

Année 2021/2022

N°

Thèse

Pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

Diplôme d'État

par

Valère BARROT

Né le 5 août 1992 à Paris (75014)

TITRE

VISUAL FLOW : Analyse des conséquences ophtalmologiques du traitement d'un anévrisme carotidien par un stent à diversion de flux couvrant l'origine de l'artère ophtalmique chez des patients bénéficiant d'une double antiagrégation par aspirine et ticagrelor.

Présentée et soutenue publiquement le 13 octobre 2022 devant un jury composé de :

Président du Jury : Professeur Jean-Philippe COTTIER, Radiologie et imagerie médicale, Faculté de Médecine -Tours

Membres du Jury :

Professeur Aymeric ROUCHAUD, Radiologie et Imagerie Médicale, Faculté de Médecine - Limoges

Docteur Raoul Kanav KHANNA, Ophtalmologie, CCA, Faculté de Médecine -Tours

Directeur de thèse : **Docteur Kevin JANOT, Radiologie et Imagerie Médicale, PH, CHU-Tours**

TITRE

VISUAL FLOW : Analyse des conséquences ophtalmologiques du traitement d'un anévrisme carotidien par un stent à diversion de flux couvrant l'origine de l'artère ophtalmique chez des patients bénéficiant d'une double antiagrégation par aspirine et ticagrelor.

RESUME

INTRODUCTION

L'objectif de notre travail était d'analyser les conséquences ophtalmologiques du traitement d'un anévrisme carotidien par un stent à diversion de flux couvrant l'origine de l'artère ophtalmique chez des patients bénéficiant d'une double antiagrégation par aspirine et ticagrelor.

MATERIEL ET METHODES

De janvier 2021 à juin 2022, les patients traités d'un anévrisme carotidien par un stent à diversion de flux au CHRU de Tours pouvaient être inclus de manière prospective dans notre étude. Les patients inclus ont bénéficié d'un examen ophtalmologique systématique avant l'embolisation de leur anévrisme, dans les 15 jours après l'embolisation et enfin à 6 mois de l'embolisation. Tous les patients traités ont reçu une double antiagrégation plaquettaire par aspirine et ticagrelor pendant 3 mois suivi d'une monothérapie par aspirine seule.

RESULTATS

17 patients ont été inclus pour le moment (dont 9 ayant bénéficié d'un suivi complet à 6 mois). Aucun des patients n'a rapporté de plainte visuelle en postopératoire. Le fond d'œil de 5 patients (29%) était pourtant pathologique du côté traité dans les 15 premiers jours suivant le traitement de l'anévrisme (nodules cotonneux retrouvés chez 5 patients (29%), hémorragies rétinienne retrouvées chez 2 patients (12%), aucune complication thrombo-embolique). Toutes les anomalies décrites sur le fond d'œil réalisé en postopératoire ont été régressives à 6 mois pour les patients suivis.

CONCLUSION

Le recouvrement de l'ostium de l'artère ophtalmique par un stent à diversion de flux lors du traitement d'un anévrisme intracrânien peut être responsable de complications ophtalmologiques. Un tiers des patients de notre cohorte ont présenté des anomalies précoces au fond d'œil réalisé après l'embolisation, même si celles-ci étaient asymptomatiques et ont toutes été régressives à 6 mois. Aucune complication embolique rétinienne n'a été observée.

Mots clés : Anévrisme, ophtalmologie, *flow-diverter*, radiologie interventionnelle, NRI, neuroradiologie, neuroradiologie interventionnelle

TITLE

VISUAL FLOW: Analysis of the ophthalmologic consequences of carotid aneurysm treatment with a flow-diverting stent covering the origin of the ophthalmic artery in patients receiving double antiaggregation with aspirin and ticagrelor.

SUMMARY:

INTRODUCTION

The objective of our work was to analyze the ophthalmological consequences of treatment of a carotid aneurysm with a flow-diverting stent covering the origin of the ophthalmic artery in patients receiving dual antiplatelet therapy with aspirin and ticagrelor.

MATERIALS AND METHODS

From January 2021 to June 2022, patients treated for carotid aneurysm with a flow-diverter stent at the CHRU de Tours could be prospectively included in our study. Included patients underwent a systematic ophthalmological examination before embolization of their aneurysm, within 15 days after embolization, and finally at 6 months after embolization. All treated patients received dual antiplatelet therapy with aspirin and ticagrelor for 3 months followed by aspirin monotherapy alone.

RESULTS

17 patients were included at this time (9 of whom had a full 6-month follow-up). None of the patients reported visual complaints postoperatively. However, the fundus of 5 patients (29%) was pathological on the treated side within the first 15 days after treatment of the aneurysm (cottony nodules found in 5 patients (29%), retinal hemorrhages found in 2 patients (12%), no thrombo-embolic complications). All the abnormalities described on the postoperative fundus were regressive at 6 months for the followed patients.

CONCLUSION

Covering the ostium of the ophthalmic artery with a flow-diverting stent during treatment of an intracranial aneurysm is not trivial and may be responsible for ophthalmologic complications; all patients were asymptomatic but 29% of the patients in our cohort presented early abnormalities on the fundus performed after embolization, although all of these were regressive at 6 months.

Key words: Aneurysm, ophthalmology, flow-diverter, interventional radiology, NRI, neuroradiology

**UNIVERSITE DE TOURS
FACULTE DE MEDECINE DE TOURS**

DOYEN

Pr Patrice DIOT

VICE-DOYEN

Pr Henri MARRET

ASSESEURS

Pr Denis ANGOULVANT, P dagogie
Pr Mathias BUCHLER, Relations internationales
Pr Theodora BEJAN-ANGOULVANT, Moyens – relations avec l'Universit 
Pr Clarisse DIBAO-DINA, Médecine générale
Pr François MAILLOT, Formation Médicale Continue
Pr Patrick VOUREC'H, Recherche

RESPONSABLE ADMINISTRATIVE

Mme Carole ACCOLAS

DOYENS HONORAIRES

Pr Emile ARON (†) – 1962-1966
Directeur de l'Ecole de Médecine - 1947-1962
Pr Georges DESBUQUOIS (†) - 1966-1972
Pr André GOUAZE (†) - 1972-1994
Pr Jean-Claude ROLLAND – 1994-2004
Pr Dominique PERROTIN – 2004-2014

PROFESSEURS EMERITES

Pr Daniel ALISON
Pr Philippe COLOMBAT
Pr Etienne DANQUECHIN-DORVAL
Pr Pascal DUMONT
Pr Bernard FOUQUET
Pr Yves GRUEL
Pr Gérard LORETTE
Pr Dominique PERROTIN
Pr Philippe ROSSET

PROFESSEURS HONORAIRES

P. ANTHONIOZ – P. ARBEILLE – A. AUDURIER – A. AUTRET – P. BAGROS – C. BARTHELEMY – J.L. BAULIEU – C. BERGER – JC. BESNARD – P. BEUTTER – G. BODY – C. BONNARD – P. BONNET – P. BOUGNOUX – P. BURDIN – L. CASTELLANI – J. CHANDENIER – A. CHANTEPIE – B. CHARBONNIER – P. CHOUTET – T. CONSTANS – C. COUET – L. DE LA LANDE DE CALAN – J.P. FAUCHIER – F. FETISSOF – J. FUSCIARDI – P. GAILLARD – G. GINIES – D. GOGA – A. GOUDEAU – J.L. GUILMOT – O. HAILLOT – N. HUTEN – M. JAN – J.P. LAMAGNERE – F. LAMISSE – Y. LANSON – O. LE FLOCH – Y. LEBRANCHU – E. LECA – P. LECOMTE – AM. LEHR-DRYLEWICZ – E. LEMARIE – G. LEROY – M. MARCHAND – C. MAURAGE – C. MERCIER – J. MOLINE – C. MORAIN – J.P. MUH – J. MURAT – H. NIVET – L.

POURCELOT – R. QUENTIN – P. RAYNAUD – D. RICHARD-LENOBLE – A. ROBIER –
 J.C. ROLLAND – D. ROYERE - A. SAINDELLE – E. SALIBA – J.J. SANTINI – D.
 SAUVAGE – D. SIRINELLI – J. WEILL

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

ANDRES Christian	Biochimie et biologie moléculaire
ANGOULVANT Denis	Cardiologie
APETOH Lionel	Immunologie
AUPART Michel	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BABUTY Dominique	Cardiologie
BAKHOS David	Oto-rhino-laryngologie
BALLON Nicolas	Psychiatrie ; addictologie
BARBIER François	Médecine intensive et réanimation
BARILLOT Isabelle	Cancérologie ; radiothérapie
BARON Christophe	Immunologie
BEJAN-ANGOULVANT Théodora	Pharmacologie clinique
BERHOUE Julien	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BERNARD Anne	Cardiologie
BERNARD Louis	Maladies infectieuses et maladies tropicales
BLANCHARD-LAUMONNIER Emmanuelle	Biologie cellulaire
BLASCO Hélène	Biochimie et biologie moléculaire
BONNET-BRILHAULT Frédérique	Physiologie
BOURGUIGNON Thierry	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BRILHAULT Jean	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BRUNEREAU Laurent	Radiologie et imagerie médicale
BRUYERE Franck	Urologie
BUCHLER Matthias	Néphrologie
CALAIS Gilles	Cancérologie, radiothérapie
CAMUS Vincent	Psychiatrie d'adultes
CORCIA Philippe	Neurologie
COTTIER Jean-Philippe	Radiologie et imagerie médicale
DEQUIN Pierre-François	Thérapeutique
DESMIDT Thomas	Psychiatrie
DESOUBEAUX Guillaume	Parasitologie et mycologie
DESTRIEUX Christophe	Anatomie
DI GUISTO Caroline	Gynécologie obstétrique
DIOT Patrice	Pneumologie
DU BOUEXIC de PINIEUX Gonzague	Anatomie & cytologie pathologiques
DUCLUZEAU Pierre-Henri	Endocrinologie, diabétologie, et nutrition
EL HAGE Wissam	Psychiatrie adultes
EHRMANN Stephan	Médecine intensive – réanimation
FAUCHIER Laurent	Cardiologie
FAVARD Luc	Chirurgie orthopédique et traumatologique
FOUGERE Bertrand	Gériatrie
FRANCOIS Patrick	Neurochirurgie
FROMONT-HANKARD Gaëlle	Anatomie & cytologie pathologiques
GATAULT Philippe	Néphrologie
GAUDY-GRAFFIN Catherine	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
GOUPILLE Philippe	Rhumatologie
GUERIF Fabrice	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
GUILLOIN Antoine	Médecine intensive – réanimation

GUILLOM-GRAMMATICO Leslie	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
GUYETANT Serge	Anatomie et cytologie pathologiques
GYAN Emmanuel	Hématologie, transfusion
HALIMI Jean-Michel	Thérapeutique
HANKARD Régis	Pédiatrie
HERAULT Olivier	Hématologie, transfusion
HERBRETEAU Denis	Radiologie et imagerie médicale
HOURIOUX Christophe	Biologie cellulaire
IVANES Fabrice	Physiologie
LABARTHE François	Pédiatrie
LAFFON Marc	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale, médecine d'urgence
LARDY Hubert	Chirurgie infantile
LARIBI Saïd	Médecine d'urgence
LARTIGUE Marie-Frédérique	Bactériologie-virologie
LAURE Boris	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
LECOMTE Thierry	Gastroentérologie, hépatologie
LEGRAS Antoine	Chirurgie thoracique
LESCANNE Emmanuel	Oto-rhino-laryngologie
LINASSIER Claude	Cancérologie, radiothérapie
MACHET Laurent	Dermato-vénéréologie
MAILLOT François	Médecine interne
MARCHAND-ADAM Sylvain	Pneumologie
MARRET Henri	Gynécologie-obstétrique
MARUANI Annabel	Dermatologie-vénéréologie
MEREGHETTI Laurent	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
MITANCHEZ Delphine	Pédiatrie
MORINIERE Sylvain	Oto-rhino-laryngologie
MOUSSATA Driffa	Gastro-entérologie
MULLEMAN Denis	Rhumatologie
ODENT Thierry	Chirurgie infantile
OUAISSI Mehdi	Chirurgie digestive
OULDAMER Lobna	Gynécologie-obstétrique
PAINTAUD Gilles	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
PATAT Frédéric	Biophysique et médecine nucléaire
PERROTIN Franck	Gynécologie-obstétrique
PISELLA Pierre-Jean	Ophthalmologie
PLANTIER Laurent	Physiologie
REMERAND Francis	Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence
ROINGEARD Philippe	Biologie cellulaire
RUSCH Emmanuel	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
SAINT-MARTIN Pauline	Médecine légale et droit de la santé
SALAME Ephrem	Chirurgie digestive
SAMIMI Mahtab	Dermatologie-vénéréologie
SANTIAGO-RIBEIRO Maria	Biophysique et médecine nucléaire
THOMAS-CASTELNAU Pierre	Pédiatrie
TOUTAIN Annick	Génétique
VAILLANT Loïc	Dermato-vénéréologie

VELUT StéphaneAnatomie
VOURC'H PatrickBiochimie et biologie moléculaire
WATIER HervéImmunologie
ZEMMOURA IlyessNeurochirurgie

PROFESSEUR DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

DIBAO-DINA Clarisse
LEBEAU Jean-Pierre

PROFESSEURS ASSOCIES

MALLET Donatien Soins palliatifs
ROBERT Jean Médecine Générale

PROFESSEUR CERTIFIE DU 2ND DEGRE

MC CARTHY CatherineAnglais

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS

HOSPITALIERS

AUDEMARD-VERGER Alexandra Médecine interne
BARBIER Louise..... Chirurgie digestive
BINET Aurélien Chirurgie infantile
BISSON Arnaud Cardiologie (CHRO)
BRUNAUT Paul Psychiatrie d'adultes, addictologie
CAILLE Agnès Biostat., informatique médical et technologies
de communication
CARVAJAL-ALLEGRIA Guillermo Rhumatologie (au 01/10/2021)
CLEMENTY Nicolas Cardiologie
DENIS Frédéric Odontologie
DOMELIER Anne-Sophie Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
DUFOUR Diane Biophysique et médecine nucléaire
ELKRIEF Laure Hépatologie – gastroentérologie
FOUQUET-BERGEMER Anne-Marie Anatomie et cytologie pathologiques
GOUILLEUX Valérie Immunologie
HOARAU Cyrille Immunologie
LE GUELLEC Chantal Pharmacologie fondamentale, pharmacologie
clinique
LEFORT Bruno Pédiatrie
LEMAIGNEN Adrien Maladies infectieuses
MACHET Marie-Christine Anatomie et cytologie pathologiques
MOREL Baptiste Radiologie pédiatrique
PARE Arnaud Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
PIVER Éric Biochimie et biologie moléculaire
ROUMY Jérôme Biophysique et médecine nucléaire
SAUTENET Bénédicte Thérapeutique
STANDLEY-MIQUELESTORENA Elodie Anatomie et cytologie pathologiques
STEFIC Karl Bactériologie
TERNANT David Pharmacologie fondamentale, pharmacologie
clinique
VAYNE Caroline Hématologie, transfusion
VUILLAUME-WINTER Marie-Laure Génétique

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

AGUILLON-HERNANDEZ Nadia Neurosciences
NICOGLOU Antonine Philosophie – histoire des sciences et des techniques
PATIENT Romuald..... Biologie cellulaire
RENOUX-JACQUET Cécile Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES

AUMARECHAL Alain..... Médecine Générale
BARBEAU Ludivine Médecine Générale
CHAMANT Christelle Médecine Générale
ETTORI-AJASSE Isabelle Médecine Générale
PAUTRAT Maxime Médecine Générale
RUIZ Christophe Médecine Générale
SAMKO Boris Médecine Générale

CHERCHEURS INSERM - CNRS - INRAE

BECKER Jérôme Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BOUAKAZ Ayache Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BRIARD Benoit Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
CHALON Sylvie Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
DE ROCQUIGNY Hugues Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
ESCOFFRE Jean-Michel Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
GILOT Philippe Chargé de Recherche Inrae – UMR Inrae 1282
GOUILLEUX Fabrice Directeur de Recherche CNRS – EA 7501 - ERL CNRS 7001
GOMOT Marie Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
GUEGUINOU Maxime Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1069
HEUZE-VOURCH Nathalie Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
KORKMAZ Brice Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
LATINUS Marianne Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
LAUMONNIER Frédéric Chargé de Recherche Inserm - UMR Inserm 1253
LE MERREUR Julie Directrice de Recherche CNRS – UMR Inserm 1253
MAMMANO Fabrizio Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
MEUNIER Jean-Christophe Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259

PAGET Christophe Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
RAOUL William Chargé de Recherche Inserm – UMR CNRS 1069
SI TAHAR Mustapha Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
SUREAU Camille Directrice de Recherche émérite CNRS – UMR Inserm 1259
WARDAK Claire Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253

CHARGES D'ENSEIGNEMENT

Pour l'Ecole d'Orthophonie

DELORE Claire Orthophoniste
GOUIN Jean-Marie Praticien Hospitalier

Pour l'Ecole d'Orthoptie

BOULNOIS Sandrine Orthoptiste

Pour l'Ethique Médicale

BIRMELE Béatrice Praticien Hospitalier

Serment d'Hippocrate

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples et selon la tradition d'Hippocrate, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent, et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

Remerciements

Au Professeur **Jean-Philippe Cottier**, merci de me faire l'honneur de présider mon jury de thèse. Merci pour votre accessibilité lors de ces années d'internat. Merci pour vos enseignements et votre simplicité en vacation comme en garde.

Au Professeur **Aymeric Rouchaud**, merci d'avoir accepté de participer au jury de cette thèse. La lecture de vos travaux est toujours enrichissante, j'ai essayé de m'en approcher dans cet exercice.

Au Professeur **Denis Herbreteau**, vous avez participé à mon attrait pour votre discipline. Merci de vos conseils, qu'ils soient pour la vie professionnelles ou pour la vie privée.

Au Docteur **Kevin Janot**, merci de m'avoir proposé ce sujet ambitieux et de m'avoir accompagné tout au long de la thèse. Ce projet continu et je sais que tu seras là pour y prendre part. Merci de m'avoir accompagné depuis ma première ponction d'artère, tu es un exemple de réussite et un modèle pour le post-internat.

Au Docteur **Raoul Kanav Khanna**, merci pour cette collaboration sans laquelle cette étude n'aurait pu être possible. Merci pour ta rigueur et tes remarques pertinentes.

À **Sophie Catanèse**, merci pour tes remarques sur ce travail et ton aide devant mes incompréhensions en ophtalmologie.

À mon **Père**, tu as parfaitement réussi à nous transmettre tes valeurs de travail. Par le dépassement de soi dans le sport, l'ouverture d'esprit par les voyages, et par ta culture inépuisable, tu nous as inculqué une éducation dont je suis fier.

À ma **Mère**, tu as apporté tout ce qu'une mère pouvait apporter et bien plus. Tu es la genèse de l'esprit pratique de la famille, tu nous as transmis avec amour l'apprentissage de l'attention à l'autre.

À **John**, mon jumeau, complice depuis la naissance. Tant de domaines dont tu excelles, je sais que tu réussiras à rebondir avec ta vivacité d'esprit qui t'es propre.

À **Térence**, mon grand frère, merci pour toutes ces découvertes culturelles et vidéoludiques passionnantes depuis tant d'années. Sans ces moments de rigolade, d'évasion et de déconnexion ces longues années n'auraient pas été les mêmes.

À **Othilie**, depuis les révisions d'italiens au lycée je n'ai jamais plus oublié comment réviser efficacement un cours. Par ta réussite et ton ambition dans la vie privée comme professionnelle tu as tracé, en aînée, le chemin que l'on s'efforce de suivre.

À **Pierre**, merci pour ces beaux moments de familles, de discussion, de fêtes.

Aux enfants **Lily** et **Gabin**, merci pour votre joie, vos rires. Je suis impatient de suivre votre évolution.

À **Laureline**, tu es la preuve que l'on peut mener deux projets sérieux en même temps. Je te souhaite toute la réussite que tu mérites.

À la famille suisse. Merci **Marine** pour le travail colossal récemment mené, je n'ai pas eu le temps de t'en parler comme il le mérite, je voudrai pouvoir le rattraper. Aux cousins **Lucas** et **Gaspard** pour tous ces fous rires et ces moments de complicités.

À **Fatima**, tu es notre seconde maman, tu es depuis l'école à notre côté, tu as rendu la vie à la maison facile jusqu'à très récemment encore.

À **Séverine**, merci pour ton amitié depuis le tout début des études de médecine, dans les bons comme dans les mauvais moments. J'admire ta capacité à maintenir une vie de famille riche, un travail passionnant et une amitié sans faille.

À **Sharon**, merci d'être mon exemple d'ambition et de réussite depuis les bancs de « concours + ». Merci pour tes conseils et ta présence depuis tant d'années.

À **Pablo**, merci pour toutes ces aventures. Universitaire lors des sous colles du dimanche soir. Sauvage dans la nature du GR20 ou de l'Ecosse. Un plaisir de toujours sortir de notre zone de confort ensemble.

À **Rayane**, mon bro', je suis bluffé par ta capacité de travail. La traversé de ces années d'internats m'est impensable sans ces moments de rigolade, de sport, de décompression.

À **Alexandra**, merci pour ta présence depuis la p1 jusqu'au moula gang. Ta présence depuis toutes ces années et dernièrement à Tours est indispensable.

À **Ludo**, l'internat n'aurait pas eu la même saveur sans tous ces moments de fêtes et de décontraction.

À **Sara**, merci pour ces soirées chill au QG de ta coloc. Entrée tonitruante dans le socle tourangeau.

À **Agathe**, merci pour tous ces moments culturels, ces diners, cafés, balades. A Paris comme ailleurs c'est toujours un immense plaisir de te voir et de te suivre depuis tant d'années.

À **Nicolas, Pitou, Thizy, Mix, Florence, Mathou, Rémi, John, Joe, Yidir, Morat, Thomas**. Merci pour ces moments de fous rires, ces vacances folles, ces heures de cours, ces révisions, vous êtes chacun une pierre de l'édifice que je construis depuis 12 ans avec vous.

À Richard **Bibi**, merci pour vos leçons quotidiennes, votre bonne humeur et votre sagesse. J'ai eu énormément de plaisir à apprendre à vos côtés et j'espère pouvoir continuer.

À **Héloïse Ifergan**, merci pour ta rigueur au bloc, ton partage de connaissance et ta générosité.

À Bertrand **Nicolas Laurent**, merci pour tes enseignements à Orleans. A notre passion pour le fournil de lo.

À Grégoire **Boulouis**, merci pour ta sympathie, ta compétence et tes connaissances. J'ai hâte de pouvoir apprendre à tes cotés.

À mes séniors du service de RI de Pompidou : Pr **Sapoval**, Pr **Pellerin**, Alessandro **Di Gaeta**, Marc Al **Ahmar**, Tom **Boeken**, Charles **Querub**, merci de m'avoir accepté dans votre service, merci pour vos enseignements.

À **Julie Layly**, merci pour ton aide alors que j'étais premier semestre, pour ces bons moments en neuradio à Orléans.

Au Docteur **Magni**, merci pour la rigueur et les connaissances que vous m'avez transmis.

Au Docteur **Noëlle Cazeneuve** pour ces vacances toujours agréables et instructives.

Au Docteur **Khalid Khadre**, pour votre confiance pour les premiers gestes de radiologie interventionnelle.

À **Victor**, mes semestres en communs avec toi auraient été bien plus pénible si tu n'avais pas été là.

À **Camille**, un plaisir d'avoir pu passer un semestre avec toi à Tours et à Paris.

À **Léa**, merci pour ces discussions autour d'un verre, d'un café. À nos délires communs.

À **Carla** merci pour ton franc parler et ton grain de folie dans l'internat de radiologie tourangeau.

À **Pérus**, pour ton accompagnement au début de mon premier semestre, pour tes conseils sur les remplas' et ton avis acerbe sur les terrains de stages.

À **SH**, on se suit depuis les bancs de la p1 jusqu'à la radiologie à Tours, en passant par les interChu Parisien, qui l'aurait prédit alors qu'on était encore en post bac ?

À **Lisou, Johana, Romane, Sixtine, Juliette, Gabrielle, Bayb**. Merci pour ces belles années à la fac. Une joie de vous revoir quand je viens à Paris.

Aux co-internes de radiologie interventionnelle de l'HEGP, **Mohamed, Alice, Pavel, Armelle**. On aura bien vécu ce stage difficile grâce à l'entraide, les staffs du bureau des internes, les cafés et les stickers.

Aux co-internes de promotion, **Romain, Sindy, Maxime, Alba, David, Stanilas**, merci pour ces bons moments partagés en stage comme en dehors.

À mes co-internes, Natacha **Mandine**, Corentin **Morgan**, Corentin **Hellec**, Pierre **Lognon**, Quentin **Beaufort**, Alexandre **Salem**, Benjamin **Meunier**, Rozenn **Mainguy**, Hugo **Tartarin**, Valentin **Lefevre**, Laurene **Lariviere**, Camille **Maudry**, Aurelien **Dulaurent**, **Ramanan**, Loic **Metairy**, Wassim **Benouali**. Merci d'avoir partagé ces moments en stages, ces vacances, ces gardes.

À Guillaume **Ung**, merci de suivre la famille dans son ensemble depuis tant d'années, toujours un plaisir de te voir et de prendre de tes nouvelles.

À **Crespin, Alizée, Fanny, Aude, Jeremy, Antoine, Marie-Lou, Juliette, Thiziri** pour ces années d'internat et ces barons.

À l'équipe de manip du service de NRI de Tours, **Vivien, Laurent, Mickael, Loic, Gérard, Yohan, Cecile, Vanina, Anais, Morgane**. Merci d'avoir rendu mes 7 mois et le confinement si sympathique.

Merci aux secrétaires du service de neuroradiologie interventionnelle de Tours, la thèse n'aurait pas été possible sans vous. J'ai hâte de pouvoir travailler avec vous de nouveau.

Aux équipes paramédicales de l'HEGP, des services de radiologie d'Orléans et de Dreux.

Table des matières

I. Introduction	19
A. Définition et traitement d'un anévrisme intracrânien.	19
B. Les stents à diversion de flux	21
C. Anatomie vasculaire de l'œil.....	24
1. L'artère centrale de la rétine.	24
2. Les artères ciliaires.	25
3. La vascularisation de la rétine.	26
D. Complications ischémiques appliquée à l'artère ophtalmique.....	27
E. Antiagrégation plaquettaire lors de l'utilisation d'un stent à diversion de flux	29
II. Matériel et méthode.....	31
A. Patients	31
B. Antiagrégation plaquettaire	31
C. Procédure endovasculaire.....	31
D. Données recueillies	33
E. Suivi radiologique	34
F. Suivi ophtalmologique systématique	35
G. Ethique	37
III. Résultats	38
A. Population de l'étude.....	38
B. Évolution en angiographie	39
1. Artère ophtalmique	39
2. Anévrisme embolisé	39
3. Stent.....	40
C. Complications péri-procédurales.....	40
D. Suivi ophtalmologique	41
1. Examen ophtalmologique préopératoire.....	41
2. Complications précoces.....	41
3. Complications à distance	42
IV. Présentation de quelques patients ayant présenté une complication ophtalmologique lors du suivi.	43
A. Premier cas	43
B. Deuxième cas	44
C. Qu'est-ce que l'ischémie choroïdienne multifocale ?.....	45
D. Troisième cas.....	46
E. Quatrième cas.....	46
V. Discussion	47
VI. Conclusion.....	51
VII. Références	52
VIII. Annexe.....	57

Table des illustrations

Figure 1 : Schéma d'un anévrisme [2]	19
Figure 2 : Un exemple de <i>coil</i> [7]	20
Figure 3 : La technique de <i>remodeling</i> [10]	20
Figure 4 : Traitement par <i>coil</i> associé à un stent [12]	21
Figure 5 : Stent à diversion de flux et schéma de son positionnement [21,22].....	22
Figure 6 : Schématisation du mécanisme d'un stent à diversion de flux.....	22
Figure 7 : Schéma de la vascularisation de l'orbite et de l'œil.	24
Figure 8: Vascularisation de la tête du nerf optique [32,33].....	25
Figure 9 : Coupe en tomographie par cohérence optique maculaire (OCT).	26
Figure 10 : Reconstruction 3D après CBCT d'un anévrisme carotido-ophtalmique.	28
Figure 11 : Acquisition soustraite avec injection de produit de contraste, réalisée avec l'arceau de profil.	28
Figure 12 : Images non soustraites lors de l'intervention, sans (à gauche) et avec (à droite) injection de produit de contraste.	32
Figure 13 : Reconstruction via virtual dilution (à gauche) et en clips and coils (à droite).	32
Figure 14 : Classification de Rouchaud [40].....	33
Figure 15 : Echelle de O'Kelly-Marotta pour les anévrismes traités par stent à diversion de flux	34
Figure 16 : Protocole de l'étude.....	36
Figure 17 : Rétinographie du premier cas.	43
Figure 18 : Rétinographie du second cas. Avant et après l'intervention.	44
Figure 19 : Angiographie rétinienne au vert d'indocyanine du deuxième cas.	45
Figure 20 : Rétinographie et angiographie à la fluorescéine du 3ème cas.	46
Figure 21 : Rétinographie et angiographie à la fluorescéine du 4ème cas.	46
Tableau 1 : Comparaison OACR et NOIAA.....	27
Tableau 2 : Population de l'étude.	38
Tableau 3 : Résultats	40
Tableau 4 : Résultats ophtalmologiques précoces.....	41
Tableau 5 : Comparaison.....	49

Liste des abréviations

AIT : Accident Ischémique Transitoire

AV : Acuité Visuelle

AJNR : *American Journal of Neuroradiology*

BAV : Baisse de l'Acuité Visuelle

CFD : *Computational Fluid Dynamics*

CBCT : *Cone Beam Computed Tomography*

CV : Champ Visuel

FD : *Flow Diverter*

FDRC : Facteur de Risque Cardio Vasculaire

FLAIR : *Fluid Attenuated Inversion Recovery*

FO : Fond d'Œil

FRED : *Flow Re-Direction Endoluminal Device*

HSA : Hémorragie Sous Arachnoïdienne

HTA : Hypertension Artérielle

IMC : Indice de Masse Corporelle

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

JNIS : *Journal of NeuroInterventional Surgery*

mRS : *modified Rankin Scale*

NOIAA : Neuropathie Optique Ischémique Antérieure

OACR : Occlusion de l'Artère Centrale de la Rétine

OBACR : Occlusion d'une Branche de l'Artère Centrale de la Rétine

OCT : Tomographies par Cohérence Optique

OKM : O'Kelly-Marotta

PIO : Pression Intra-Oculaire

TOF : *Time Of Flight*

I.Introduction

A.Définition et traitement d'un anévrisme intracrânien.

Un anévrisme intracrânien est une perte du parallélisme de la paroi des artères du cerveau (figure 1). Le risque principal de cette maladie est la rupture du sac anévrisimal, responsable d'une hémorragie sous-arachnoïdienne (HSA) qui correspond à une issue de sang au sein de l'espace sous-arachnoïdien. Il s'agit d'une pathologie rare mais dont le pronostic est effroyable. La prévalence des anévrismes intracrâniens est évalué à environ 2-3% dans la population générale [1].

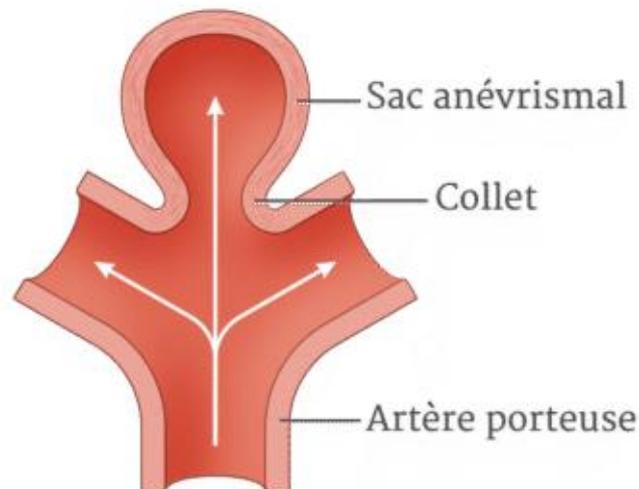


Figure 1: Schéma d'un anévrisme [2]

Le traitement de l'HSA repose sur des mesures neuro-réanimatoires et la prise en charge des complications telles que le risque de re-saignement (en traitant l'anévrisme rompu), l'hydrocéphalie ou le vasospasme.

Le traitement des anévrismes intracrâniens, rompus ou non rompus, peut faire appel à un traitement endovasculaire, réalisé en salle d'artériographie par des neuroradiologues interventionnelles ou à un traitement microchirurgical réalisé au bloc opératoire par des neurochirurgiens. L'objectif du traitement de l'anévrisme est d'exclure de façon complète et permanente le sac anévrisimal de la circulation artérielle, tout en préservant la perméabilité des artères adjacentes.

Les facteurs de risques de rupture de ces anévrismes sont peu consensuels, dans de larges cohortes de patients, la taille, un âge supérieur à soixante ans, l'ethnie japonaise et finnoise, le sexe féminin, le tabagisme étaient prédictifs d'une rupture [3–5].

Si le traitement historique de ces anévrismes est le traitement chirurgical, l'avènement de la médecine mini-invasive par voie endovasculaire a permis le développement de nouvelles techniques [6].

Depuis 1936 l'utilisation de *coils*, petites spires en platine que l'on positionne dans le sac anévrismal, permet d'induire une cicatrisation de l'anévrisme par thrombose de celui-ci (figure 2).



Figure 2 : Un exemple de *coil* [7]

Les possibilités techniques ont évolué ces dernières années

Après le développement des *coils* détachables dans les années 90 [8], des techniques de *remodeling* avec ballon ont permis de traiter des anévrismes plus complexes [9]. La technique de *remodeling* consiste à obstruer transitoirement le collet de l'anévrisme afin de permettre le bon positionnement des *coils* (figure 3).

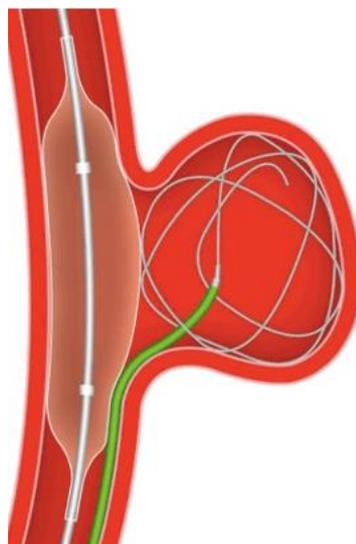


Figure 3 : La technique de *remodeling* [10]

L'utilisation de stent pour maintenir des *coils* dans le sac anévrismal a par la suite permis d'aborder le traitement des anévrismes à collets larges (figure 4) [11].

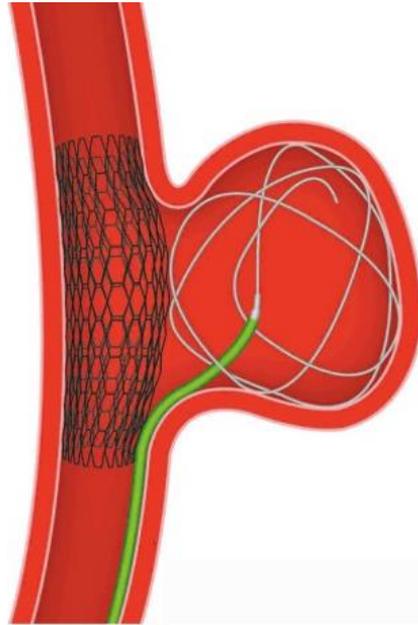


Figure 4 : Traitement par *coil* associé à un stent [12]

Une autre approche a été de superposer plusieurs stents dans l'artère porteuse de l'anévrisme afin de réduire le flux dans l'anévrisme pour induire sa thrombose naturelle [13]. C'est ainsi que dans les années 2000 est apparu un nouveau concept d'embolisation : la **diversion de flux**. Les stents à diversion de flux ont alors été développés dans cet esprit [14].

B. Les stents à diversion de flux

Les stents à diversions de flux (figure 5) sont des stents tressés dont la surface de couverture par les fils tressés est d'au moins 30% [15] ; dans une artère porteuse d'un anévrisme, le débit sanguin est préférentiellement redirigé dans la lumière du stent plutôt que dans l'anévrisme si celui-ci est placé devant le collet anévrismal. Dans le sac anévrismal, le débit est donc ralenti ; une stagnation du sang se produit jusqu'à former un caillot sanguin. Dans le même temps, l'apposition du stent sur la paroi artérielle sert de « tuteur » à la cicatrisation pariétale par formation d'une couche de cellules néo intimale qui à terme, permettra la guérison de l'anévrisme [16–18].

Contrairement aux stents « couverts » utilisés en cardiologie, les stents à diversion de flux sont des stents tressés qui restent poreux ; même si le flux sanguin est ralenti, les artères couvertes par le stent restent perméables.

Les stents à diversion de flux sont progressivement devenus des outils de plus en plus utilisés dans le traitement des anévrismes par voie endovasculaire. De multiples études ont prouvé l'efficacité de ces dispositifs avec une morbidité « acceptable ». On estime que l'occlusion de l'anévrisme survient dans 76% des cas, la morbi-mortalité de l'intervention est évaluée entre 4 et 5% [19,20].

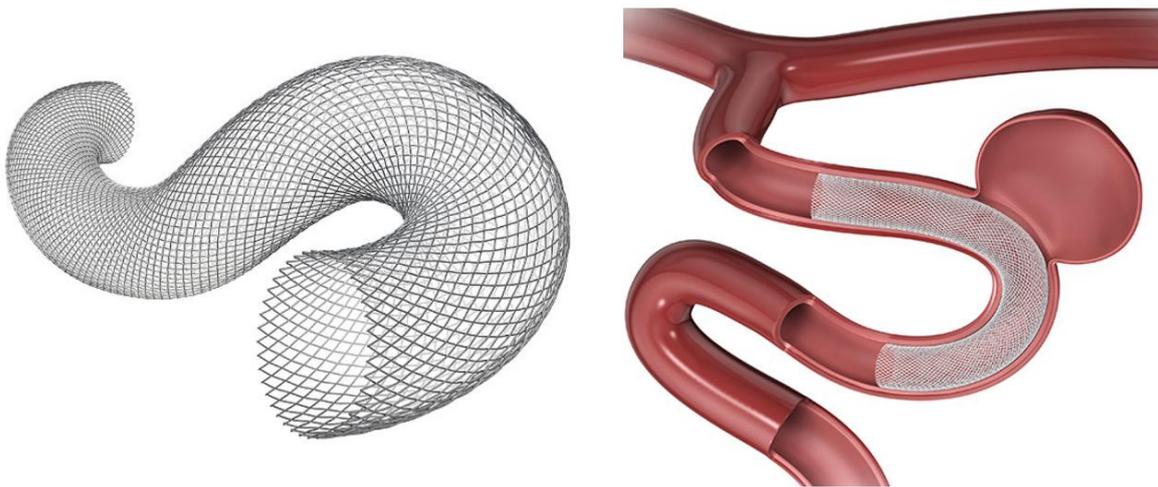


Figure 5 : Stent à diversion de flux et schéma de son positionnement [21,22].

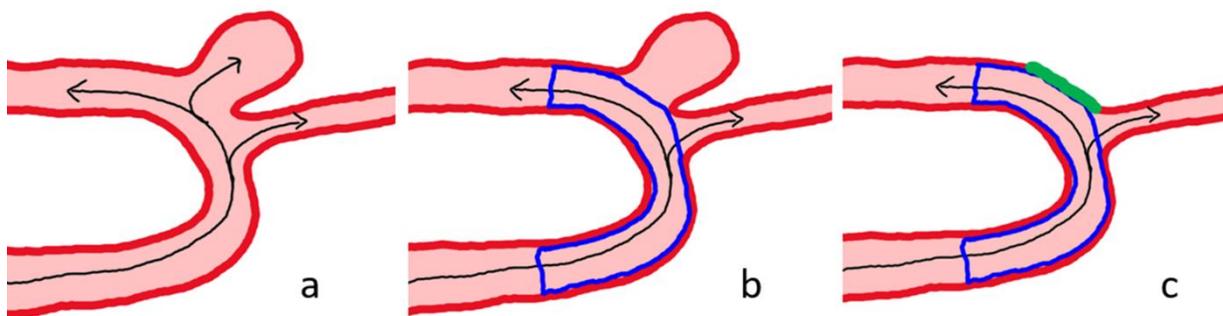


Figure 6 : Schématisation du mécanisme d'un stent à diversion de flux.

Le stent est placé dans le siphon carotidien, devant l'artère ophtalmique.

En a : l'artère carotide interne avec un anévrisme, en noir le flux sanguin, en rouge la paroi de l'artère. En b : le stent (en bleu) est placé devant l'anévrisme et recouvre l'artère ophtalmique. En c : à distance de l'intervention, l'anévrisme a disparu, une couche néo-intimale (en vert) s'est formée.

Le traitement par stent à diversion de flux n'est pas sans risque. Le risque ischémique est la principale complication neurologique rencontrée lors des traitements par stent à diversion de flux [23–25].

Comme toutes les interventions vasculaires utilisant un matériel exogène, l'implantation d'un stent à diversion de flux dans une artère cérébrale induit un risque thrombo-embolique : de ce fait, une double antiagrégation est nécessaire pour limiter l'agrégation plaquettaire anarchique au contact de ce matériel.

Une autre des préoccupations lors de l'utilisation d'un stent à diversion de flux est la couverture d'une artère efférente par le stent (figure 6). En effet, l'utilisation d'un stent à diversion de flux laisse à supposer que les artères naissant de l'artère recouverte par le stent à diversion de flux, dite artère porteuse, pourraient progressivement s'occlure par la formation d'une néo-couche intimale sur le stent [26].

Plusieurs mécanismes peuvent expliquer la survenue ou non de l'occlusion d'une artère dont l'origine est recouverte par un stent à diversion de flux :

- **La modification en forme du stent** en fonction de la conformation du vaisseau porteur : en plaçant le stent dans une artère tortueuse, comme dans le siphon carotidien par exemple, le stent à diversion de flux va épouser la forme de l'artère. Ainsi le maillage du stent sera plus dense dans la petite courbure alors qu'il sera plus lâche dans la grande (et donc l'effet de diversion de flux sera plus important dans la petite courbure). De ce fait une artère naissant en regard d'une surface où le stent est compacté serait plus à risque d'occlusion [27,28].
- **L'hémodynamique locale** : il a été montré qu'en présence d'un réseau de suppléance collatéral, la pose d'un stent à diversion de flux devant une artère pourrait induire son occlusion proximale par néo endothélialisation, sans qu'il existe pour autant une symptomatologie ischémique (la collatéralité maintenant alors une perfusion sanguine d'aval) [29–31].
- **La théorie du « gradient de pression »** : elle permettrait de comprendre pourquoi des artères de petits calibres, comme l'artère ophtalmique, ne vont pas s'occlure suite à la pose d'un stent à diversion de flux devant leur origine. Dans une artère terminale de petit calibre, le débit sanguin est maintenu par un effet de basse pression qui entraîne un effet aspiratif par gradient de pression ; permettant alors de garder l'artère perméable.

C. Anatomie vasculaire de l'œil.

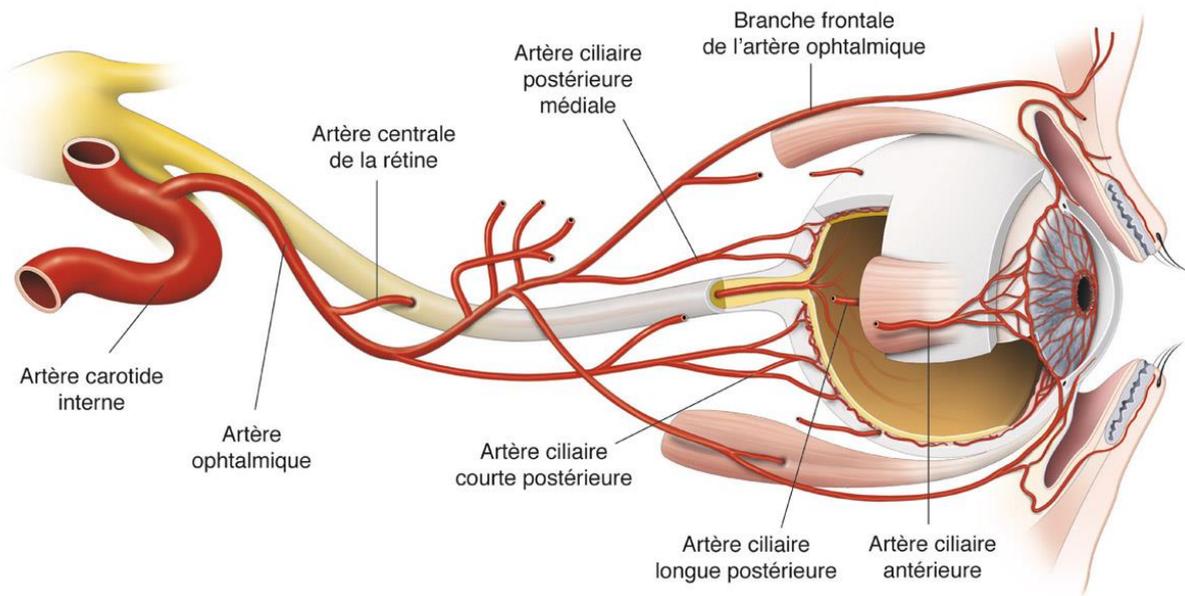


Figure 7 : Schéma de la vascularisation de l'orbite et de l'œil.

La carotide interne vascularise l'orbite et le globe oculaire par l'intermédiaire de branches de l'artère ophtalmique [32].

L'artère ophtalmique est la première branche collatérale de l'artère carotide interne, elle naît juste en aval de sa portion caverneuse [33]. Elle est responsable de la quasi-intégralité de la vascularisation de l'orbite et de l'œil (figure 7).

1. L'artère centrale de la rétine.

L'artère ophtalmique donne naissance à l'artère centrale de la rétine qui pénètre le nerf optique à environ 10 à 15 mm de l'arrière du globe, sur sa face inférieure [32]. Elle est responsable de la vascularisation de la rétine. Elle donne une branche supérieure et une branche inférieure, donnant chacun une branche nasale et une temporale.

L'occlusion d'une de ces artères donnera, selon la localisation, une symptomatologie d'occlusion de branche artérielle de la rétine (OBACR) ou une OACR s'il s'agit d'une occlusion de l'artère centrale de la rétine.

Cliniquement elle se manifeste par une baisse de l'acuité visuelle brutale et monoculaire, sans douleur. La vision est réduite au mouvement de la main ou à la perception de la lumière.

Le diagnostic est clinique. On trouvera au fond d'œil une « macula rouge cerise » et une rétine d'aspect blanchâtre. Cet aspect résulte d'une persistance de la vascularisation de la macula par les artères choroïdiennes et d'une ischémie des couches internes de la rétine associée à un œdème donnant un aspect blanchâtre.

2. Les artères ciliaires.

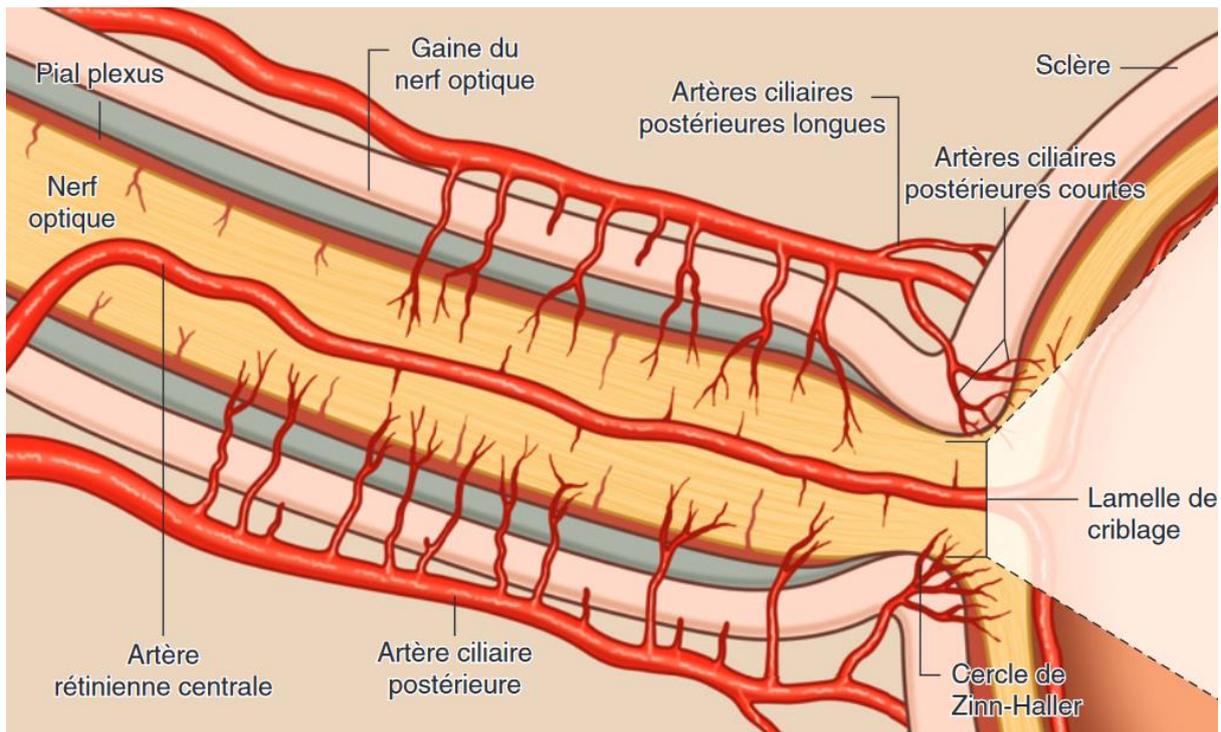


Figure 8: Vascularisation de la tête du nerf optique [32,33]

Les artères ciliaires courtes postérieures naissent des artères ciliaires postérieures, naissant elles-mêmes des artères ciliaires, branches de l'artère ophtalmique. Ces artères ciliaires courtes postérieures sont responsables de la vascularisation de la choroïde péri-papillaire et de la portion antérieure du nerf optique (figure 8).

L'occlusion d'une de ces branches est responsable d'une ischémie de la tête du nerf optique, il en résulte une neuropathie optique ischémique antérieure ou NOIA [34].

Celle-ci se présente par une baisse brutale de l'acuité visuelle, unilatérale et indolore. Au fond d'œil on visualise un œdème de la papille avec parfois des hémorragies en flammèches papillaires ou péri-papillaires. Sur le plan étiologique, on distingue les NOIA artéritiques et non artéritiques. La présence de signes systémiques, l'inflammation au bilan biologique, l'atteinte des artères cilio-rétiniennes et la bilatéralisation rapide doivent faire craindre une forme artéritique et mener à rechercher la principale étiologie qu'est l'artérite gigantocellulaire ou maladie de Horton.

3. La vascularisation de la rétine.

La rétine est constituée de dix couches, au plus proche du vitré les couches internes et au plus proche de la choroïde les couches externes (figure 9) [35].

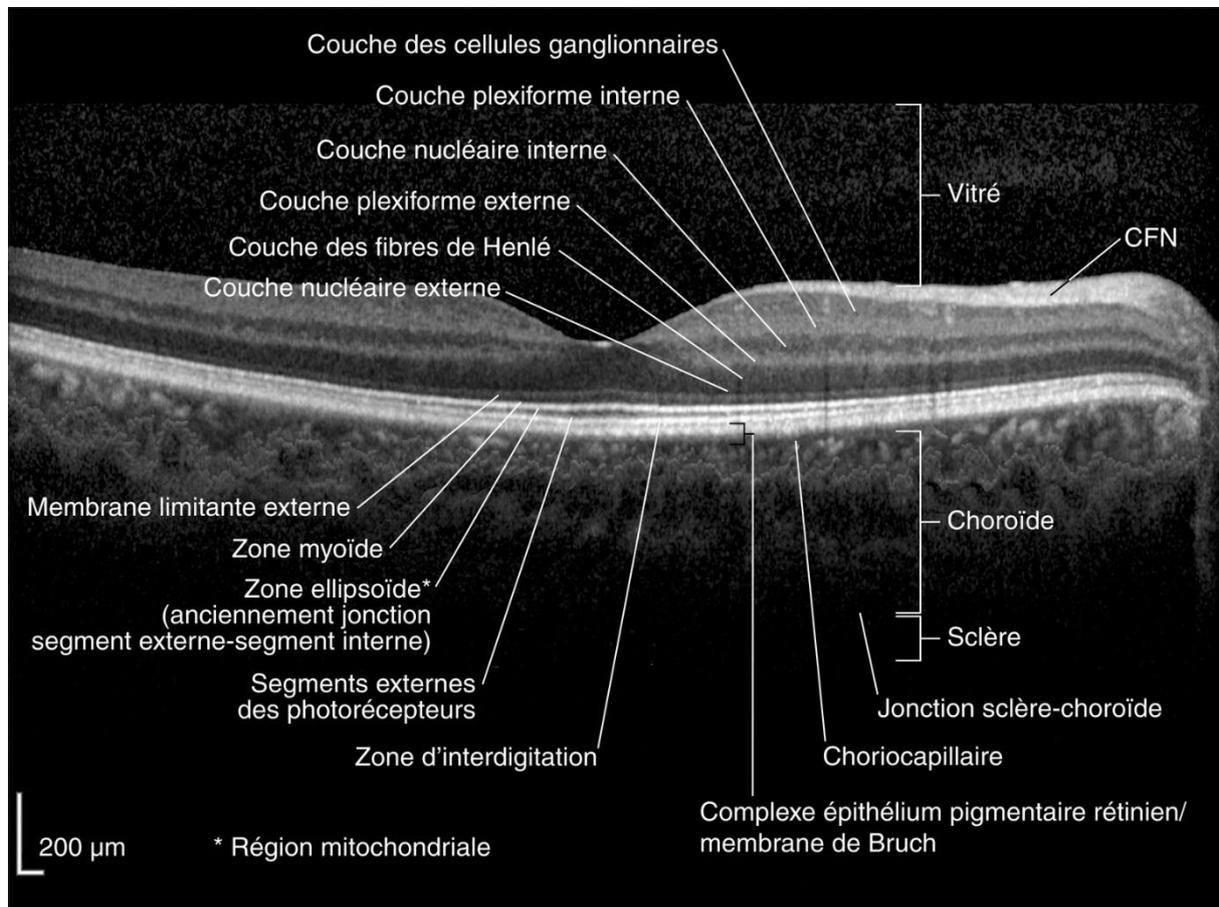


Figure 9 : Coupe en tomographie par cohérence optique maculaire (OCT).

On y distingue les différentes couches de la rétine et de la choroïde [35]

La vascularisation de la rétine se divise en deux : les couches internes par les branches de l'artère centrale de la rétine et les couches externes par le système choriocapillaire issu des artères ciliaires postérieures.

Chez 10 à 15% de la population générale, des artères cilio-rétiniennes à destinée maculaire, branches des artères ciliaires postérieures, viennent participer à la vascularisation intra rétinienne [35].

Les tableaux cliniques d'une OACR et d'une NOIAA sont résumés dans le tableau 1.

	OACR	NOIAA
Physiopathologie	Ischémie. Occlusion ACR.	Occlusion artères ciliaires courtes postérieures. Ischémie tête du nerf optique.
Douleur	Non	Non
AV	BAV brutale profonde	BAV
FO	Macula rouge cerise et œdème rétinien ischémique.	Œdème papillaire, hémorragies papillaires ou péri-papillaires.
CV	Scotome dans le territoire	Déficit altitudinal, incluant la tache aveugle.
OCT maculaire	Hyper-réflexivité couches rétiniennes internes	Normal

Tableau 1 : Comparaison OACR et NOIAA

D. Complications ischémiques appliquée à l'artère ophtalmique.

Comme nous l'avons dit précédemment, la couverture de l'artère ophtalmique par un stent à diversion de flux dans le cadre du traitement des anévrismes carotido-ophtalmique fait craindre l'occlusion de l'artère ophtalmique par la formation d'une couche néo intimale qui va se développer sur les mailles du stent. Le pourcentage de complications ophtalmologiques après couverture de l'artère ophtalmique par un stent à diversion de flux a été évalué à 3% dans une méta-analyse récente [36].

Le cadre de l'artère ophtalmique rentre dans celui des artères dont une suppléance peut être assurée par une circulation collatérale, en l'occurrence par l'artère carotide externe. Ainsi on arrive à expliquer que certaines séries relatent jusqu'à 21% d'occlusion de l'artère ophtalmique et 11% de ralentissement sur les artériographies de contrôle à distance d'un traitement par stent à diversion de flux, sans qu'un symptôme clinique ne soit rapporté [37].

On explique en partie l'inconstance de ces constatations occlusives par le fait que l'artère ophtalmique naît à la convexité du siphon (figure 10 et 11) (où les mailles du stent à diversion de flux sont les plus larges) mais aussi par la théorie des gradients de pression. Un gradient de pression en faveur de l'artère ophtalmique permet un flux aspiratif qui maintient son ostium ouvert malgré la présence d'un stent à diversion de flux dans le siphon carotidien.

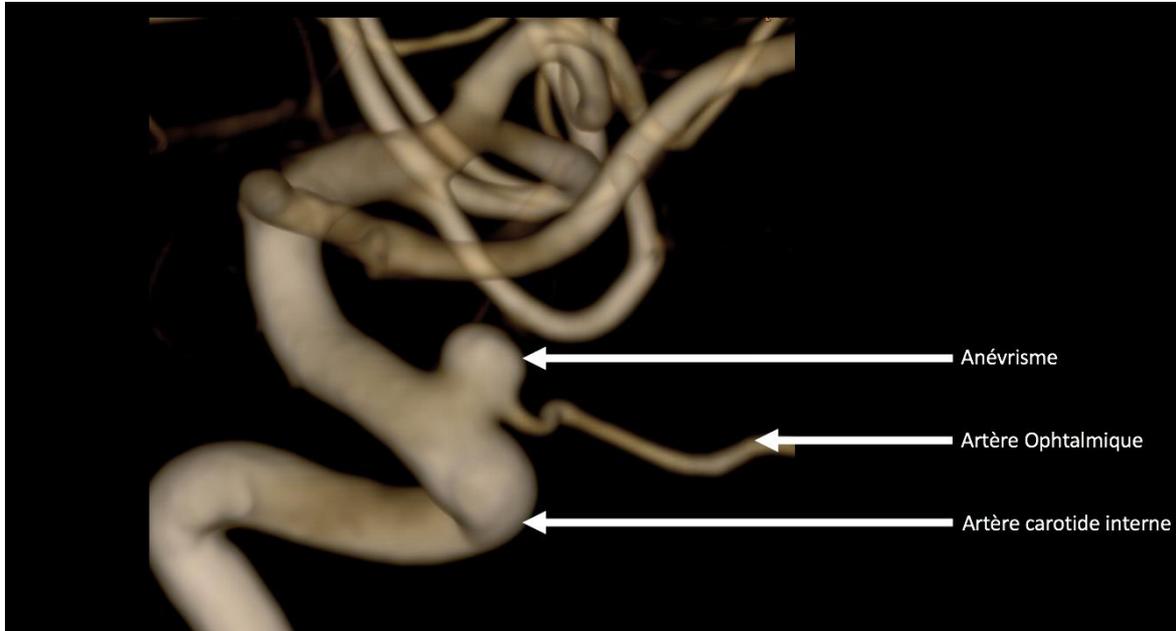


Figure 10 : Reconstruction 3D après CBCT d'un anévrisme carotido-ophtalmique.

Cette reconstruction est réalisée avant l'intervention.



Figure 11 : Acquisition soustraite avec injection de produit de contraste, réalisée avec l'arceau de profil.

Tête de flèche : anévrisme ; Tête de flèche creuse : artère ophtalmique.

Bien que les études sur le sujet en simulation CFD (*Computational Fluid Dynamic*) soient limitées [38], une étude de ce type rapporte un flux sanguin réduit dans le sac anévrysmal mais pas dans les artères couvertes, en particulier dans l'artère ophtalmique [39].

Quand on s'intéresse à la nature précise de ces complications ophtalmiques, on constate que peu d'études sont construites avec un suivi ophtalmologique complet et systématique [40,41].

E. Antiagrégation plaquettaire lors de l'utilisation d'un stent à diversion de flux

Historiquement en neuroradiologie interventionnelle, le premier choix historique en terme de double antiagrégation plaquettaire était une association entre l'aspirine et le clopidogrel [42–44]. Néanmoins, plusieurs publications ont montré que l'action antiagrégante du clopidogrel est variable selon les patients, parfois insuffisante [45,46] et donc responsable d'évènements thrombo-emboliques [47–49].

En France, il n'existe pas de consensus quant au choix des antiagrégants dans cette indication, mais une enquête récente nous apprend que 51% des centres français utilisent aujourd'hui du ticagrelor plutôt du clopidogrel, en partie pour s'affranchir de la variabilité inter-individuelle [50].

Le ticagrelor est un antagoniste réversible du P2Y₁₂ [51] beaucoup moins soumis aux variabilités d'efficacité et aux phénomènes de résistance que le clopidogrel. Aucun test biologique d'efficacité du ticagrelor n'est nécessaire pour l'utiliser. L'utilisation du ticagrelor pour l'antiagrégation en neuroradiologie interventionnelle, semble au moins aussi efficace que le clopidogrel, avec moins de complication ischémique même si elle expose parfois le patient à de graves complications hémorragiques [52–54].

En ce qui concerne les complications ischémiques de l'artère ophtalmique couverte par un stent à diversion de flux, la littérature récente est pauvre. Dans la méta-analyse de Touzé *et al* [36], 16 études étaient réalisées sous régimes de double antiagrégation associant aspirine et clopidogrel, le ticagrelor étant réservé aux patients résistant au clopidogrel.

L'objectif de notre étude était donc d'évaluer les complications ophtalmologiques chez des patients traités d'un anévrisme cérébral par un stent à diversion de flux couvrant l'artère ophtalmique sous double antiagrégation par aspirine et ticagrelor avec un bilan ophtalmologique systématique.

II. Matériel et méthode

A. Patients

Du 1^{er} janvier 2021 au 30 juin 2022, les patients majeurs pris en charge dans le service de neuroradiologie interventionnelle du Centre Hospitalier Universitaire de Tours pour une embolisation d'un anévrisme carotidien à l'aide d'un stent à diversion de flux recouvrant l'ostium de l'artère ophtalmique étaient éligibles. Les patients refusant la participation à l'étude, ceux traités d'un anévrisme rompu, ou ayant une pathologie ophtalmologique connue, n'étaient pas inclus.

B. Antiagrégation plaquettaire

Tous les patients inclus ont bénéficié du protocole d'antiagrégation suivant :

- En préopératoire : 180 mg de ticagrelor la veille de l'intervention et 180 mg le matin du jour de l'intervention.
- En per-procédure : une injection intraveineuse de 250 mg d'aspirine et de 50 UI/kg d'héparine non fractionnée était réalisé juste après la ponction artérielle.
- En postopératoire : 180 mg de ticagrelor par jour en 2 prises pendant 3 mois et 160 mg d'aspirine pendant 12 mois.

Aucun test de sensibilité à l'aspirine n'était réalisé.

C. Procédure endovasculaire

L'intervention se déroulait sous anesthésie générale. Un système tri axial a toujours été utilisé. Plusieurs modèles de stent à diversion de flux ont été utilisés dans l'étude ; le choix du type de stent à diversion de flux et de ses dimensions étaient réalisés selon la discrétion de l'opérateur. Le déploiement du stent était réalisé sous contrôle scopique (figure 12). Sa bonne apposition pariétale était vérifiée par une acquisition 3D dite *virtual dilation* qui est une technique d'acquisition mise au point par General Electric. C'est un système de double acquisition 3D, une sans (MASK) et une avec injection de produit de contraste iodé (CONTRAST). Elle permet l'analyse fine de la position du stent dans l'artère (figure 13).

En cas de mauvaise apposition du stent contre la paroi artérielle, un stent sans effet de diversion de flux pouvait être utilisé en complément.

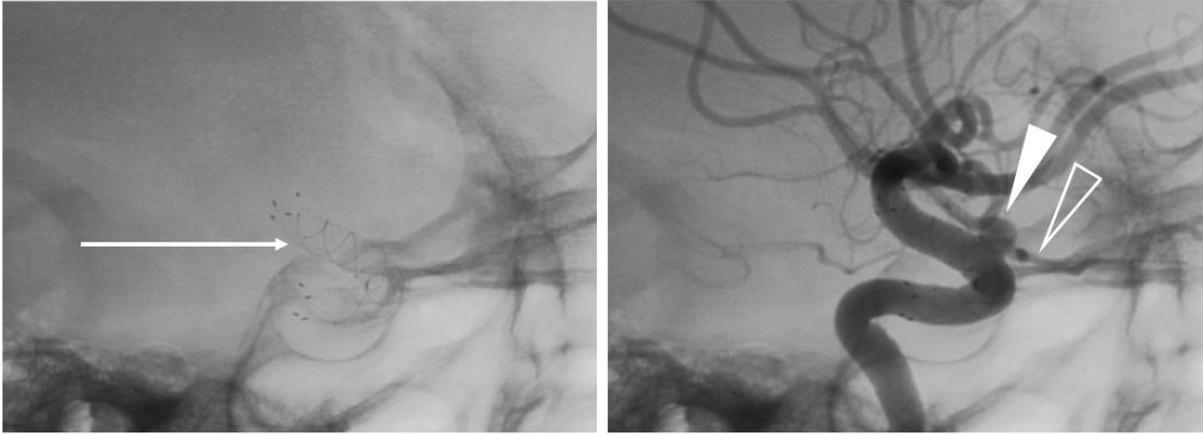


Figure 12 : Images non soustraites lors de l'intervention, sans (à gauche) et avec (à droite) injection de produit de contraste.

Tête de flèche : anévrisme ; Tête de flèche creuse : artère ophtalmique ; flèche : le stent à diversion de flux.

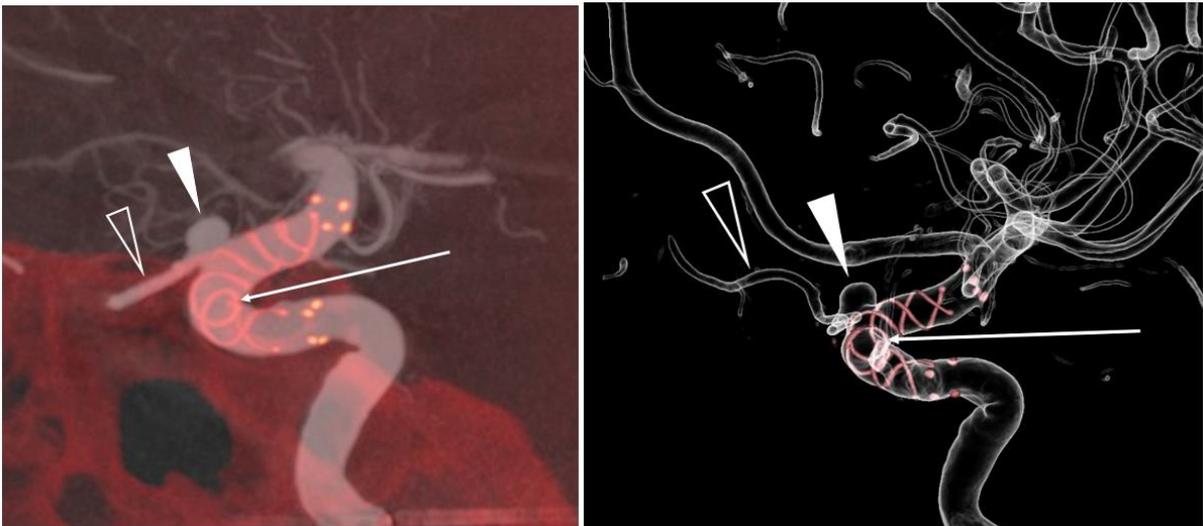


Figure 13 : Reconstruction via *virtual dilation* (à gauche) et en *clips and coils* (à droite).

Ces deux reconstructions permettent en toute fin d'intervention de vérifier la bonne apposition pariétale du stent.

Tête de flèche : anévrisme ; Tête de flèche creuse : artère ophtalmique ; flèche : le stent à diversion de flux.

D. Données recueillies

Pour chaque patient, les informations suivantes étaient colligées; l'âge, le sexe, la consommation tabagique, les facteurs de risques cardio-vasculaires et le mRS [55] avant la procédure. Pour chaque anévrisme, les informations suivantes étaient recueillies : la localisation de l'anévrisme selon Rouchaud *et al* [40] (figure 14), les mesures de l'anévrisme au collet, dans son diamètre maximale et l'existence de traitements antérieurs.

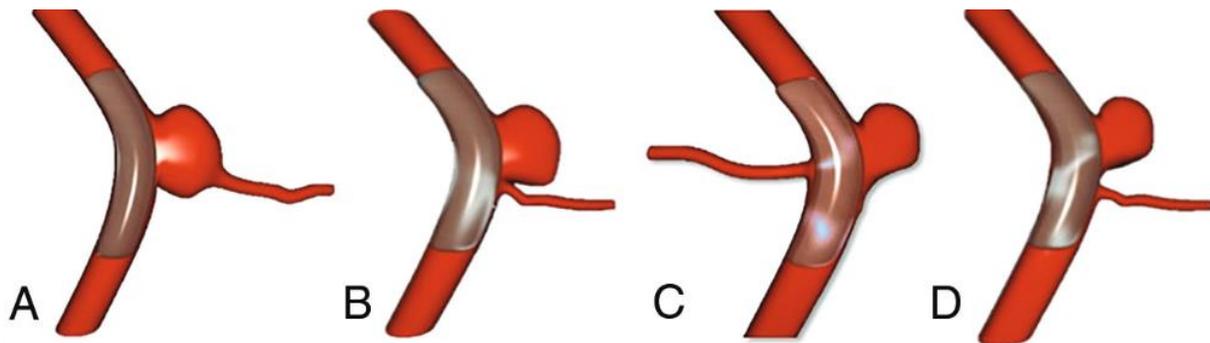


Figure 14 : Classification de Rouchaud [40]

Selon l'origine anatomique de l'artère ophtalmique et l'anévrisme couvert par le stent à diversion de flux. A, type A : l'artère naît directement du sac anévrisimal. B, type B : l'artère naît du collet anévrisimal. C, type C : l'artère naît en face du collet. D, type D : l'artère naît à distance du collet.

Au cours de son hospitalisation pour embolisation, nous avons recueilli les données suivantes : le type de stent utilisé, le respect du traitement antiagrégant et du protocole médical pré et postopératoire, les complications per et post procédure et la durée d'hospitalisation.

E. Suivi radiologique

Une IRM cérébrale de contrôle était réalisée à 3 mois (séquences TOF, diffusion et FLAIR) pour vérifier l'absence de complication ischémique neurologique avant l'arrêt du ticagrelor.

Une artériographie de contrôle était réalisée à 6 mois de la procédure pour vérifier l'occlusion anévrismale, la perméabilité du stent et de l'artère ophtalmique.

L'occlusion anévrismale étaient évaluée selon l'échelle de O'Kelly Marotta (OKM) [56] (figure 5).

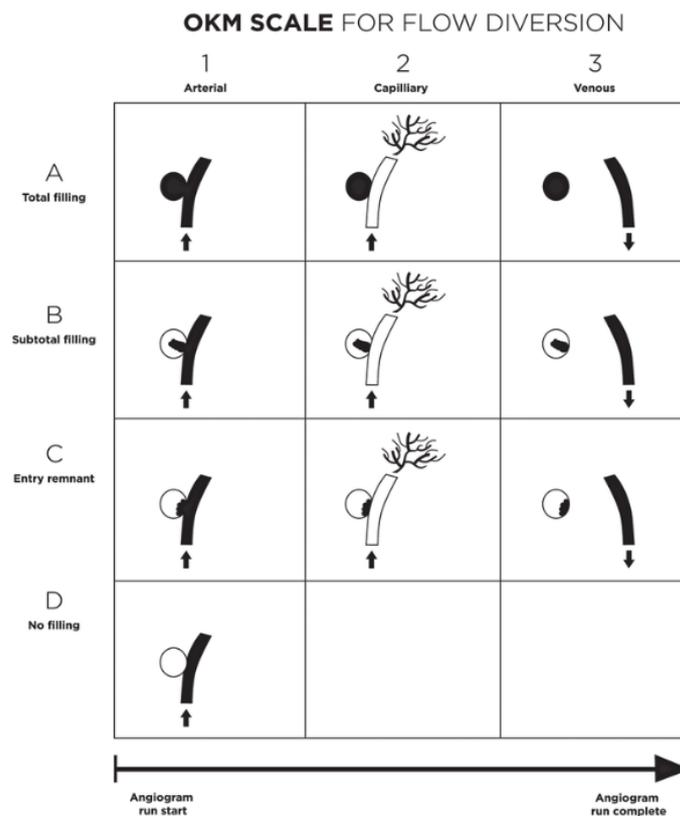


Figure 15 : Echelle de O'Kelly-Marotta pour les anévrismes traités par stent à diversion de flux

Ce score est attribué à chaque anévrisme selon le degré de remplissage (A, B, C, D) et la phase d'injection (1, 2, 3) lors de l'artériographie.

F.Suivi ophtalmologique systématique

Un examen ophtalmologique stéréotypé contenant les éléments suivants était pratiqué en préopératoire, entre 1 à 2 semaines postopératoires et à 6 mois postopératoire :

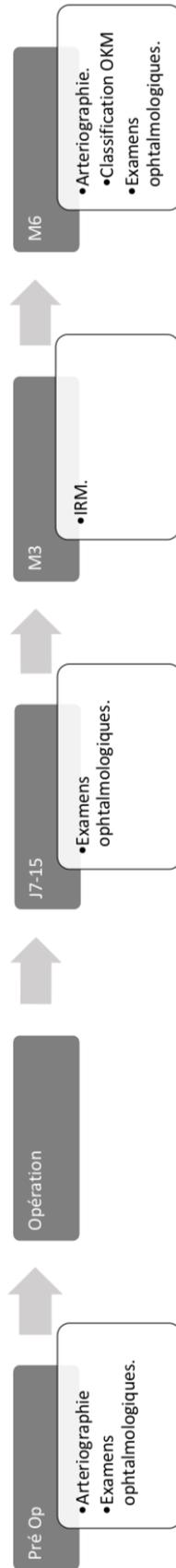
- Signes fonctionnels (diplopie, baisse visuelle, trouble visuel transitoire monoculaire, altération du champ visuel, céphalées),
- Meilleure acuité visuelle corrigée,
- Pression intraoculaire et pachymétrie,
- Examen à la lampe à fente et fond d'œil dilaté,
- Champs visuels automatisés des 24° centraux (MetroVision®),
- Rétinographie grand champ (Optos®),
- Bilan orthoptique,
- Tomographies par cohérence optique (OCT) maculaire et papillaire ainsi qu'une OCT-angiographie maculaire,
- Une angiographie rétinienne à la fluorescéine et au vert d'indocyanine était réalisée pour étudier plus précisément la vascularisation rétinocoroïdienne, en cas d'anomalie significative sur la rétinographie grand champ, [57].

Nous avons recueilli les plaintes visuelles pré et postopératoire et les résultats des examens ophtalmologiques pré et postopératoires.

La tomographie par cohérence optique permet d'obtenir une imagerie en coupe de la rétine et de détecter une modifications de sa structure ou de son épaisseur [58].

L'OCT angio maculaire permet l'étude de la micro-vascularisation rétinienne et choroïdienne par la détection du mouvement des hématies [58]. Cette modalité d'imagerie permet une étude de la circulation sanguine sans injection, elle est donc non invasive. Il s'agit d'une imagerie non dynamique. Les clichés sont réalisés entre 10 et 30 secondes, entre 3 et 5 minutes, entre 8 et 10 minutes et à 15 minutes en angiographie à la fluorescéine et au vert d'indocyanine. Des clichés plus tardifs, à 20 et 30 minutes sont également réalisés en cas d'angiographie au vert d'indocyanine.

Le rétinographe grand champ permet d'acquérir une photographie du fond d'œil sans avoir besoin de dilater la pupille des patients jusqu'à une amplitude de 200° [57].



Examens ophtalmologiques.

- **Interrogatoire** : recherche de symptômes visuels avant et après intervention (douleurs orbitaires spontanées ou à la mobilisation, diplopie, baisse visuelle, altération du champ visuel)
- **Acuité** visuelle corrigée
- **Pression intra-oculaire / Pachymétrie**
- **Champ visuel** automatisé Metrovision 24°
- Examen à la **lampe à fente et fond d'œil** dilaté.
- **Rétinographie** grand champ (Optos®),
- **Bilan orthoptique**
- Tomographie par cohérence optique (**OCT**) maculaire et papillaire.
- **OCT-angiographie** maculaire

Si nécessaire, selon les examens précédents et l'avis de l'ophtalmologiste :

- **Angiographie rétinienne** à la fluorescéine

Figure 16 : Protocole de l'étude

G.Ethique

Notre étude est une étude de soin courant qui a reçu un avis favorable du comité d'éthique local (n 2020_104). Il s'agit d'une étude n'impliquant pas la personne humaine, respectant la méthodologie de référence MR-004. Les patients ont donc été informés et ont donné leur accord pour participer à l'étude. Un consentement écrit a été signé par les participants (un exemplaire en annexe).

III. Résultats

A. Population de l'étude

Du 1^{er} janvier 2021 au 30 juin 2022, 17 patients ont été inclus dans l'étude. Le suivi complet à moyen terme (6 mois) est disponible pour 9 patients. La démographie de notre population est résumée dans le tableau 2.

	Population (n=17)
Age en année ; médiane (min-max)	51 (40-65)
Sexe	
Masculin	2 (12 %)
FDRCV	
Tabac	7 (41 %)
HTA	6 (35 %)
Diabète	0
Dyslipidémie	2 (12 %)
IMC (moyenne)	27,4
Durée d'hospitalisation ; moyenne (min-max)	3 (2-5)
Circonstances de découverte de l'anévrisme	
Céphalées	6 (35 %)
Chutes à répétition	1 (6 %)
AIT	2 (12 %)
HSA	2 (12 %)
Amaurose transitoire.	2 (12 %)
Baisse d'acuité auditive et acouphènes	1 (6 %)
Fortuit	1 (6 %)
Douleur oculaire	1 (6 %)
Bilan d'extension	1 (6 %)
Classification de l'anévrisme selon Rouchaud	
A	2 (12 %)
B	7 (41 %)
C	0
D	8 (47 %)
Latéralité de l'anévrisme	
D	6 (35 %)
G	11 (65 %)
Diamètre maximal moyen (en mm)	5,7
Collet moyen (en mm)	4,9
Stent à diversion de flux	
Surpass Evolve	7 (41 %)
FRED	3 (18 %)
Pipeline Vantage	6 (35%)
Silk Vista	1 (6 %)

Tableau 2 : Population de l'étude.

Sur les 17 patients inclus lors de la rédaction de ces résultats provisoires, la population de l'étude était composée de 15 femmes pour 2 hommes (n=2/17 soit 12%), l'âge médian était de 51 ans (40-65). Sept patients (n=7/17 soit 41%) avaient un antécédent de tabagisme.

La circonstance clinique de découverte la plus courante était la céphalée (n=6/17 soit 35%).

Les anévrismes étaient en majorité latéralisés à gauche (n=11/17 soit 65%).

Dans cette population l'anévrisme naissait en majorité à distance de l'artère ophtalmique, soit un type D selon Rouchaud *et al* [40] (n=8/17 soit 47%).

Tous les patients ont respecté la double antiagrégation plaquettaire par aspirine et ticagrelor qui leur avait été prescrite en postopératoire. Aucun cas d'intolérance n'a été déclaré.

B.Évolution en angiographie

Lors de la rédaction de ce travail, le suivi était encore en cours pour plusieurs patients, nous présentons ci-après les résultats des 9 patients ayant atteint les 6 premiers mois de suivi (tableau 3).

1.Artère ophtalmique

Sur les 9 patients inclus lors de la rédaction de ces résultats provisoires, aucun n'a connu de modification du flux artériel dans l'artère ophtalmique lors de l'artériographie réalisée à 6 mois (artère ophtalmique circulant en isocourant depuis l'artère carotide interne). Il n'y avait pas de désaccord lors de la relecture des artériographies par un senior en neuroradiologie interventionnelle, sans aveugle.

2.Anévrisme embolisé

Pour ces neuf patients, on a constaté que pour 6 d'entre eux (n=6/9 soit 66.6%) l'anévrisme était complètement occlus à 6 mois (OKM D).

Pour 3 patients, (33,3%) la malformation anévrismale avait diminué de taille sur l'angiographie de contrôle. Chez deux patients (n=2/9 soit 22,2%) il existait un remplissage du sac anévrismal dès le temps artériel, soit un stade A1 selon l'échelle de O'Kelly Marotta.

Chez un patient (n=1/9 soit 11.1%) il existait un remplissage incomplet du sac anévrismal dès le temps artériel, soit un stade B1 selon l'échelle de O'Kelly Marotta.

3.Stent

Dans notre étude nous avons utilisé 7 (41%) stents Surpass Evolve (Stryker Neurovasc), 3 (18%) stents FRED (Microvention), 6 (35%) stents Pipeline Vantage (Medtronic) et 1 (6%) stent Silk Vista (Balt)

Nous avons eu un seul cas d'hyperplasie intimale (n=1/9 soit 11,1%) sur l'angiographie de contrôle, il s'agissait d'un patient traité pour un anévrisme carotido-ophtalmique gauche, la décision collégiale a été de poursuivre la double antiagrégation plaquettaire au-delà des 3 mois habituels, avant une nouvelle artériographie de contrôle.

	Population (n=9)
Flux de l'artère ophtalmique à 6 mois	
Non modifié	9 (100%)
Modifié	0
Remplissage de l'anévrisme à 6 mois selon OKM	
A1	2 (22,2%)
B1	1 (11,1%)
C1	0
D1	6 (66,6%)
Occlusion anévrismale à 6 mois	6 (66,6%)
mRS à 6 mois	0 (0-0)
Complications neurologiques	
Ischémique	0
Hémorragique	0
Hyperplasie intimale	1 (11,1%)

Tableau 3 : Résultats

C.Complications péri-procédurales

Pour deux patients (n=2/9 soit 22.2%), nous avons constaté une complication postopératoire avec une hémorragie au point de ponction sur échec du dispositif de fermeture. Ces hémorragies ont été prise en charge immédiatement, par traitement endovasculaire. Ces événements ont motivé une hospitalisation plus longue de deux jours.

Aucune complication neurologique hémorragique ou ischémique n'a été relevée sur les IRM de contrôle.

Une complication technique per procédure (n=1/9 soit 11,1%) s'est déroulée. Chez un patient, le stent s'est déplacé dans le sac anévrismal ; il a été repositionné correctement avec un lasso et un autre stent (Atlas, Stryker Neurovasc) de plus grande taille a été déployé de part et d'autre du stent à diversion de flux pour assurer sa position.

D.Suivi ophtalmologique

1.Examen ophtalmologique préopératoire

Tous les patients inclus dans notre étude avaient un examen ophtalmologique normal du côté de l'anévrisme en préopératoire.

2.Complications précoces

Sur les 17 patients inclus lors de la rédaction de ce travail nous avons recensé 5 complications ophtalmologiques, dans les 15 premiers jours suivant le traitement de l'anévrisme (n=5/17 soit 29%).

Ces complications ont atteint : 1 patient ayant un anévrisme classé A (n=1/5 soit 60%), 3 patients dont l'anévrisme était classé B (n=3/5 soit 60%) et 1 patient dont l'anévrisme était classé D (n=1/5 soit 60%).

Ces cinq patients étaient tous asymptomatiques. Nous n'avons pas de modification immédiate du bilan orthoptique, pas d'anomalie du champ visuel et de l'acuité visuelle corrigée.

Les anomalies étaient visibles uniquement sur l'analyse du fond d'œil dilaté, sur la rétinographie grand champ et sur les tomographies par cohérences optiques.

Chez 5/17 patients (29%) nous avons visualisé un ou plusieurs nodules cotonneux, chez 2/17 patients (12%) nous avons visualisé des hémorragies rétinienne. Chez un patient, nous avons observé une ischémie choroïdienne multifocale. Nous n'avons pas décelé de complication dans l'œil controlatéral au côté de l'anévrisme opéré. L'ensemble de ces résultats sont résumés dans le tableau 4.

Population n = 17	Examen Précoce (J7)
Symptômes visuels	0
Modification acuité visuelle	0
Modification PIO et pachymétrie	0
Modification champs visuelle	0
Modification fond d'œil	5 (29 %)
Nodules cotonneux	5 (29%)
Hémorragies rétinienne	2 (12%)

Tableau 4 : Résultats ophtalmologiques précoces

3. Complications à distance

Sur les 9 patients inclus, et suivis à 6 mois, nous n'avons pas relevé de nouveaux symptômes cliniques. Chez les 4 patients dont l'examen précoce avait révélé des anomalies, l'ensemble des examens ophtalmologiques se sont normalisés.

Le bilan orthoptique ne s'est pas modifié. Il n'y a pas eu de modification du champ visuel ou de l'acuité visuelle.

IV. Présentation de quelques patients ayant présenté une complication ophtalmologique lors du suivi.

A. Premier cas

Il s'agit d'une patiente de 55 ans dont le traitement ciblait un anévrisme carotido-ophtalmique droit de 9,6 mm de diamètre maximal avec un collet de 10,2 mm, type B. Durant la procédure, le stent à diversion de flux a migré dans le sac anévrismal. Celui-ci a été repositionné par lasso puis maintenu en place en y télescopant un autre stent. Le stent utilisé était un stent FRED de 4,5 mm de diamètre par 25 mm de longueur. Il s'agit d'un stent à faible porosité ayant reçu son autorisation d'utilisation en Europe en 2013 et aux Etats-Unis en 2019.

Chez cette patiente asymptomatique nous avons trouvé sur le fond d'œil un nodule cotonneux en inféromaculaire de l'œil droit à J4 de l'intervention ([figure 17](#)).

Un nodule cotonneux est une tache blanche, « à bord duveteux », qui correspond à une lésion d'ischémie focale de la rétine interne secondaire à une occlusion artériolaire [59].

A 6 mois, lors du contrôle, ce nodule cotonneux avait disparu et la patiente demeurait toujours asymptomatique.

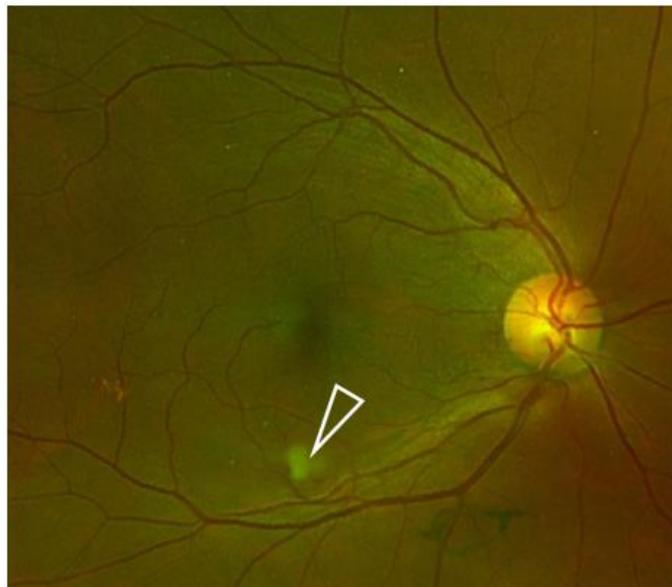


Figure 17 : Rétinographie du premier cas.

Rétinographie du premier cas décrit ci-dessus, avec, ciblé par la tête de flèche blanche, le nodule cotonneux.

B. Deuxième cas

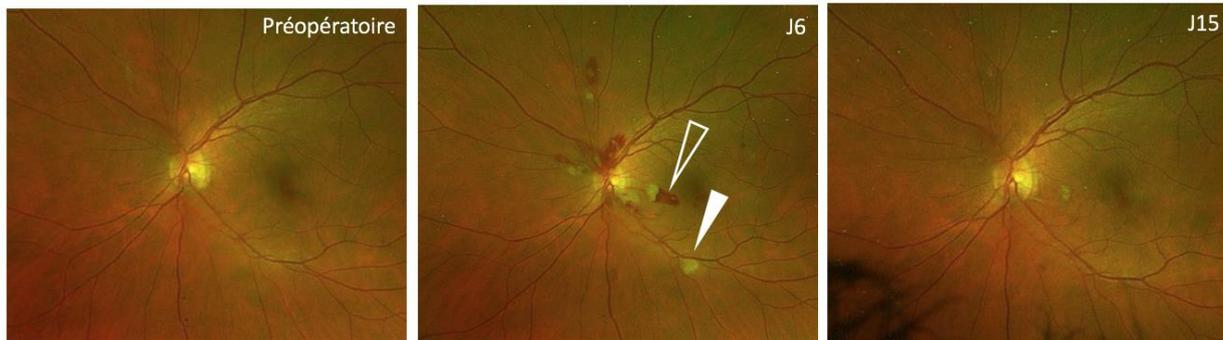


Figure 18 : Rétinographie du second cas. Avant et après l'intervention.

Résolution des hémorragies rétiniennes (tête de flèche vide) et des nodules cotonneux (tête de flèche pleine).

Une patiente de 50 ans, traitée pour un anévrisme carotido-ophtalmique gauche, type B selon Rouchaud [40] mesurant 6,1 mm de plus grand axe et 5 mm de collet. Il a été traité par un stent Pipeline Vantage, un stent en chrome cobalt et en platine, dans ce cas il s'agissait d'un stent de 4,5 mm de diamètre et 16 mm de longueur. Chez cette patiente il a été retrouvé des hémorragies rétiniennes, des nodules cotonneux péri-papillaires ([figure 18](#)).

L'angiographie rétinienne au vert d'indocyanine réalisé chez cette patiente montrait une ischémie choroïdienne multifocale ([figure 19](#)). A 6 mois l'ensemble des examens s'était normalisé et la patiente était toujours asymptomatique.

C.Qu'est-ce que l'ischémie choroïdienne multifocale ?

L'ischémie choroïdienne multifocale résulte d'une occlusion de la choriocapillaire [60]. Cette entité est connue en particulier dans le cadre des pré-éclampsies, qui ont permis sa première description.

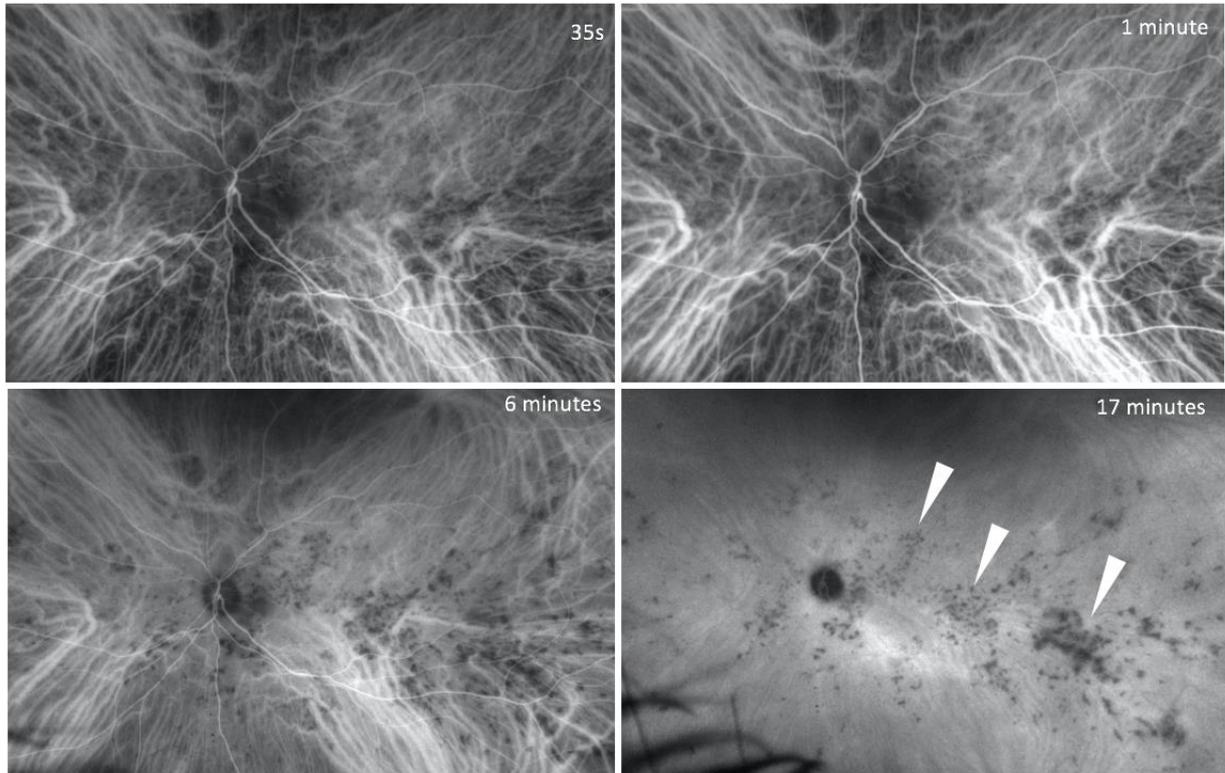


Figure 19 : Angiographie rétinienne au vert d'indocyanine du deuxième cas.

On visualise des tâches hypo-fluorescentes (tête de flèche) prédominant en temporal, visibles en particulier sur les clichés réalisés à 6 et 17 minutes. Elles traduisent un remplissage choroïdien inhomogène en rapport avec des spots ischemiques.

La toxémie gravidique et l'hypertension artérielle maligne constituent les deux pathologies les plus pourvoyeuses d'ischémie choroïdienne multifocale. Dans ces deux maladies la description ophtalmologique est celle d'un décollement de rétine exsudatif et d'un ralentissement de la perfusion choroïdienne en angiographie.

D. Troisième cas

Une patiente de 53 ans, traitée pour un anévrisme carotido ophtalmique gauche de type A selon Rouchaud. Son anévrisme mesurait jusqu'à 3,9 mm de diamètre maximal et 4 mm de collet, il a été traité par un stent FRED de 4,5 mm de diamètre et 25 mm de long. Chez cette patiente asymptomatique, on retrouvait en postopératoire une hémorragie rétinienne superficielle et un nodule cotonneux en temporal (figure 20).

L'ensemble de ces constatations avait disparu à 6 mois de l'intervention.

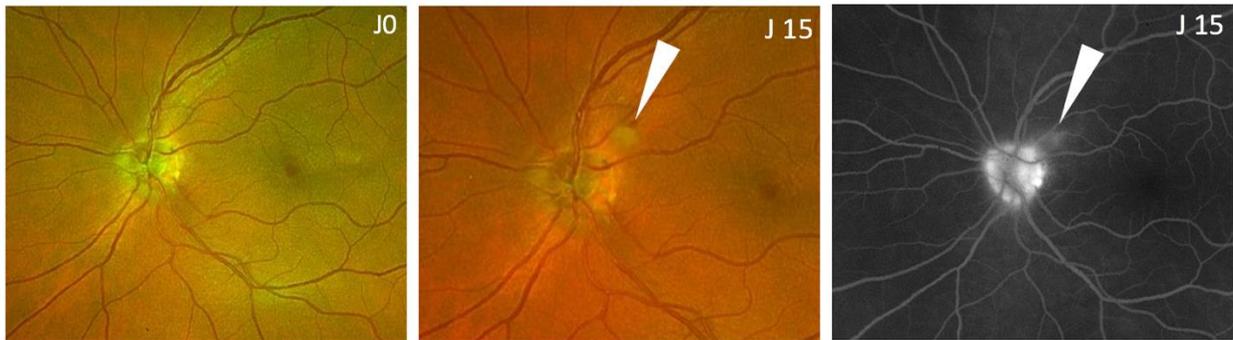


Figure 20 : Retinographie et angiographie à la fluorescéine du 3ème cas.

Nodule cotonneux en temporal (tête de flèche), sur la rétinographie réalisée à J15 et sur le cliché d'angiographie à la fluorescéine (image de droite).

E. Quatrième cas

Un patient de 65 ans dont le traitement ciblait un anévrisme carotido-ophtalmique gauche de type B selon Rouchaud. Il mesurait 2,2 mm dans son plus grand diamètre et 2,5 mm de collet, il a été traité par un stent Pipeline Vantage de 4 mm de diamètre et 20 mm de longueur. Lors de l'évaluation postopératoire, on a découvert des nodules cotonneux péripapillaires et en regard de l'arcade vasculaire inférieure (figure 21). Le patient était asymptomatique. A 6 mois l'ensemble de ces constatations avait disparu.

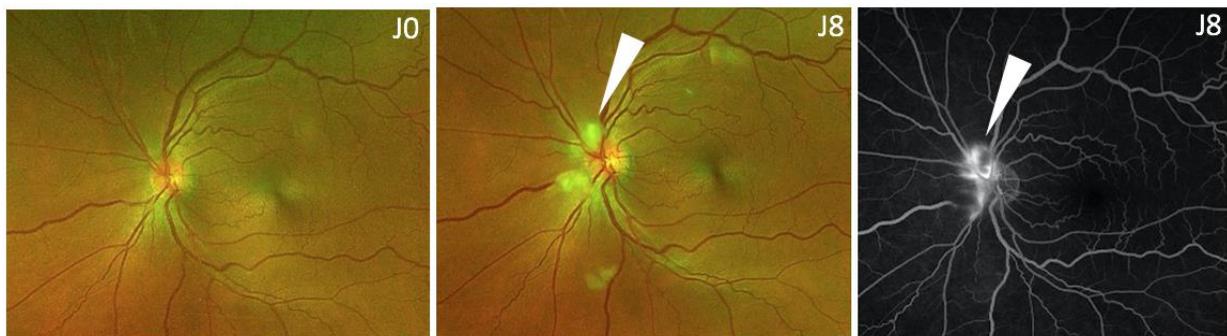


Figure 21 : Retinographie et angiographie à la fluorescéine du 4ème cas.

Nodules cotonneux péripapillaires (tête de flèche) sur la rétinographie à J15 et sur le cliché d'angiographie à la fluorescéine

V. Discussion

Dans nos résultats préliminaires, 17 patients ont été inclus et 5 ont présenté une modification de leurs examens ophtalmologiques en postopératoire (29%). Ce chiffre est supérieur au pourcentage de complications ophtalmologiques publié dans méta-analyse de Touzé *et al* [36], qui était de 3%. Il est loisible de supposer que cette différence puisse s'expliquer par l'absence de suivi ophtalmologique systématique dans cette étude. Dans l'étude de Rouchaud *et al*, qui est la seule étude comportant un examen ophtalmologique systématique, le taux de complication ophtalmologique atteint 39% [40].

Deux hypothèses physiopathologiques peuvent expliquer les complications ophtalmologiques que nous avons rencontrées :

- **L'hypothèse thrombo-embolique** liée à la migration d'un caillot dans l'artère ophtalmique.
- **L'hypothèse d'une modification de l'hémodynamique** locale liée à une perturbation du flux sanguin.

La première est l'hypothèse thrombo-embolique. Dans l'étude de Rouchaud 5 événements emboliques rétinien ont été reportés, or dans notre étude nous n'avons rapporté aucune complication embolique. Cette différence pourrait s'expliquer par une différence de conformation anévrismale. Dans notre série, les complications ophtalmologiques ont principalement atteint des patients porteurs d'anévrisme dont l'artère ophtalmique naissait au collet (classé B) alors que dans l'étude de Rouchaud *et al* les complications prédominaient chez des patients porteurs d'anévrisme dont l'artère ophtalmique naissait du sac anévrismal (classé A). Notre protocole de double antiagrégation plaquettaire se différencie également de celui de l'équipe de Limoges par l'utilisation de ticagrelor à la place du clopidogrel : l'absence de variabilité inter-individuelle de cet antiagrégant pourrait également expliquer ce constat.

Dans l'étude de Touzé *et al* [41], 6/16 patients ont présenté des complications symptomatiques (amaurose ou déficit du champ visuel), en particulier deux d'entre eux qui ont souffert d'amaurose transitoire à l'arrêt du deuxième antiplaquettaire, confirmant le rôle primordial de la double antiagrégation plaquettaire dans l'instauration d'une perfusion adéquate des artères de l'œil.

L'autre hypothèse est celle d'un ralentissement hémodynamique dans l'artère ophtalmique. Après mise en place du stent à diversion de flux, le maillage du stent perturbe le flux de l'artère ophtalmique. Dans notre étude, chez cinq patients nous avons observé des nodules cotonneux au fond d'œil, ce qui laisse à penser que la mise en place d'un stent à diversion de flux devant l'artère ophtalmique engendre une baisse du débit dans les artérioles, pouvant par endroit être significative et engendrant le nodule cotonneux. En effet, il n'a pas été observé d'occlusion artériolaire embolique, l'hypothèse d'un débit diminué est donc privilégiée.

Il est important de préciser que ces nodules cotonneux n'ont pas persisté à 6 mois, laissant supposer une perfusion restaurée ultérieurement.

Chez une patiente de notre étude, nous avons observé une ischémie choroïdienne multifocale, qui est la conséquence d'un ralentissement de la circulation choroïdienne.

Par la réalisation d'une rétinographie grand champ nous pouvons affirmer que l'ensemble des atteintes ophtalmologiques de notre étude a touché uniquement le pôle postérieur de l'œil.

Les complications ophtalmologiques que nous avons retrouvées n'avaient pas d'incidence sur la fonction : en effet l'examen orthoptique, ceux de l'acuité visuelle et du champ de vision n'étaient pas modifiés après l'intervention. L'une des forces de notre étude vient de la réalisation systématique d'un examen ophtalmologique complet avant et après l'intervention. Ce protocole rarement décrit dans la littérature [36,40] permet de s'affranchir d'un biais de confusion avec une autre pathologie ophtalmologique.

La comparaison des études de l'équipe de Limoges, de Paris et de la nôtre est résumé dans le tableau 5.

Titre de l'étude	Visual Outcomes with Flow-Diverter Stents Covering the Ophthalmic Artery for Treatment of Internal Carotid Artery Aneurysms	Long-term visual outcome in patients treated by flow diversion for carotid-ophthalmic aneurysms	VISUAL FLOW : Analyse des conséquences ... ticagrelor
Auteur	Rouchaud	Touzé	Barrot
Journal	AJNR	JNIS	
Année de publication	2015	2018	
Nombre de sujets	28	15 (16 anévrismes)	17
Durée de suivi	1 ans	4 ± 2 ans	6 mois
Protocole ophtalmologique	48h avant puis à 1s de l'intervention	A distance (4 ± 2 ans)	7 jours avant (médiane), 6 jours après (médiane) et à 6 mois.
Protocole antiagrégation	Aspirine + clopidogrel. Dose de clopidogrel augmentée si résistance.	Aspirine + clopidogrel. Ticagrelor si résistance.	Aspirine + ticagrelor
Type d'anévrisme	A : 5/28 B : 6/28 C : 4/28 D : 13/28	A : 2/16 B : 6/16 C : 0/16 D : 8/16	A : 2/17 B : 7/17 C : 0/17 D : 8/17
Type anatomique des patients ayant eu une complication ophtalmologique	A : 4/11 B : 1/11 C : 3/11 D : 3/11	A : 0/6 B : 4/6 C : 0/6 D : 2/6	A : 1/5 B : 3/5 C : 0/5 D : 1/5
Complications	Flou visuel : 6 Déficit du champ visuel : 4 Paralysie oculomotrice : 1 Emboles rétiniens : 5 Atrophie optique : 3	Amaurose fugace : 3 Déficit champ visuel : 4	Modification du fond d'œil : 5 • Nodules cotonneux : 5 Hémorragies rétiniennes : 2

Tableau 5 : Comparaison

Sur les angiographies de contrôle réalisées à 6 mois, nous avons rapporté un seul cas d'hyperplasie intimale (n=1/9 soit 11%). Dans la littérature, l'incidence de cette complication est estimée entre 1,5% et 68% [61–64]. La prise en charge de l'hyperplasie intimale est non consensuelle, dans notre cas, la poursuite de la double antiagrégation plaquettaire au-delà des trois mois a été décidée. Il faudrait plus de données clinique à ce sujet, d'autant que dans un

modèle animal, il a été montré que l'utilisation de ticagrelor réduisait l'hyperplasie néointimale [65].

Sur les angiographies de contrôle réalisées à 6 mois, l'occlusion anévrysmale complète était seulement de 66.6% (n=6/9), alors que dans la méta-analyse de Zhou *et al* elle était de 79% [20], et de 85% dans celle de Touzé *et al* [36]. On peut penser que le taux d'occlusion anévrysmale sera meilleur lorsque l'antiagrégation plaquettaire sera interrompue à un an du traitement. En effet, nous avons détecté chez trois patients des anévrysmes circulants, mais dont le flux était ralenti et dont la taille avait diminué sur l'angiographie.

Limites

Une limite de notre étude tient à l'absence de groupe contrôle. On explique cette carence par la difficulté à appairer les cas : en effet, pour que les groupes soient comparables, il aurait fallu inclure des patients atteints d'anévrysmes semblables, et pouvant être traité d'une autre façon que par *flow diverter*, ce qui est rarement le cas dans cette localisation. Un groupe contrôle aurait également permis de vérifier que le simple positionnement du matériel (cathéter porteur, cathéter intermédiaire et micro cathéter) n'induit pas une modification de l'hémodynamique locale et notamment des paramètres tensionnels.

Le faible effectif de notre population rend les résultats observés sur notre cohorte peu comparables aux études déjà publiées à ce sujet. Pour approfondir nos connaissances, nous pourrions envisager une étude multicentrique portant sur une population de plus grande ampleur.

Perspectives.

Si l'hypothèse hémodynamique est suspectée dans notre étude, il paraît néanmoins indispensable d'en réaliser d'autres afin d'étayer cette conjecture. Dans notre étude, les constatations ophtalmologiques se sont manifestées dans les 15 premiers jours suivant l'embolisation, alors que l'artériographie n'a eu lieu que 6 mois après, rendant impossible au moment des anomalies ophtalmologiques l'observation dynamique de la circulation dans l'artère ophtalmique. Il serait donc intéressant de réaliser une étude angiographique au moment des symptômes. De manière non invasive, on pourrait imaginer réaliser une échographie doppler de l'orbite à une semaine de l'intervention, afin d'obtenir des données qualitative et quantitative sur le flux dans l'artère ophtalmique et dans les artères ciliaires.

VI. Conclusion

La mise en place d'un stent à diversion de flux devant l'ostium de l'artère ophtalmique n'est pas sans conséquence.

Nous avons observé des anomalies de l'examen ophtalmologique en post-opératoire précoce chez presque un tiers de nos patients bénéficiant d'une double antiagrégation par aspirine et ticagrelor. Aucune complication embolique rétinienne n'a été constatée. Toutes les anomalies décrites étaient asymptomatiques et se sont résolues spontanément.

VII. Références

1. Brown RD, Broderick JP. Unruptured intracranial aneurysms: epidemiology, natural history, management options, and familial screening. *Lancet Neurol.* 2014;13:393–404.
2. Monoceros. Anévrismes intracrâniens et... [Internet]. *Neurochir. - SCP Neurochir. Neurochirurgie - SCP Neurochirurgiens*; 2022 [cited 2022 Jul 24]. Available from: <https://neurochirurgie-cesres.com/pathologies-traitees/anevrismes-intracraniens-et-hemorragies-meningees>
3. International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms Investigators. Unruptured intracranial aneurysms--risk of rupture and risks of surgical intervention. *N Engl J Med.* 1998;339:1725–33.
4. Wermer MJH, van der Schaaf IC, Algra A, Rinkel GJE. Risk of Rupture of Unruptured Intracranial Aneurysms in Relation to Patient and Aneurysm Characteristics: An Updated Meta-Analysis. *Stroke.* 2007;38:1404–10.
5. Wiebers DO. Unruptured intracranial aneurysms: natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *The Lancet.* 2003;362:103–10.
6. Molyneux A. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised trial. *The Lancet.* 2002;360:1267–74.
7. Target 3D | Stryker [Internet]. [cited 2022 Jul 24]. Available from: <https://www.stryker.com/us/en/neurovascular/products/target--3d-detachable-coils.html>
8. Guglielmi G, Viñuela F, Dion J, Duckwiler G. Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach: Part 2: Preliminary clinical experience. *J Neurosurg.* 1991;75:8–14.
9. Moret J, Cognard C, Weill A, Castaings L, Rey A. [Reconstruction technic in the treatment of wide-neck intracranial aneurysms. Long-term angiographic and clinical results. Apropos of 56 cases]. *J Neuroradiol J Neuroradiol.* 1997;24:30–44.
10. Pierot L, Cognard C, Spelle L, Moret J. Safety and Efficacy of Balloon Remodeling Technique during Endovascular Treatment of Intracranial Aneurysms: Critical Review of the Literature. *Am J Neuroradiol. American Journal of Neuroradiology*; 2012;33:12–5.
11. Higashida RT, Smith W, Gress D, Urwin R, Dowd CF, Balousek PA, et al. Intravascular stent and endovascular coil placement for a ruptured fusiform aneurysm of the basilar artery: Case report and review of the literature. *J Neurosurg.* 1997;87:944–9.
12. Zhao J, Lin H, Summers R, Yang M, Cousins BG, Tsui J. Current Treatment Strategies for Intracranial Aneurysms: An Overview. *Angiology.* SAGE Publications Inc; 2018;69:17–30.
13. Benndorf G, Herbon U, Sollmann WP, Campi A. Treatment of a Ruptured Dissecting Vertebral Artery Aneurysm with Double Stent Placement: Case Report. 2001;5.

14. Lylyk P, Miranda C, Ceratto R, Ferrario A, Scrivano E, Luna HR, et al. CURATIVE ENDOVASCULAR RECONSTRUCTION OF CEREBRAL ANEURYSMS WITH THE PIPELINE EMBOLIZATION DEVICE. *Neurosurgery*. 2009;64:632–43.
15. Augsburger L, Farhat M, Raymond P, Fonck E, Kulcsar Z, Stergiopoulos N, et al. Effect of Flow Diverter Porosity on Intraaneurysmal Blood Flow. *Clin Neuroradiol*. 2009;19:204–14.
16. Roszelle BN, Gonzalez LF, Babiker MH, Ryan J, Albuquerque FC, Frakes DH. Flow diverter effect on cerebral aneurysm hemodynamics: an in vitro comparison of telescoping stents and the Pipeline. *Neuroradiology*. 2013;55:751–8.
17. D’Urso PI, Lanzino G, Cloft HJ, Kallmes DF. Flow Diversion for Intracranial Aneurysms. *Stroke*. American Heart Association; 2011;42:2363–8.
18. Kadirvel R, Ding Y-H, Dai D, Rezek I, Lewis DA, Kallmes DF. Cellular Mechanisms of Aneurysm Occlusion after Treatment with a Flow Diverter. *Radiology*. 2014;270:394–9.
19. Brinjikji W, Murad MH, Lanzino G, Cloft HJ, Kallmes DF. Endovascular Treatment of Intracranial Aneurysms With Flow Diverters: A Meta-Analysis. *Stroke*. 2013;44:442–7.
20. Zhou G, Zhu Y-Q, Su M, Gao K-D, Li M-H. Flow-Diverting Devices versus Coil Embolization for Intracranial Aneurysms: A Systematic Literature Review and Meta-analysis. *World Neurosurg*. 2016;88:640–5.
21. Surpass Streamline | Stryker [Internet]. [cited 2022 Sep 18]. Available from: <https://www.stryker.com/tr/en/neurovascular/products/surpass-streamline-flow-diverter.html>
22. Stryker Neurovascular | Patient information [Internet]. [cited 2022 Sep 18]. Available from: <https://www.strykerneurovascular.com/us/about/patients>
23. Berge J, Biondi A, Machi P, Brunel H, Pierot L, Gabrillargues J, et al. Flow-Diverter Silk Stent for the Treatment of Intracranial Aneurysms: 1-year Follow-Up in a Multicenter Study. *Am J Neuroradiol*. 2012;33:1150–5.
24. Fischer S, Vajda Z, Aguilar Perez M, Schmid E, Hopf N, Bänzner H, et al. Pipeline embolization device (PED) for neurovascular reconstruction: initial experience in the treatment of 101 intracranial aneurysms and dissections. *Neuroradiology*. 2012;54:369–82.
25. Fiorella D, Hsu D, Woo HH, Tarr RW, Nelson PK. Very Late Thrombosis of a Pipeline Embolization Device Construct: Case Report. *Oper Neurosurg*. 2010;67:onsE313-E314.
26. Mascitelli JR, Pain M, Panov F, Bederson JB, Patel AB. Ophthalmic artery occlusion immediately following placement of a flow diverter without clinical sequelae. *Interv Neuroradiol*. 2015;21:191–5.
27. Shapiro M, Raz E, Becske T, Nelson PK. Variable Porosity of the Pipeline Embolization Device in Straight and Curved Vessels: A Guide for Optimal Deployment Strategy. *Am J Neuroradiol*. 2014;35:727–33.

28. Wang K, Yuan S. Actual Metal Coverage at the Neck Is Critical for Flow-Diverting Stents in Treating Intracranial Aneurysms. *Am J Neuroradiol*. 2013;34:E31–2.
29. Saleme S, Iosif C, Ponomarjova S, Mendes G, Camilleri Y, Caire F, et al. Flow-Diverting Stents for Intracranial Bifurcation Aneurysm Treatment. *Neurosurgery*. 2014;75:623–31.
30. Caroff J, Neki H, Mihalea C, D'Argento F, Abdel Khalek H, Ikka L, et al. Flow-Diverter Stents for the Treatment of Saccular Middle Cerebral Artery Bifurcation Aneurysms. *Am J Neuroradiol*. 2016;37:279–84.
31. Gawlitza M, Januel A-C, Tall P, Bonneville F, Cognard C. Flow diversion treatment of complex bifurcation aneurysms beyond the circle of Willis: a single-center series with special emphasis on covered cortical branches and perforating arteries. *J NeuroInterventional Surg*. 2016;8:481–7.
32. Hamard H, Chevaleraud J, Rondot P. *Neuropathies optiques*. Paris: Masson; 1986.
33. Shapiro M, Becske T, Riina HA, Raz E, Zumofen D, Jafar JJ, et al. Toward an Endovascular Internal Carotid Artery Classification System. *Am J Neuroradiol*. 2014;35:230–6.
34. Labbé A. *Anatomie de la papille optique et des fibres optiques rétiniennes*. :10.
35. Massin P, Creuzot-Garcher C. *Oedèmes maculaires: Rapport SFO 2016*. Elsevier Health Sciences; 2016.
36. Touzé R, Gravellier B, Rolla-Bigliani C, Touitou V, Shotar E, Lenck S, et al. Occlusion Rate and Visual Complications With Flow-Diverter Stent Placed Across the Ophthalmic Artery's Origin for Carotid-Ophthalmic Aneurysms: A Meta-Analysis. *Neurosurgery* [Internet]. 2019 [cited 2020 Jul 16]; Available from: <https://academic.oup.com/neurosurgery/advance-article/doi/10.1093/neuros/nyz202/5520499>
37. Puffer RC, Kallmes DF, Cloft HJ, Lanzino G. Patency of the ophthalmic artery after flow diversion treatment of paraclinoid aneurysms: Clinical article. *J Neurosurg*. 2012;116:892–6.
38. Xiang J, Tutino VM, Snyder KV, Meng H. CFD: Computational Fluid Dynamics or Confounding Factor Dissemination? The Role of Hemodynamics in Intracranial Aneurysm Rupture Risk Assessment. *Am J Neuroradiol*. 2014;35:1849–57.
39. Wu X, Tian Z, Liu J, Li W, Chen J, Zhou Y, et al. Hemodynamic impacts of flow diverter devices on the ophthalmic artery. *J Transl Med*. 2019;17:160.
40. Rouchaud A, Leclerc O, Benayoun Y, Saleme S, Camilleri Y, D'Argento F, et al. Visual Outcomes with Flow-Diverter Stents Covering the Ophthalmic Artery for Treatment of Internal Carotid Artery Aneurysms. *Am J Neuroradiol*. 2015;36:330–6.
41. Touzé R, Touitou V, Shotar E, Gabrieli J, Drir M, Mathon B, et al. Long-term visual outcome in patients treated by flow diversion for carotid-ophthalmic aneurysms. *J NeuroInterventional Surg*. 2018;10:1067–73.

42. Ospel JM, Brouwer P, Dorn F, Arthur A, Jensen ME, Nogueira R, et al. Antiplatelet Management for Stent-Assisted Coiling and Flow Diversion of Ruptured Intracranial Aneurysms: A DELPHI Consensus Statement. *Am J Neuroradiol*. 2020;41:1856–62.
43. Faught RWF, Satti SR, Hurst RW, Pukenas BA, Smith MJ. Heterogeneous practice patterns regarding antiplatelet medications for neuroendovascular stenting in the USA: a multicenter survey. *J NeuroInterventional Surg*. 2014;6:774–9.
44. Gupta R, Moore JM, Griessenauer CJ, Adeeb N, Patel AS, Youn R, et al. Assessment of Dual-Antiplatelet Regimen for Pipeline Embolization Device Placement: A Survey of Major Academic Neurovascular Centers in the United States. *World Neurosurg*. 2016;96:285–92.
45. Gurbel PA, Bliden KP, Hiatt BL, O'Connor CM. Clopidogrel for Coronary Stenting: Response Variability, Drug Resistance, and the Effect of Pretreatment Platelet Reactivity. *Circulation*. 2003;107:2908–13.
46. Kuliczowski W, Witkowski A, Polonski L, Watala C, Filipiak K, Budaj A, et al. Interindividual variability in the response to oral antiplatelet drugs: a position paper of the Working Group on antiplatelet drugs resistance appointed by the Section of Cardiovascular Interventions of the Polish Cardiac Society, endorsed by the Working Group on Thrombosis of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2008;30:426–35.
47. Yang H, Li Y, Jiang Y. Insufficient platelet inhibition and thromboembolic complications in patients with intracranial aneurysms after stent placement. *J Neurosurg*. 2016;125:247–53.
48. Asai T, Miyachi S, Izumi T, Matsubara N, Haraguchi K, Yamanouchi T, et al. Relationship between low response to clopidogrel and periprocedural ischemic events with coil embolization for intracranial aneurysms. *J NeuroInterventional Surg*. 2016;8:752–5.
49. Fifi JT, Brockington C, Narang J, Leesch W, Ewing SL, Bennet H, et al. Clopidogrel Resistance Is Associated with Thromboembolic Complications in Patients Undergoing Neurovascular Stenting. *Am J Neuroradiol*. 2013;34:716–20.
50. Caroff J, Aubert L, Lavenu-Bombled C, Figueiredo S, Habchi K, Cortese J, et al. Antithrombotic therapies for neurointerventional surgery: a 2021 French comprehensive national survey. *J NeuroInterventional Surg*. 2022;neurintsurg-2021-018601.
51. BRILINTA® (ticagrelor) tablets, for oral use. :26.
52. Park KY, Ozaki T, Kostynskyy A, Kortman H, Hilario A, Nicholson P, et al. Ticagrelor versus Clopidogrel in the Dual Antiplatelet Regimen for Intracranial Stenting or Flow-Diverter Treatment for Unruptured Cerebral Aneurysms: A Single-Center Cohort Study. *Am J Neuroradiol*. 2021;42:1638–44.
53. Soize S, Foussier C, Manceau P-F, Litré C-F, Backchine S, Gawlitza M, et al. Comparison of two preventive dual antiplatelet regimens for unruptured intracranial aneurysm embolization with flow diverter/disrupter: A matched-cohort study comparing clopidogrel with ticagrelor. *J Neuroradiol*. 2019;46:378–83.

54. Podlasek A, Al Sultan AA, Assis Z, Kashani N, Goyal M, Almekhlafi MA. Outcome of intracranial flow diversion according to the antiplatelet regimen used: a systematic review and meta-analysis. *J NeuroInterventional Surg.* 2020;12:148–55.
55. van Swieten JC, Koudstaal PJ, Visser MC, Schouten HJA, van Gijn J. Interobserver agreement for the assessment of handicap in stroke patients. :4.
56. O’Kelly CJ, Krings T, Fiorella D, Marotta TR. A Novel Grading Scale for the Angiographic Assessment of Intracranial Aneurysms Treated Using Flow Diverting Stents. *Interv Neuroradiol.* 2010;16:133–7.
57. Nghiêm-Buffet S, Pérol J, Michée S, Cohen S-Y, Fajnkuchen F, Delahaye-Mazza C, et al. Rétinophotographies, clichés en autofluorescence et angiographies : technique et interprétation. *EMC - Ophtalmol.* 2011;8:1–16.
58. Febo MS. Techniques et principes des tomographies en cohérence optique. :9.
59. Korobelnik J-F. OCT en ophtalmologie: rapport 2019. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2019.
60. Privat E, Gaudric A. Ischémie choroïdienne aiguë. *EMC - Ophtalmol.* 2009;6:1–16.
61. Cohen JE, Gomori JM, Moscovici S, Leker RR, Itshayek E. Delayed complications after flow-diverter stenting: Reactive in-stent stenosis and creeping stents. *J Clin Neurosci.* 2014;21:1116–22.
62. Caroff J, Iacobucci M, Rouchaud A, Mihalea C, de Carvalho FM, Jocson VED, et al. The occurrence of neointimal hyperplasia after flow-diverter implantation is associated with cardiovascular risks factors and the stent design. *J NeuroInterventional Surg.* 2019;11:610–3.
63. John S, Bain MD, Hui FK, Hussain MS, Masaryk TJ, Rasmussen PA, et al. Long-term Follow-up of In-stent Stenosis After Pipeline Flow Diversion Treatment of Intracranial Aneurysms. *Neurosurgery.* 2016;78:862–7.
64. Texakalidis P, Bekelis K, Atallah E, Tjoumakaris S, Rosenwasser RH, Jabbour P. Flow diversion with the pipeline embolization device for patients with intracranial aneurysms and antiplatelet therapy: A systematic literature review. *Clin Neurol Neurosurg.* 2017;161:78–87.
65. Sürer S, Toktas F, Ay D, Eris C, Yavuz S, Turk T, et al. Effect of the P2Y12 antagonist ticagrelor on neointimal hyperplasia in a rabbit carotid anastomosis model. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* :7.

VIII. Annexe.



Pôle d'Imagerie Médicale
Service de Radiologie-Neuroradiologie Diagnostique et Interventionnelle
Chef de service Pr Jean Philippe Cottier
Hôpital BRETONNEAU - 2 Boulevard Tonnelé 37044 TOURS CEDEX 9

Radiologie Générale - Neuroradiologie Diagnostique
Pr J. Ph. Cottier (Secrétariat [02.47.47.38.65](tel:02.47.47.38.65))

Radiologie Interventionnelle et Vasculaire
Pr D. Herbreteau (Secrétariat [02.34.37.96.15](tel:02.34.37.96.15))

<u>Rendez-vous</u>		<u>Résultats d'examens</u>	<u>Rendez-vous et résultats d'examens</u>
Radiologie standard 02.47.47.88.33	Scanner et IRM 02.47.47.37.25	02.47.47.88.35	02.34.37.96.15 ou 02.47.47.47.25

Information du patient concernant le suivi ophtalmologique et la participation à une étude observationnelle.

Version

Nom et prénom du patient :(nom et prénom en lettres capitales)

Né(e) le :

Madame, Monsieur,

Dans le cadre de la prise en charge de votre anévrisme intracrânien, vous allez bénéficier d'une embolisation de ce dernier. Cette intervention consiste à placer un stent à diversion de flux en regard du collet de l'anévrisme, afin d'induire une cicatrisation de la paroi malade. La localisation de votre anévrisme impose de placer le stent devant l'artère ophtalmique.

Ce traitement pourra, sauf opposition de votre part, être utilisé pour la recherche médicale ou scientifique dans le cadre de la pathologie pour laquelle vous êtes pris en charge, dans le respect de la confidentialité. Un suivi ophtalmologique sera réalisé avant et après le traitement, des données cliniques vous concernant seront recueillies.

Cette étude ne modifiera en aucun cas votre prise en charge médicale.

Vous pouvez librement et à tout moment, sans conséquence pour votre traitement, vous opposer à cette utilisation à but de recherche, en vous adressant à :

Nom du médecin qui délivre l'information

.....

.....

☎
.....

Je reconnais avoir reçu l'information le par le Dr

Signature du patient:

« Les données médicales recueillies sur le prélèvement seront réunies sur un fichier informatique permettant leur traitement automatisé dans le cadre des recherches. Vous disposez à cet égard d'un droit d'accès, de rectification et d'opposition conformément à la loi » auprès du médecin qui vous a délivré cette information. Conformément à la loi (art. 16-1 et 16-6 du Code civil), ce prélèvement ne pourra être cédé pour un usage commercial ni donner lieu à une rémunération à votre bénéfice.



Pôle d'Imagerie Médicale
Service de Radiologie-Neuroradiologie Diagnostique et Interventionnelle
Chef de service Pr Jean Philippe Cottier
Hôpital BRETONNEAU - 2 Boulevard Tonnellé 37044 TOURS CEDEX 9

Radiologie Générale - Neuroradiologie Diagnostique
Pr J. Ph. Cottier (Secrétariat [02.47.47.38.65](tel:02.47.47.38.65))

Radiologie Interventionnelle et Vasculaire
Pr D. Herbreteau (Secrétariat [02.34.37.96.15](tel:02.34.37.96.15))

<u>Rendez-vous</u>		<u>Résultats d'examens</u>	<u>Rendez-vous et résultats d'examens</u>
Radiologie standard	Scanner et IRM		
02.47.47.88.33	02.47.47.37.25	02.47.47.88.35	02.34.37.96.15 ou 02.47.47.47.25

**Information du patient sur la conservation et l'utilisation d'éléments et produits
du corps humain prélevés à une fin médicale ou scientifique.**

A REMPLIR EN CAS D'OPPOSITION :

Je soussigné(e) Monsieur, Madame (Nom-Prénom en lettres capitales)
né(e) le.....

déclare m'opposer à l'inclusion dans le protocole d'étude FLOW VISUAL dans le cadre de ma prise en charge
médicale le par le Dr
dans le service de neuroradiologie interventionnelle du CHRU de Tours.

Date :.....
Signature

Certificat à adresser au médecin qui vous a délivré l'information



Pôle d'Imagerie Médicale
Service de Radiologie-Neuroradiologie Diagnostique et Interventionnelle
Chef de service Pr Frédéric PATAT
Hôpital BRETONNEAU - 2 Boulevard Tonnellé 37044 TOURS CEDEX 9

Radiologie Générale - Neuroradiologie Diagnostique
Pr F. PATAT (Secrétariat [02.47.47.38.65](tel:02.47.47.38.65))

Radiologie Interventionnelle et Vasculaire
Pr D. Herbreteau (Secrétariat [02.34.37.96.15](tel:02.34.37.96.15))

Rendez-vous		Résultats d'examens	Rendez-vous et résultats d'examens
Radiologie standard	Scanner et IRM		
02.47.47.88.33	02.47.47.37.25	02.47.47.88.35	02.34.37.96.15 ou 02.47.47.47.25

RECUEIL DE DONNEES
DANS LE CADRE DE PROJETS DE RECHERCHE OBSERVATIONNELLE

Madame, Mademoiselle, Monsieur,

Le service de Neuroradiologie Interventionnelle du Centre Hospitalier Universitaire de TOURS effectue régulièrement des recherches observationnelles, c'est-à-dire ne modifiant pas la prise en charge habituelle des patient(e)s. Ces études peuvent être rétrospectives (débutées après la sortie du patient de l'hôpital) ou prospectives (débutées au moment de l'hospitalisation). Elles nécessitent le recueil d'informations dans les dossiers ou au cours de l'hospitalisation, de paramètres tant cliniques (âge, poids, taille, pression artérielle, fréquence cardiaque...), biologiques (hémoglobine, temps de coagulation, glycémie...) que radiologiques (données d'interprétation, dose de rayon reçue...).

Les résultats de ces travaux permettent d'apporter des informations qui favorisent le développement des connaissances dans tous les domaines de la santé comme, par exemple, la thérapeutique, la qualité des soins, la prise en charge de la douleur... Elles ne sont qu'une première étape dans la recherche et devront être confirmées, ensuite, par des études complémentaires prospectives, afin de permettre l'essor de nouvelles méthodes de diagnostic, de nouveaux traitements chirurgicaux ou médicaux.

Pour être menées à bien, ces recherches observationnelles nécessitent la mise en œuvre d'un traitement informatisé des données recueillies, afin de permettre d'analyser les résultats. Un fichier informatique comportant ces données va donc être constitué. Par mesure de confidentialité, ces données seront systématiquement codées. Seuls les professionnels de santé personnellement en charge du suivi auront connaissance des données nominatives.

Conformément à la loi « Informatique et Libertés » du 6 janvier 1978 modifiée en 2004, si vous êtes inclus(e) dans une étude observationnelle, celle-ci sera systématiquement déclarée à la Commission Nationale Informatique et Libertés (CNIL) pour obtenir son autorisation préalable conformément au texte de loi sur la protection des données personnelles (RGPD) du 20 juin 2018. Les données recueillies au cours de l'hospitalisation ne seront pas utilisées plus de quatre ans après l'hospitalisation et accessibles dans les conditions prévues par l'article L.1110-4 du Code de la Santé Publique.

Si vous ne souhaitez pas que les données recueillies lors de l'hospitalisation (cliniques, biologiques, radiologiques) soient utilisées dans une étude observationnelle, merci d'en informer les médecins du service (Pr HERBRETEAU, Dr BIBI, Dr BOULOUIS, Dr JANOT, Dr IFERGAN) -. Sachez que votre refus peut être décidé à tout moment et qu'il ne portera aucun préjudice à la qualité de la prise en charge. Si vous refusez de participer, les données ne seront pas utilisées et resteront destinées à l'usage strict du soin.

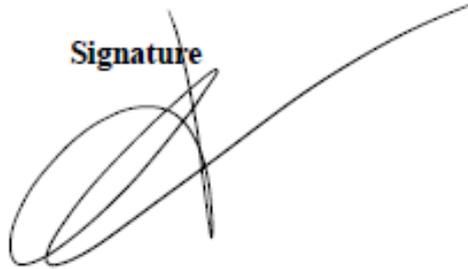
Je soussigné(e), Mme, Mr.....déclare avoir pris connaissance de cette information concernant le recueil des données dans le cadre des études observationnelles.

Date : ____/____/____

Signature

Vu, le Directeur de Thèse

Signature

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long, sweeping horizontal stroke extending to the right.

Vu, le Doyen
De la Faculté de Médecine de Tours
Tours, le

DOCTORAT en MEDECINE

Diplôme d'Etat

D.E.S. de Radiologie et imagerie médicale
Présentée et Soutenue le 13 octobre 2022
Dépôt de sujet de thèse, proposition de jury,

NOM : BARROT

Prénoms : Valère

Date de naissance :

Nationalité :

Lieu de naissance :

Domicile :

Téléphone :

Directeur de Thèse : Docteur Kevin JANOT

Titre de la Thèse : VISUAL FLOW : Analyse des conséquences ophtalmologiques du traitement d'un anévrisme carotidien par un stent   diversion de flux couvrant l'origine de l'artère ophtalmique chez des patients bénéficiant d'une double antiagrégation par aspirine et ticagrelor.

JURY

Président : Professeur Jean-Philippe COTTIER, Radiologie et imagerie médicale, Faculté de Médecine - Tours

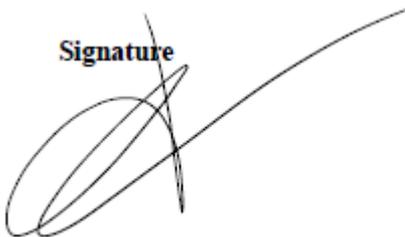
Membres : Professeur Aymeric ROUCHAUD, Radiologie et Imagerie Médicale, Faculté de Médecine - Limoges

Docteur Raoul Kanav KHANNA, Ophtalmologie, CCA, Faculté de Médecine - Tours

Docteur Kevin JANOT, Radiologie et Imagerie Médicale, PH, CHU-Tours

Avis du Directeur de Thèse
  Tours, le 30/08/2022

Signature



Avis du Directeur de l'U.F.R.

  Tours, le 21 . 9. 22

Signature



Barrot Valère

62 pages – 5 tableaux – 21 figures

Résumé :

INTRODUCTION

L'objectif de notre travail était d'analyser les conséquences ophtalmologiques du traitement d'un anévrisme carotidien par un stent à diversion de flux couvrant l'origine de l'artère ophtalmique chez des patients bénéficiant d'une double antiagrégation par aspirine et ticagrelor.

MATERIEL ET METHODES

De janvier 2021 à juin 2022, les patients traités d'un anévrisme carotidien par un stent à diversion de flux au CHRU de Tours pouvaient être inclus de manière prospective dans notre étude. Les patients inclus ont bénéficié d'un examen ophtalmologique systématique avant l'embolisation de leur anévrisme, dans les 15 jours après l'embolisation et enfin à 6 mois de l'embolisation. Tous les patients traités ont reçu une double antiagrégation plaquettaire par aspirine et ticagrelor pendant 3 mois suivi d'une monothérapie par aspirine seule.

RESULTATS

17 patients ont été inclus pour le moment (dont 9 ayant bénéficié d'un suivi complet à 6 mois). Aucun des patients n'a rapporté de plainte visuelle en postopératoire. Le fond d'œil de 5 patients (29%) était pourtant pathologique du côté traité dans les 15 premiers jours suivant le traitement de l'anévrisme (nodules cotonneux retrouvés chez 5 patients (29%), hémorragies rétinienne retrouvées chez 2 patients (12%), aucune complication thrombo-embolique). Toutes les anomalies décrites sur le fond d'œil réalisé en postopératoire ont été régressives à 6 mois pour les patients suivis.

CONCLUSION

Le recouvrement de l'ostium de l'artère ophtalmique par un stent à diversion de flux lors du traitement d'un anévrisme intracrânien n'est pas anodin et peut être responsable de complications ophtalmologiques ; 29% des patients de notre cohorte ont présenté des anomalies précoces au fond d'œil réalisé après l'embolisation, même si celles-ci ont toutes été régressives à 6 mois.

Mots clés : Anévrisme, ophtalmologie, *flow-diverter*, radiologie interventionnelle, NRI, neuroradiologie, neuroradiologie interventionnelle

Jury :

Président du Jury : Professeur Jean-Philippe COTTIER

Directeur de thèse : Docteur Kevin JANOT

Membres du Jury : Professeur Aymeric ROUCHAUD
Docteur Raoul Kanav KHANNA

Date de soutenance : 13 octobre 2022