, Dixit NV, Ravat FA, Praveen MR, Shah SK, Vasavada V, et al. Intraoperative performance and postoperative outcomes of cataract surgery in infant eyes with microphthalmos. *J Cataract Refract Surg*. 2009 Mar;35(3):519–28.
48. Praveen MR, Vasavada AR, Shah SK, Khamar MB, Trivedi RH. Long-term postoperative outcomes after bilateral congenital cataract surgery in eyes with microphthalmos. *J Cataract Refract Surg*. 2015 Sep;41(9):1910–8.
49. Rabiah PK. Frequency and predictors of glaucoma after pediatric cataract surgery. *Am J Ophthalmol*. 2004 Jan;137(1):30–7.
50. Sahin A, Caça I, Cingü AK, Türkcü FM, Yüksel H, Sahin M, et al. Secondary glaucoma after pediatric cataract surgery. *Int J Ophthalmol*. 2013;6(2):216–20.
51. Khan AO, Al-Dahmash S. Lack of glaucoma following infantile cataract surgery with primary posterior chamber intraocular lens implantation. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Off J Int Soc Imaging Eye*. 2010 Aug;41(4):459–62.
52. Wong IBY, Sukthankar VD, Cortina-Borja M, Nischal KK. Incidence of early-onset glaucoma after infant cataract extraction with and without intraocular lens implantation. *Br J Ophthalmol*. 2009 Sep;93(9):1200–3.
53. Beck AD, Freedman SF, Lynn MJ, Bothun E, Neely DE, Lambert SR, et al. Glaucoma-related adverse events in the Infant Aphakia Treatment Study: 1-year results. *Arch Ophthalmol Chic Ill* 1960. 2012 Mar;130(3):300–5.
54. Infant Aphakia Treatment Study Group, Lambert SR, Lynn MJ, Hartmann EE, DuBois L, Drews-Botsch C, et al. Comparison of contact lens and intraocular lens correction of monocular aphakia during infancy: a randomized clinical trial of HOTV optotype acuity at age 4.5 years and clinical findings at age 5 years. *JAMA Ophthalmol*. 2014 Jun;132(6):676–82.
55. Speeg-Schatz C, Flament J, Weissrock M. Congenital cataract extraction with primary aphakia and secondary intraocular lens implantation in the ciliary sulcus. *J Cataract Refract Surg*. 2005 Apr;31(4):750–6.
56. Plager DA, Lynn MJ, Buckley EG, Wilson ME, Lambert SR, Infant Aphakia Treatment Study Group. Complications in the first 5 years following cataract surgery in infants with and without intraocular lens implantation in the Infant Aphakia Treatment Study. *Am J Ophthalmol*. 2014 Nov;158(5):892–8.
57. Tadros D, Trivedi RH, Wilson ME. Primary versus secondary IOL implantation following removal of infantile unilateral congenital cataract: outcomes after at least 5 years. *J AAPOS Off Publ Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2016 Feb;20(1):25–9.

58. Bothun ED, Guo Y, Christiansen SP, Summers CG, Anderson JS, Wright MM, et al. Outcome of angle surgery in children with aphakic glaucoma. *J AAPOS Off Publ Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2010 Jun;14(3):235–9.
59. Al-Obeidan SA, Osman EE-DA, Dewedar AS, Kestelyn P, Mousa A. Efficacy and safety of deep sclerectomy in childhood glaucoma in Saudi Arabia. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 2014 Feb;92(1):65–70.
60. Morales J, Al Shahwan S, Al Odhayb S, Al Jadaan I, Edward DP. Current surgical options for the management of pediatric glaucoma. *J Ophthalmol*. 2013;2013:763735.
61. Lin H, Chen W, Luo L, Zhang X, Chen J, Lin Z, et al. Ocular hypertension after pediatric cataract surgery: baseline characteristics and first-year report. *PloS One*. 2013;8(7):e69867.
62. Egbert JE, Christiansen SP, Wright MM, Young TL, Summers CG. The natural history of glaucoma and ocular hypertension after pediatric cataract surgery. *J AAPOS Off Publ Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2006 Feb;10(1):54–7.

7. Tables and figures

Table 1: Comparison between secondary glaucoma (SG) of bilateral and unilateral groups (Exact Wilcoxon Rank Sum Test) (n = 31 eyes)

Variable	All SG	SG of bilateral cataract	SG of unilateral cataract	p-value
Number of eyes (%)	31 (12.9)	27 (18.2)	4 (4.3)	0.001
Number of children (%)	23 (13.7)	19 (25.7)	4 (4.3)	< 0.0001
Median age at surgery (months) (IQR; range)	2.8	3.2 (3.6; 1.3-10.5)	2.1 (1.4; 1.6-5.1)	0.37
Median follow-up (years) (IQR; range)	8.2	8.7 (4.4; 0.7-12.4)	7.2 (3.5; 1.3-10.5)	0.44
Median delay onset of SG (years) (IQR; range)	3.0	3.0 (7.1; 0.2-11.7)	2.7 (5.2; 0.2-6.0)	0.54

IQR: interquartile interval; range: minimum-maximum

Table 2: Univariate analysis (Cox Regression) of association between variables of interest and occurrence of secondary glaucoma (SG) (n = 241 eyes)

Variable	p-value	HR (95% CI)
Axial length < 16.5 mm	0,04	2.4 (1.0-5.5)
Surgery before 3 months of age	0.01	2.5 (1.2-5.3)
Microphthalmia	0.0003	3.6 (1.7-7.6)
Bilateral cataract	0.008	3.8 (1.3-1.0)
Use of Blue dye	0.01	4.4 (1.7-11.8)
Additional surgery for postoperative complication	0.009	5.5 (1.3-23.0)
Familial history of SG	< 0.0001	8.4 (3.2-22.0)
PFV	0.1	0.4 (0.6-1.3)
IOL sulcus implantation	0.3	0.6 (0.3-1.4)
Surgical complications	0.5	0.6 (0.1-2.6)

HR: hazard ratio; CI: confidence interval; PFV: persistence of foetal vasculature; IOL: intraocular lens

Table 3: Treatment of glaucomatous eyes, comparison between 2 groups: surgical treatment and glaucoma medications (Exact Wilcoxon Rank Sum Test and Fisher exact test) (n = 31 eyes)

	SG eyes	Medications	Surgery	p-value
N eyes (%)	31 (100%)	14 (45%)	17 (55%)	-
- <i>Early SG < 1 year</i>	11 (35%)	1 (7%)	10 (59%)	0.007
Time between cataract surgery and SG in years (mean ± SD)	3.7 (±3.4)	4.3 (±3.4)	2.9 (±2.8)	0.3
N sight-threatening complications (%)	9 (29%)	1 (7%)	8 (47%)	0.02
N controlled SG	20 (65%)	10 (71%)	10 (59%)	0.7
- <i>With glaucoma medications</i>	15 (75%)	10 (100%)	5 (50%)	0,03
Final VA in log MAR (Mean ± SD)	1.1 (±1.0)	1.1 (±0.9)	1.3(±0.9)	0.4

SD: standard deviation

Table 4: Descriptive data in the surgical group (n = 17 eyes)

Surgery group	
N eyes (%)	17
- <i>Surgery first</i>	6 (35%)
- <i>> 1 surgery</i>	9 (53%)
- <i>> 2 surgeries</i>	6 (35%)
Time between SG diagnosis and first surgery in years (mean ± SD)	1.0 (1.6)
First surgical procedure (%)	
- <i>Trabeculectomy</i>	10 (59%)
- <i>Ahmed drainage implant</i>	2 (12%)
- <i>Diode laser</i>	5 (29%)
Second or third surgical procedure (%)	
- <i>Trabeculectomy or needling</i>	2 (6%)
- <i>Ahmed drainage implant or valve revision</i>	7 (23%)
- <i>Diode laser</i>	22 (71%)

SD: standard deviation

Figure 1: Kaplan-Meier curve showing the survival of eyes (% , n = 241 eyes) without secondary glaucoma over time (years). The graph is truncated at a follow-up of 10 years.

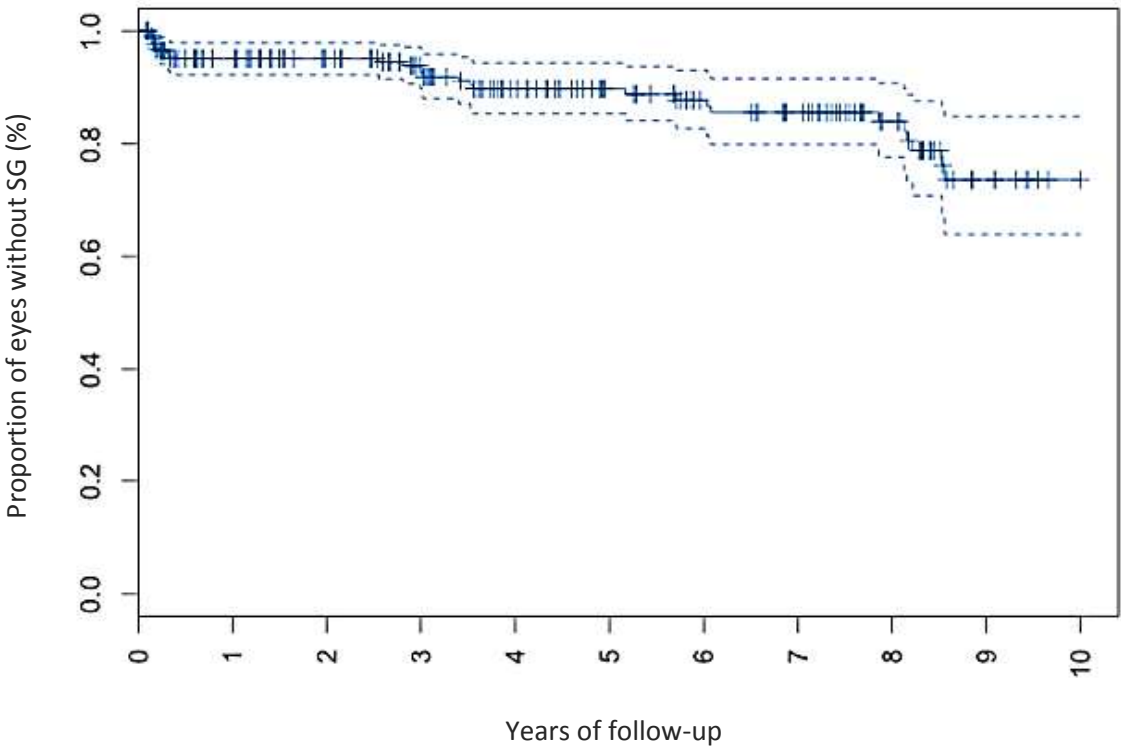


Figure 2: Estimated linear incidence rate of secondary glaucoma: 2.6 new cases/100 eyes/year. . Overall cumulative incidence was 26.4% for eyes, with median follow-up of 10 years.

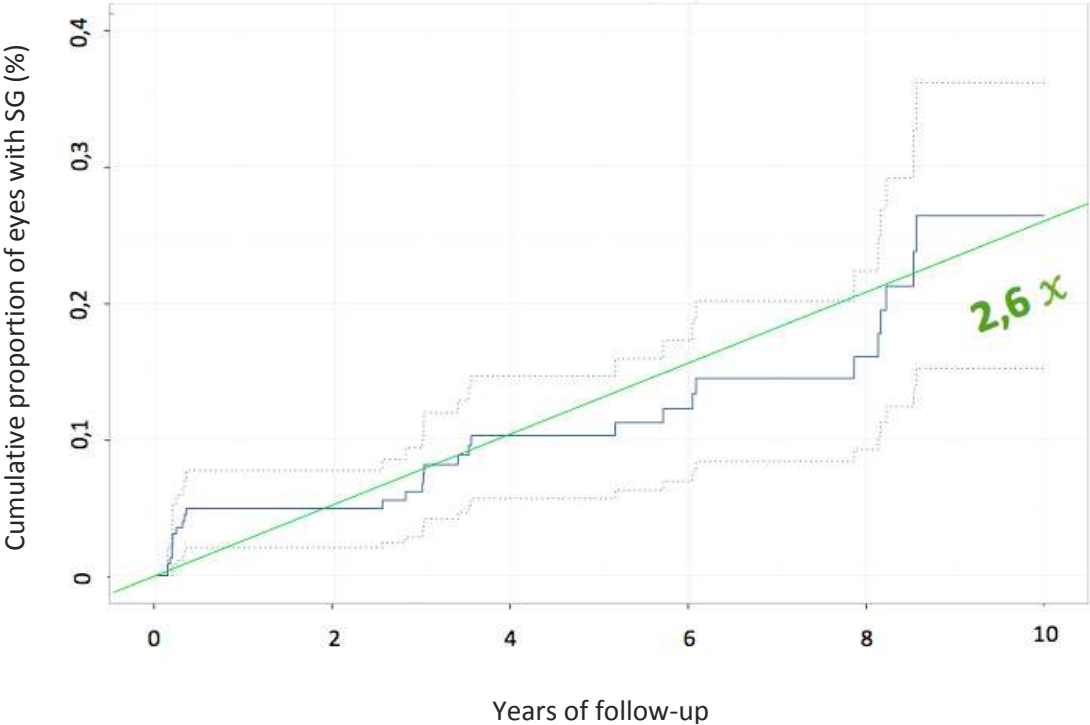


Figure 3: Boxplot of final visual acuity (VA) of cataract surgery in the first year of life according to the occurrence of secondary glaucoma or not. VA data were collected from children older than 5 years old at the last visit ($n = 130$ eyes, 54%). Glaucoma was associated with worse vision in the affected eye ($p = 0.001$). Horizontal bars refer to median and corresponding interquartile range. A colour point notes means. (Exact Wilcoxon Rank Sum Test)

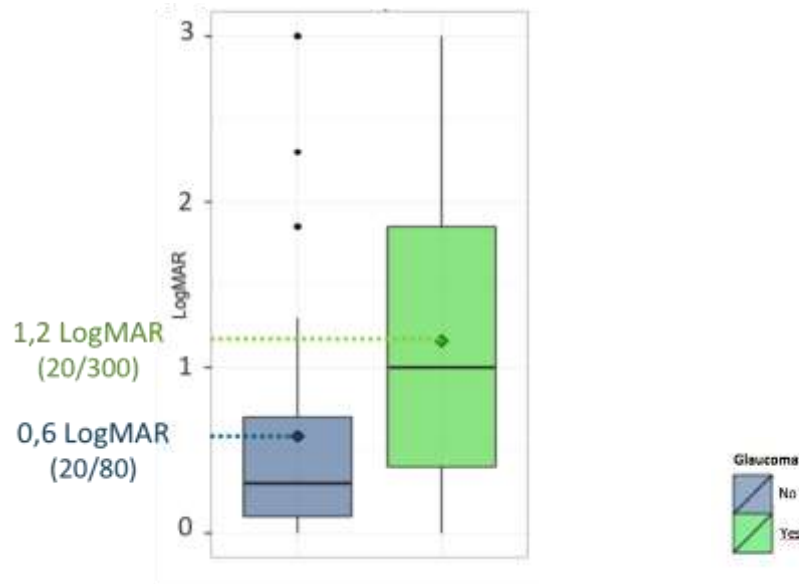


Figure 4: Boxplot of final visual acuity of eyes with and without secondary glaucoma. Glaucoma was associated with worse vision both in uni and bilateral cataracts (respectively $p = 0.04$ and $p = 0.01$). Horizontal bars refer to median and corresponding interquartile range. A colour point notes means. (Exact Wilcoxon Rank Sum Test)

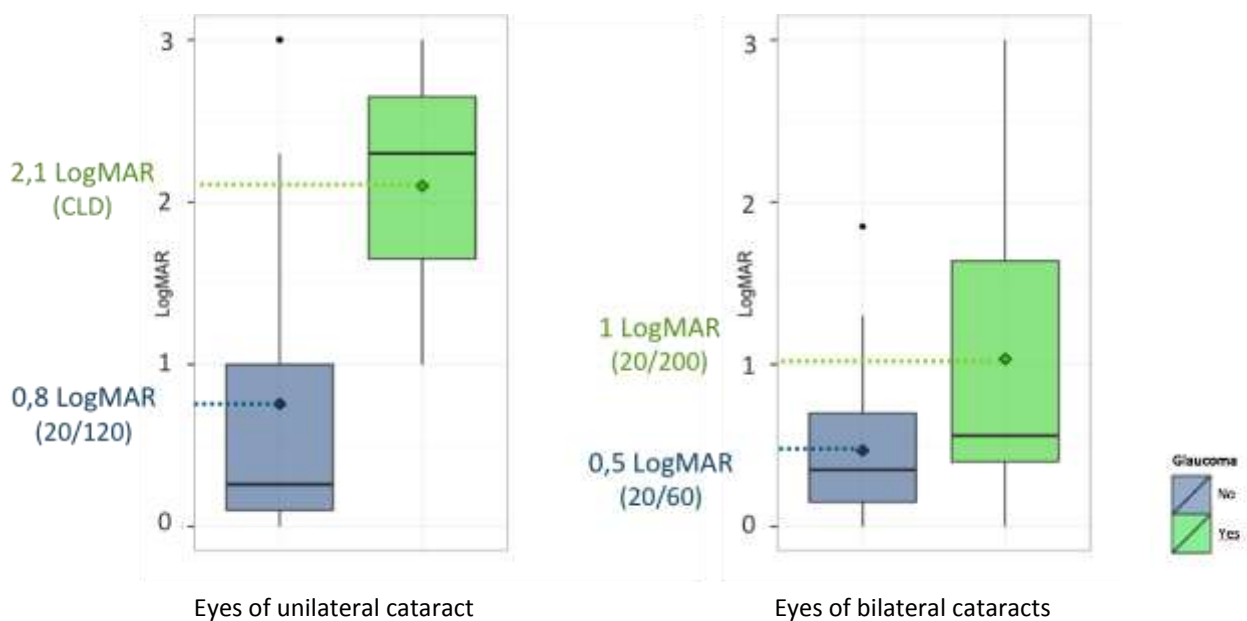
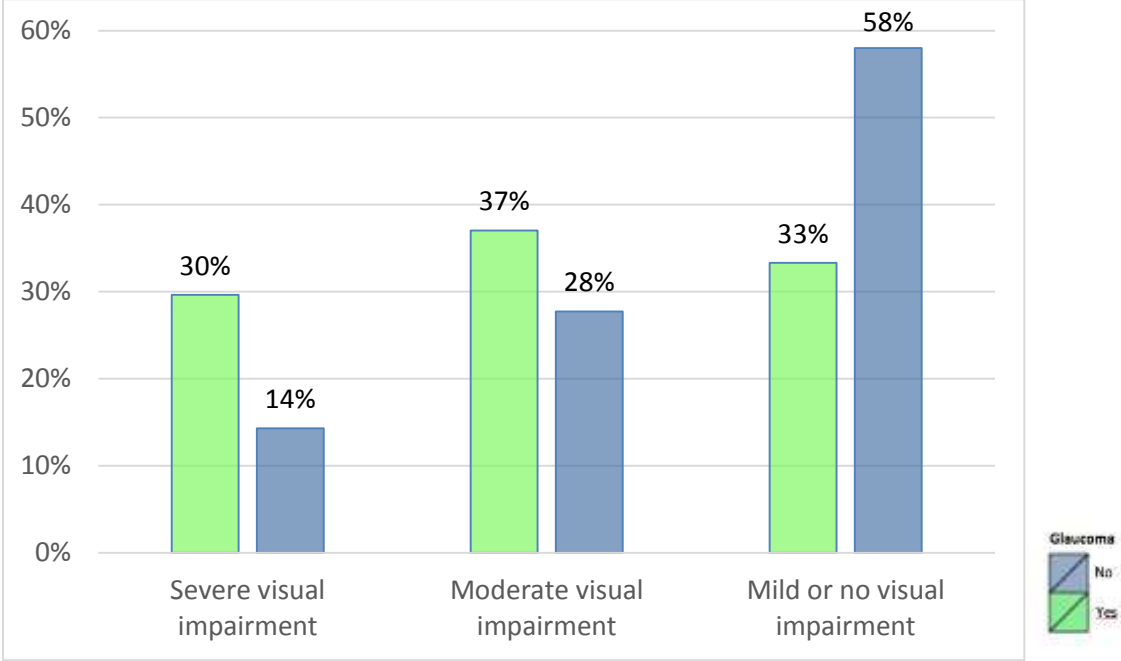


Figure 5: Final visual outcomes after congenital cataract surgery: comparison between eyes with and without secondary glaucoma, using the World Health Organization scale for visual impairment. (n = 28 SG eyes and n = 102 eyes without SG)



Severe visual impairment: VA < 20/200 (6/60 or 1/10 Snellen equivalent)

Moderate visual impairment: VA ≥ 20/200 (6/60 or 1/10 Snellen equivalent)

Mild or no visual impairment: VA ≥ 20/70 (6/18 or 3/10 Snellen equivalent)

VU

NANCY, le 18 mai 2016

Le Président de Thèse

NANCY, le 23 mai 2016

Le Doyen de la Faculté de Médecine

Professeur Jean-Luc GEORGE

Professeur Marc BRAUN

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE/ 9190

NANCY, le 26 mai 2016

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE,

Professeur Pierre MUTZENHARDT

Résumé de la thèse

Introduction : Les cataractes congénitales obturantes sont fortement amblyogènes et nécessitent une intervention rapide. L'implantation primaire est de plus en plus systématique. Le glaucome secondaire est une complication sévère pouvant compromettre la fonction visuelle. Il s'agit d'un diagnostic difficile, sans définition consensuelle chez l'enfant. Le but de cette étude était de déterminer le risque de survenue d'un glaucome après chirurgie de cataracte congénitale et de préciser le devenir de ces yeux glaucomeux.

Matériels et Méthodes : Etude rétrospective de tous les yeux opérés avant l'âge d'un an de cataracte congénitale uni ou bilatérale avec implantation primaire entre janvier 2003 et décembre 2012 à la Fondation Rothschild (Paris). Le critère de jugement principal pour le diagnostic de glaucome secondaire était l'instauration d'un traitement médical hypotonisant au long cours ou la réalisation d'une chirurgie anti-glaucomeuse en post-opératoire.

Résultats : Un total de 241 yeux de 167 patients ont été opérés pendant cette période. Le suivi médian était de 4,2ans. 31 yeux (12,9%) de 23 patients ont développé un glaucome avec un risque de survenue linéaire dans le temps. Le délai d'apparition médian était de 3 ans. L'âge à la chirurgie et la microphthalmie étaient des facteurs de risque significativement associés à la survenue de cette complication. Au cours du suivi, 17/31 yeux ont nécessité au moins une intervention chirurgicale. Lors du dernier contrôle, la pression était contrôlée dans 20/31 yeux. L'acuité visuelle était significativement plus faible dans le groupe des yeux glaucomeux, en moyenne de 20/300 vs 20/80.

Discussion : La prévalence du glaucome du pseudophaque retrouvée dans notre étude est comparable aux autres études de la littérature. L'implantation n'a pas d'influence sur l'apparition de cette complication. Il s'agit d'une pathologie sévère présentant des similarités avec le glaucome congénital, notamment compte tenu des difficultés thérapeutiques et de la fréquence d'un recours chirurgical.

Conclusion : La prise en charge thérapeutique des cataractes congénitales obturantes nécessite une optimisation du délai chirurgical. La chirurgie précoce, pertinente en terme de pronostic fonctionnel, expose à un risque accru de glaucome secondaire et exige une surveillance à long terme de la pression oculaire.

Titre en anglais : Glaucoma after early congenital cataract surgery and primary implantation: A retrospective study of 167 children

Thèse de Médecine spécialisée en Ophtalmologie – Année 2016.

Mots clés : Glaucome secondaire, Cataracte congénitale, Epidémiologie

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

Faculté de Médecine de Nancy
9, avenue de la Forêt de Haye
54505 VANDOEUVRE LES NANCY Cedex
