



**HAL**  
open science

**Intérêt d'un bilan post-opératoire écho-doppler avec utilisation systématique de produit de contraste ultrasonore dans le suivi des endoprothèses aortiques : étude prospective au CHU de Nice “ Ultra-EVAR ”**

Emmanuelle Giauffret-Fortier

► **To cite this version:**

Emmanuelle Giauffret-Fortier. Intérêt d'un bilan post-opératoire écho-doppler avec utilisation systématique de produit de contraste ultrasonore dans le suivi des endoprothèses aortiques : étude prospective au CHU de Nice “ Ultra-EVAR ”. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-02998739

**HAL Id: dumas-02998739**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02998739>**

Submitted on 10 Nov 2020

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

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

**THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE**

*Présentée et soutenue publiquement  
le jeudi 15 Octobre 2020 à Nice*

*Par Emmanuelle GIAUFFRET-FORTIER*

*Née le 4 décembre 1992 à Schœlcher en Martinique (972)*

**Intérêt d'un bilan post-opératoire écho-doppler avec utilisation  
systématique de produit de contraste ultrasonore dans le suivi des  
endoprothèses aortiques.  
Etude prospective au CHU de Nice, « Ultra-EVAR ».**

*Thèse dirigée par Monsieur le Docteur Pascal GIORDANA*

*Membres du jury :*

*Monsieur le Professeur Georges LEFTHERIOTIS, Président du jury*

*Monsieur le Professeur Réda HASSEN-KHODJA, Assesseur*

*Monsieur le Professeur Elixène JEAN-BAPTISTE, Assesseur*

*Madame le Docteur Violaine FLORY, Assesseur*



**Liste des enseignants au 1<sup>er</sup> septembre 2020 à la Faculté de Médecine de Nice.**

**Doyen**

**Pr. BAQUE Patrick**

**Vice-doyens**

**Pédagogie**

**Pr. ALUNNI Véronique**

**Recherche**

**Pr. DELLAMONICA Jean**

**Étudiants**

**M. JOUAN Robin**

**Chargé de mission projet Campus**

**Pr. PAQUIS Philippe**

Conservateur de la bibliothèque

Mme AMSELLE Danièle

Directrice administrative des services

Mme CALLEA Isabelle

Doyens Honoraires

M. RAMPAL Patrick

M. BENCHIMOL Daniel

## PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

<b>M. BAQUE Patrick</b>	Anatomie - Chirurgie Générale (42.01)
<b>M. BERNARDIN Gilles</b>	Réanimation Médicale (48.02)
<b>Mme BLANC-PEDEUTOUR Florence</b>	Cancérologie-Génétique (47.02)
<b>M. BOILEAU Pascal</b>	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie (50.02)
<b>M. DARCOURT Jacques</b>	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
<b>M. DRICI Milou-Daniel</b>	Pharmacologie Clinique (48.03)
<b>M. ESNAULT Vincent</b>	Néphrologie (52.03)
<b>M. GILSON Eric</b>	Biologie Cellulaire (44.03)
<b>M. GUGENHEIM Jean</b>	Chirurgie Digestive (52.02)
<b>M. HASSEN-KHODJA Réda</b>	Chirurgie Vasculaire (51.04)
<b>M. HEBUTERNE Xavier</b>	Nutrition (44.04)
<b>M. HOFMAN Paul</b>	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
<b>Mme ICHAI Carole</b>	Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
<b>M. LACOUR Jean-Philippe</b>	Dermato-Vénérologie (50.03)
<b>M. LEFTHERIOTIS Georges</b>	Chirurgie Vasculaire ; Médecine Vasculaire (51.04)
<b>M. MARQUETTE Charles-Hugo</b>	Pneumologie (51.01)
<b>M. MARTY Pierre</b>	Parasitologie et Mycologie (45.02)
<b>M. MICHIELS Jean-François</b>	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
<b>M. MOUNIER Nicolas</b>	Cancérologie, Radiothérapie (47.02)
<b>M. MOUROUX Jérôme</b>	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire (51.03)
<b>M. PADOVANI Bernard</b>	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
<b>Mme PAQUIS Véronique</b>	Génétique (47.04)
<b>M. PAQUIS Philippe</b>	Neurochirurgie (49.02)
<b>M. PRADIER Christian</b>	Épidémiologie, Économie de la Santé et Prévention (46.01)
<b>M. QUATREHOMME Gérald</b>	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
<b>M. RAUCOULES-AIME Marc</b>	Anesthésie et Réanimation Chirurgicale (48.01)
<b>M. ROBERT Philippe</b>	Psychiatrie d'Adultes (49.03)
<b>M. SCHNEIDER Stéphane</b>	Nutrition (44.04)
<b>M. TRAN Albert</b>	Hépatogastro-entérologie (52.01)

## PROFESSEURS PREMIERE CLASSE

<b>Mme ASKENAZY-GITTARD Florence</b>	Pédopsychiatrie (49.04)
<b>M. BARRANGER Emmanuel</b>	Gynécologie Obstétrique (54.03)
<b>M. BERARD Etienne</b>	Pédiatrie (54.01)
<b>M. BONGAIN André</b>	Gynécologie-Obstétrique (54.03)
<b>Mme BREUIL Véronique</b>	Rhumatologie (50.01)
<b>M. CASTILLO Laurent</b>	O.R.L. (55.01)
<b>M. CHEVALLIER Patrick</b>	Radiologie et Imagerie Médicale (43.02)
<b>M. DE PERETTI Fernand</b>	Anatomie-Chirurgie Orthopédique (42.01)
<b>M. FERRARI Emile</b>	Cardiologie (51.02)
<b>M. FERRERO Jean-Marc</b>	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
<b>M. FONTAINE Denys</b>	Neurochirurgie (49.02)
<b>M. GUERIN Olivier</b>	Médecine Interne ; Gériatrie (53.01)
<b>M. HANNOUN-LEVI Jean-Michel</b>	Cancérologie ; Radiothérapie (47.02)
<b>M. JEAN-BAPTISTE Elixène</b>	Chirurgie Vasculaire (51.04)
<b>M. LEVRAUT Jacques</b>	Médecine d'urgence (48.05)
<b>M. LONJON Michel</b>	Neurochirurgie (49.02)
<b>M. PASSERON Thierry</b>	Dermato-Vénérologie (50.03)
<b>M. PICHE Thierry</b>	Gastro-entérologie (52.01)
<b>Mme RAYNAUD Dominique</b>	Hématologie (47.01)
<b>M. ROUX Christian</b>	Rhumatologie (50.01)
<b>M. ROSENTHAL Eric</b>	Médecine Interne (53.01)
<b>M. STACCINI Pascal</b>	Biostatistiques et Informatique Médicale (46.04)
<b>M. THOMAS Pierre</b>	Neurologie (49.01)
<b>M. TROJANI Christophe</b>	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie (50.02)

## PROFESSEURS DEUXIEME CLASSE

<b>Mme ALUNNI Véronique</b>	Médecine Légale et Droit de la Santé (46.03)
<b>M. ANTY Rodolphe</b>	Gastro-entérologie (52.01)
<b>M. BAHADORAN Philippe</b>	Cytologie et Histologie (42.02)
<b>Mme BAILLIF Stéphanie</b>	Ophthalmologie (55.02)
<b>Mme BANNWARTH Sylvie</b>	Génétique (47.04)
<b>M. BENIZRI Emmanuel</b>	Chirurgie Générale (53.02)
<b>M. BENOIT Michel</b>	Psychiatrie (49.03)
<b>M. BERTHET Jean-Philippe</b>	Chirurgie Thoracique (51.03)
<b>M. BOZEC Alexandre</b>	ORL-Cancérologie (47.02)
<b>M. BREAUD Jean</b>	Chirurgie Infantile (54.02)
<b>M. BRONSARD Nicolas</b>	Anatomie Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (42.01)
<b>Mme BUREL-VANDENBOS Fanny</b>	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
<b>M. CHEVALIER Nicolas</b>	Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques (54.04)
<b>Mme CHINETTI Giulia</b>	Biochimie-Biologie Moléculaire (44.01)
<b>M. CLUZEAU Thomas</b>	Hématologie (47.01)
<b>M. DELLAMONICA Jean</b>	Réanimation Médicale (48.02)
<b>M. DELOTTE Jérôme</b>	Gynécologie-Obstétrique (54.03)
<b>Mme ESTRAN-POMARES Christelle</b>	Parasitologie et Mycologie (45.02)
<b>M. FAVRE Guillaume</b>	Néphrologie (44.02)
<b>M. FOURNIER Jean-Paul</b>	Thérapeutique (48.04)
<b>Mme GIORDANENGO Valérie</b>	Bactériologie-Virologie (45.01)
<b>Mme GIOVANNINI-CHAMI Lisa</b>	Pédiatrie (54.01)
<b>M. IANNELLI Antonio</b>	Chirurgie Digestive (52.02)
<b>M. ILIE Marius</b>	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
<b>M. ORBAN Jean-Christophe</b>	Anesthésiologie-Réanimation ; Médecine d'urgence (48.01)
<b>M. ROHRLICH Pierre</b>	Pédiatrie (54.01)
<b>M. RUIMY Raymond</b>	Bactériologie-Virologie (45.01)
<b>Mme SACCONI Sabrina</b>	Neurologie (49.01)
<b>Mme SEITZ-POLSKI Barbara</b>	Immunologie (47.03)
<b>M. VANBIERVLIET Geoffroy</b>	Gastro-entérologie (52.01)

## MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

<b>M. AMBROSETTI Damien</b>	Cytologie et Histologie (42.02)
<b>Mme BERNARD-POMIER Ghislaine</b>	Immunologie (47.03)
<b>M. CAMUZARD Olivier</b>	Chirurgie Plastique (50.04)
<b>Mme CONTENTI-LIPRANDI Julie</b>	Médecine d'urgence (48.04)
<b>M. DOGLIO Alain</b>	Bactériologie-Virologie (45.01)
<b>M. DOYEN Jérôme</b>	Radiothérapie (47.02)
<b>M. FOSSE Thierry</b>	Bactériologie-Virologie-Hygiène (45.01)
<b>M. GARRAFFO Rodolphe</b>	Pharmacologie Fondamentale (48.03)
<b>Mme HINAULT Charlotte</b>	Biochimie et Biologie Moléculaire (44.01)
<b>M. HUMBERT Olivier</b>	Biophysique et Médecine Nucléaire (43.01)
<b>Mme LAMY Brigitte</b>	Bactériologie-Virologie (45.01)
<b>Mme LONG-MIRA Elodie</b>	Cytologie et Histologie (42.02)
<b>M. LOTTE Romain</b>	Bactériologie-Virologie ; Hygiène hospitalière (45.01)
<b>Mme MAGNIE Marie-Noëlle</b>	Physiologie (44.02)
<b>M. MASSALOU Damien</b>	Chirurgie Viscérale (52.02)
<b>Mme MOCERI Pamela</b>	Cardiologie (51.02)
<b>M. MONTAUDIE Henri</b>	Dermatologie (50.03)
<b>Mme MUSSO-LASSALLE Sandra</b>	Anatomie et Cytologie Pathologiques (42.03)
<b>M. NAIMI Mourad</b>	Biochimie et Biologie Moléculaire (44.01)
<b>M. SAVOLDELLI Charles</b>	Chirurgie Maxillo-Faciale et Stomatologie (55.03)
<b>M. SQUARA Fabien</b>	Cardiologie (51.02)
<b>M. TESTA Jean</b>	Épidémiologie Économie de la Santé et Prévention (46.01)
<b>Mme THUMMLER Susanne</b>	Pédopsychiatrie (49.04)
<b>M. TOULON Pierre</b>	Hématologie et Transfusion (47.01)
<b>M. TRAN Antoine</b>	Pédiatrie (54.01)

## **PROFESSEUR DES UNIVERSITES**

**M. DARMON David** Médecine Générale (53.03)

## **MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES**

**Mme GROS Auriane** Orthophonie (69)

## **PROFESSEUR AGREGE**

**Mme LANDI Rebecca** Anglais

## **PRATICTIEN HOSPITALIER UNIVERSITAIRE**

**M. DURAND Matthieu** Urologie (52.04)

**M. SICARD Antoine** Néphrologie (52.03)

## **PROFESSEURS ASSOCIES**

**M. GARDON Gilles** Médecine Générale (53.03)

**Mme MONNIER Brigitte** Médecine Générale (53.03)

## **MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES**

**Mme CASTA Céline** Médecine Générale (53.03)

**M. GASPERINI Fabrice** Médecine Générale (53.03)

**M. HOGU Nicolas** Médecine Générale (53.03)

## CONSTITUTION DU JURY EN QUALITE DE 4<sup>ème</sup> MEMBRE

### PROFESSEURS HONORAIRES

<b>M. AMIEL Jean</b>	<b>M. GERARD Jean-Pierre</b>
<b>M. ALBERTINI Marc</b>	<b>M. GIBELIN Pierre</b>
<b>M. BALAS Daniel</b>	<b>M. GILLET Jean-Yves</b>
<b>M. BATT Michel</b>	<b>M. GRELLIER Patrick</b>
<b>M. BLAIVE Bruno</b>	<b>M. GRIMAUD Dominique</b>
<b>M. BOQUET Patrice</b>	<b>M. HOFLIGER Philippe</b>
<b>M. BOURGEON André</b>	<b>M. JOURDAN Jacques</b>
<b>M. BOUTTE Patrick</b>	<b>M. LAMBERT Jean-Claude</b>
<b>M. BRUNETON Jean- Noël</b>	<b>M. LAZDUNSKI Michel</b>
<b>Mme BUSSIERE Françoise</b>	<b>M. LEFEBVRE Jean-Claude</b>
<b>M. CAMOUS Jean-Pierre</b>	<b>M. LE FICHOUX Yves</b>
<b>M. CANIVET Bertrand</b>	<b>Mme LEBRETON Elisabeth</b>
<b>M. CASSUTO Jill-Patrice</b>	<b>M. MARIANI Roger</b>
<b>M. CHATEL Marcel</b>	<b>M. MASSEYEFF René</b>
<b>M. COUSSEMENT Alain</b>	<b>M. MATTEI Mathieu</b>
<b>Mme CRENESSE Dominique</b>	<b>M. MOUIEL Jean</b>
<b>M. DARCOURT Guy</b>	<b>Mme MYQUEL Martine</b>
<b>M. DELLAMONICA Pierre</b>	<b>M. ORTONNE Jean-Paul</b>
<b>M. DELMONT Jean</b>	<b>M. PRINGUEY Dominique</b>
<b>M. DEMARD François</b>	<b>M. SANTINI Joseph</b>
<b>M. DESNUELLE Claude</b>	<b>M. SAUTRON Jean Baptiste</b>
<b>M. DOLISI Claude</b>	<b>M. SCHNEIDER Maurice</b>
<b>Mme EULLER-ZIEGLER Liana</b>	<b>M. THYSS Antoine</b>
<b>M. FENICHEL Patrick</b>	<b>M. TOUBOL Jacques</b>
<b>M. FUZIBET Jean-Gabriel</b>	<b>M. TRAN Dinh Khiem</b>
<b>M. FRANCO Alain</b>	<b>M. VAN OBBERGHEN Emmanuel</b>
<b>M. FREYCHET Pierre</b>	
<b>M. GASTAUD Pierre</b>	

## M.C.U. HONORAIRES

<b>M. ARNOLD Jacques</b>	<b>M. GIUDICELLI Jean</b>
<b>M. BASTERIS Bernard</b>	<b>M. MAGNE Jacques</b>
<b>M. BENOLIEL José</b>	<b>Mme MEMRAN Nadine</b>
<b>Mlle CHICHMANIAN Rose-Marie</b>	<b>M. MENGUAL Raymond</b>
<b>Mme DONZEAU Michèle</b>	<b>M. PHILIP Patrick</b>
<b>M. EMILIOZZI Roméo</b>	<b>M. POIREE Jean-Claude</b>
<b>M. FRANKEN Philippe</b>	<b>Mme ROURE Marie-Claire</b>
<b>M. GASTAUD Marcel</b>	

## PROFESSEURS CONVENTIONNES DE L'UNIVERSITE

<b>M. BERTRAND François</b>	Médecine Interne
<b>M. BROCKER Patrice</b>	Médecine Interne Option Gériatrie
<b>M. CHEVALLIER Daniel</b>	Urologie
<b>Mme FOURNIER-MEHOUAS Manuella</b>	Médecine Physique et Réadaptation
<b>M. JAMBOU Patrick</b>	Coordination prélèvements d'organes
<b>M. LEBOEUF Mathieu</b>	Gynécologie-Obstétrique
<b>Mme NADEAU Geneviève</b>	Uro-Gynécologie
<b>M. ODIN Guillaume</b>	Chirurgie Maxillo-Faciale
<b>M. PEYRADE Frédéric</b>	Onco-Hématologie
<b>M. PICCARD Bertrand</b>	Psychiatrie
<b>M. QUARANTA Jean-François</b>	Santé Publique

## REMERCIEMENTS

**À Monsieur le Docteur GIORDANA, Directeur de thèse,**  
*Praticien Hospitalier,*  
*Service de Médecine et d'Explorations Vasculaires du CHU de Nice.*

Je suis très sensible à l'honneur que vous m'avez fait de me proposer ce travail. Je vous remercie pour l'aide que vous m'avez apportée tout au long de ce projet et la confiance que vous m'avez accordée.

Je vous remercie pour tout ce que vous m'avez appris pendant mon internat, pour votre disponibilité et votre investissement.

Soyez assuré de ma reconnaissance et de mon respect.

**À Monsieur le Professeur LEFTHERIOTIS, Président du jury,**  
*Professeur des Universités de Physiologie-Médecine Vasculaire,*  
*Service de Médecine et d'Explorations Vasculaires du CHU de Nice.*

Vous me faites l'honneur de présider ce jury de thèse.

Je vous remercie du savoir que vous m'avez inculqué et du temps que vous y avez consacré. Votre encadrement durant mon internat m'a apporté énormément de rigueur.

Je vous remercie pour votre disponibilité, votre écoute et votre bienveillance au cours de ces années.

Soyez assuré de toute ma considération et de mon respect.

**À Monsieur le Professeur JEAN-BAPTISTE,**  
*Professeur des Universités de Chirurgie Vasculaire,*  
*Service de Chirurgie Vasculaire du CHU de Nice.*

Avec votre grande expérience dans la prise en charge des anévrismes de l'aorte abdominale, votre présence dans ce jury de thèse est un honneur. Je vous remercie de l'aide précieuse que vous m'avez apportée dans la réalisation de ce travail. J'ai réellement apprécié travailler avec vous.

Soyez assuré de ma reconnaissance et de mon respect.

**À Monsieur le Professeur HASSEN-KHODJA,**  
*Professeur des Universités de Chirurgie Vasculaire,*  
*Service de Chirurgie Vasculaire du CHU de Nice.*

Je vous remercie de l'honneur que vous me faites en acceptant de juger ce travail.

Je vous remercie de m'avoir si bien accueillie dans votre service, de m'avoir fait découvrir votre spécialité et de votre soutien tout le long de mon internat.

Soyez assuré de toute ma gratitude et de mon respect.

**À Madame le Docteur FLORY,**

*Chef de clinique,*

*Service de Radiologie et d'Imagerie Médicale au CHU de Nice.*

Je te suis très reconnaissante d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse. Je te remercie de m'avoir accompagné dans ce projet et d'y participer.

J'ai beaucoup apprécié travailler avec toi et j'admire la rigueur et le sérieux que tu portes à ton travail.

Sois assurée de mon amitié et de ma reconnaissance.

**À Madame le Docteur BOURGEOIS,**

Je ne saurais comment te remercier pour tout ce que tu as fait pour moi durant ces années, je n'en serais pas là sans toi. Je te remercie infiniment pour m'avoir tant appris, sans oublier les leçons de grammaire et les multiples éclats de rire.

**À Madame le Docteur FASSBENDER,**

Ma chère Verena, je te remercie pour ton soutien sans faille. Travailler avec toi dans la bonne humeur et la joie fut un immense plaisir pour moi.

**À Madame le Docteur LAURAIN,**

J'ai beaucoup apprécié travailler avec toi. Je te remercie de m'avoir accueillie en consultation d'HTA et pour tout ce que tu m'as appris. Merci pour ta gentillesse et ta bonne humeur.

**À Monsieur le Docteur CASANOVA,**

Tu m'as appris la rigueur dans ma formation et je t'en suis très reconnaissante. J'ai beaucoup apprécié travailler avec toi.

**Aux Docteurs DECLEMY, HAUDEBOURG, VOURY-HIRTH, LAREYRE, SADAGHIANLOO,**

Je vous remercie de m'avoir aussi bien intégrée dans votre service, accueillie en consultation ainsi qu'au bloc opératoire et pour toute la confiance que vous m'avez accordée. Cela m'a permis d'approfondir ma formation et je vous en suis très reconnaissante. J'ai énormément apprécié travailler avec vous.

**À l'équipe de consultation du service de Chirurgie Vasculaire du CHU de Nice,**

Merci de m'avoir soutenue tout au long de mon internat. Vous êtes comme une grande famille dans laquelle je me suis sentie intégrée et j'y ai découvert de superbes personnes.

**À mes co-internes,**

Imen, te voir me rejoindre au cours de l'internat a été un plaisir.

Alexandre, merci pour le temps que tu as pris pour nous permettre d'avoir une formation la plus adaptée et complète possible.

**À Monsieur le Professeur FERRARI et son équipe,**

Je vous remercie de m'avoir ouvert les portes de votre service et de la formation complémentaire que vous m'avez apportée durant mon internat.

Merci à l'équipe de cardiologie de Pasteur avec qui j'ai passé des nuits de gardes parfois mouvementées mais toujours dans la bonne humeur.

**À Madame le Docteur BERKANE et son équipe,**

Je te suis très reconnaissant de m'avoir accueillie et permis d'avoir une formation complète au cours de mon semestre dans ton service. Ton dévouement dans la formation des internes m'a énormément apporté. Un grand merci pour la confiance que tu m'as accordée, j'espère pouvoir poursuivre cette collaboration avec toi dans le futur.

Merci à toute l'équipe de cardiologie de Cannes de m'avoir accueillie et pour tous ces bons moments.

**À Madame le Docteur DURERO,**

Je vous remercie pour tout ce que vous m'avez appris pendant mon semestre à Cannes.

Travailler à vos côtés a été un réel plaisir pour moi et l'humilité dont vous faites preuve est une véritable source d'inspiration.

**À Monsieur le Docteur LACHAUD et son équipe,**

Je vous remercie pour votre accueil, votre confiance et pour la formation enrichissante dont j'ai bénéficié durant mon semestre en UNV à Cannes.

**Au service de Chirurgie Vasculaire de Cannes,**

Je vous remercie de m'avoir ouvert vos portes à Cannes et accueillie dans votre bloc opératoire.

**Au Docteur PSACHAROPULO,** je te remercie de m'avoir accueillie en consultation et pour tout ce que tu m'as appris. J'admire la passion, l'humanité, l'humilité et la patience dont tu fais preuve.

**À Monsieur le Professeur CHEVALIER et son équipe,**

Je vous remercie de m'avoir accueillie dans votre service et de m'avoir fait partager votre expérience et vos compétences. J'ai énormément apprécié mon stage dans votre unité.

Merci à toute l'équipe de m'avoir intégrée, formée et pour tous les bons moments passés à vos côtés.

**Au Docteur TELO,** merci mille fois de m'avoir accueillie en consultation et de m'avoir aussi bien formée au pied diabétique.

## **A ma famille et mes amis,**

*À mon père*, j'admire la passion que tu as pour ton travail et te remercie de me l'avoir transmise. Tu es un modèle pour moi. Je ne serais jamais arrivée jusque-là sans ton aide tout au long de ce long parcours, merci pour tout.

*À ma mère et ma sœur*, merci d'être toujours présentes quand il le faut, du soutien énorme que vous m'apportez et pour tous ces moments de bonheur ! Rien ne vaut un moment de détente entre « ranas », il suffit d'un regard et c'est parti pour des heures de fous rire. Je vous aime plus que tout.

*À mes grands-parents, Raymond, Marie et Jacqueline ; mes oncles, Michel et Laurent ; mes tantes, Eve et Marie-Jo ; mes cousins, Florent et Chloé ; mon parrain et sa famille, Fabien, Christelle, Célia et Coline* : merci pour votre présence durant ces années et surtout cette première année de médecine, je ne vous remercierai jamais assez de votre soutien.

*À ma belle-famille, Arlette, Alexandra, Mikael et Clara*, j'ai gagné une famille et j'en suis très heureuse. Je vous remercie pour tout l'amour et le soutien que vous m'apportez (même si je fais un peu la rebelle avec l'apprentissage de la belote, j'espère être à la hauteur !).

*À ma deuxième famille, Hélène, Jérôme, Mathilde et Jordan*, merci pour ce soutien infailible depuis toutes ses années. Je sais que je pourrai toujours compter sur vous et je vous en suis très reconnaissante. Je vous aime fort.

*À Julien, Alexandre et Manon*, une rencontre il y a 5 ans et une amitié qui s'est créée au fil du temps. Vous êtes désormais ma famille de cœur et j'en suis très fière.

*À Clara, madame le Docteur Elbaum-Sindres*, mon baby, mon chaton, un fou rire en garde de cardiologie et nous ne nous sommes plus lâchées. Merci d'être toujours là, d'être mon amie et surtout de me faire bien rire !!

*À Mégane*, 9 ans après, toujours présente dans les bons et les mauvais moments, une amitié à toute épreuve. Tu es celle qui me comprends le mieux et j'espère être à la hauteur pour toi.

*À Tiffany*, se retrouver là aujourd'hui, nous n'y aurions jamais cru au temps du lycée. Tu fais partie de mes amies les plus anciennes et j'espère poursuivre cette route encore longtemps avec toi.

*À Amandine, Violette et Camille-Océane*, présentes dès le début et depuis maintenant 9 ans, je vous remercie pour votre soutien et votre amitié.

*À Cynthia*, ce stage en diabétologie m'a permis d'apprendre énormément de chose à tes côtés et de gagner une amie. Merci pour tout.

*A mon mari,*

Je te remercie pour ton soutien depuis 5 ans, ta gentillesse et ton humour (car tu es soi-disant le rigolo du couple ne l'oublions pas !) que tu ne perds jamais quoi qu'il arrive. J'admire ta force et ta patience (car il en faut beaucoup avec moi !), une seule de tes paroles suffit à me rassurer (dans la plupart des cas !). Tu m'apportes tellement et tu m'as surtout donné la force d'avancer, je ne te remercierai jamais assez pour ça.

Aucun mot n'est assez fort pour exprimer ce que je ressens.

Je t'aime à l'infini.

# TABLE DES MATIERES

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>16</b>
<b>MATERIEL ET METHODE</b> .....	<b>18</b>
1. Objectifs de l'étude.....	18
2. Critères d'évaluation.....	18
3. Plan expérimental.....	18
4. Critères d'inclusion, de non inclusion et d'exclusion .....	18
5. Déroulement de l'étude .....	19
6. Définition et description des outils d'évaluation.....	20
a. Matériel .....	20
b. Morphométrie .....	20
c. Analyse du rehaussement .....	21
d. Angioscanner.....	21
7. Balance bénéfice-risque.....	22
8. Plan d'analyse statistique.....	22
9. Calcul de l'effectif nécessaire .....	23
10. Autorisations réglementaires .....	23
<b>RESULTATS PRELIMINAIRES</b> .....	<b>24</b>
1. Caractéristiques générales de la cohorte.....	24
2. Analyses comparatives (échographie-doppler avec injection de PCUS versus angioscanner).....	25
a. Les diamètres.....	25
b. Détection des endofuites.....	28
c. Les critères secondaires.....	29
<b>DISCUSSION</b> .....	<b>30</b>
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>33</b>
<b>RESUME</b> .....	<b>34</b>
<b>DOCUMENTATION COMPLEMENTAIRE</b> .....	<b>36</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>36</b>
Annexe 1 : Epidémiologie, physiopathologie et dépistage .....	36
Annexe 2 : Traitements de l'anévrisme de l'aorte abdominale .....	39
Annexe 3 : L'échographie-doppler avec produit de contraste.....	42
<b>Liste des abréviations</b> .....	<b>43</b>
<b>Table des illustrations</b> .....	<b>44</b>
<b>Table des tableaux</b> .....	<b>44</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>45</b>
<b>Serment d'Hippocrate</b> .....	<b>50</b>

## INTRODUCTION

L'anévrisme de l'aorte abdominale (AAA) est une pathologie grave (*Annexe 1*). Son incidence augmente avec l'espérance de vie et de façon linéaire avec l'âge à partir de 60 ans <sup>(1,2)</sup>. La prévalence est plus élevée chez l'homme. Elle est estimée entre 2 et 6 % des sujets de plus de 65 ans selon la Haute Autorité de Santé (HAS) en 2009 <sup>(3)</sup>.

La prise en charge thérapeutique de l'anévrisme de l'aorte abdominale est conditionnée par les comorbidités et les facteurs de risque présentés par le patient, le risque chirurgical, la taille et l'anatomie de l'anévrisme <sup>(4-7)</sup>.

Selon les recommandations de la HAS 2009, seuls les anévrismes de l'aorte abdominale sous-rénale asymptomatiques dont le plus grand diamètre est supérieur à 50 mm ou a augmenté de 10 mm en un an doivent être traités, quelle que soit la technique adoptée. Un anévrisme de l'aorte abdominale symptomatique ou compliqué est traité quelle que soit sa taille.

Le traitement curatif est effectué par chirurgie classique (mise à plat-greffe) ou par voie endovasculaire (endoprothèse aortique, EVAR), ou bien par combinaison de ces deux techniques (*Annexe 2*).

La chirurgie conventionnelle est proposée préférentiellement aux patients jeunes à risque chirurgical faible, ou en cas d'anévrisme ne correspondant pas aux critères d'élection pour la mise en place d'une endoprothèse. L'hospitalisation et les complications immédiates sont plus importantes, mais le suivi à long-terme est moins astreignant car les complications tardives sont moins fréquentes.

Le traitement par endoprothèse aortique était auparavant réservé aux patients contre-indiqués chirurgicalement ou bien aux situations d'urgence. La réévaluation du rapport bénéfice-risque a permis d'élargir les indications à l'ensemble des patients ayant des critères anatomiques favorables. Le choix de la thérapeutique est discuté avec le patient après information des bénéfices et des risques des deux méthodes <sup>(8)</sup>. En effet, en cas de traitement endovasculaire, les suites opératoires sont grevées d'une morbi-mortalité moindre <sup>(9)</sup>, mais le risque de survenue de complications tardives (endofuites, migration de l'endoprothèse ou rupture anévrismale tardive) est plus important. Il est donc nécessaire d'effectuer une surveillance plus étroite et prolongée. Les ré-interventions tardives après traitement endovasculaire ont été rapportées dans 20 à 30% des cas, après six ans de suivi dans les études randomisées EVAR I et DREAM <sup>(10-15)</sup> comparant la chirurgie conventionnelle au traitement endovasculaire des anévrismes de l'aorte abdominale. Les endofuites sont les complications les plus fréquentes avec une incidence de 10 à 50% <sup>(16-18)</sup> et peuvent apparaître précocement <sup>(4,19)</sup>. Il existe cinq types d'endofuites. Les endofuites de type I et III sont les plus graves et nécessitent souvent un geste complémentaire immédiat <sup>(20)</sup>. Les endofuites de type II, les plus fréquentes, sont surveillées et nécessitent un traitement uniquement en cas d'augmentation du diamètre de l'anévrisme <sup>(21-25)</sup>.

Le risque de complications comme l'évolution anévrismale ou l'apparition d'endofuites impose donc une surveillance à vie. Selon les recommandations de la HAS, le suivi doit comporter une radiographie de l'abdomen sans préparation (ASP) avec trois incidences ou un examen tomodensitométrique (TDM) avec acquisitions précoce et tardive après injection de produit de contraste, en post-opératoire immédiat ou dans les trente jours qui suivent l'implantation. Un examen par imagerie de résonance magnétique (IRM) doit être réalisé si le TDM ne peut être effectué. L'échographie-doppler n'est indiquée qu'en troisième intention. L'imagerie est répétée aux 6<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> mois postopératoires puis annuellement en l'absence de complication.

En présence d'une endofuite, d'une détérioration de la prothèse vasculaire ou d'une évolutivité de l'anévrisme, un traitement correctif doit être discuté. S'il n'est pas jugé nécessaire, la surveillance doit être répétée trois mois plus tard.

L'angiographe reste le gold standard du suivi malgré les conséquences des irradiations répétées et du risque d'aggravation de la fonction rénale post-procédure <sup>(26-28)</sup>. L'irradiation secondaire à un angiographe est de 20 mSv pour l'aorte abdominale et les artères des membres inférieurs. La toxicité des produits de contraste iodés est favorisée par certaines situations cliniques (néphropathie, insuffisance rénale, diabète, un âge supérieur à 60 ans, une déshydratation, une artériosclérose importante, une insuffisance cardiaque décompensée). Elle est d'autant plus fréquente que l'on utilise de fortes doses de produit de contraste, que l'on multiplie les injections, qu'il existe une exposition à d'autres substances néphrotoxiques et que le patient est fragile (âges extrêmes). La fonction rénale est un facteur prédictif de la mortalité après chirurgie d'anévrisme aortique <sup>(29,30)</sup>.

L'échographie-doppler est l'examen de première intention pour le dépistage de l'anévrisme de l'aorte abdominale <sup>(31,32)</sup>. Sa performance est moindre pour le suivi thérapeutique. En effet, en comparaison du scanner, cet examen a une sensibilité de 86%, une spécificité de 67%, une valeur prédictive positive (VPP) à 45% et une valeur prédictive négative (VPN) à 94% <sup>(33-35)</sup>.

L'échographie-doppler avec injection de produit de contraste ultrasonore (PCUS) est une technique alternative <sup>(36-38)</sup> en cas de non régression du sac anévrisimal <sup>(39,40)</sup> ou en cas d'expansion de celui-ci afin de rechercher une endofuite non vue en échographie-doppler couleur standard. Cette technique permet de visualiser plus précisément les structures vasculaires en jouant sur la qualité du flux doppler et en augmentant la durée du rehaussement du signal <sup>(41)</sup>. Ainsi, il est possible de mieux visualiser les vaisseaux de petit calibre et ceux présentant des flux lents.

L'analyse de la littérature montre que l'injection de PCUS augmente de manière significative la sensibilité (passant de 33% à 100 %) mais qu'il existe toutefois une variabilité importante en fonction des équipes. Certaines équipes ont publié des résultats voisins de la performance de l'angiographe pour la détection des endofuites. L'échographie-doppler avec injection de PCUS apparaît donc être une technique performante. Néanmoins, en pratique courante, il existe des limites de réalisation liées au morphotype du patient et à la phase péri-opératoire. Afin de préciser ces résultats, il apparaît donc important de conduire des études sur des séries de patients consécutifs, en utilisant une technique précise et reproductible.

Notre travail s'inscrit dans cette démarche. Nous nous sommes inspirés du protocole VESMA (valeur de l'échographie-doppler standardisée pour la mesure des anévrismes de l'aorte abdominale) proposé par la Société Française de Médecine Vasculaire (SFMV) pour la mesure échographique du diamètre selon quatre incidences <sup>(42)</sup>.

Ainsi, le but de cette étude est de standardiser la méthodologie échographique en précisant la méthode de mesure et en associant une injection de PCUS systématique dans la surveillance des endoprothèses aortiques en post-opératoire immédiat en confrontant les résultats à l'angiographe. Nous souhaitons intégrer la technique dans le suivi systématique post-opératoire des patients ayant bénéficié de la mise en place d'une endoprothèse aortique en se supplantant à l'angiographe et de ce fait diminuer l'injection de produits néphrotoxiques.

# **MATERIEL ET METHODE**

## **1. Objectifs de l'étude**

L'objectif principal de cette étude est l'amélioration d'une technique de référence en échographie pour mesurer les diamètres du sac anévrismal et la détection d'endofuites, en comparaison avec l'angioscanner, dans le cadre du suivi post-opératoire immédiat des endoprothèses aortiques.

Les objectifs secondaires sont l'amélioration de la caractérisation des types d'endofuites et de leurs critères hémodynamiques.

## **2. Critères d'évaluation**

Le critère d'évaluation principal est la mesure de diamètres antéro-postérieurs et transverses selon quatre incidences du sac anévrismal et la détection d'endofuites après injection de PCUS en post-opératoire immédiat (maximum à J5 post-opératoire).

Les critères d'évaluation secondaires sont la caractérisation des endofuites par leurs types, leurs portes d'entrée et de sortie, leurs flux et les vitesses circulatoires maximales après injection de PCUS en post-opératoire immédiat (maximum à J5 post-opératoire).

## **3. Plan expérimental**

Il s'agit d'une étude de faisabilité, prospective, monocentrique impliquant des patients hospitalisés pour la pose d'une endoprothèse aortique visant à exclure un anévrisme aorto-abdominal.

La durée individuelle de participation est d'un jour.

La durée des inclusions est d'un an et a débuté en janvier 2020.

## **4. Critères d'inclusion, de non inclusion et d'exclusion**

Les critères d'inclusion dans l'étude sont :

- Patients âgés de plus de 18 ans
- Anévrisme de l'aorte abdominale traité par endoprothèse aortique
- Signature d'un consentement éclairé
- Personne affiliée ou bénéficiaire d'un régime de sécurité sociale

Les critères de non-inclusion dans l'étude sont :

- Hypersensibilité à l'hexafluorure de soufre ou à ses excipients (Macrogol 4000, Distéaroylphosphatidylcholine, Dipalmitoylphosphatidylglycérol sodé, Acide palmitique)
- Shunt droit-gauche
- Hypertension artérielle pulmonaire sévère (pression artérielle pulmonaire > 90 mm Hg)
- Hypertension systémique non contrôlée
- Syndrome de détresse respiratoire
- Patients sous Dobutamine ayant une pathologie suggérant une instabilité cardiaque
- Hypercoagulabilité ou accident thromboembolique récent
- Endoprothèse aortique fenêtrée (FEVAR)
- Patiente enceinte ou allaitante
- Insuffisance cardiaque sévère
- Toute personne privée de liberté par décision judiciaire ou administrative, toute personne faisant l'objet d'une mesure de protection légale.

Les critères d'exclusion dans l'étude sont :

- Toute personne exerçant son droit au retrait du consentement éclairé.

## **5. Déroulement de l'étude**

Cette étude est réalisée dans le service de chirurgie vasculaire et l'unité de médecine et d'explorations vasculaires du centre hospitalo-universitaire (CHU) de Nice.

Les patients sont vus par le chirurgien lors d'une première consultation où la nécessité d'un geste chirurgical leur est présentée et le protocole proposé. Le chirurgien leur remet une notice d'information et un consentement éclairé. Les patients bénéficient d'un délai de réflexion plus ou moins long selon leurs besoins et ont la possibilité de signer le consentement de manière immédiate ou différée.

Une fois les patients sélectionnés et inclus dans le protocole, ils participent à une visite unique en post-opératoire (avant la sortie d'hospitalisation, soit maximum à J5).

Lors de cette visite, ils bénéficient d'une échographie-doppler « méthode standard » puis avec injection de PCUS « méthode Ultra\_Evar ».

L'endoprothèse et le sac anévrismal sont balayés selon quatre incidences afin de mesurer les diamètres et d'objectiver l'existence ou non d'une endofuite.

Le patient réalise un angioscanner dans les 30 jours.

Une relecture des examens est réalisée ultérieurement avec un praticien différent.

## **6. Définition et description des outils d'évaluation**

### **a. Matériel**

L'appareil utilisé est un échographe Siemens Healthineers ACUSON S2000.  
Nous utilisons la sonde 4C1.

Le patient est perfusé avec un cathéter positionné au niveau d'une veine périphérique de l'avant-bras posé lors de la chirurgie.

L'injection du produit de contraste Sonovue Bracco SA® 2,5 ml en bolus de 3 secondes est réalisée suivi d'un rinçage avec 5 ml de sérum salé (*Annexe 3*).

Un balayage lent et régulier est effectué à la recherche d'une endofuite puis les mesures des différents diamètres sont réalisées.

### **b. Morphométrie**

Quatre images minimums sont requises pour mesurer dans les meilleures conditions possibles les diamètres antéro-postérieurs et transverses des anévrismes.

Les mesures de diamètre antéro-postérieur sont réalisées par voie antérieure, patient en décubitus dorsal :

- Sur une coupe transverse perpendiculaire à l'axe de l'aorte avec mesure du diamètre maximal antéro-postérieur externe-interne.
- Sur une coupe sagittale alignée selon l'axe de l'aorte avec mesure du diamètre maximal antéro-postérieur externe-interne perpendiculaire à l'axe de l'aorte.

Par voie antérieure, les coupes transverses et sagittales sont cadrées pour inclure la paroi antérieure du rachis. Les mesures de diamètre sont optimisées sur une image où l'anévrisme occupe au moins un tiers de l'image et peuvent faire appel au zoom de l'image de référence si celui-ci ne la dégrade pas.

Les mesures de diamètre transverse sont réalisées par voie latérale :

- Sur une coupe frontale alignée selon l'axe de l'aorte avec mesure du diamètre maximal transverse externe-interne perpendiculaire à l'axe de l'aorte.
- Sur une coupe transverse perpendiculaire à l'axe de l'aorte et mesure du diamètre maximal transverse externe-interne.

Les mesures sont comparées deux à deux et doivent être concordantes (un écart de 2 mm est toléré)<sup>(32)</sup>.

En ce qui concerne la mesure du diamètre maximal, dans certaines situations anatomiques, le diamètre maximal ne se situe pas dans l'axe antéro-postérieur, ni en transverse (ellipses obliques). Une coupe axiale et/ou longitudinale réalisée en prenant soin de positionner l'axe du faisceau incident au plus près de l'axe du diamètre maximal, peut permettre une mesure cohérente du diamètre maximal.

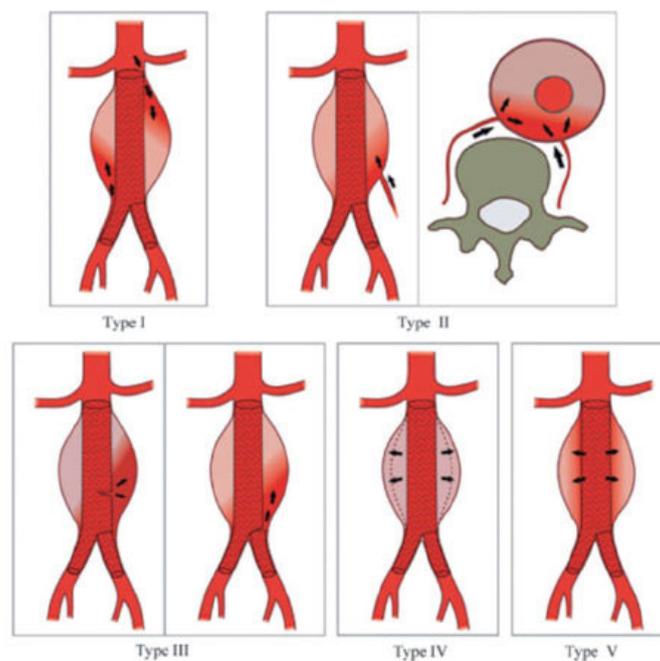
### c. Analyse du rehaussement

Nous analysons la présence ou non d'un rehaussement lors de l'échographie-doppler avec injection de PCUS.

Il existe cinq types d'endofuites (*figure 1*) :

- Les endofuites de type I sont des fuites proximales ou distales au niveau des zones de fixation de l'endoprothèse.
- Les endofuites de type II proviennent du reflux des artères collatérales de l'aorte (artères lombaires, artère mésentérique inférieure ...).
- Les endofuites de type III sont liées à la déchirure de l'endoprothèse ou à une mauvaise étanchéité entre les différents modules de l'endoprothèse.
- Les endofuites de type IV sont dues à une porosité de la prothèse.
- Les endofuites de type V sont dues à la persistance d'une pression élevée dans le sac anévrismal sans fuite visible, se traduisant par une augmentation du volume de l'anévrisme.

Les caractéristiques hémodynamiques sont la vitesse systolique maximale (VSM) et l'analyse spectrale.



*Figure 1 : Les différents types d'endofuites*

### d. Angioscanner

Quatre mesures sont réalisées par un radiologue. Les mesures des diamètres antéro-postérieurs et transverses sont réalisées en plan axial strict puis après reconstruction en double oblique, toujours dans le plan axial.

La présence d'endofuite est renseignée ainsi que son type. S'il s'agit d'endofuite de type II, les branches sont précisées sans présupposer du sens du flux (in flow / out flow).

## **7. Balance bénéfice-risque**

Le bénéfice est la possibilité d'une modification du suivi du patient avec une diminution de l'injection de produits néphrotoxiques en post-opératoire immédiat chez des patients ayant bénéficié de la mise en place d'une endoprothèse aortique.

Le produit de contraste utilisé pour l'échographie-doppler avec injection de PCUS, l'hexafluorure de soufre, ne doit pas être administré chez les patients présentant une hypersensibilité à l'hexafluorure de soufre ou à l'un des autres composants.

Au cours des différents essais cliniques, les effets indésirables les plus fréquemment rapportés ont été des céphalées (2,3%), des nausées, des réactions au point d'injection incluant les hématomes, une sensation de brûlure et paresthésie (1,7%), ou des douleurs (1,4%). Dans de rares cas, il peut y avoir une hypersensibilité au produit (érythème cutané, bradycardie, hypotension artérielle voire choc anaphylactique) (*Vidal*). Des modifications sans signification clinique de l'électrocardiogramme, de la pression artérielle et de certains paramètres biologiques, ont également été observées.

## **8. Plan d'analyse statistique**

Pour l'ensemble des patients concernés, nous recueillons les données démographiques et cliniques suivantes : sexe, âge, poids, taille, indice de masse corporelle (IMC).

Nous relevons également les caractéristiques suivantes : tabagisme actif ou sevré depuis moins de trois ans, hypercholestérolémie, hypertension artérielle (HTA), infarctus du myocarde (IDM) ou cardiopathie ischémique, diabète de type 1 ou de type 2, bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO), accident vasculaire cérébral (AVC) ou accident ischémique transitoire (AIT), insuffisance rénale, artériopathie oblitérante des membres inférieurs (AOMI), antécédents familiaux d'anévrisme.

Les thérapeutiques en cours à l'inclusion sont aussi répertoriées : anticoagulant, antiagrégant, statine, anti-diabétiques oraux, insuline, inhibiteur de l'enzyme de conversion (IEC), antagoniste des récepteurs de l'angiotensine de type 2 (ARA2), autres traitements antihypertenseurs.

Il y a deux mesures prises respectivement pour les diamètres antéro-postérieurs et transverses en échographie-doppler, nous utilisons la plus grande valeur des deux.

Nous comparons les diamètres antéro-postérieurs et transverses mesurés en échographie-doppler à ceux mesurés avec l'angioscanner en plan strict et avec la reconstruction en double oblique.

Nous comparons aussi les plus grands diamètres estimés, la médiane et la moyenne des quatre mesures effectuées (deux diamètres antéro-postérieurs et deux diamètres transverses).

Les données quantifiées de la caractérisation des endofuites par la méthode d'échographie-doppler avec injection de PCUS versus l'angioscanner sont comparées par un test univarié de comparaison des moyennes paramétriques (T Student). La significativité est définie pour une valeur de p inférieure à 0,05.

Nous utilisons un graphique de nuage de point et calculons le coefficient de détermination.

La corrélation étant forte lorsque  $R^2$  est supérieur à 0,362.

Nous utilisons aussi la méthode de Bland et Altman. Le biais est la différence moyenne entre les deux mesures et évalue la justesse de l'analyse. Les limites de concordance évaluent la précision. L'intervalle de confiance est de 95%.

Le coefficient de corrélation de Pearson (R) est calculé. Un biais est considéré comme important lorsque R est supérieur à 0,602 pour une population de dix patients.

Nous calculons la sensibilité et spécificité, la VPP et VPN de la méthode d'échographie-doppler avec injection de PCUS par rapport à l'angioscanner pour la détection des endofuites.

## **9. Calcul de l'effectif nécessaire**

Le service de chirurgie vasculaire réalise la pose de 40 EVAR en moyenne par an. Si l'on se base sur une perte de patients potentielle de 10% (refus ou retrait de consentement, perdus de vue), on obtient un potentiel de recrutement annuel de 36 patients.

## **10. Autorisations réglementaires**

Ce projet est une recherche impliquant la personne humaine de catégorie 1. Il est soumis au dispositif du code de la santé publique relative aux recherches impliquant la personne humaine telle que modifiée par l'ordonnance n°2016-800 du 16 juin 2016. L'investigateur ainsi que les investigateurs associés au projet, ont mené l'essai en totale conformité avec la déclaration d'Helsinki, la directive européenne et les bonnes pratiques cliniques. L'autorisation auprès du comité de protection des personnes (CPP) et de l'agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) a été obtenu. La déclaration sur ClinicalTrial.gov a été effectuée. Le consentement libre et éclairé a été recueilli par écrit. Le contrôle qualité sera effectué par les attachées de recherche clinique de la délégation à la recherche clinique et à l'innovation (DRCI).

# RESULTATS PRELIMINAIRES

## 1. Caractéristiques générales de la cohorte

Il s'agit d'une étude en cours, prospective et monocentrique, réalisée dans le service de chirurgie, de médecine et d'explorations vasculaires du CHU de Nice.

Entre le 1<sup>er</sup> janvier 2020 et le 1<sup>er</sup> juillet 2020, 14 patients ont été inclus dans l'étude (*Figure 2*).

Un patient est sorti de l'étude car il s'agissait de la pose d'une endoprothèse aortique fenêtrée.

Sur les 13 patients restants, la totalité a eu une échographie-doppler avec injection de PCUS dans les 5 jours post-opératoire et 11 patients ont eu l'angioscanner de contrôle dans les 30 jours suivants.

L'angioscanner a été contre-indiqué chez deux patients pour cause d'insuffisance rénale.

Le premier patient a été hospitalisé en néphrologie en urgence pour insuffisance rénale aigüe quelques jours après l'intervention.

Le second patient n'a pas pu réaliser l'angioscanner devant une altération de sa fonction rénale post-opératoire, après avis de son néphrologue traitant.

Un troisième patient est sorti de l'étude car il manquait des données et l'indication opératoire était pour un anévrisme iliaque.

L'analyse comparative échographie-doppler avec injection de PCUS versus angioscanner a donc été réalisée sur 10 patients.

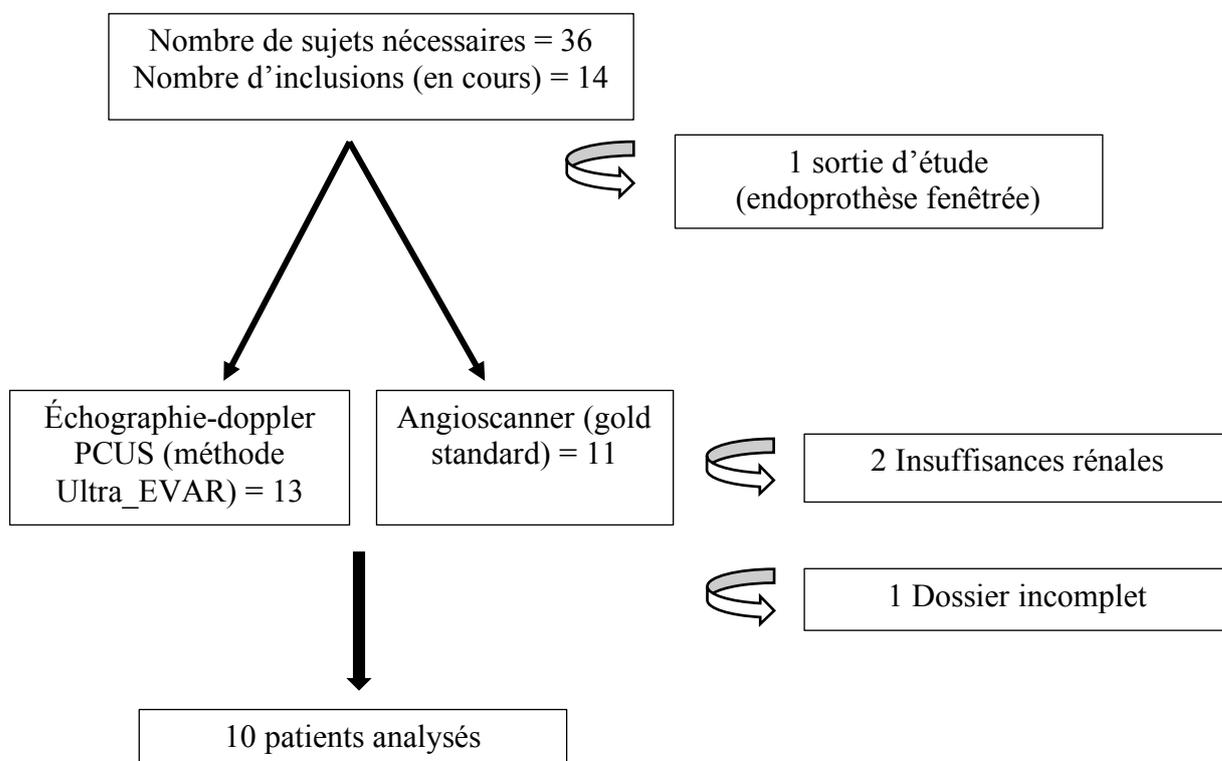


Figure 2 : Diagramme de flux

En ce qui concerne les caractéristiques de la population étudiée (*Tableau 1*), l'âge médian est de 79 ans, l'IMC moyen de 25.3 kg/m<sup>2</sup>. Il y a 92% d'hommes, 23% de tabagique actif ou dont le sevrage est récent, 54% de dyslipidémiques, 77% d'hypertendus, 31% de patients atteints d'une cardiopathie ischémique, 38% de diabétiques de type 2, 15% d'insuffisants rénaux.

Données démographiques		Total (n = 13)	%
Age (ans)		79 [65 - 88]	
IMC moyen (kg/m <sup>2</sup> )		25,3 [21,3 - 34]	
Sexe : homme		12	92
Tabagisme actif ou sevré < 3 ans		3	23
Dyslipidémie		7	54
HTA		10	77
IDM ou cardiopathie ischémique		4	31
Diabète	Type 1	0	0
	Type 2	5	38
BPCO		3	23
AVC ou AIT		2	15
Insuffisance rénale		2	15
	Grade 3	2	100
AOMI		2	15
Antécédents familiaux d'anévrisme		1	8
Traitements au moment de l'inclusion	Anticoagulant	11	85
	Antiagrégant plaquettaire	11	85
	Statines	7	54
	Insuline	4	31
	IEC	1	8
	ARA2	4	31
	Autres antihypertenseurs	12	92

*Tableau 1 : Caractéristiques démographiques de la population étudiée*

## **2. Analyses comparatives (échographie-doppler avec injection de PCUS versus angioscanner)**

### **a. Les diamètres**

La comparaison de la mesure du diamètre antéro-postérieur (avec l'angioscanner en plan strict et après reconstruction en double oblique) et du diamètre transverse (avec l'angioscanner en plan strict) montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les méthodes avec le test T student (p respectivement à 0.220, 0.911 et 0.07). La corrélation est respectivement de 0.212, 0.109 et 0.372. La moyenne des différences entre les mesures est respectivement de -1.9, -0.2 et -2.4 mm. Une valeur est en dehors de l'intervalle de confiance. (*Tableaux 2, 3 et 4*)

La comparaison de la mesure du diamètre transverse (avec l'angioscanner après reconstruction en double oblique) montre une différence significative des valeurs avec le test T student (p = 0.003). La corrélation est de 0.726. La moyenne des différences est de -3.1 mm. (*Tableau 5*)

La comparaison de la mesure du plus grand diamètre estimé montre une différence significative des valeurs avec le test T student ( $p < 0,0001$ ). Il existe une moyenne des différences de  $-4.7$  mm sur les mesures en échographie. Les mesures sont toutes comprises dans l'intervalle de confiance et la corrélation est de  $0.777$ . (Tableau 6)

La comparaison de la médiane et moyenne des diverses mesures de diamètre antéro-postérieur et transverse montre une corrélation respectivement à  $0.563$  et  $0.552$ . Il y a une différence significative des valeurs pour la moyenne ( $p = 0.042$ ). La moyenne des différences est de  $-2$  mm pour la médiane et  $-2.125$  mm pour la moyenne. Toutes les valeurs sont dans l'intervalle de confiance. (Tableau 7, 8)

Il n'y a pas de biais systématique des différences entre les deux méthodes avec le coefficient de corrélation de Pearson (R).

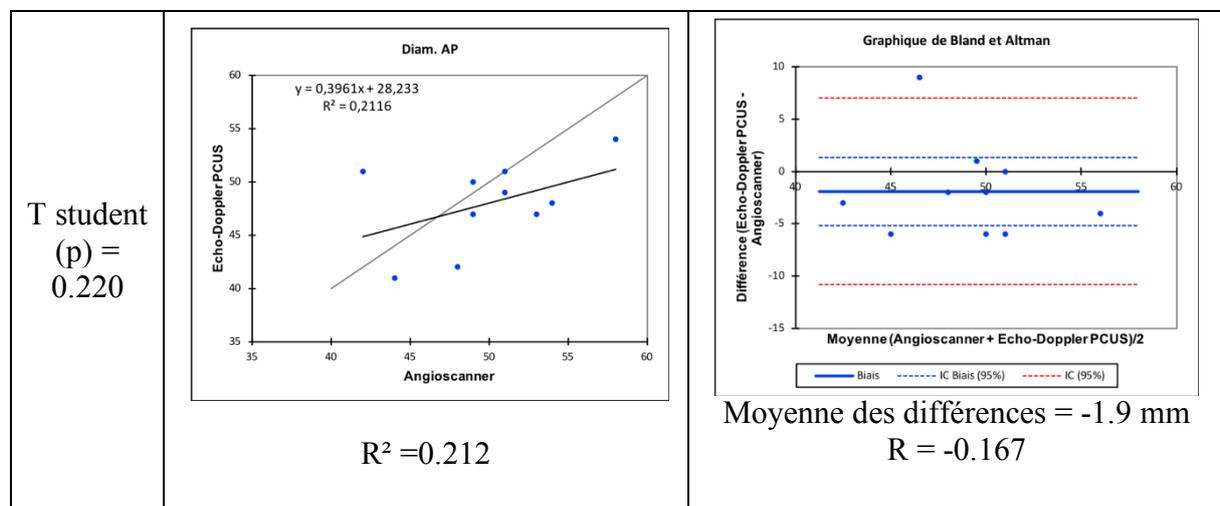


Tableau 2 : Comparaison des diamètres antéro-postérieurs

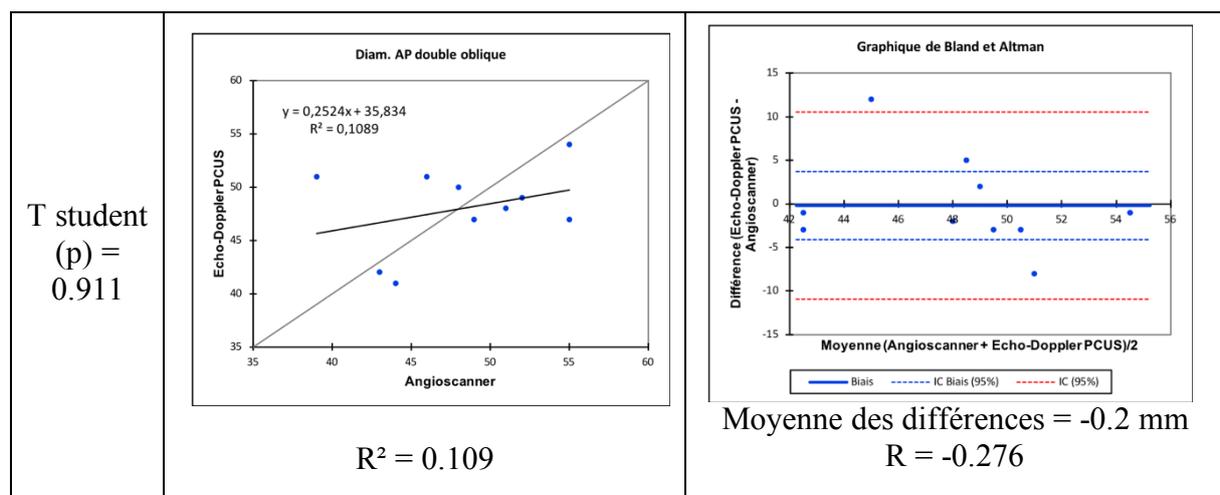


Tableau 3 : Comparaison des diamètres antéro-postérieurs avec la méthode de reconstruction en double oblique

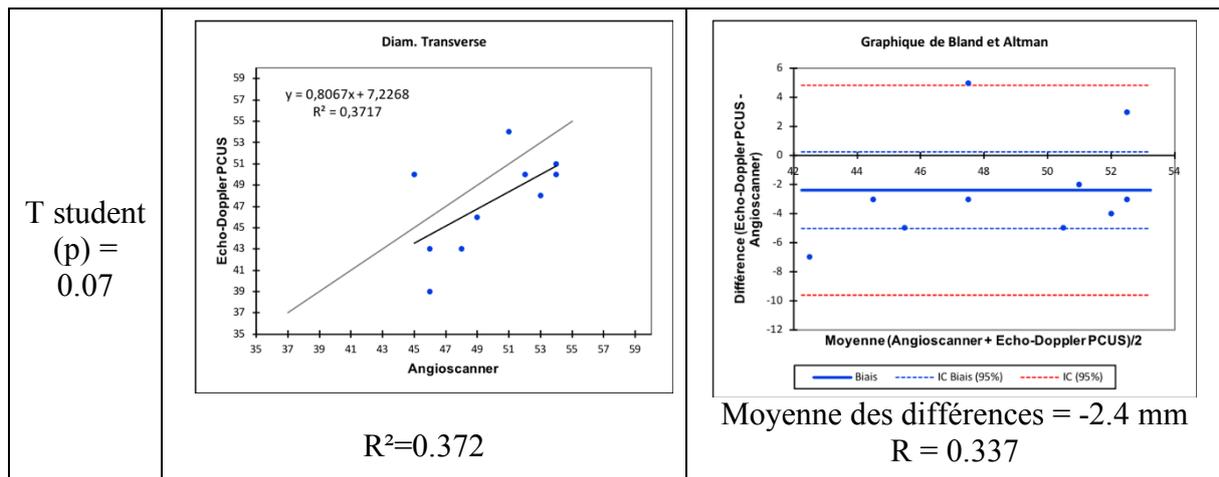


Tableau 4 : Comparaison des diamètres transverses

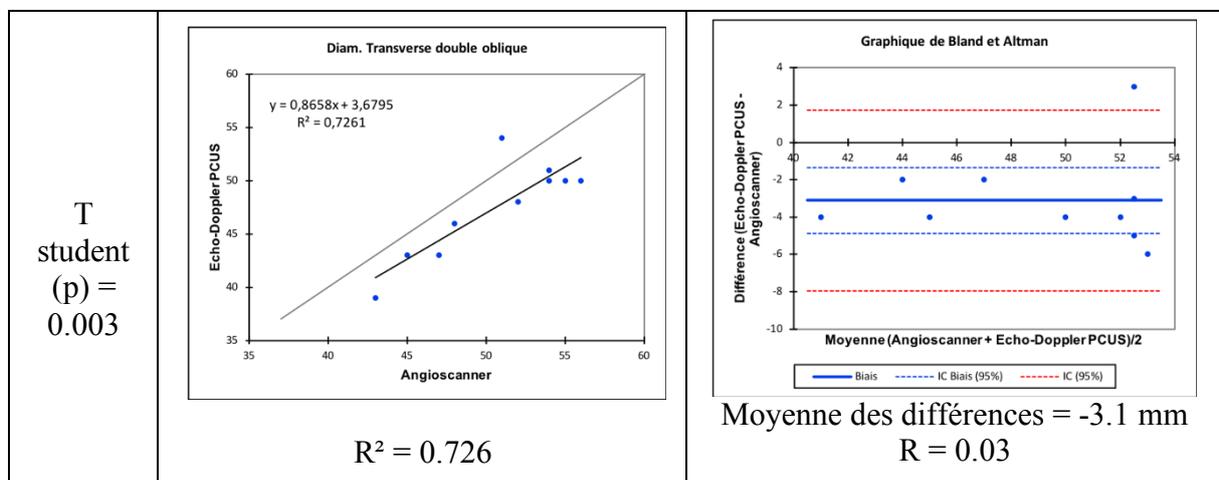


Tableau 5 : Comparaison des diamètres transverses avec la méthode de reconstruction en double oblique

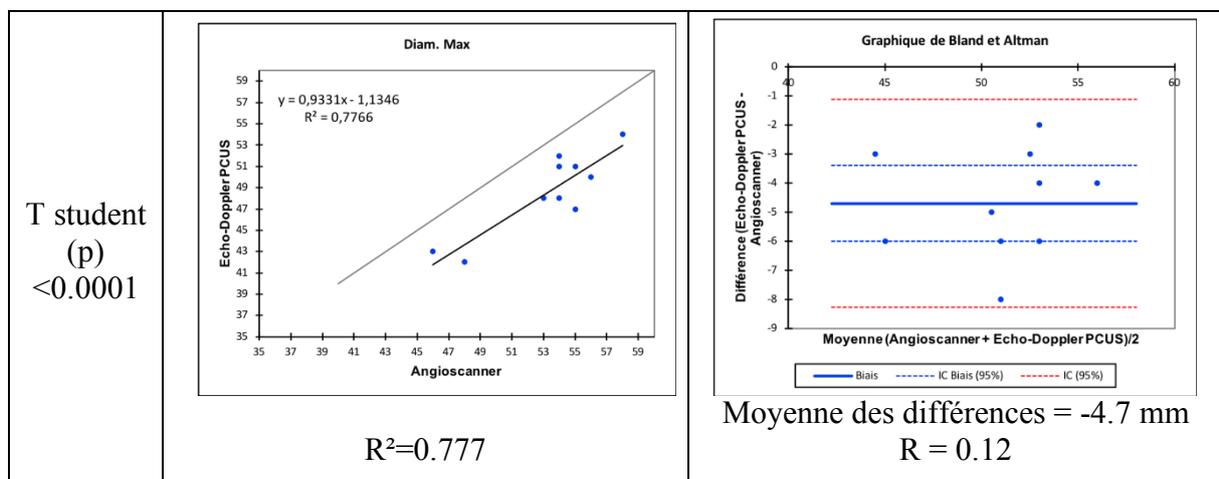


Tableau 6 : Comparaison des plus grands diamètres estimés

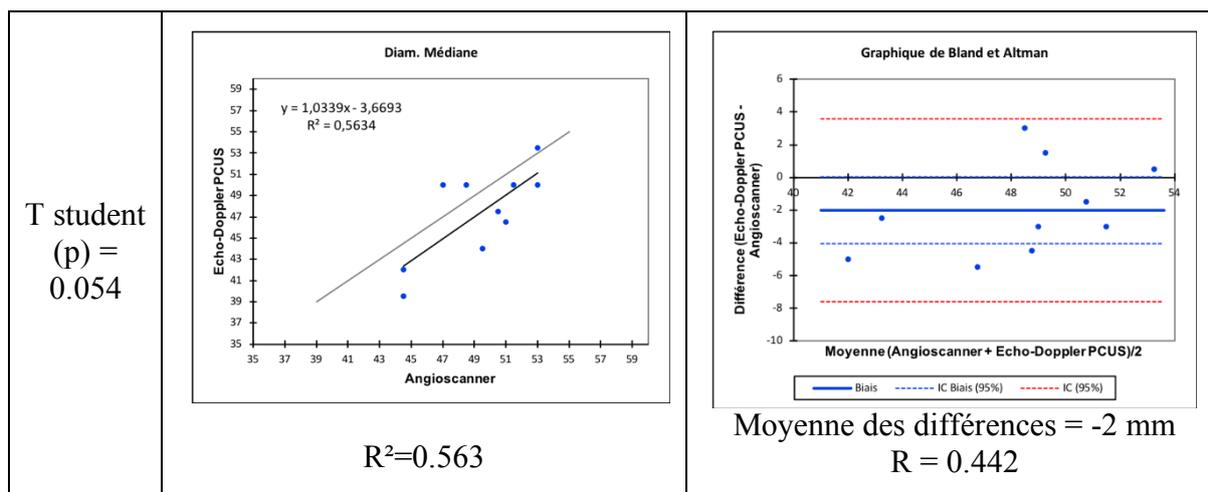


Tableau 7 : Comparaison de la médiane des différents diamètres

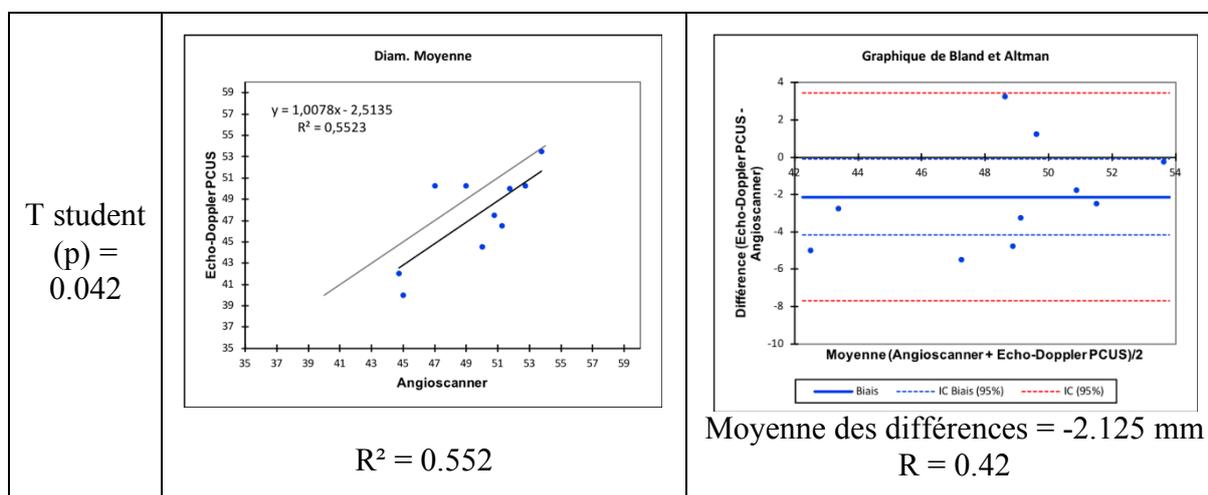


Tableau 8 : Comparaison de la moyenne des différents diamètres

### b. Détection des endofuites

	Angioscanner +	Angioscanner -
Echo-doppler PCUS +	1	1
Echo-doppler PCUS -	3	5

Tableau 9 : Détection des endofuites

La spécificité de l'échographie-doppler avec injection de PCUS pour la détection des endofuites est de 83.3%, sa sensibilité de 25%, sa valeur prédictive positive de 50% et sa valeur prédictive négative de 63%.

### c. Les critères secondaires

Toutes les endofuites détectées à l'angioscanner sont de type II.

En ce qui concerne l'endofuite détectée par les deux méthodes, la caractérisation est concordante. La porte d'entrée détectée en échographie-doppler avec injection de PCUS correspond à l'une des 3 branches détectées à l'angioscanner.

Chez un patient contre-indiqué à l'angioscanner, une endofuite de type III a été objectivée par l'échographie-doppler avec injection de PCUS et a été confirmée lors de la reprise chirurgicale.

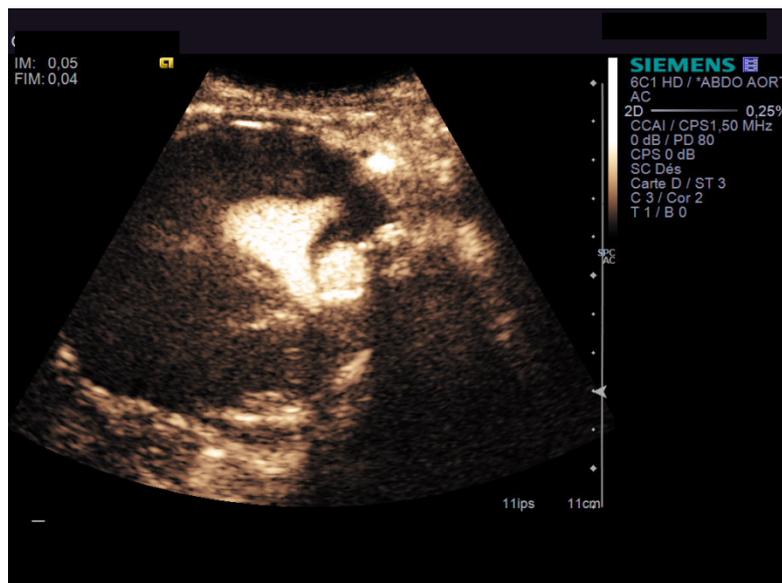


Figure 3 : Endofuite de type III

## DISCUSSION

L'évaluation de la performance du suivi des endoprothèses aortiques par échographie-doppler est diversement appréciée. La précision des différents types de mesure est mal connue. De ce fait, l'utilisation des ultrasons dans la stratégie de suivi est variable selon les équipes. Pourtant cet examen pourrait permettre une exploration non invasive évitant toute toxicité rénale notamment en post-opératoire immédiat chez des patients fragiles.

Nous avons conduit une étude monocentrique afin de préciser la faisabilité et la performance de l'échographie-doppler avec injection de PCUS dans le suivi post-opératoire immédiat des endoprothèses aortiques. Les études réalisées dans ces conditions sont rares.

Tous les patients ayant bénéficié d'une endoprothèse aortique non fenêtrée au CHU de Nice ont été inclus. Il s'agit donc d'une étude rapportant la réalité de la pratique quotidienne.

La totalité des patients inclus a pu bénéficier d'une exploration ultrasonographique alors que deux patients ont été contre-indiqués à l'angioscanner en raison d'une insuffisance rénale. L'ensemble des mesures a pu être réalisé malgré la sensibilité abdominale, le ralentissement du transit ou les pansements. L'échographie-doppler avec injection de PCUS a même permis la reprise chirurgicale d'une endofuite de type III chez un patient contre-indiqué à l'injection d'iode. Il s'agit donc d'une technique tout à fait réalisable.

Le premier élément de suivi est la mesure de la taille du sac anévrysmal, pour cela différentes mesures sont réalisables.

Le diamètre antéro-postérieur est actuellement la seule mesure par échographie-doppler recommandée par la société française de médecine vasculaire (SFMV)<sup>(43)</sup> pour le dépistage des anévrysmes de l'aorte abdominale. Cette méthode se heurte à des limites techniques et anatomiques notamment si le plus grand diamètre de l'anévrysmes n'est pas le diamètre antéro-postérieur, ou si du fait du trajet sinueux de l'aorte, la coupe orthogonale stricte au plan de l'abdomen du patient n'est pas celle orthogonale à l'axe de l'aorte.

Les modalités de mesure utilisées dans notre étude ont été inspirées par le travail du groupe d'ultrasons de la SFMV qui a proposé une méthodologie standardisée de l'examen échodoppler (protocole VESMA)<sup>(42)</sup> dans le but de pallier aux écueils anatomiques et techniques d'une mesure de diamètre unique habituellement proposée.

Dans notre étude, nous remarquons que les mesures de diamètres en échographie-doppler avec injection de PCUS sont globalement inférieures à celles de l'angioscanner. Pour les diamètres antéro-postérieur et transverse en comparaison à l'angioscanner en plan strict, il n'y a pas de différence significative des valeurs. La moyenne des différences des mesures est minime et la corrélation est faible. Pour la comparaison du diamètre transverse à l'angioscanner avec reconstruction en double oblique, on note une bonne corrélation des valeurs mais une perte de précision avec les valeurs croissantes. Pour la comparaison des plus grands diamètres estimés, il existe une bonne précision mais un manque de justesse. L'évaluation de la médiane et de la moyenne des différentes mesures effectuées à l'angioscanner et en échographie-doppler avec injection de PCUS donne des résultats prometteurs avec une corrélation correcte et une petite moyenne des différences. Le fait de réaliser plusieurs mesures et d'en faire la médiane ou moyenne pourrait donc augmenter la performance des mesures.

Dans l'étude de K. Singh <sup>(44)</sup>, les différences absolues pour les mesures du diamètre aortique maximal étaient de 2 mm ou moins dans 62% pour le diamètre antéro-postérieur, 60% pour le diamètre transverse et 77% pour le diamètre maximum dans n'importe quel plan, la variabilité de mesure étant croissante avec l'augmentation du diamètre aortique.

Néanmoins, le problème majeur est qu'il n'existe pas de réel consensus sur la méthodologie de la mesure du diamètre maximal d'un anévrisme de l'aorte abdominale tant en échographie qu'en scanner pourtant méthode de référence.

L.R. Sprouse <sup>(45)</sup> a démontré que l'échographie-doppler avait une meilleure approximation du diamètre maximal que le scanner en plan axial, celui-ci perdant en fiabilité au fur et à mesure de l'angulation.

Une revue de la littérature <sup>(46)</sup> souligne qu'avec le scanner, les valeurs de diamètre observées varient selon qu'elles sont mesurées sur des coupes axiales natives ou après reconstruction orthogonale ou multiplanaires curvilignes. Par ailleurs, seulement 57 % des études fournissent une description complète ou presque complète de la méthode utilisée.

Ces éléments sont très importants à retenir en pratique courante car une différence d'appréciation d'une mesure de diamètre peut modifier une décision chirurgicale.

La société européenne de chirurgie vasculaire <sup>(47)</sup> souligne qu'un seuil d'expansion de plus de 10 mm du diamètre du sac anévrisimal détecté lors du suivi après EVAR, en utilisant la même modalité d'imagerie et la même méthode de mesure, peut être considéré comme un seuil raisonnable pour une croissance significative (Classe IIb, niveau C).

La standardisation de la méthode de mesure des diamètres apparaît donc indispensable pour optimiser la prise en charge des anévrismes.

Après la mesure du diamètre, la recherche d'endofuites est indispensable car malgré la stabilité du diamètre du sac anévrisimal, celles-ci peuvent exister et déstabiliser la situation dans un second temps.

La réalisation d'une exploration avec injection de PCUS est plus performante que l'examen ultrasonographique seul. L'injection étant dénuée d'effet secondaire important, elle peut donc être réalisée sans contrainte majeure. Dans la série de 43 patients de D-A Clevert <sup>(48)</sup>, l'injection de produit de contraste augmente de manière significative la sensibilité (passant de 33% à 100 %). La variabilité de la sensibilité de l'échographie-doppler couleur restant toutefois importante en fonction des équipes allant de 25% à 100%.

Certaines méta-analyses ont retrouvé des performances très élevées de l'échographie-doppler avec injection de PCUS.

Une méta-analyse <sup>(49)</sup> comportant 26 études montre une haute sensibilité (94%) et spécificité (93%) pour la détection de toutes les endofuites confondues après EVAR en comparaison au scanner.

Dans une autre méta-analyse <sup>(50)</sup> comportant 11 études pour 968 patients, la sensibilité de l'échographie de contraste est de 96% et la spécificité est de 85% alors que la sensibilité moyenne de l'échographie-doppler standard est de 74%. La sensibilité peut atteindre 99% pour les endofuites de type I et III.

Nos résultats semblent plus en accord avec la récente étude ESSEA <sup>(51)</sup> réalisée sur 539 patients. Dans ce travail, l'échographie-doppler a une sensibilité de 39% et une spécificité de 92% comparaison au scanner. La VPN et la VPP de l'échographie étaient respectivement de 92% et 39%. La sensibilité de l'échographie a atteint 73% chez les patients nécessitant une réintervention efficace. Cependant, le produit de contraste ultrasonore n'a pas été utilisé chez tous les patients.

Une étude de Schmieder <sup>(52)</sup> avec un nombre important de patients souligne aussi que l'échographie-doppler a une sensibilité élevée pour la détection des endofuites exigeant une intervention.

Dans notre étude, nous avons d'ailleurs pu individualiser une endofuite de type III chez un des patients contre-indiqué à l'angiostandard qui a pu être reprise chirurgicalement. Les endofuites non détectées par l'échographie-doppler avec injection de PCUS sont uniquement des endofuites de type II non menaçantes dans l'immédiat.

Les résultats obtenus sont encore préliminaires. Notre travail montre donc que l'échographie-doppler avec injection de PCUS est une technique tout à fait réalisable en post-opératoire immédiat avec des performances correctes pour le suivi post-opératoire des endoprothèses aortiques. Il s'agit d'une technique très spécifique, dont le manque de sensibilité est à prendre en compte.

Si les résultats se confirment avec une sensibilité augmentée pour les endofuites graves et au vu des complications rénales (15% des patients dans notre étude actuellement), l'échographie-doppler avec injection de PCUS pourrait être proposée en première intention en post-opératoire immédiat.

A l'avenir, d'autres perspectives se dessinent.

L'estimation du volume pourrait être plus sensible que la mesure du diamètre pour la détection de la croissance d'un anévrisme après réparation endovasculaire. Le potentiel des ultrasons 3-D pour l'estimation du volume dans la surveillance EVAR est inconnu. Une étude récente montre des résultats prometteurs <sup>(53)</sup>.

Enfin, l'échographie-doppler avec injection de PCUS pourrait devenir une aide au radiologue interventionnel pour décrire les portes d'entrée et de sortie des endofuites de type II qui ne peuvent être décrites au scanner et pouvant conduire à un échec d'embolisation.

## CONCLUSION

Nous conduisons actuellement une étude prospective monocentrique sur le suivi des endoprothèses aortiques en post-opératoire immédiat comparant les performances de l'échographie-doppler avec injection de PCUS et l'angioscanner. L'étude est toujours en cours et ces résultats préliminaires nécessitent d'être confirmés. Néanmoins, certaines conclusions peuvent être envisagées :

- L'échographie-doppler avec injection de PCUS est tout à fait réalisable en post-opératoire immédiat de la mise en place d'une endoprothèse aortique. Ceci est un point important car 15% des patients sont en insuffisance rénale et contre-indiqués à la réalisation d'un angioscanner.
- L'échographie-doppler avec injection de PCUS est une bonne technique pour la mesure du sac anévrysmal, la médiane des différentes mesures apparaissant la mesure la plus fiable.
- Pour la détection des endofuites, notre étude a tendance à confirmer les résultats de la littérature. L'échographie-doppler avec injection de PCUS est une bonne technique pour dépister les fuites importantes nécessitant une reprise chirurgicale. A contrario, de petites fuites de type II, nécessitant une simple surveillance, peuvent passer inaperçues.

Par ce travail, nous souhaitons intégrer l'échographie-doppler avec injection de PCUS en première intention dans le suivi post-opératoire immédiat des patients ayant bénéficié de la mise en place d'une endoprothèse aortique en suppléant à l'angioscanner et de ce fait, diminuer l'injection de produits néphrotoxiques.

## RESUME

### **Intérêt d'un bilan post-opératoire écho-doppler avec utilisation systématique de produit de contraste ultrasonore dans le suivi des endoprothèses aortiques.**

**Etude prospective au CHU de Nice, « Ultra-EVAR ».**

*E. GIAUFFRET-FORTIER, V. FLORY, I. SLITI, A. RODIERE, V. FASSBENDER, E. JEAN BAPTISTE, G. LEFThERIoTIS, P. GIORDANA*

#### **Introduction**

L'angioscanner reste le gold standard dans le suivi post-opératoire des endoprothèses aortiques malgré la fréquence de l'aggravation de la fonction rénale post-procédure de ces patients. La fonction rénale est un facteur prédictif de la mortalité après chirurgie d'anévrisme de l'aorte abdominale (AAA).

L'objectif principal de cette étude est l'amélioration de la technique de référence en échographie pour mesurer les diamètres du sac anévrisimal et la détection d'endofuites en associant une injection de produit de contraste ultrasonore (PCUS) systématique, en comparaison avec l'angioscanner, dans le cadre du suivi post-opératoire immédiat des endoprothèses aortiques.

#### **Matériel et méthode**

Il s'agit d'une étude prospective, monocentrique, débutée le 1<sup>er</sup> janvier 2020.

Nous réalisons en post-opératoire immédiat une échographie-doppler avec injection de PCUS à maximum J5 et un angioscanner dans les 30 jours.

Le critère d'évaluation principal est la mesure de diamètres antéro-postérieurs et transverses du sac anévrisimal selon quatre incidences et la détection d'endofuites après injection systématique de PCUS. Le nombre de sujets nécessaires est de 36 patients.

#### **Résultats préliminaires**

Actuellement, 14 patients ont été inclus. L'analyse est réalisée sur 10 dossiers.

La comparaison des médianes des différentes mesures en échographie-doppler avec injection de PCUS versus angioscanner ne montre pas de différence significative des valeurs ( $p = 0,054$ ) avec une corrélation de 0,563 et une moyenne des différences de -2 mm.

Pour la détection d'endofuites, la spécificité de l'écho-doppler avec injection de PCUS est de 83.3%, sa sensibilité de 25%, la valeur prédictive positive de 50% et la valeur prédictive négative de 63%.

Les endofuites non détectées par l'échographie-doppler avec injection de PCUS sont uniquement des endofuites de type II. Chez un patient contre-indiqué à l'angioscanner, une endofuite de type III a été objectivée par l'échographie et confirmée lors de la reprise chirurgicale en urgence.

#### **Discussion**

L'échographie-doppler avec injection de PCUS est tout à fait réalisable en post-opératoire immédiat de la mise en place d'une endoprothèse aortique. Ceci est un point important car 15% des patients ont une insuffisance rénale en post-opératoire dans notre étude et sont donc contre-indiqués à la réalisation d'un angioscanner.

L'échographie-doppler avec injection de PCUS est une bonne technique pour la mesure du sac anévrisimal, la médiane des différentes mesures apparaissant le plus fiable.

Pour la détection des endofuites, notre étude a tendance à confirmer les résultats de la littérature, notamment de l'étude ESSEA. L'échographie-doppler avec injection de PCUS est une bonne technique pour dépister les fuites importantes nécessitant une reprise chirurgicale. A contrario, de petites fuites de type II, nécessitant une simple surveillance, peuvent passer inaperçues. Néanmoins, le problème majeur est qu'il n'existe pas de réel consensus sur la méthodologie de la mesure du diamètre maximal d'un anévrisme de l'aorte abdominale tant en échographie qu'en scanner pourtant méthode de référence.

### **Conclusion**

L'étude est toujours en cours et les résultats nécessitent d'être confirmés par un plus grand nombre de sujets. Les données préliminaires nous permettent toutefois d'envisager de positionner l'échographie-doppler avec injection de PCUS en première intention dans le suivi post-opératoire immédiat des patients ayant bénéficié de la mise en place d'une endoprothèse aortique en supplantant à l'angioscanner et de ce fait, diminuant l'injection de produits néphrotoxiques.

# DOCUMENTATION COMPLEMENTAIRE

## Annexes

### Annexe 1 : Epidémiologie, physiopathologie et dépistage

Un anévrisme artériel est une dilatation focale et permanente de l'artère avec une perte du parallélisme de ses parois et dont le diamètre est supérieur à une fois et demie le diamètre d'amont (normalement  $18 \pm 4$  mm) <sup>(54)</sup>. On parle d'anévrisme lorsque le calibre atteint 30 mm. Il peut se présenter sous deux aspects, l'anévrisme fusiforme et l'anévrisme sacciforme. On peut trouver plusieurs étiologies. Nous traiterons uniquement de la forme athéromateuse sous-rénale.

L'anévrisme de l'aorte abdominale est une pathologie grave. Son incidence augmente avec l'espérance de vie et de façon linéaire avec l'âge à partir de 60 ans <sup>(1,2)</sup>. La prévalence est plus élevée chez l'homme. Elle est estimée entre 2 et 6 % des sujets de plus de 65 ans. Entre 75 et 84 ans, la prévalence est de 12% pour les hommes et de 5% pour les femmes. Il existe des formes familiales, qui conditionne un dépistage précoce, mais plusieurs facteurs de risque sont reconnus comme l'âge, l'hypertension artérielle, le tabagisme (*Tableau 10*).

TABLEAU I. – Facteurs de risque de développer un AAA (tabagisme, HTA) (34, 35, 38, 39).  
*Risk factors associated with AAA (smoking, hypertension) (34, 35, 38, 39).*

Tabagisme (Risque relatif vs non-fumeurs)			
ADAM study (97 % hommes)	Prévalence des AAA > 30 mm en fonction de l'âge  <i>RR calculé d'après fig. 3 in (38)</i>	55-64 ans ~ 5,25	
		65-69 ans ~ 4,60	
		70-74 ans ~ 3,15	
		75-79 ans ~ 2,50	
	Risque d'AAA > 40 mm (vs Aorte Abdominale < 30 mm)	OR 5,57	95 % IC : 4,24 — 7,31
Tromsø study	Risque d'AAA > 35 mm (hommes)	OR 7,37	95 % IC : 3,70 — 14,69
	Risque d'AAA > 35 mm (femmes)	OR 5,82	95 % IC : 2,92 — 11,58
HTA (Définie par prise de médicaments antihypertenseurs)			
Tromsø study	Risque d'AAA > 35 mm (hommes)	OR 1,61	95 % IC : 1,16 — 2,24
	Risque d'AAA > 35 mm (femmes)	OR 2,02	95 % IC : 1,14 — 3,57

*Tableau 10 : Facteurs de risque des anévrismes de l'aorte abdominale*

Le tabagisme ressort dans la littérature comme le principal facteur de risque. Dans la série de Badger SA <sup>(6)</sup>, 35% des patients présentent un tabagisme actif. On retrouve une comorbidité cardiovasculaire associée et plus particulièrement une coronaropathie ou une hypertension artérielle. Il n'y a pas de corrélation entre la taille de l'anévrisme et l'importance du tabagisme (nombre de paquets/année). Les anciens fumeurs présentent un risque multiplié par 3, les fumeurs actifs un risque multiplié par 7.6 (*Figure 4*).

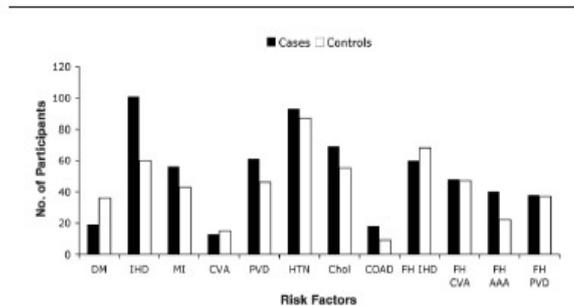


Figure 2. The distribution of risk factors and comorbidities. DM indicates diabetes mellitus; IHD, ischemic heart disease; MI, myocardial infarction; CVA, cerebral vascular accident; PVD, peripheral vascular disease; HTN, hypertension; Chol, hypercholesterolemia; COAD, chronic obstructive airways disease; FH, family history; AAA, abdominal aortic aneurysm.

Figure 4 : Distribution des facteurs de risque et des comorbidités

La média de l'aorte anévrismale est considérablement modifiée. Il se produit une destruction des fibres élastiques et une altération des fibres de collagènes, avec perte progressive de la capacité de l'artère à lutter contre la distension (loi de Laplace).

Les complications sont principalement la rupture, la thrombose responsable d'embolisations distales, la fistulisation soit avec les vaisseaux environnants (veine cave inférieure) soit avec les anses digestives, la compression.

Le risque de rupture est une complication grave, responsable de décès dans plus de la moitié des cas chez les patients non opérés, décès évalués à 7 pour 100 000 selon la HAS 2009. Ce risque est d'autant plus important que le diamètre de l'anévrisme est large. Il est très faible pour un diamètre inférieur à 40 mm, modéré entre 40 et 55 mm et important au-delà de 55 mm. Par ailleurs, la vitesse de croissance de l'anévrisme est d'autant plus grande que le diamètre aortique est élevé. Les anévrismes de 30 à 39 mm augmentent de 5.3 mm/an, ceux de plus de 60 mm augmentent de 8 mm/an. La croissance expose à un risque de rupture proportionnel à la taille (55,56).

D'autres facteurs interviennent dans le risque de rupture comme la nature de l'anévrisme (sacciforme plus que fusiforme), l'existence de matériel intra-luminal, un tabagisme actif, une broncho-pneumopathie chronique obstructive sévère, une hypertension artérielle mal contrôlée et l'existence d'une douleur au passage de la sonde d'échographie (57).

Il existe une particularité chez la femme qui présente des anévrismes plus petits mais qui rompent plus rapidement.

L'anévrisme de l'aorte abdominale sous rénale peut être asymptomatique et découvert fortuitement par un examen paraclinique.

Plusieurs campagnes de détection ont été organisées en Europe et dans le monde chez des sujets à risque : âge supérieur à 65 ans chez la femme et 60 ans chez l'homme, tabagisme, antécédents familiaux d'anévrisme, présentant une athérosclérose d'un autre territoire (58,59).

La rupture rétro-péritonale d'un anévrisme de l'aorte abdominale associe une douleur abdominale ou lombaire et souvent un choc hémorragique. La rupture intra-péritonéale réalise un collapsus hémorragique foudroyant au-delà de toute ressource thérapeutique (80% de décès) (HAS 2009). D'autres symptômes peuvent exister comme l'ischémie aigüe ou subaigüe de membre inférieur (embolie fibrino-cruorique), une lombalgie ou cruralgie (érosion vertébrale), un œdème des membres inférieurs (compression de la veine cave ou iliaque), une hémorragie digestive (fistule aorto-digestive), une insuffisance cardiaque (fistule artérioveineuse).

La morbi-mortalité est beaucoup plus importante lorsque la prise en charge est réalisée en situation d'urgence (anévrisme rompu ou fissuré). En effet, 80% des patients ayant un anévrisme de l'aorte abdominale rompu décèdent avant l'hospitalisation ou en péri-opératoire, alors que le taux de décès lors des interventions programmées (anévrisme de l'aorte abdominale non rompu) est inférieur à 5% selon la HAS.

Le dépistage permet une réduction significative de la mortalité liée à l'anévrisme de l'aorte abdominale à moyen et long terme. L'examen de dépistage de première intention est l'échographie-doppler qui présente dans cette indication une sensibilité et une spécificité proche de 100%<sup>(56)</sup>. On accepte pour cette technique une variabilité intra et inter-observateur inférieure à 2 mm dans 70 à 86% des cas et inférieure à 4 mm dans 94 à 99% des cas<sup>(35,60)</sup>. Les facteurs limitants de la technique sont liés au patient (obésité, météorisme abdominal, mauvaise compliance), à l'anatomie de l'anévrisme (dolicho-aorte, anévrisme tortueux, changement d'axe prononcé), à une mauvaise résolution de la machine ou un manque de rigueur méthodologique<sup>(61)</sup>.

## Annexe 2 : Traitements de l'anévrisme de l'aorte abdominale

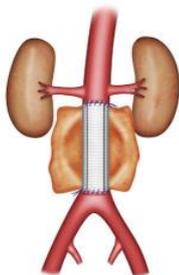
Dans cette pathologie, le pronostic est dominé par la rupture avec une mortalité de plus de 80% et par les complications cardiovasculaires de l'athérosclérose.

Le traitement médical repose sur le contrôle des facteurs de risque cardio-vasculaires (tabagisme, hypertension artérielle, dyslipidémie, diabète, surpoids ...). Un traitement antiagrégant plaquettaire est institué avec une statine le plus souvent.

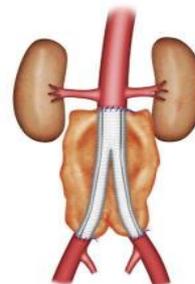
Le traitement chirurgical de l'anévrisme de l'aorte abdominale repose actuellement sur la chirurgie conventionnelle (mise à plat-greffe) ou plus récemment sur les techniques endovasculaires. Parfois ces deux techniques sont associées en fonction des possibilités thérapeutique et de l'état vasculaire du patient.

L'indication opératoire concerne les anévrismes symptomatiques et les anévrismes asymptomatiques à faible risque chirurgical dont le diamètre est supérieur ou égale à 50 mm ou ayant une croissance supérieure à 10 mm par an.

Le traitement chirurgical ou mise à plat greffe nécessite, sous anesthésie générale, une laparotomie qui peut se faire par une incision verticale ou transversale de l'abdomen ou par une incision sur le côté gauche. L'abord peut parfois se faire par laparoscopie. Le chirurgien va remplacer l'aorte par une prothèse vasculaire qui est cousu avec un fils non résorbable à l'aorte saine au-dessus de l'anévrisme et à l'aorte ou aux artères iliaques au-dessous (*Figure 5, 6*). Cette intervention a une durée variable en fonction de la complexité de l'acte chirurgical. La surveillance post opératoire peut nécessiter un passage de quelques jours en unité de surveillance continue. La durée moyenne de l'hospitalisation est de huit jours, celle-ci pouvant varier en fonction de l'état pré opératoire et des suites post opératoires.

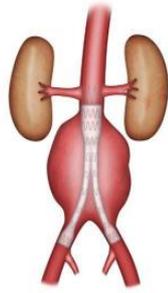


*Figure 5 : Chirurgie conventionnelle, pontage aorto-aortique (société de chirurgie vasculaire et endovasculaire SCVE 2019)*



*Figure 6 : Chirurgie conventionnelle, pontage aorto-bi-iliaque (SCVE 2019)*

Le traitement endovasculaire consiste à exclure l'anévrisme à l'aide d'une endoprothèse (*Figures 7, 8*). Elle peut être proposée si des critères morphologiques très précis sont respectés. Ces critères anatomiques sont étudiés par le scanner. Cette technique ne nécessite pas d'ouverture de l'abdomen. L'abord des artères fémorales se fait soit par une petite incision dans l'aîne soit sans ouverture par ponction cutanée. La durée de l'intervention est très variable en fonction de la complexité technique de l'acte. La durée du séjour dépend des suites opératoires. Elle est souvent plus courte que pour le traitement chirurgical.



*Figure 7 : Chirurgie endovasculaire, endoprothèse bifurquée (SCVE 2019)*



*Figure 8 : Chirurgie endovasculaire, endoprothèse uni-iliaque (SCVE 2019)*

Le choix du traitement est conditionné par le type d'anévrisme, le caractère urgent ou non de l'indication et le risque opératoire du patient.

Les patients à risque chirurgical élevé sont définis par la présence d'un des facteurs suivants :

- Age supérieur ou égal à 80 ans
- Coronaropathie avec test fonctionnel positif et lésions coronariennes pour lesquelles un geste de revascularisation est impossible ou non indiqué
- Insuffisance cardiaque avec manifestations cliniques patentes
- Rétrécissement aortique serré non opérable
- Fraction d'éjection ventriculaire gauche < 40%
- Insuffisance respiratoire chronique objectivée par un des critères suivants : VEMS < 1,2l/sec, CV < 50 % de la valeur prédite en fonction de l'âge, du sexe et du poids, gazométrie artérielle en l'absence d'oxygène (paCO<sub>2</sub> > 45 mm Hg ou paO<sub>2</sub> < 60 mm Hg), oxygénothérapie à domicile
- Insuffisance rénale si créatininémie ≥ 200 μmol/l avant l'injection de produit de contraste
- Abdomen « hostile » y compris présence d'ascite ou autre signe d'hypertension portale

Le traitement endovasculaire ne peut être proposé à un patient à risque chirurgical normal qu'à la condition que les critères anatomiques suivants soient respectés :

- Collet sans thrombus circonférentiel ni calcification majeure
- Collet proximal à bords parallèles > 15 mm
- Angle du collet proximal : < 40° ou compris entre 40° et 60°, à la condition de bénéficier d'une longueur de collet supérieure à 20 mm

Le diamètre du collet proximal, l'état du collet distal (point(s) d'ancrage iliaque), les accès ilio-fémoraux doivent être compatibles avec le système de pose et l'endoprothèse utilisés.

Ainsi, le traitement par voie endovasculaire est moins invasif. Il est réalisé chez les patients à risque chirurgical élevé en situation d'urgence. Il peut aussi être réalisé chez les patients à risque chirurgical normal si les critères anatomiques sont favorables et après information des patients des bénéfices et des risques des deux méthodes selon la HAS 2009.

Le traitement par voie endovasculaire réduit la mortalité opératoire par rapport à la chirurgie ouverte. La différence sur la mortalité toutes causes confondues n'est pas significative à moyen terme. Il est associé à une augmentation du nombre de ré-intervention.

Selon le National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE, 2005) :

- Taux de mortalité à 30 jours : 0 à 3,8% pour EVAR vs 0 à 0,83% pour la chirurgie conventionnelle.
- Taux de ré-intervention 3,8 à 37% pour EVAR vs 2,5 à 15,1% pour la chirurgie conventionnelle.
- Complications précoces (nettement inférieur pour EVAR) :
  - Pulmonaires (0 à 10% EVAR vs 2 à 26,9% chirurgie conventionnelle)
  - Rénales (0,5 à 15% EVAR vs 0,3 à 20% chirurgie conventionnelle)
  - Cardiologiques (1 à 13,5% vs 2 à 25% chirurgie conventionnelle)
  - Hémorragies (0 à 27,9% EVAR vs 3,4 à 73% chirurgie conventionnelle)

Pas de différence significative pour :

- Ischémie des membres inférieurs (0 à 4,2% EVAR vs 0,9 à 4% chirurgie conventionnelle)
- Ischémie colique (0,6 à 2% EVAR vs 0 à 0,3% chirurgie conventionnelle)
- Infection de prothèse, insuffisance rénale et complication locale (1,4 à 12% EVAR vs 1,9 à 10% chirurgie conventionnelle)
- Séjour hospitalier diminué pour EVAR vs chirurgie conventionnelle (2 à 2,92 jours pour EVAR vs 5,9 à 19,2 jours pour la chirurgie conventionnelle)

### Annexe 3 : L'échographie-doppler avec produit de contraste

L'échographie-doppler avec produit de contraste est une technique alternative. L'agent de contraste ultrasonore est composé de microbulles de gaz entourées d'un surfactant stabilisateur, l'hexafluorure de soufre. Leur effet est, sous la contrainte mécanique des ultrasons, d'augmenter la réflexion des signaux renvoyés par les éléments figurés sanguins. L'intensité du signal doppler dépend du nombre d'éléments réflecteurs dans le volume circulant. Les microbulles représentent d'excellents réflecteurs car leur densité et surtout leur compressibilité sont très différentes du plasma. De plus, les microbulles entrent en résonance sous l'action du champ ultrasonore. A la différence des produits de contraste iodés ou paramagnétiques classiques, les microbulles intactes demeurent strictement dans le secteur intravasculaire, sans passage dans le secteur interstitiel, ni dans les tubules rénaux. La composante gazeuse est éliminée par le poumon avec une demi-vie très courte de l'ordre de quelques minutes. Les autres constituants (coque et surfactants) sont présents en très faible quantité et sont éliminés dans les urines après transformation hépatique.

La tolérance de SonoVue® après administration intraveineuse a été évaluée sur 4653 patients adultes ayant participé à 58 essais cliniques. Les effets indésirables rapportés après administration intraveineuse de SonoVue® ont été le plus souvent non-graves, transitoires et ont disparu spontanément sans effet résiduel. Durant les essais cliniques, les effets indésirables les plus fréquemment rapportés après administration intraveineuse ont été : céphalées, réaction au point d'injection et nausées. (Tableau 11)

Système d'organe	Effets Indésirables		
	Peu fréquent (≥ 1/1000 à < 1/100)	Rare (≥ 1/10 000 à < 1/1000)	Fréquence indéterminée (ne peut être estimée sur la base des données disponibles)
Affections du système immunitaire		Hypersensibilité*	
Affections du système nerveux	Céphalées, paresthésie, vertiges, dysgueusie		Réaction vaso-vagale
Affections oculaires		Vision trouble	
Affections cardiaques			Infarctus du myocarde**, ischémie myocardique**
Affections vasculaires	Bouffée congestive	Hypotension	
Affections gastro-intestinales	Nausées, douleur abdominale		Vomissements
Affections de la peau et du tissu sous-cutané	Rash	Prurit,	
Affections musculo-squelettiques et systémiques		Dorsalgie	
Troubles généraux et anomalies au site d'administration	Gêne thoracique, réaction au site d'injection, sensation de chaud	Douleur thoracique, douleur, fatigue	

\* Des cas suggérant l'hypersensibilité peuvent inclure : érythème cutané, bradycardie, hypotension, dyspnée, perte de conscience, l'arrêt cardiaque / cardio-respiratoire, réaction anaphylactique, un choc anaphylactique.

\*\* Dans certains cas d'hypersensibilité, chez les patients souffrant d'une pathologie coronarienne sous-jacente, des cas d'ischémie myocardique et/ou d'infarctus du myocarde ont été également rapportés.

Tableau 11 : Effets indésirables du SonoVue®, HAS

## Liste des abréviations

**AAA** : anévrisme de l'aorte abdominale  
**ANSM** : agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé  
**AIT** : accident ischémique transitoire  
**AOMI** : artériopathie oblitérante des membres inférieurs  
**ARA2** : antagoniste des récepteurs de l'angiotensine de type 2  
**ASP** : abdomen sans préparation  
**AVC** : accident vasculaire cérébral  
**BPCO** : bronchopneumopathie chronique obstructive  
**CHU** : centre hospitalo-universitaire  
**CPP** : comité de protection des personnes  
**DCI** : dénomination commune internationale  
**DRCI** : délégation à la recherche clinique et à l'innovation  
**DREAM** : dutch randomised endovascular aneurysm management  
**EVAR** : endovascular aneurysm repair  
**FEVAR** : fenestrated endovascular aneurysm repair  
**HAS** : haute autorité de santé  
**HTA** : hypertension artérielle  
**IDM** : infarctus du myocarde  
**IEC** : inhibiteur de l'enzyme de conversion  
**IMC** : indice de masse corporelle  
**IRM** : imagerie de résonance magnétique  
**PCUS** : produit de contraste ultrasonore  
**SCVE** : société de chirurgie vasculaire et endovasculaire  
**SFMV** : société française de médecine vasculaire  
**TDM** : examen tomodensitométrie  
**VESMA** : valeur de l'échographie-doppler standardisée pour la mesure des anévrismes de l'aorte abdominale  
**VPP** : valeur prédictive positive  
**VPN** : valeur prédictive négative  
**VSM** : vitesse systolique maximale

## **Table des illustrations**

*Figure 1 : Les différents types d'endofuites*

*Figure 2 : Diagramme de flux*

*Figure 3 : Endofuite de type III*

*Figure 4 : Distribution des facteurs de risque et des comorbidités*

*Figure 5 : Chirurgie conventionnelle, pontage aorto-aortique (SCVE 2019)*

*Figure 6 : Chirurgie conventionnelle, pontage aorto-bi-iliaque (SCVE 2019)*

*Figure 7 : Chirurgie endovasculaire, endoprothèse bifurquée (SCVE 2019)*

*Figure 8 : Chirurgie endovasculaire, endoprothèse uni-iliaque (SCVE 2019)*

## **Table des tableaux**

*Tableau 1 : Caractéristiques démographiques de la population étudiée*

*Tableau 2 : Comparaison des diamètres antéro-postérieurs*

*Tableau 3 : Comparaison des diamètres antéro-postérieurs avec la méthode de reconstruction en double oblique*

*Tableau 4 : Comparaison des diamètres transverses*

*Tableau 5 : Comparaison des diamètres transverses avec la méthode de reconstruction en double oblique*

*Tableau 6 : Comparaison des plus grands diamètres estimés*

*Tableau 7 : Comparaison de la médiane des différents diamètres*

*Tableau 8 : Comparaison de la moyenne des différents diamètres*

*Tableau 9 : Détection des endofuites*

*Tableau 10 : Facteurs de risque des anévrismes de l'aorte abdominale*

*Tableau 11 : Effets indésirables du Sonovue®, HAS*

## **Références bibliographiques**

1. Lindholt JS, Vammen S, Juul S, Fasting H, Henneberg EW. Optimal interval screening and surveillance of abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* oct 2000;20(4):369-73.
2. Erbel R, Aboyans V, Boileau C, Bossone E, Bartolomeo RD, Eggebrecht H, et al. 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases: Document covering acute and chronic aortic diseases of the thoracic and abdominal aorta of the adult. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Aortic Diseases of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 1 nov 2014;35(41):2873-926.
3. Vardulaki KA, Prevost TC, Walker NM, Day NE, Wilmink AB, Quick CR, et al. Incidence among men of asymptomatic abdominal aortic aneurysms: estimates from 500 screen detected cases. *J Med Screen.* 1999;6(1):50-4.
4. Moll FL, Powell JT, Fraedrich G, Verzini F, Haulon S, Waltham M, et al. Management of abdominal aortic aneurysms clinical practice guidelines of the European society for vascular surgery. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* janv 2011;41 Suppl 1:S1-58.
5. Vardulaki KA, Walker NM, Day NE, Duffy SW, Ashton HA, Scott RA. Quantifying the risks of hypertension, age, sex and smoking in patients with abdominal aortic aneurysm. *Br J Surg.* févr 2000;87(2):195-200.
6. Badger SA, O'Donnell ME, Sharif MA, McMaster C, Young IS, Soong CV. The role of smoking in abdominal aortic aneurysm development. *Angiology.* mars 2009;60(1):115-9.
7. Nordon IM, Hinchliffe RJ, Loftus IM, Thompson MM. Pathophysiology and epidemiology of abdominal aortic aneurysms. *Nat Rev Cardiol.* févr 2011;8(2):92-102.
8. Buth J, van Marrewijk CJ, Harris PL, Hop WCJ, Riambau V, Laheij RJF, et al. Outcome of endovascular abdominal aortic aneurysm repair in patients with conditions considered unfit for an open procedure: a report on the EUROSTAR experience. *J Vasc Surg.* févr 2002;35(2):211-21.
9. D'Oria M, Hanson KT, Shermerhorn M, Bower TC, Mendes BC, Shuja F, et al. Short Term and Long Term Outcomes After Endovascular or Open Repair for Ruptured Infrarenal Abdominal Aortic Aneurysms in the Vascular Quality Initiative. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 13 janv 2020;
10. Powell JT, Sweeting MJ, Ulug P, Blankensteijn JD, Lederle FA, Becquemin J-P, et al. Meta-analysis of individual-patient data from EVAR-1, DREAM, OVER and ACE trials comparing outcomes of endovascular or open repair for abdominal aortic aneurysm over 5 years. *Br J Surg.* 2017;104(3):166-78.
11. Sweeting MJ, Patel R, Powell JT, Greenhalgh RM, EVAR Trial Investigators. Endovascular Repair of Abdominal Aortic Aneurysm in Patients Physically Ineligible for Open Repair: Very Long-term Follow-up in the EVAR-2 Randomized Controlled Trial. *Ann Surg.* 2017;266(5):713-9.
12. Patel R, Powell JT, Sweeting MJ, Epstein DM, Barrett JK, Greenhalgh RM. The UK EndoVascular Aneurysm Repair (EVAR) randomised controlled trials: long-term follow-up and cost-effectiveness analysis. *Health Technol Assess.* 2018;22(5):1-132.
13. Van Schaik TG, Yeung KK, Verhagen HJ, de Bruin JL, van Sambeek MRHM, Balm R, et al. Long-term survival and secondary procedures after open or endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 2017;66(5):1379-89.
14. Schwarze ML, Shen Y, Hemmerich J, Dale W. Age-related trends in utilization and outcome of open and endovascular repair for abdominal aortic aneurysm in the United States, 2001-2006. *J Vasc Surg.* oct 2009;50(4):722-729.e2.
15. IMPROVE Trial Investigators, Powell JT, Sweeting MJ, Thompson MM, Ashleigh R,

- Bell R, et al. Endovascular or open repair strategy for ruptured abdominal aortic aneurysm: 30 day outcomes from IMPROVE randomised trial. *BMJ*. 13 janv 2014;348:f7661.
16. Rand T, Uberoi R, Cil B, Munneke G, Tsetis D. Quality improvement guidelines for imaging detection and treatment of endoleaks following endovascular aneurysm repair (EVAR). *Cardiovasc Intervent Radiol*. févr 2013;36(1):35-45.
  17. Cao P, De Rango P, Verzini F, Parlani G. Endoleak after endovascular aortic repair: classification, diagnosis and management following endovascular thoracic and abdominal aortic repair. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. févr 2010;51(1):53-69.
  18. D'Oria M, Mastroilli D, Ziani B. Natural History, Diagnosis, and Management of Type II Endoleaks after Endovascular Aortic Repair: Review and Update. *Ann Vasc Surg*. janv 2020;62:420-31.
  19. Buth J, Laheij RJ. Early complications and endoleaks after endovascular abdominal aortic aneurysm repair: report of a multicenter study. *J Vasc Surg*. janv 2000;31(1 Pt 1):134-46.
  20. AbuRahma AF, Hass SM, AbuRahma ZT, Yacoub M, Mousa AY, Abu-Halimah S, et al. Management of Immediate Post-Endovascular Aortic Aneurysm Repair Type Ia Endoleaks and Late Outcomes. *J Am Coll Surg*. avr 2017;224(4):740-8.
  21. Gelfand DV, White GH, Wilson SE. Clinical significance of type II endoleak after endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *Ann Vasc Surg*. janv 2006;20(1):69-74.
  22. Van Marrewijk C, Buth J, Harris PL, Norgren L, Nevelsteen A, Wyatt MG. Significance of endoleaks after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms: The EUROSTAR experience. *J Vasc Surg*. mars 2002;35(3):461-73.
  23. Veith FJ, Baum RA, Ohki T, Amor M, Adiseshiah M, Blankensteijn JD, et al. Nature and significance of endoleaks and endotension: summary of opinions expressed at an international conference. *J Vasc Surg*. mai 2002;35(5):1029-35.
  24. Solis MM, Ayerdi J, Babcock GA, Parra JR, McLafferty RB, Gruneiro LA, et al. Mechanism of failure in the treatment of type II endoleak with percutaneous coil embolization. *J Vasc Surg*. sept 2002;36(3):485-91.
  25. Ultee KHJ, Büttner S, Huurman R, Bastos Gonçalves F, Hoeks SE, Bramer WM, et al. Editor's Choice - Systematic Review and Meta-Analysis of the Outcome of Treatment for Type II Endoleak Following Endovascular Aneurysm Repair. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. déc 2018;56(6):794-807.
  26. Nana P, Kouvelos G, Brotis A, Spanos K, Giannoukas A, Matsagkas M. The effect of Endovascular Aneurysm Repair on Renal Function in Patients Treated for Abdominal Aortic Aneurysm. *Curr Pharm Des*. 2019;25(44):4675-85.
  27. Maurer K, Verloh N, Lürken L, Zeman F, Stroszczyński C, Pfister K, et al. Kidney Failure After Occlusion of Accessory Renal Arteries in Endovascular Abdominal Aneurysm Repair. *Cardiovasc Intervent Radiol*. déc 2019;42(12):1687-94.
  28. Gorelik Y, Bloch-Isenberg N, Yaseen H, Heyman SN, Khamaisi M. Acute Kidney Injury After Radiocontrast-Enhanced Computerized Tomography in Hospitalized Patients With Advanced Renal Failure: A Propensity-Score-Matching Analysis. *Invest Radiol*. 25 févr 2020;
  29. Brady AR, Fowkes FG, Greenhalgh RM, Powell JT, Ruckley CV, Thompson SG. Risk factors for postoperative death following elective surgical repair of abdominal aortic aneurysm: results from the UK Small Aneurysm Trial. On behalf of the UK Small Aneurysm Trial participants. *Br J Surg*. juin 2000;87(6):742-9.
  30. Azizzadeh A, Sanchez LA, Miller CC, Marine L, Rubin BG, Safi HJ, et al. Glomerular filtration rate is a predictor of mortality after endovascular abdominal aortic aneurysm

- repair. *J Vasc Surg.* janv 2006;43(1):14-8.
31. Wilmlink ABM, Forshaw M, Quick CRG, Hubbard CS, Day NE. Accuracy of serial screening for abdominal aortic aneurysms by ultrasound. *J Med Screen.* 2002;9(3):125-7.
  32. Lederle FA, Walker JM, Reinke DB. Selective screening for abdominal aortic aneurysms with physical examination and ultrasound. *Arch Intern Med.* août 1988;148(8):1753-6.
  33. Manning BJ, Kristmundsson T, Sonesson B, Resch T. Abdominal aortic aneurysm diameter: a comparison of ultrasound measurements with those from standard and three-dimensional computed tomography reconstruction. *J Vasc Surg.* août 2009;50(2):263-8.
  34. Manning BJ, O'Neill SM, Haider SN, Colgan MP, Madhavan P, Moore DJ. Duplex ultrasound in aneurysm surveillance following endovascular aneurysm repair: a comparison with computed tomography aortography. *J Vasc Surg.* janv 2009;49(1):60-5.
  35. Singh K, Bønaa KH, Solberg S, Sørli DG, Bjørk L. Intra- and interobserver variability in ultrasound measurements of abdominal aortic diameter. The Tromsø Study. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* juin 1998;15(6):497-504.
  36. Iwakoshi S, Hirai T, Kichikawa K. Updates on Ultrasonography Imaging in Abdominal Aortic Aneurysm. *Ann Vasc Dis.* 25 sept 2019;12(3):319-22.
  37. Keschenau PR, Alkassam H, Kotelis D, Jacobs MJ, Kalder J. Intraoperative contrast-enhanced ultrasound examination for endoleak detection after complex and infrarenal endovascular aortic repair. *J Vasc Surg.* avr 2020;71(4):1200-6.
  38. Smith T, Quencer KB. Best Practice Guidelines: Imaging Surveillance After Endovascular Aneurysm Repair. *AJR Am J Roentgenol.* 4 mars 2020;1-10.
  39. Harrison GJ, Oshin OA, Vallabhaneni SR, Brennan JA, Fisher RK, McWilliams RG. Surveillance after EVAR based on duplex ultrasound and abdominal radiography. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* août 2011;42(2):187-92.
  40. Bredahl KK, Taudorf M, Lönn L, Vogt KC, Sillesen H, Eiberg JP. Contrast Enhanced Ultrasound can Replace Computed Tomography Angiography for Surveillance After Endovascular Aortic Aneurysm Repair. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2016;52(6):729-34.
  41. Maximus S, Skelly C, Milner R. Velocities of type II endoleaks on Doppler ultrasonography predict outcome. *J Vasc Surg.* 13 oct 2019;
  42. Diard A. Standards de qualité pour la pratique de l'écho-Doppler dans la surveillance des endoprothèses aortiques abdominales.
  43. Becker F, Baud JM, Groupe de Travail Ad Hoc. [Screening for abdominal aortic aneurysm and surveillance of small abdominal aortic aneurysms, rationale and recommendations of the French Society for Vascular Medicine. Final document]. *J Mal Vasc.* déc 2006;31(5):260-76.
  44. Singh K, Jacobsen BK, Solberg S, Kumar S, Arnesen E. The Difference Between Ultrasound and Computed Tomography (CT) Measurements of Aortic Diameter Increases with Aortic Diameter: Analysis of Axial Images of Abdominal Aortic and Common Iliac Artery Diameter in Normal and Aneurysmal Aortas. The Tromsø Study, 1994–1995. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery.* 1 août 2004;28(2):158-67.
  45. Sprouse LR, Meier GH, Parent FN, DeMasi RJ, Glickman MH, Barber GA. Is ultrasound more accurate than axial computed tomography for determination of maximal abdominal aortic aneurysm diameter? *Eur J Vasc Endovasc Surg.* juill 2004;28(1):28-35.
  46. Long A, Rouet L, Lindholt JS, Allaire E. Measuring the maximum diameter of native abdominal aortic aneurysms: review and critical analysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg.*

- mai 2012;43(5):515-24.
47. Editor's Choice - European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2019 Clinical Practice Guidelines on the Management of Abdominal Aorto-iliac Artery Aneurysms | Elsevier Enhanced Reader
  48. Clevert D-A, Weckbach S, Kopp R, Meimerakis G, Clevert D-A, Jauch KW, et al. Imaging of aortic lesions with color coded duplex sonography and contrast-enhanced ultrasound versus multislice computed tomography (MS-CT) angiography. *Clin Hemorheol Microcirc.* 2008;40(4):267-79.
  49. Kapetanios D, Kontopodis N, Mavridis D, McWilliams RG, Giannoukas AD, Antoniou GA. Meta-analysis of the accuracy of contrast-enhanced ultrasound for the detection of endoleak after endovascular aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2019;69(1):280-294.e6.
  50. Karthikesalingam A, Al-Jundi W, Jackson D, Boyle JR, Beard JD, Holt PJE, et al. Systematic review and meta-analysis of duplex ultrasonography, contrast-enhanced ultrasonography or computed tomography for surveillance after endovascular aneurysm repair. *Br J Surg.* nov 2012;99(11):1514-23.
  51. Jean-Baptiste E, Feugier P, Cruzel C, Sarlon-Bartoli G, Reix T, Steinmetz E, et al. Computed Tomography-Aortography Versus Color-Duplex Ultrasound for Surveillance of Endovascular Abdominal Aortic Aneurysm Repair: A Prospective Multicenter Diagnostic-Accuracy Study (the ESSEA Trial). *Circ Cardiovasc Imaging.* juin 2020;13(6):e009886.
  52. Schmieder GC, Stout CL, Stokes GK, Parent FN, Panneton JM. Endoleak after endovascular aneurysm repair: duplex ultrasound imaging is better than computed tomography at determining the need for intervention. *J Vasc Surg.* nov 2009;50(5):1012-7; discussion 1017-1018.
  53. Bredahl K, Long A, Taudorf M, Lönn L, Rouet L, Ardon R, et al. Volume estimation of the aortic sac after EVAR using 3-D ultrasound - a novel, accurate and promising technique. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* mai 2013;45(5):450-5.
  54. Johnston KW, Rutherford RB, Tilson MD, Shah DM, Hollier L, Stanley JC. Suggested standards for reporting on arterial aneurysms. Subcommittee on Reporting Standards for Arterial Aneurysms, Ad Hoc Committee on Reporting Standards, Society for Vascular Surgery and North American Chapter, International Society for Cardiovascular Surgery. *J Vasc Surg.* mars 1991;13(3):452-8.
  55. Limet R, Sakalihassan N, Albert A. Determination of the expansion rate and incidence of rupture of abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* oct 1991;14(4):540-8.
  56. Becker F, Baud JM. Dépistage des anévrismes de l'aorte abdominale et surveillance des petits anévrismes de l'aorte abdominale : argumentaire et recommandations de la société française de médecine vasculaire.
  57. Vänni V, Turtiainen J, Hakala T, Salenius J, Suominen V, Oksala N, et al. Vascular comorbidities and demographics of patients with ruptured abdominal aortic aneurysms. *Surgery.* avr 2016;159(4):1191-8.
  58. Takagi H, Umemoto T, ALICE (All-Literature Investigation of Cardiovascular Evidence) Group. A Meta-Analysis of the Association of Chronic Obstructive Pulmonary Disease with Abdominal Aortic Aneurysm Presence. *Ann Vasc Surg.* juill 2016;34:84-94.
  59. Laroche JP, Becker F, Baud JM, Miserey G, Jausse A, Picot MC, et al. [Ultrasound screening of abdominal aortic aneurysm: Lessons from Vesale 2013]. *J Mal Vasc.* déc 2015;40(6):340-9.
  60. Lee TY, Korn P, Heller JA, Kilaru S, Beavers FP, Bush HL, et al. The cost-effectiveness of a « quick-screen » program for abdominal aortic aneurysms. *Surgery.* août 2002;132(2):399-407.

61. Bredahl K, Eldrup N, Meyer C, Eiberg JE, Sillesen H. Reproducibility of ECG-gated ultrasound diameter assessment of small abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* mars 2013;45(3):235-40.

## **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.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Admis à l'intérieur des maisons mes yeux n'y 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.