



HAL
open science

Scanner pré-TAVI : corrélations entre facteurs anatomiques et troubles de la conduction post-interventionnels

Louise Radzynski

► **To cite this version:**

Louise Radzynski. Scanner pré-TAVI : corrélations entre facteurs anatomiques et troubles de la conduction post-interventionnels. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03667516

HAL Id: dumas-03667516

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03667516v1>

Submitted on 13 May 2022

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.

UNIVERSITÉ CLERMONT AUVERGNE
UFR DE MÉDECINE ET DES PROFESSIONS PARAMÉDICALES

THÈSE D'EXERCICE
pour le
DIPLOME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE
par

RADZYNSKI, Louise

Présentée et soutenue publiquement le 05/05/2022

SCANNER PRÉ-TAVI :
CORRÉLATIONS ENTRE FACTEURS ANATOMIQUES ET TROUBLES DE LA
CONDUCTION POST-INTERVENTIONNELS

Directeur de thèse : Madame CASSAGNES Lucie, Professeur, CHU Clermont-Ferrand (radiologie et imagerie médicale)

Président du jury : Monsieur BOYER Louis, Professeur, CHU Clermont-Ferrand (radiologie et imagerie médicale)

Membres du jury :

Monsieur GARCIER Jean-Marc, Professeur, CHU Clermont-Ferrand (radiologie et imagerie médicale).

Monsieur MASSOULLIE Grégoire, Docteur, CHU Clermont-Ferrand (cardiologie)

UNIVERSITÉ CLERMONT AUVERGNE
UFR DE MÉDECINE ET DES PROFESSIONS PARAMÉDICALES

THÈSE D'EXERCICE
pour le
DIPLOME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE
par

RADZYNSKI, Louise

Présentée et soutenue publiquement le 05/05/2022

SCANNER PRÉ-TAVI :
CORRÉLATIONS ENTRE FACTEURS ANATOMIQUES ET TROUBLES DE LA
CONDUCTION POST-INTERVENTIONNELS

Directeur de thèse : Madame CASSAGNES Lucie, Professeur, CHU Clermont-Ferrand (radiologie et imagerie médicale)

Président du jury : Monsieur BOYER Louis, Professeur, CHU Clermont-Ferrand (radiologie et imagerie médicale)

Membres du jury :

Monsieur GARCIER Jean-Marc, Professeur, CHU Clermont-Ferrand (radiologie et imagerie médicale).

Monsieur MASSOULLIE Grégoire, Docteur, CHU Clermont-Ferrand (cardiologie)

UNIVERSITE CLERMONT AUVERGNE

PRESIDENTS HONORAIRES
UNIVERSITE D'AUVERGNE

: **JOYON** Louis
: **DOLY** Michel
: **TURPIN** Dominique
: **VEYRE** Annie
: **DULBECCO** Philippe
: **ESCHALIER** Alain

PRESIDENTS HONORAIRES
UNIVERSITE BLAISE PASCAL

: **CABANES** Pierre
: **FONTAINE** Jacques
: **BOUTIN** Christian
: **MONTEIL** Jean-Marc
: **ODOUARD** Albert
: **LAVIGNOTTE** Nadine

PRESIDENT DE L'UNIVERSITE et
PRESIDENT DU CONSEIL ACADEMIQUE PLENIER
PRESIDENT DU CONSEIL ACADEMIQUE RESTREINT
VICE-PRESIDENT DU CONSEIL D'ADMINISTRATION
VICE-PRESIDENT DE LA COMMISSION DE LA RECHERCHE
VICE PRESIDENTE DE LA COMMISSION DE LA
FORMATION ET DE LA VIE UNIVERSITAIRE
DIRECTRICE GENERALE DES SERVICES

: **BERNARD** Mathias
: **DEQUIEDT** Vianney
: **FOGLI** Anne
: **HENRARD** Pierre
: **PEYRARD** Françoise
: **PAQUIS** François



UFR DE MEDECINE ET DES PROFESSIONS PARAMEDICALES

DOYENS HONORAIRES

: **DETEIX** Patrice
: **CHAZAL** Jean

DOYEN
RESPONSABLE ADMINISTRATIVE

: **CLAVELOU** Pierre
: **ROBERT** Gaëlle

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. BACIN Franck - BEGUE René-Jean - BEYTOUT Jean - BOMMELAER Gilles - BOUCHER Daniel - BUSSIÈRE Jean-Louis - CANO Noël - CASSAGNES Jean - CATILINA Pierre - CHABANNES Jacques - CHAZAL Jean - CHIPPONI Jacques - CHOLLET Philippe - CITRON Bernard - COUDERT Jean - DASTUGUE Bernard - DAUPLAT Jacques - DECHELOTTE Pierre - DEMEOCQ François - DE RIBEROLLES Charles - DETEIX Patrice - ESCANDE Georges - Mme FONCK Yvette - MM. GENTOU Claude - Mme GLANDDIER Phyllis - MM. IRTIUM Bernard - JACQUETIN Bernard - Mme LAVARENNE Jeanine - MM. LAVERAN Henri - LESOURD Bruno - LEVAI Jean-Paul - MAGE Gérard - MARCHEIX Jean-Claude - MICHEL Jean-Luc - MONDIE Jean-Michel - PHILIPPE Pierre - PLAGNE Robert - PLANCHE Roger - PONSONNAILLE Jean - REY Michel - Mme RIGAL Danièle - MM. ROZAN Raymond - SCHOEFFLER Pierre - SIROT Jacques - RIBAL Jean-Pierre - SOUTEYRAND Pierre - TANGUY Alain - TERVER Sylvain - THIEBLÔT Philippe - TOURNILHAC Michel - VANNEUVILLE Guy - VIALLET Jean-François - Mlle VEYRE Annie

PROFESSEURS EMERITES :

MM. AUMAITRE Olivier - BOITEUX Jean-Paul - CHAMOIX Alain - DUBRAY Claude - ESCHALIER Alain - KEMENY Jean-Louis - LABBE André - Mme LAFEUILLE Hélène - MM. LEMERY Didier - LUSSON Jean-René

PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

CLASSE EXCEPTIONNELLE

| | |
|-------------------------------|---|
| M. VAGO Philippe | Histologie-Embryologie Cytogénétique |
| M. AVAN Paul | Biophysique et Traitement de l'Image |
| M. DURIF Franck | Neurologie |
| M. BOIRE Jean-Yves | Biostatistiques, Informatique Médicale et Technologies de Communication |
| M. BOYER Louis | Radiologie et Imagerie Médicale option Clinique |
| M. POULY Jean-Luc | Gynécologie et Obstétrique |
| M. CANIS Michel | Gynécologie-Obstétrique |
| Mme PENAULT-LLORCA Frédérique | Anatomie et Cytologie Pathologiques |
| M. BAZIN Jean-Etienne | Anesthésiologie et Réanimation Chirurgicale |
| M. BIGNON Yves Jean | Cancérologie option Biologique |
| M. BOIRIE Yves | Nutrition Humaine |
| M. CLAVELOU Pierre | Neurologie |
| M. GILAIN Laurent | O.R.L. |
| M. LEMAIRE Jean-Jacques | Neurochirurgie |
| M. CAMILLERI Lionel | Chirurgie Thoracique et Cardio-Vasculaire |
| M. DAPOIGNY Michel | Gastro-Entérologie |
| M. LLORCA Pierre-Michel | Psychiatrie d'Adultes |

| | | |
|------|---------------------|--|
| M. | PEZET Denis | Chirurgie Digestive |
| M. | SOUWEINE Bertrand | Réanimation Médicale |
| M. | BOISGARD Stéphane | Chirurgie Orthopédique et Traumatologie |
| Mme. | DUCLOS Martine | Physiologie |
| M. | SCHMIDT Jeannot | Médecine d'Urgence |
| M. | BERGER Marc | Hématologie |
| M. | GARCIER Jean-Marc | Anatomie-Radiologie et Imagerie Médicale |
| M. | ROSSET Eugénio | Chirurgie Vasculaire |
| M. | SOUBRIER Martin | Rhumatologie |
| M. | ABERGEL Armand | Hépatologie |
| Mlle | BARTHELEMY Isabelle | Chirurgie Maxillo-Faciale |
| M. | RUIVARD Marc | Médecine Interne |

1ère CLASSE

| | | |
|-----|-----------------------|---|
| M. | CAILLAUD Denis | Pneumo-phtisiologie |
| M. | VERRELLE Pierre | Radiothérapie option Clinique |
| M. | D'INCAN Michel | Dermatologie -Vénérologie |
| Mme | JALENQUES Isabelle | Psychiatrie d'Adultes |
| M. | GERBAUD Laurent | Epidémiologie, Economie de la Santé et Prévention |
| M. | TAUVERON Igor | Endocrinologie et Maladies Métaboliques |
| M. | MOM Thierry | Oto-Rhino-Laryngologie |
| M. | RICHARD Ruddy | Physiologie |
| M. | SAPIN-DEFOR Vincent | Biochimie et Biologie Moléculaire |
| M. | BAY Jacques-Olivier | Cancérologie |
| M. | COUDEYRE Emmanuel | Médecine Physique et de Réadaptation |
| M. | LAURICHESSE Henri | Maladies Infectieuses et Tropicales |
| M. | TOURNILHAC Olivier | Hématologie |
| M. | CHIAMBARETTA Frédéric | Ophthalmologie |
| M. | FILAIRE Marc | Anatomie – Chirurgie Thoracique et Cardio-Vasculaire |
| M. | GALLOT Denis | Gynécologie-Obstétrique |
| M. | GUY Laurent | Urologie |
| M. | TRAORE Ousmane | Hygiène Hospitalière |
| M. | ANDRE Marc | Médecine Interne |
| M. | BONNET Richard | Bactériologie, Virologie |
| M. | CACHIN Florent | Biophysique et Médecine Nucléaire |
| M. | COSTES Frédéric | Physiologie |
| M. | FUTIER Emmanuel | Anesthésiologie-Réanimation |
| Mme | HENG Anne-Elisabeth | Néphrologie |
| M. | MOTREFF Pascal | Cardiologie |
| Mme | PICKERING Gisèle | Pharmacologie Clinique |
| M. | RABISCHONG Benoit | Gynécologie Obstétrique |
| M. | CHABROT Pascal | Radiologie et Imagerie Médicale |
| M. | DESCAMPS Stéphane | Chirurgie Orthopédique et Traumatologique |
| Mme | HENQUELL Cécile | Bactériologie Virologie |
| M. | POMEL Christophe | Cancérologie – Chirurgie Générale |

2ème CLASSE

| | |
|--------------------------------|---|
| Mme CREVEAUX Isabelle | Biochimie et Biologie Moléculaire |
| M. FAICT Thierry | Médecine Légale et Droit de la Santé |
| Mme KANOLD LASTAWIECKA Justyna | Pédiatrie |
| M. TCHIRKOV Andréi | Cytologie et Histologie |
| M. CORNELIS François | Génétique |
| M. LESENS Olivier | Maladies Infectieuses et Tropicales |
| M. AUTHIER Nicolas | Pharmacologie Médicale |
| M. BROUSSE Georges | Psychiatrie Adultes/Addictologie |
| M. BUC Emmanuel | Chirurgie Digestive |
| M. LAUTRETTE Alexandre | Néphrologie Réanimation Médicale |
| Mme BRUGNON Florence | Biologie et Médecine du Développement et de la Reproduction |
| M. ESCHALIER Romain | Cardiologie |
| M. MERLIN Etienne | Pédiatrie |
| Mme TOURNADRE Anne | Rhumatologie |
| M. DURANDO Xavier | Cancérologie |
| M. DUTHEIL Frédéric | Médecine et Santé au Travail |
| Mme FANTINI Maria Livia | Neurologie |
| M. SAKKA Laurent | Anatomie – Neurochirurgie |
| M. BOURDEL Nicolas | Gynécologie-Obstétrique |
| M. GUIEZE Romain | Hématologie |
| M. POINCLOUX Laurent | Gastroentérologie |
| M. SOUTEYRAND Géraud | Cardiologie |
| M. EVRARD Bertrand | Immunologie |
| M. POIRIER Philippe | Parasitologie et Mycologie |
| Mme PHAM DANG Nathalie | Chirurgie Maxillo-Faciale et Stomatologie |
| Mme SARRET Catherine | Pédiatrie |
| Mme CASSAGNES Lucie | Radiologie et Imagerie Médicale |

PROFESSEURS DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

1ère CLASSE

| | |
|----------------------|-------------------|
| M. CLEMENT Gilles | Médecine Générale |
| M. VORILHON Philippe | Médecine Générale |

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

2ème CLASSE

| | |
|------------------------------|-------------------|
| Mme MALPUECH-BRUGERE Corinne | Nutrition Humaine |
|------------------------------|-------------------|

PROFESSEURS ASSOCIES DES UNIVERSITES

| | |
|----------------------------|-------------------|
| Mme BOTTET-MAULOUBIER Anne | Médecine Générale |
| M. CAMBON Benoît | Médecine Générale |
| M. TANGUY Gilles | Médecine Générale |

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

HORS CLASSE

| | |
|-----------------------|--|
| Mme CHAMBON Martine | Bactériologie Virologie |
| Mme BOUTELOUP Corinne | Nutrition |
| Mme FOGLI Anne | Biochimie Biologie Moléculaire |
| Mle GOUAS Laetia | Cytologie et Histologie, Cytogénétique |

1ère CLASSE

| | |
|--------------------------|--|
| M. MORVAN Daniel | Biophysique et Traitement de l'Image |
| Mle GOUMY Carole | Cytologie et Histologie, Cytogénétique |
| M. MARCEAU Geoffroy | Biochimie Biologie Moléculaire |
| Mme MINET-QUINARD Régine | Biochimie Biologie Moléculaire |
| M. ROBIN Frédéric | Bactériologie |
| Mle VERONESE Lauren | Cytologie et Histologie, Cytogénétique |
| M. DELMAS Julien | Bactériologie |
| Mle MIRAND Andrey | Bactériologie Virologie |
| M. OUCHCHANE Lemlih | Biostatistiques, Informatique Médicale et Technologies de Communication |
| M. LIBERT Frédéric | Pharmacologie Médicale |
| Mle COSTE Karen | Pédiatrie |
| Mle AUMERAN Claire | Hygiène Hospitalière |
| Mme. CASSAGNES Lucie | Radiologie et Imagerie Médicale |
| Mr. LEBRETON Aurélien | Hématologie |
| M. BUISSON Anthony | Gastroentérologie |
| M. BOUVIER Damien | Biochimie et Biologie Moléculaire |
| M. MAQDASY Salwan | Endocrinologie, Diabète et Maladies Métaboliques |
| Mme. NOURRISSON Céline | Parasitologie - Mycologie |
| Mme PONS Hanaë | Biologie et Médecine du Développement et de la Reproduction |

2ème CLASSE

| | |
|-----------------------------|--|
| M. JABAUDON-GANDET Matthieu | Anesthésiologie – Réanimation Chirurgicale |
| M. COLL Guillaume | Neurochirurgie |
| M. GODET Thomas | Anesthésiologie-Réanimation et Médecine Péri-opératoire |
| M. LACHAL Jonathan | Pédopsychiatrie |
| M. MOUSTAFA Farès | Médecine d'Urgence |

**MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES
DE MEDECINE GENERALE**

1ère CLASSE

| | |
|-----------------------------|-------------------|
| Mme VAILLANT-ROUSSEL Hélène | Médecine Générale |
|-----------------------------|-------------------|

2ème CLASSE

| | |
|-----------------------|-------------------|
| Mme LAPORTE Catherine | Médecine Générale |
|-----------------------|-------------------|

MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

HORS CLASSE

| | |
|------------------------------|--------------------------------|
| M. BLANCHON Loïc | Biochimie Biologie Moléculaire |
| M. MARCHAND Fabien | Pharmacologie Médicale |
| Mme VAURS-BARRIERE Catherine | Biochimie Biologie Moléculaire |

HORS CLASSE

| | |
|------------------------|--------------------------------------|
| M. BAILLY Jean-Luc | Bactériologie Virologie |
| Mle AUBEL Corinne | Oncologie Moléculaire |
| Mle GUILLET Christelle | Nutrition Humaine |
| M. BIDEY Yannick | Oncogénétique |
| M. DALMASSO Guillaume | Bactériologie |
| M. PIZON Franck | Santé Publique |
| M. SOLER Cédric | Biochimie Biologie Moléculaire |
| M. GIRAUDET Fabrice | Biophysique et Traitement de l'Image |
| M. LOLIGNIER Stéphane | Neurosciences - Neuropharmacologie |

Mme. MARTEIL Gaëlle
M. PINEL Alexandre

Biologie de la Reproduction
Nutrition Humaine

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DES UNIVERSITES

M. BERNARD Pierre
Mme ESCHALIER Bénédicte
Mme RICHARD Amélie
M. TESSIERES Frédéric
Mme ROUGE Laure

Médecine Générale
Médecine Générale
Médecine Générale
Médecine Générale
Médecine Générale

AU PRESIDENT DE THESE

A Monsieur le Professeur BOYER Louis

Monsieur Boyer, c'est un réel honneur pour moi que vous présidiez le jury de ma thèse. J'ai énormément de chance de vous avoir comme chef de pôle. Vous m'avez permis de me sentir chez moi au sein de cette grande famille qu'est la Radiologie Clermontoise. Merci pour tout. Je n'oublierai jamais. Recevez ici toute ma considération et mon respect.

AU JURY DE THESE

A Madame le Professeur CASSAGNES Lucie,

Lucie, un grand merci d'avoir accepté d'être ma directrice de thèse. Merci pour le temps et l'énergie que tu m'as consacrés, toujours dans la bonne humeur. Ce fut un vrai plaisir de travailler avec toi.

A Monsieur le Professeur GARCIER Jean Marc,

Monsieur Garcier, je suis vraiment ravie de vous savoir présent en ce jour important pour moi qu'est la soutenance de thèse. Merci pour votre disponibilité, votre gentillesse et votre humour.

A Monsieur le Docteur MASSOULLIE Grégoire,

Grégoire, merci pour ton entrain, tes idées et ton aide, indispensables à ce travail. J'ai apprécié construire ce projet avec toi.

DÉDICACES PERSONNELLES

A ma famille :

A ma mère Diane, toujours présente et bienveillante pour que tout se passe au mieux pour ses enfants. Je t'admire, merci pour tout.

A mon père Éric, dont j'ai beaucoup hérité. Merci pour ton soutien et ta positivité permanente, même dans les moments les plus difficiles.

A mes frères Léo et Sacha, les plus grands fans de mes histoires médicales en tout genre depuis maintenant 11 ans. Je suis fière des adultes que vous êtes devenus.

A ma grand-mère Françoise, pour tous les bons moments passés en ta compagnie et tous ceux encore à venir ; la vie est une aventure.

A mes grands-parents, Mousse et Marcel, et à votre force. Votre gentillesse m'a aidé à construire la personne que je suis. Je n'oublierai jamais nos précieux moments passés ensemble.

A Ludo, mon compagnon que j'aime. Merci pour ton soutien de tous les jours, tu égayes mon quotidien. De beaux projets nous attendent.

A Guypso, mon plus grand bonheur.

A mes amis :

A Diane, Emilien, Lucas, mes amis depuis l'enfance. Nous avons parcouru tellement de chemin. Je ne vous remercierai jamais assez pour tout ce que vous m'avez apporté.

Aux tinettes du lycée Océane, Justine, Marion et Laura. Vous êtes un repère dans ma vie et nos petites retrouvailles me font toujours un bien phénoménal.

Mention spéciale pour le premier bébé de la bande, arrivée prévue en août 2022.

A Pablo et à Nico, le début de l'aventure médicale. Je ne serai pas là aujourd'hui sans vous, c'est certain. 11 ans plus tard, nos échanges me sont toujours autant essentiels.

A Aurélie, ma révélation amicale de l'externat à Créteil, cela semble déjà si lointain. Tu manques tant à ma vie, je me rappelle toutes ces heures de rigolade.

A ceux qui ne font plus forcément parti du quotidien mais qui m'ont tant apporté dans le passé, je n'oublie pas.

A mes co-internes :

A Alexis, une belle rencontre, qui sans aucun doute résistera à l'épreuve du temps.

A ceux de ma promo : Marine, Coralie, Julien, Arnaud, Elyes, Rémi et Thomas. J'ai adoré apprendre à vous connaître et vous voir chacun évoluer pendant cet internat.

Aux plus « jeunes » : Tatiana bien sûr, Martin, Arthur, Thibaud...

Aux plus « vieux », qui sont déjà ou vont bientôt devenir des chefs super cools : Julie, Valentine, Hélène, Anne-Flore, Mathilde...

A tous les autres internes, c'est un plaisir de travailler avec vous.

A tous mes chefs, merci pour votre gentillesse, votre bienveillance et vos enseignements.

Aux manipulateurs radios rencontrés tout au long de mon parcours, merci pour tout.

A Bruno Pereira, merci pour ton aide à la réalisation des statistiques de cette thèse.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCTION GÉNÉRALE | 14 |
| 1. Le rétrécissement valvulaire aortique | 14 |
| 1.1. Généralités | 14 |
| 1.2. Diagnostic de sténose aortique sévère | 15 |
| 1.3. Traitement : le remplacement valvulaire | 16 |
| 2. Le TAVI | 17 |
| 2.1. Généralités | 17 |
| 2.2. Évolution des indications | 19 |
| 2.3. En France, à Clermont-Ferrand | 20 |
| 2.4. Complications..... | 22 |
| 3. Troubles de la conduction post-TAVI..... | 22 |
| 3.1. Généralités, littérature..... | 22 |
| 3.2. Rôle supposé du septum membraneux | 24 |
| 3.3. Autres facteurs anatomiques | 26 |
| 3.4. Place du scanner pré-interventionnel | 27 |
| 4. Objectif de l'étude..... | 28 |
| ARTICLE | 29 |
| 1. Introduction..... | 29 |
| 2. Matériels et Méthodes | 30 |
| 2.1. Type d'étude | 30 |
| 2.2. Population d'étude | 30 |
| 2.3. Données cliniques | 33 |
| 2.4. Modalité d'acquisition des images..... | 33 |
| 2.5. Analyse des critères de jugement scanographiques | 34 |
| 2.6. Analyses statistiques | 36 |
| 3. Résultats | 37 |
| 3.1. Caractéristiques de la population | 37 |
| 3.2. Facteurs anatomiques en univarié..... | 39 |
| 3.3. Examens avec qualité optimale..... | 40 |
| 3.4. Analyse multivariée..... | 41 |
| 3.5. Reproductibilité..... | 43 |
| 4. Discussion | 43 |
| 4.1. Forces de l'étude..... | 43 |
| 4.2. Comparaison aux autres études..... | 44 |
| 4.3. Perspectives | 46 |
| 4.4. Limites de l'étude..... | 47 |
| 5. Conclusion..... | 47 |
| 6. Bibliographie..... | 48 |
| 7. Annexes..... | 53 |
| CONCLUSION..... | 56 |
| BIBLIOGRAPHIE..... | 57 |
| SERMENT D'HIPPOCRATE | 64 |

TABLE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Introduction générale :

Figure 1 : Illustration du rétrécissement valvulaire aortique.

Figure 2 : Types de prothèses valvulaires : Medtronic Corevalve et Edwards Sapien.

Figure 3 : Implantation de valve Edwards Sapien : illustration et artériographie.

Figure 4 : Prise en charge des patients avec sténose aortique sévère.

Figure 5 : Évolution de l'activité chirurgicale et transcatheter de l'implantation de prothèse valvulaire aortique en France entre 2015 et 2019.

Figure 6 : Localisation du septum membraneux.

Figure 7 : Illustration des rapports anatomiques entre le septum membraneux et les voies de conduction cardiaques.

Article :

Figure 1 : Diagramme de flux.

Figure 2 : Exemples de facteurs anatomiques scanographiques.

Tableau I : Caractéristiques cliniques de la population.

Tableau II : Caractéristiques anatomiques scanographiques des patients.

Figure 3 : Différences de longueur du septum membraneux.

Tableau III : Analyse multivariée sur tous les patients.

Figure 4 : Analyse multivariée : seuils de longueur du septum membraneux prédictifs de trouble de la conduction.

ABRÉVIATIONS

BAV : Bloc Atrio-Ventriculaire

BBG : Bloc de Branche Gauche

CCD : Cusp Coronaire Droite

CCG : Cusp Coronaire Gauche

CNC : Cusp Non Coronaire

ECG : Électrocardiogramme

ESV : Edwards Sapien Valve

FEVG : Fraction d'Éjection Ventriculaire Gauche

HTA : HyperTension Artérielle

IC95% = Intervalle de Confiance à 95%.

LVOT : Left Ventricular Outflow Tract (chambre de chasse du ventricule gauche)

MCV : Medtronic CoreValve

OR : Odds Ratio

PM : PaceMaker

SM : Septum Membraneux

TAVI : Trancatheter Aortic Valve Implantation

UH : Unités Hounsfield

VPP : Valeur Predictive Positive

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1. Le rétrécissement valvulaire aortique

1.1 Généralités

La valve aortique est la valve séparant le ventricule gauche de l'aorte, permettant l'expulsion du sang oxygéné dans la circulation générale. Il s'agit d'une valve tricuspide. De toutes les pathologies valvulaires cardiaques, la sténose valvulaire aortique est la plus fréquente aux États-Unis et en Europe (1), avec une prévalence estimée à environ 12,4% dans la population âgée, dont 3,4% avec forme sévère (2) ; en augmentation constante ces dernières années. La cause principale est la dégénérescence dans environ 80% des cas (Figure 1), bien avant les causes post-rhumatismales ou congénitales. La sténose aortique est souvent longtemps asymptomatique, y compris au moment du diagnostic. Les symptômes de rétrécissement aortique les plus fréquents sont la dyspnée, l'angine de poitrine et la syncope (3). En l'absence de traitement l'évolution est péjorative avec un taux de mortalité à près de 50% à deux ans après apparition de symptômes (4). L'obstacle que représente la sténose crée un gradient de pression initialement responsable d'une hypertrophie pariétale ventriculaire compensatrice et d'une dysfonction diastolique, puis secondairement d'une dilatation ventriculaire et d'une dysfonction systolique (5), alors irréversible.

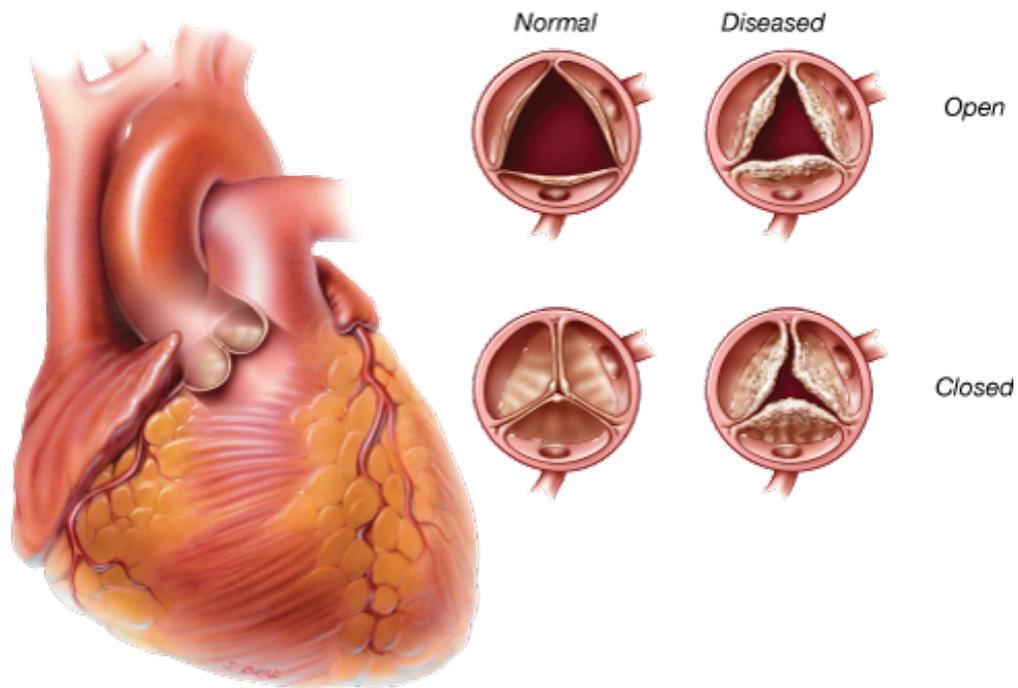


Figure 1. Illustration du rétrécissement valvulaire aortique.

Référence : Edwards Lifesciences Corporation – avril 2019

1.2 Diagnostic de sténose aortique sévère

L'échographie est l'examen de référence pour l'étude de la valve aortique. Elle permet de confirmer la sténose, estimer son degré de sévérité et évaluer son retentissement. La sténose est considérée comme sévère en présence d'un (6) :

- Haut gradient : Vitesse max ≥ 4 m/s et Gradient moyen ≥ 40 mmHg.
- Bas gradient mais surface valvulaire ≤ 1 cm², débit systolique ≤ 35 mL/m², fraction d'éjection ventriculaire gauche (FEVG) $< 50\%$

En cas de doute, une échographie de stress ainsi qu'une évaluation des calcifications par scanner peuvent aider à grader le degré de sténose (7,8).

1.3 Traitement : le remplacement valvulaire

Il n'existe pas de traitement médical efficace ayant fait ses preuves (9).

Une intervention est donc recommandée en cas de sténose sévère si le patient est (6):

- Symptomatique, qu'importe la FEVG.
- Asymptomatique mais à FEVG diminuée (< 50%) sans autre cause.
- Asymptomatique dans les activités quotidiennes mais symptomatique lors du test d'effort.

Chez les patients avec sténose serrée mais asymptomatiques sans critères de gravité il est préconisé un suivi rapproché avec nouvelle échographie tous les 6 mois, bien que certaines études récentes tendent à montrer qu'une intervention précoce chez ces patients réduirait significativement le risque de mortalité toutes causes confondues (10,11).

Le traitement repose donc essentiellement sur une intervention de remplacement valvulaire, pour laquelle il existe deux possibilités : la voie chirurgicale ou la voie percutanée dite TAVI (Transcatheter Aortic Valve Implantation). Pour le choix de traitement de la sténose aortique, le recours à une Heart Team a fait ses preuves (12). La Heart Team est une équipe en général d'un cardiologue interventionnel, d'un cardiologue non interventionnel et d'un chirurgien cardiaque, auxquels peuvent d'ajouter d'autres spécialistes comme les radiologues, étudiant chaque dossier afin de proposer la meilleure alternative thérapeutique.

2. Le TAVI

2.1 Généralités

La méthode TAVI a été réalisée pour la première fois sur l'humain en 2002 (13), avant d'être réellement introduite à partir de 2008.

Les valves sont des bioprothèses, d'origine animale.

Il existe plusieurs types de prothèses valvulaires, dont les plus répandues en France sont (Figure 2) :

- Valve Edwards, Sapiens, ballon-expansible.
- Valve Medtronic, Corevalve, auto-expansible, ayant la particularité de pouvoir être recapturée par l'opérateur une fois déployée.

La valve est montée sur un stent lui-même replié sur un cathéter, introduit par voie artérielle périphérique - le plus souvent fémorale - jusqu'au niveau de l'anneau aortique où elle sera déployée, écrasant et remplaçant ainsi la valve native défectueuse (Figure 3).

L'intervention dure environ une heure et peut être réalisée sous anesthésie générale ou anesthésie locale avec sédation profonde (14).

Le patient est hospitalisé pendant environ une semaine après la procédure pour surveillance.

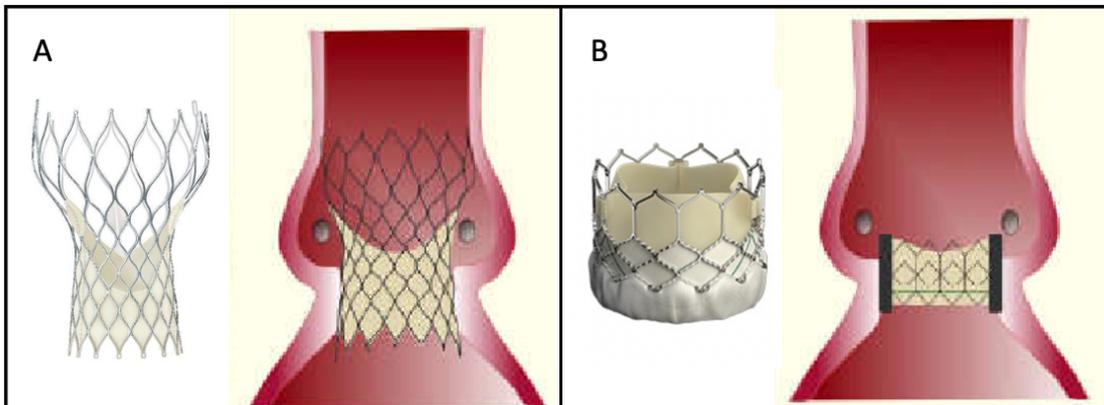


Figure 2. Types de prothèses valvulaires : (A) Medtronic Corevalve et (B) Edwards Sapien.

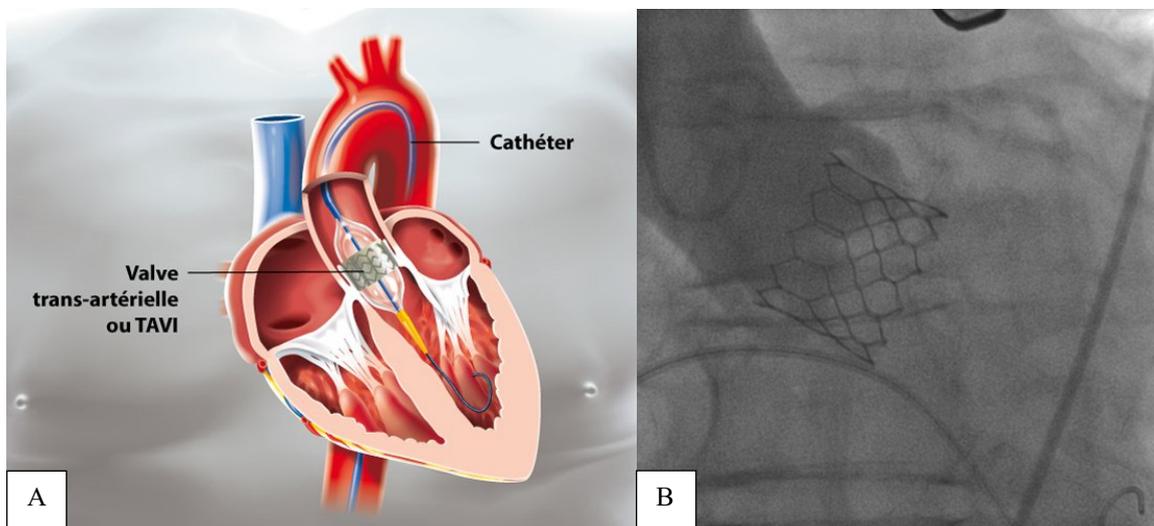


Figure 3. Implantation de valve Edwards Sapien : (A) illustration et (B) artériographie.

Référence : Ronald K Binder & al. - Ahajournals 2015.

2.2 Évolution des indications

Initialement réservé uniquement aux patients inopérables ou à haut risque chirurgical, de nombreuses études ont montré la pertinence du choix de TAVI y compris chez les patients à risque intermédiaire (15) puis bas risque chirurgical (16–18). Pour ces patients, le TAVI réduirait significativement le taux de mortalité et la plupart des complications en comparaison à la prise en charge par chirurgie. Depuis les nouvelles recommandations européennes parues en 2021, le TAVI est ainsi devenu le traitement de référence pour tous les patients de plus de 75 ans quel que soit leur risque chirurgical et pour tous les patients de moins de 75 ans inopérables ou à haut risque (6) (Figure 4). Le choix entre chirurgie et TAVI est possible pour les patients de moins de 75 ans à risque intermédiaire, en tenant compte des préférences du patients. A noter qu'aux États-Unis, le TAVI est recommandé en première intention chez tous les patients de plus de 80 ans et en concurrence avec la chirurgie pour les patients de 65 à 80 ans (19).

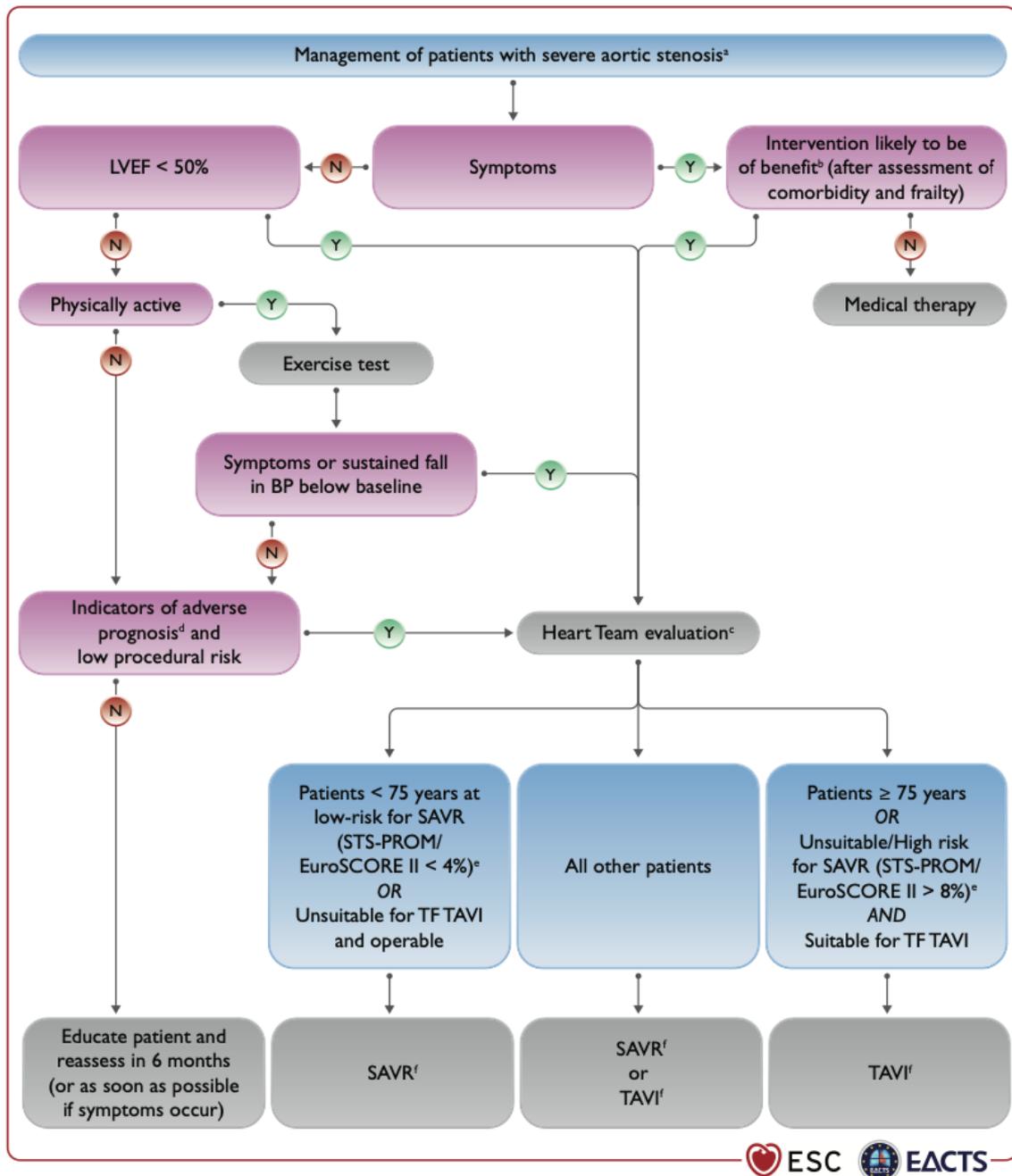


Figure 4. Prise en charge des patients avec sténose aortique sévère. ESC 2021.

BP = blood pressure ; EuroSCORE = European System for Cardiac Operativ Risk Evaluation ; LVEF = left ventricular ejection fraction ; SAVR = surgical aortic valve replacement ; STS-PROM = society of thoracic surgeon – predicted risk of mortality ; TAVI = transcatheter aortic valve implantation ; TF = transfemoral.

Référence : 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular Heart Disease

2.3 En France, à Clermont Ferrand

Partout en France le nombre de TAVI a considérablement augmenté ces dernières années. Avec plus de 13000 poses en 2019, il a augmenté de 97% entre 2015 et 2019 d'après les recueils de la Haute Autorité de Santé de 2020 (Figure 5).

Clermont Ferrand est un centre actif, avec plus de 300 TAVI posés par an par une équipe expérimentée.

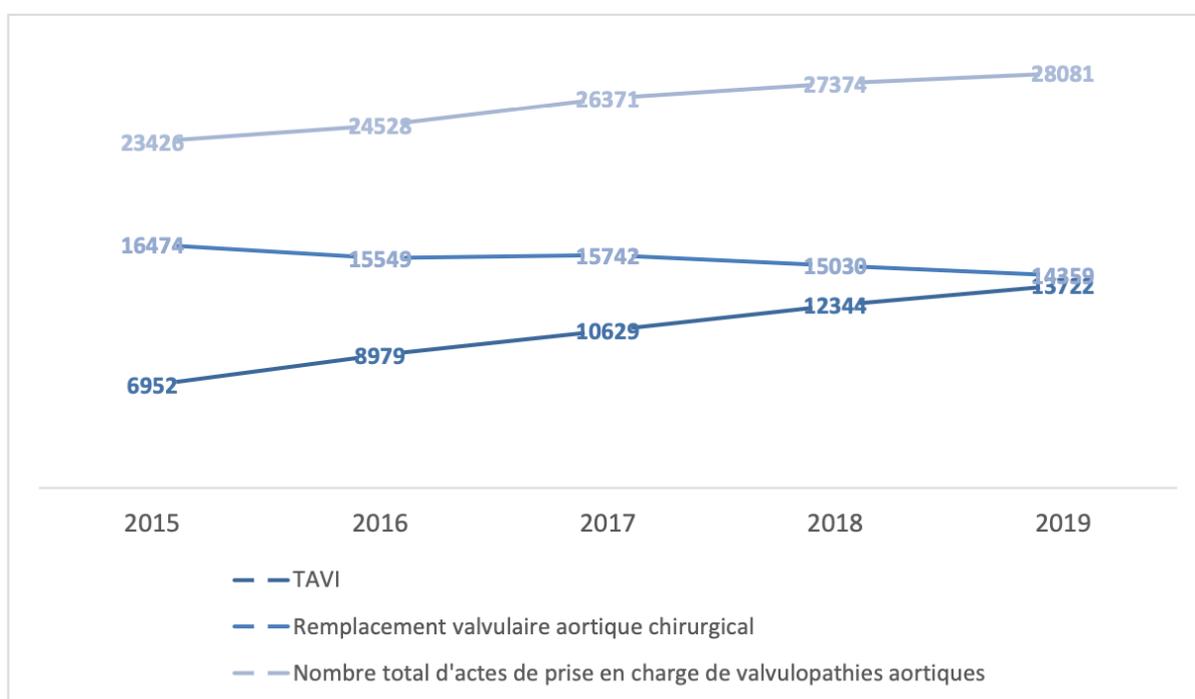


Figure 5. Évolution de l'activité chirurgicale et transcatheter de l'implantation de prothèse valvulaire aortique en France entre 2015 et 2019.

Référence : « rapport TAVI » HAS 2020.

2.4 Complications

Comme pour la chirurgie, le TAVI est à risque d'entraîner une occlusion coronaire, un accident embolique ou hémorragique, des troubles de la conduction, une dissection aortique, une tamponnade, une rupture d'anneau, une insuffisance rénale, une infection.

Les complications propres à cette technique endovasculaire sont les fuites paraprothétiques, les complications de l'abord vasculaire et le risque de migration prothétique.

Si la plupart des complications ont diminué avec les nouvelles générations de valves (20), en revanche l'incidence de trouble de la conduction post TAVI est en augmentation, et reste plus fréquente qu'au décours d'une procédure chirurgicale (16,21).

3. Troubles de la conduction post TAVI

3.1 Généralités, littérature

Les troubles de la conduction peuvent survenir per ou post procédure immédiat, fréquemment en moins de 24-48h, plus rarement au-delà (22,23). Ils peuvent être transitoires ou persistants. Les principaux troubles de la conduction de novo persistants post interventionnels sont le bloc de branche gauche (BBG) et le bloc atrio-ventriculaire (BAV) (23–25). Lorsque le BAV est de haut grade, il nécessite alors l'implantation secondaire d'un pacemaker (PM). Le taux d'implantation de PM est estimé à 17,5% d'après le registre France 2 (26), mais varie de 2,3% à 36,1% selon les études internationales (27). Les données sur les complications relatives aux troubles de la conduction sont divergentes. Le fait de développer un BBG post TAVI augmenterait le risque de passage en BAV complet avec pose de PM (28), le risque d'insuffisance cardiaque (29), de mortalité de cause cardiaque (30), voire de

mortalité toute cause à 1 an (31). Les patients ayant dû avoir recours à un PM post TAVI auraient une durée d'hospitalisation plus longue (32,33), un risque accru de ré-hospitalisation (33), de défaillance cardiaque (34), ou de mortalité toute cause à un an (31).

Les mécanismes et facteurs de risque sont encore mal connus. De récentes études mettent en avant le fait que les hommes ont plus de risque que les femmes d'avoir un PM implanté au décours de la procédure (23,35,36).

Concernant des facteurs cliniques, il a été démontré que la présence d'un bloc de branche droit pré-interventionnel était corrélé au risque de développer un BBG ou BAV de haut grade post interventionnel (32). La présence d'un BAV de type 1 ou d'une fibrillation auriculaire préalable reste débattue (36), mais dans les dernières méta analyses leur implication semble écartée (37,38).

Concernant les facteurs interventionnels, il est admis que les valves ballon-expansibles sont moins pourvoyeuses de troubles de la conduction que les valves auto-expansibles (32,36,39), ces dernières ayant un stent porteur plus long. Parallèlement, certaines études montrent qu'un surdimensionnement de prothèse (« oversizing ») (40) et une implantation basse de la prothèse (37,38) seraient des facteurs indépendants de survenue de troubles de la conduction.

Les facteurs anatomiques sont encore débattus pour la plupart, mais une structure attire particulièrement l'attention : le septum membraneux (SM).

3.2 Rôle supposé du septum membraneux

Le SM est une structure fibreuse située à la partie basale de la valve aortique entre la cusp coronaire droite et la cusp non coronaire, se prolongeant jusqu'au septum interventriculaire musculaire (Figure 6). A son contact se trouve le nœud atrio ventriculaire et cheminent le faisceau de His et ses branches, notamment la branche gauche qui le traverse (41,42) (Figure 7). L'hypothèse émise est que les contraintes et traumatismes exercés par la valve prothétique sur le SM pourraient altérer les voies de conduction de contact (43). Il existe de nombreuses variantes anatomiques mais une étude autopsique a montré qu'une position plus antérieure, sous endocardique et gauche de la portion proximale du faisceau de His favoriserait l'apparition de troubles de la conduction post procédure (44), d'autant plus si le SM est court. En effet, depuis Hamdan et al. (45) en 2015, plusieurs études ont affirmé qu'un SM plus court serait associé à un risque de survenu de trouble de la conduction (43,46–50). Cette tendance semble être confirmée par une méta-analyse de 2021 (37). Cependant, certaines études ne retrouvent pas de corrélation entre le SM et l'apparition de troubles de la conduction (51,52).

Parallèlement, certaines études ont montré qu'une implantation prothétique trop basse, dépassant le SM, favoriserait la survenue de trouble de la conduction. (23,53,54).

Quoi qu'il en soit, il n'existe à ce jour aucun consensus quant à l'utilité de la mesure du SM en pratique courante sur les scanners réalisés en pré-interventionnel.

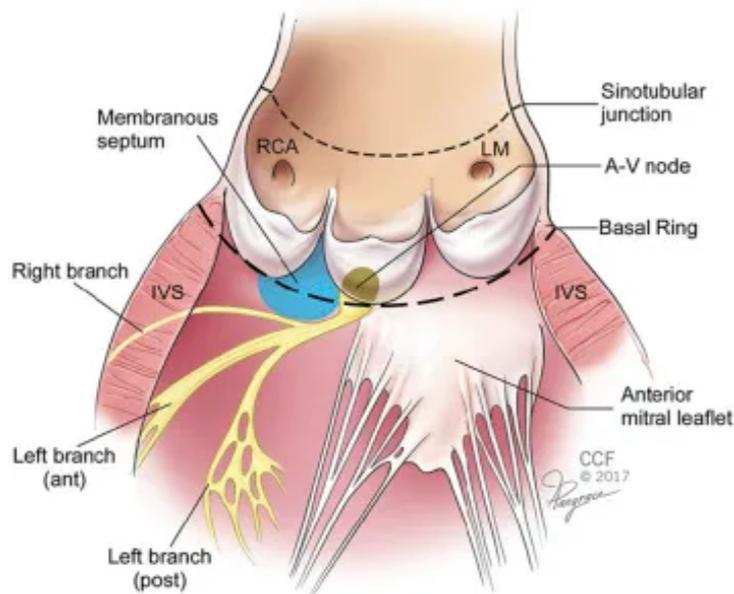


Figure 6. Localisation du septum membraneux.

AV node : nœud atrio-ventriculaire ; IVS : septum interventriculaire ; LM : ostium de la coronaire gauche ; RCA : ostium de la coronaire droite.

Référence : Hahn et al. Journal of the American Society of Echocardiography 2017

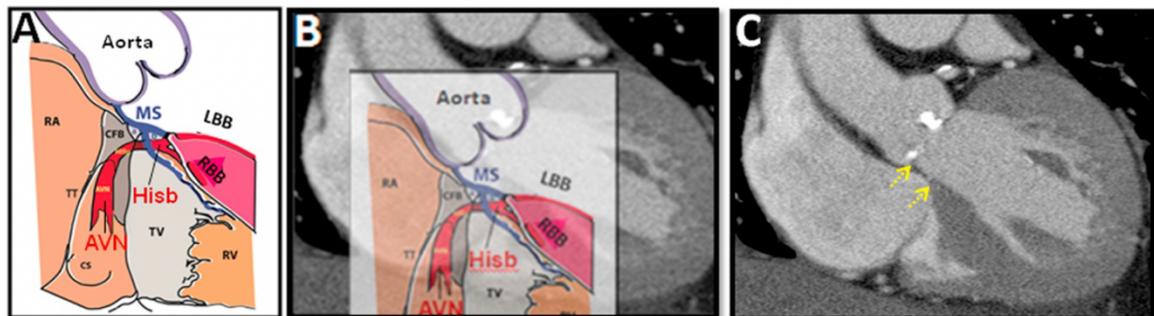


Figure 7. (A) Illustration des rapport anatomiques entre le septum membraneux et les voies de conduction cardiaques. (B) Scanner cardiaque injecté avec et (C) sans superposition du schéma des voies de conduction.

Aorta : aorte ; ANV : nœud atrio-ventriculaire ; CFB : corps fibreux central ; CS : sinus coronaire ; Hisb : faisceau de His ; LBB : branche gauche de conduction ; MS : septum membraneux ; RA : atrium droit ; RBBB ; branche droite de conduction ; RV : ventricule droit ; TT : tendon de Todazo ; TV : valve tricuspide.

Référence : Hamdam et al. JACC Cardiovasc Interv 2015

3.3 Autres facteurs anatomiques

En dehors du SM, plusieurs autres facteurs anatomiques dans la zone d'implantation du TAVI seraient susceptibles d'expliquer l'apparition de troubles de la conduction post interventionnels.

La présence de calcifications sur la valve aortique est reconnue comme facteur de sévérité de sténose (7), facteur de risque de fuite para-valvulaire, d'embolisation calcique, de migration de prothèse (8). Leur rôle est controversé dans la survenue de troubles de la conduction. Si certaines études tendent à prouver qu'un volume de calcifications valvulaires important favoriserait l'apparition de troubles de la conduction (46), d'autres dont certaines méta-analyses ne reconnaissent pas son rôle (37,55–57). Par ailleurs, il n'existe pas de méthode de mesure standardisée équivalente d'une étude à l'autre (58).

Certains se sont intéressés au caractère asymétrique des calcifications, avec notamment chez Fujita et al. (59) l'hypothèse que d'importantes calcifications de la cusp coronaire gauche seraient responsable d'une pression accrue de la valve prothétique du côté non coronaire, justement au niveau des voies de conduction cardiaques. La présence de calcifications au sein du SM (43,45), de la chambre de chasse ventriculaire gauche (LVOT pour Left Ventricular Outflow Tract) (46,52,60) ou des coulées réalisant un bloc calcique aorto-mitral (61) sont suspectées de favoriser la survenue de troubles de la conduction.

Pour d'autres, la forme du LVOT pourrait également expliquer des contraintes exercées sur les voies de conduction. C'est l'hypothèse suggérée par Zaid et al. (50), qui montre qu'une excentricité de LVOT $\geq 35\%$ en coupe axiale, correspondant à une forme plus ovale que ronde, serait un facteur prédictif indépendant de survenue de trouble de la conduction.

Enfin, la hauteur de naissance des coronaires a également été suggérée comme facteur anatomique prédictif chez Hein-Rothweiler et al. (62,63) ; dans l'idée qu'une naissance basse

des coronaires pousserait l'opérateur à implanter la valve prothétique plus en profondeur afin de ne pas les obstruer.

Néanmoins, comme pour la mesure du septum membraneux, ces facteurs anatomiques étant encore controversés, il n'existe aucun consensus quant à leur prise en compte dans le bilan pré-interventionnel pour cette indication-là.

3.4 Place du scanner pré interventionnel

Pour chaque patient, un scanner pré interventionnel est systématiquement réalisé. Il associe une hélice sans injection sur le massif cardiaque et une hélice avec injection au temps artériel sur le thorax avec synchronisation à l'électrocardiogramme (ECG), l'abdomen et le pelvis.

Cet examen est effectué pour les raisons suivantes (8,64) :

- Évaluation morphologique de la racine aortique, de la valve native et de l'anneau aortique pour aider au choix de la taille et du type de prothèse.
- Mesure de la hauteur de la naissance des coronaires pour limiter le risque d'obstruction per-procédure.
- Étude des axes artériels périphériques pour déterminer la meilleure voie d'abord.
- Évaluation de la charge calcique valvulaire pour estimer le risque d'embolie calcique et de fuite para-valvulaire.
- Dépistage des autres comorbidités et incidentalomes.

Le radiologue joue un rôle primordial dans l'évaluation du patient avant son intervention par TAVI. Il se place comme un acteur majeur pour la détection des facteurs anatomiques prédisposant à l'apparition de troubles de la conduction cardiaque.

4. Objectif de l'étude

Le nombre d'intervention par TAVI augmente chaque année, s'accompagnant d'une augmentation des troubles de la conduction post interventionnels, dont l'origine reste mal comprise.

L'objectif de cette étude est d'établir, à partir des scanners pré-TAVI, une corrélation entre des facteurs anatomiques préexistants et l'apparition de troubles de la conduction post-interventionnel.

A l'avenir, cela pourrait aider à la création de recommandations concernant la prévention des troubles de la conduction cardiaque pour les patients pris en charge par TAVI.

ARTICLE

1. Introduction

Depuis 2021, le recours au remplacement valvulaire aortique par voie percutanée (TAVI) en première intention pour le rétrécissement aortique sévère a été élargi à tous les patients de plus de 75 ans quel que soit leur risque chirurgical, et aux patients de moins de 75 ans à haut risque chirurgical ou inopérable (1).

Les dernières générations de prothèses ont permis de diminuer la fréquence de survenue des complications inhérentes au TAVI (2), hormis l'apparition de troubles de la conduction cardiaque. L'incidence des troubles de conduction post interventionnel est en augmentation et reste plus fréquente qu'au décours d'une intervention chirurgicale de remplacement valvulaire (3). Il s'agit dans la majorité des cas de bloc de branche gauche ou de bloc atrio-ventriculaire de haut grade (4,5) nécessitant alors souvent la pose secondaire d'un pacemaker (PM). La pose d'un PM peut concerner jusqu'à 36,1% des patients après un TAVI selon les études (6).

Dans une population déjà fragile, l'apparition de tels troubles de conduction est susceptible d'augmenter : la durée d'hospitalisation (7,8), le risque d'insuffisance ou défaillance cardiaque (9,10), voire la mortalité de cause cardiaque (11) ou toute cause (12).

Les mécanismes sont encore mal compris, mais il a été montré que les patients avec antécédents de bloc de branche droit (BBD) sont plus à risque de développer ces troubles de conduction (13,14). Parallèlement, les patients bénéficiant d'une valve auto-expansible ont d'avantage cette complication que ceux bénéficiant d'une valve ballon-expansible (15,16).

Concernant les variantes anatomiques, le rôle du septum membraneux (SM) est questionné, du fait de sa proximité étroite avec les voies de conduction cardiaques que sont le nœud

atrio-ventriculaire, le faisceau de His et ses branches (17,18). L'hypothèse avancée par plusieurs études depuis Hamdan et al. en 2015 (19) est qu'un SM plus court serait davantage lésé lors de la pose de prothèse valvulaire, entraînant des troubles de la conduction cardiaque post interventionnel.

D'autres facteurs anatomiques susceptibles de majorer les contraintes de la valve sur ce septum ont été étudiés ces dernières années comme : le volume et la répartition des calcification dans la zone d'implantation, la hauteur de naissance des coronaires ou encore l'excentricité de la chambre de chasse dite « left ventricular outflow tract » (LVOT).

Les résultats sont contradictoires dans la littérature, et à ce jour il n'existe aucun consensus concernant la prévention de l'apparition de troubles de la conduction post TAVI.

L'objectif de notre étude est de rechercher des corrélations entre les facteurs anatomiques pré interventionnels et l'apparition de troubles de la conduction post-TAVI.

2. Matériels et méthodes

2.1 Type d'étude

Cette étude a été validée par le Comité d'Éthique de la Recherche en Imagerie Médicale (CERIM), avec numéro IRB : CRM-2202-237.

Il s'agissait d'une étude observationnelle rétrospective monocentrique qui a été réalisée en relation avec le service de cardiologie du CHU de Clermont Ferrand ; portant sur des patients ayant bénéficié d'un TAVI entre 2015 et 2018. La prothèse valvulaire posée était soit le modèle Medtronic Corevalve (MCV), soit le modèle Edwards Sapien (ESV).

2.2 Population d'étude

Les critères d'inclusions étaient : patient majeur, réalisation d'un scanner pré TAVI, pose avec succès de la prothèse valvulaire, suivi cardiologique.

Les critères d'exclusion étaient : présence de trouble de conduction ou du rythme sur l'électrocardiogramme (ECG) pré-interventionnel (bloc de branche droit, bloc de branche gauche, fibrillation auriculaire ou BAV de haut grade), scanner non exploitable.

Sur 289 patients éligibles, 58 ont été exclus et 231 ont été inclus dans l'étude (Figure 1).

Le trouble de la conduction secondaire à la mise en place du TAVI était considéré comme avéré si apparu per ou post procédure et persistant à la sortie d'hospitalisation. Les patients avec trouble de la conduction transitoire spontanément résolutif étaient considérés comme sains. Les patients ayant développé un BBG et un BAV concomitants étaient placés dans le groupe BAV. 61 patients ont dû bénéficier de la pose secondaire d'un PM, la plupart pour BAV 2 Mobitz 2, certains pour dysfonction sinusale.

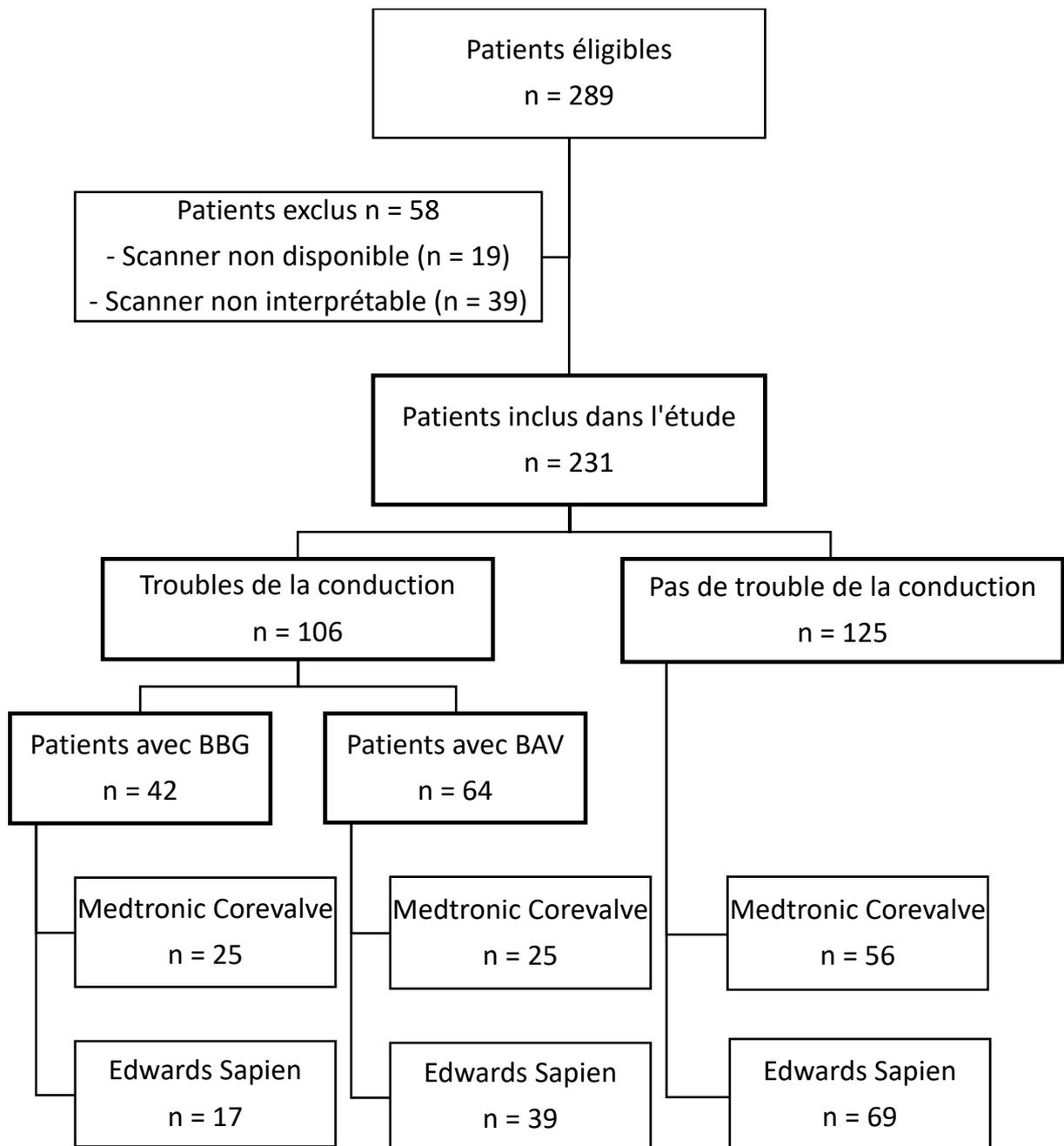


Figure 1. Diagramme de Flux.

BAV = Bloc atrio-ventriculaire ; BBG = bloc de branche gauche.

2.3 Données cliniques

Les données pré, per et post-interventionnelles ont été recueillies par le service de cardiologie. La durée médiane d'hospitalisation était de 7 jours [6-9].

2.4 Modalité d'acquisition des images

Les scanners étaient réalisés sur des machines 64 barrettes, de la marque General Electric. Une première acquisition était réalisée sur le massif cardiaque sans injection de produit de contraste et sans synchronisation au rythme cardiaque. Une deuxième acquisition était réalisée sur le thorax, l'abdomen et le pelvis après injection de produit de contraste et avec synchronisation à l'ECG en temps réel. Les paramètres d'acquisitions étaient : largeur de 35 cm, 100 kV, épaisseur de coupe 0.625 mm, temps de rotation de 0.28s, collimation 160mm, ajustement automatique des mAs. Il était injecté 70 ml de produit de contraste iodé dont la concentration était > 350 mgI/mL, à un débit de 4 ml/s, suivi d'une injection de 50 ml de sérum physiologique. La technique de « bolus-tracking » était utilisé pour déclencher l'acquisition lorsque l'aorte avait un rehaussement > 200 Unités Hounsfield (UH). Les deux passages étaient effectués en apnée. Des reconstructions dans les trois plans de l'espace ont été réalisées grâce aux consoles et logiciels de traitement AW de General Electric. Pour chaque patient, la qualité d'examen était évaluée : moyenne ou optimale, en fonction des artefacts de mouvements et de la qualité d'opacification.

2.5 Analyse des critères de jugement scanographiques

Le volume calcique de la valve aortique était mesuré sur l'hélice sans injection, après découpe manuelle de la zone d'intérêt et mise en place d'un seuil automatique de mesure à partir de 140 UH.

Le caractère symétrique ou non des calcifications sur la valve était estimé à partir des coupes natives et des reconstructions 3D. En cas d'asymétrie il était noté sur quelle cusp les calcifications prédominaient : cusp coronaire droite (CCD), cusp coronaire gauche (CCG) ou cusp non coronaire (CNC), sans quantification précise.

La présence de calcium au-delà de la valve était graduée en fonction de son importance par son caractère punctiforme, coulée linéaire limitée au LVOT ou coulée de grande ampleur fusant jusqu'à la valve mitrale réalisant un bloc calcique aorto-mitral.

La longueur du SM tout comme la distance entre l'anneau aortique et l'ostium de la coronaire gauche étaient mesurés dans le plan perpendiculaire à l'axe de la valve.

L'excentricité du LVOT correspondait à sa forme. En coupe axiale, elle était calculée par la formule $[1 - (\text{diamètre minimum} / \text{diamètre maximum})] \times 100$. Plus le pourcentage était élevé plus le LVOT avait une forme ovale, plus le pourcentage était bas plus le LVOT avait une forme ronde.

Les exemples des différents éléments mesurés au scanner sont montrés dans la Figure 2.

Le SM a été mesuré une nouvelle fois en aveugle à plus de 6 mois de la première mesure, pour 50 patients sélectionnés aléatoirement. L'ensemble des éléments mesurés ont été vérifiés par un second radiologue expérimenté.

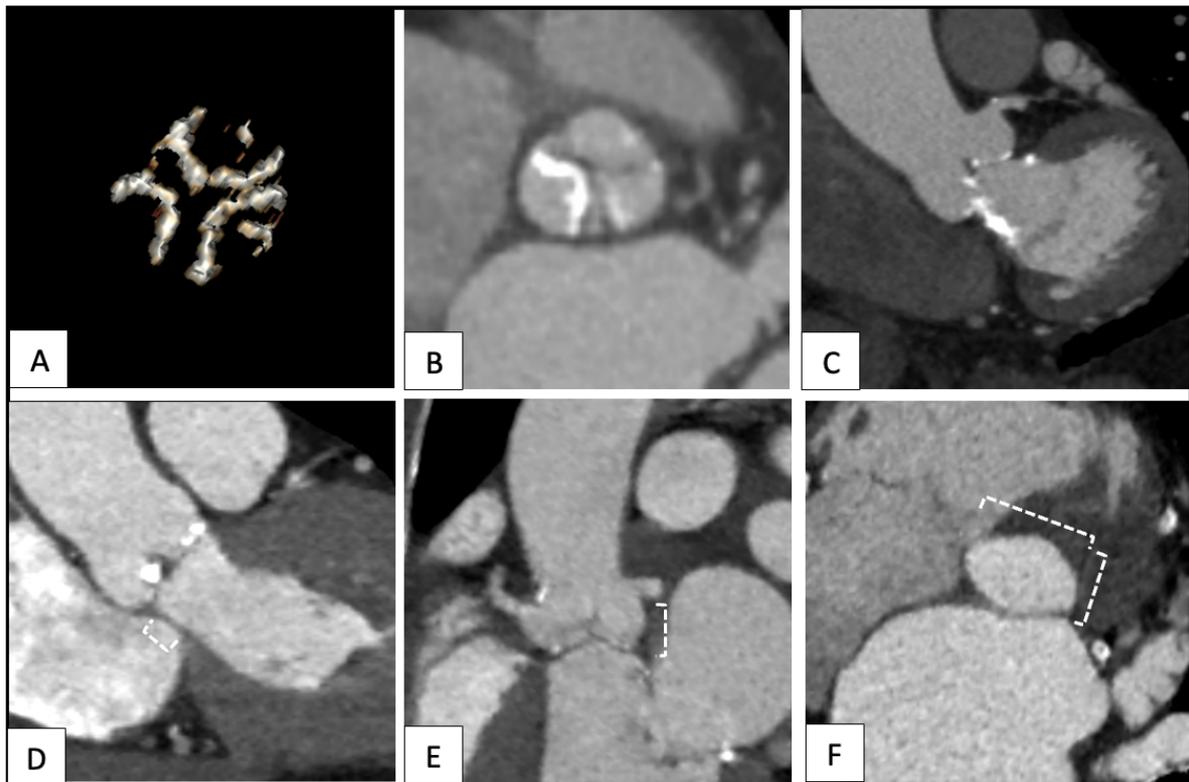


Figure 2. Exemples de facteurs anatomiques scanographiques.

(A) Reconstructions 3D des calcifications de la valve aortique ; (B) asymétrie des calcifications sur la valve ; (C) coulée calcique le long de la chambre de chasse ventriculaire gauche ; (D) longueur du septum membraneux ; (E) hauteur de l'ostium de la coronaire gauche ; (F) forme de la chambre de chasse.

2.6 Analyses statistiques

Les données catégorielles ont été décrites par des effectifs et pourcentages, alors que les données quantitatives étaient présentées, au regard de leur distribution statistique, en termes de moyenne et écart-type ou médiane et intervalle interquartile. La normalité (distribution gaussienne) a été étudiée par le test de Shapiro-Wilk. Les comparaisons entre groupes (selon que les patients présentent ou non des troubles de la conduction) ont été réalisées, pour les variables quantitatives (notamment les facteurs anatomiques : volume calcique, longueur septum membraneux, distance coronaire gauche, excentricité LVOT), par test de Student ou test de Mann-Whitney si les conditions d'application du t-test n'étaient pas respectées. L'égalité des variances a été étudiée par le test de Fisher-Snedecor. Les comparaisons entre groupes concernant les paramètres de nature catégorielle ont été réalisées par le test du Chi² ou le cas échéant par le test exact de Fisher. Dans un second temps, une approche multivariée a été proposée afin d'étudier la relation entre les facteurs anatomiques (septum membraneux) et l'apparition de trouble de la conduction post-TAVI en prenant en compte les possibles facteurs confondants. Les covariables d'ajustement ont été considérées au regard des résultats d'analyse univariée et de leur pertinence clinique : diabète, HTA, obésité, Euroscore et cordarone. Une attention particulière a été portée à l'étude de la multicollinéarité. Les résultats sont exprimés en odds-ratios (OR) et intervalles de confiance à 95%. Le SM a été traité comme une donnée quantitative puis comme une donnée catégorielle dichotomisée au regard de la pertinence clinique et d'une analyse par courbe ROC. Afin de garantir que les résultats n'étaient pas impactés par le choix du seuil de SM, ces analyses ont été réalisées pour différents seuils de SM dans le cadre d'une analyse de sensibilité. Ces analyses ont par ailleurs été reproduites en fonction du type de prothèse valvulaire et de la qualité d'examen. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées avec le

logiciel Stata (version 15, StataCorp, College Station, USA). Les tests statistiques ont été réalisés en formulation bilatérale pour un risque d'erreur de première espèce de 5%. Ainsi, une différence a été considérée comme statistiquement significative quand le degré de signification était inférieur à 5%.

3. Résultats

3.1 Caractéristiques de la population

Les deux groupes (avec et sans trouble de la conduction post-implantation) étaient comparables. Il existait une différence significative entre le groupe de patients sains et ceux avec trouble de la conduction post TAVI concernant l'hypertension artérielle (HTA) ($p = 0.05$), l'obésité ($p = 0.01$), le diabète ($p = 0.02$), l'Euroscore ($p = 0.01$) et la prise d'un traitement par Cordarone ($p = 0.02$).

La mortalité toute cause à un an n'était pas différente entre les deux groupes (Tableau I).

| | Total (n = 231) | Pas de trouble de conduction (n = 125) | Troubles de conduction (n = 106) | P value | BBG (n = 42) | BAV (n = 64) |
|---|--------------------|--|--|--------------------|-----------------|-----------------|
| Caractéristiques cliniques et échographiques pré-procédure | | | | | | |
| Age (mean) | 83.7 ± 5.3 | 83.7 ± 5.1 | 83.7 ± 5.6 | 0.99 | 83.6 ± 5.7 | 83.8 ± 5.6 |
| Sexe féminin (n) | 141 (61.0) | 72 (57.6) | 69 (65.1) | 0.24 | 29 (69.0) | 40 (62.5) |
| HTA (n) | 182/230 (79.0) | 93 (74.0) | 89 (84.0) | 0.05 | 37 (88.1) | 52/63 (82.5) |
| Diabète (n) | 66 (26.6) | 28 (22.4) | 38 (35.9) | 0.02 | 15 (35.7) | 23 (35.9) |
| Obésité (n) | 118 (51.0) | 54 (43.0) | 64 (60.0) | 0.01 | 27 (64.3) | 37 (57.8) |
| Atcd chir cardiaque (n) | 7 (3.0) | 2 ± (1.6) | 5 ± (4.7) | 0.17 | 2 (4.8) | 3 (4.7) |
| Atcd cmi (n) | 83 (36.3) | 45 (36) | 39 (36.8) | 0.90 | 14 (33.3) | 25 (39) |
| Atcd post dilatation (n) | 20 (8.6) | 13 (10.4) | 7 (6.6) | 0.31 | 3 (7.1) | 4 (6.3) |
| Ttt beta bloquant (n) | 73/230 (31.7) | 35 (28.0) | 38 (36.2) | 0.18 | 17 (40.5) | 21/63 (33.3) |
| Ttt cordarone (n) | 23 (10.0) | 7 (5.6) | 16 (15.1) | 0.02 | 6 (14.3) | 10 (15.6) |
| Ttt digoxine (n) | 11 (4.8) | 6 (4.8) | 5 (4.7) | 0.98 | 1 (2.4) | 4 (6.2) |
| Euroscore | 12.9 ± 7.3 | 11.8 ± 5.9 | 14.2 ± 8.5 | 0.01 | 14.2 ± 8.8 | 14.2 ± 8.3 |
| FEVG (%) | 60.0 ± 10.8 | 60.4 ± 10.3 | 59.6 ± 11.4 | 0.60 | 60.8 ± 8.7 | 58.8 ± 12.9 |
| Gradient moyen (mmHg) | 45.9 ± 16.4 | 45.4 ± 16.0 | 46.4 ± 16.9 | 0.65 | 50.0 ± 18.7 | 44 ± 15.3 |
| Dimension valve (cm) | 26.6 ± 0.2 | 26.7 ± 0.3 | 26.6 ± 0.2 | 0.70 | 26.4 ± 2.4 | 26.7 ± 2.3 |
| Surface valve (cm ²) | 0.72 ± 0.22 | 0.72 ± 0.22 | 0.72 ± 0.22 | 0.81 | 0.66 ± 0.19 | 0.76 ± 0.23 |
| Caractéristiques de la procédure | | | | | | |
| Type de valve | | | | | | |
| Medtronic corevalve | 106 | 56 | 50 | | 25 | 25 |
| Edwards sapien | 125 | 69 | 56 | | 17 | 39 |
| Voie fémorale | 193 (83.6) | 102 (81.6) | 91 (85.9) | 0.73 | 33 (78.6) | 58 (90.6) |
| Valvuloplastie (n) | 59 (25.7) | 27 (21.6) | 32 (30.5) | 0.108 | 12 (28.6) | 20 (31.7) |
| Caractéristiques post procédure | | | | | | |
| Gradient moyen (mmHg) | 8.0 ± 4.0 | 7.7 ± 3.8 | 8.4 ± 4.2 | 0.16 | 8.57 ± 4.3 | 8.36 ± 4.1 |
| Pose de pacemaker (n) | 61(26.4) | 2 (1.6) | 59 (55.7) | < 0.0001 | 5 | 54 |
| Décès à 1 an (n) | 16 (6.9) | 9 (7.2) | 7 (6.6) | 0.86 | 4 (9.5) | 3 (4.7) |

Tableau I. Caractéristiques cliniques de la population

Atcd = antécédent ; BAV = Bloc atrio-ventriculaire ; BBG = Bloc de branche gauche ; CMI = chirurgie membres inférieurs ; FEVG = fraction d'éjection ventriculaire gauche ; HTA = hypertension artérielle ; TTT = traitement

3.2 Facteurs anatomiques en univarié

Le Tableau II montre les facteurs anatomiques mesurés sur l'ensemble des patients de l'étude.

Le SM était significativement plus court chez les patients avec trouble de la conduction (6.4 mm vs 7.2 mm - $p = 0.005$), et notamment chez les patients avec BBG ($p = 0.005$).

L'analyse valve par valve, montrait que la différence était plus marquée chez les patients ayant bénéficié d'une MCV (6 mm vs 7.2 mm - $p = 0.0042$) que ceux ayant eu une ESV.

| | Pas de trouble de conduction (n = 125) | Troubles de la conduction | | | | | |
|------------------------------------|--|---------------------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|---------|
| | | BBG ou BAV (n = 106) | P value | BBG (n = 42) | P value | BAV (n = 64) | P value |
| Volume calcique (cm ³) | 2.3 ± 1.1 | 2.3 ± 1.1 | 0.95 | 2.1 ± 1.0 | 0.42 | 2.4 ± 1.1 | 0.61 |
| Asymétrie | | | | | | | |
| CCD | 7 (5.6) | 9 (8.5) | 0.21 | 5 (11.9) | 0.09 | 4 (6.3) | 0.632 |
| CCG | 6 (4.8) | 3 (2.8) | | 2 (4.8) | | 1 (1.6) | |
| CNC | 20 (16.0) | 24 (22.6) | | 10 (23.8) | | 14 (21.9) | |
| Calcifications LVOT | | | | | | | |
| Punctiforme | 15 (12.0) | 10 (9.4) | 0.47 | 3 (7.1) | 0.69 | 7 (10.9) | 0.18 |
| Coulée | 16 (12.8) | 16 (15.1) | | 6 (14.3) | | 10 (15.63) | |
| Bloc aorto-mitral | 15 (12.0) | 18 (17.0) | | 5 (11.9) | | 13 (20.31) | |
| Longueur SM (mm) | 7.2 ± 2.6 | 6.4 ± 3.0 | 0.005 | 6.0 ± 2.5 | 0.005 | 6.7 ± 3.3 | 0.068 |
| Distance coronaire G (mm) | 12.9 ± 2.7 | 12.6 ± 2.6 | 0.36 | 12.6 ± 2.6 | 0.59 | 12.5 ± 2.6 | 0.38 |
| Excentricité LVOT (%) | 29.9 ± 7.2 | 31.0 ± 6.0 | 0.19 | 30.8 ± 6.9 | 0.45 | 31.1 ± 5.4 | 0.17 |

Tableau II. Caractéristiques anatomiques scanographiques des patients.

BAV = Bloc atrio-ventriculaire ; BBG = Bloc de branche gauche ; CCD = cusp coronaire droit ; CCG = cusp coronaire gauche ; CNC = cusp non coronaire ; G = gauche ; LVOT = left ventricular outflow tract ; SM = septum membraneux.

3.3 Examens avec qualité optimale

Une deuxième analyse similaire a été réalisée uniquement sur les patients pour lesquels la qualité du scanner était optimale (n = 161/231) (Annexes I et II). La différence de longueur du SM était alors encore plus significative (6.0 mm vs 7.3 mm – p = 0.0009).

La Figure 3 regroupe les différences de longueur de SM en univarié entre les différents groupes.

Dans le sous-groupe avec qualité d'examen optimale, il apparaissait une différence statistiquement significative concernant l'excentricité du LVOT, plus élevée chez les patients avec trouble de la conduction (32 % vs 29.2 % – p = 0.007).

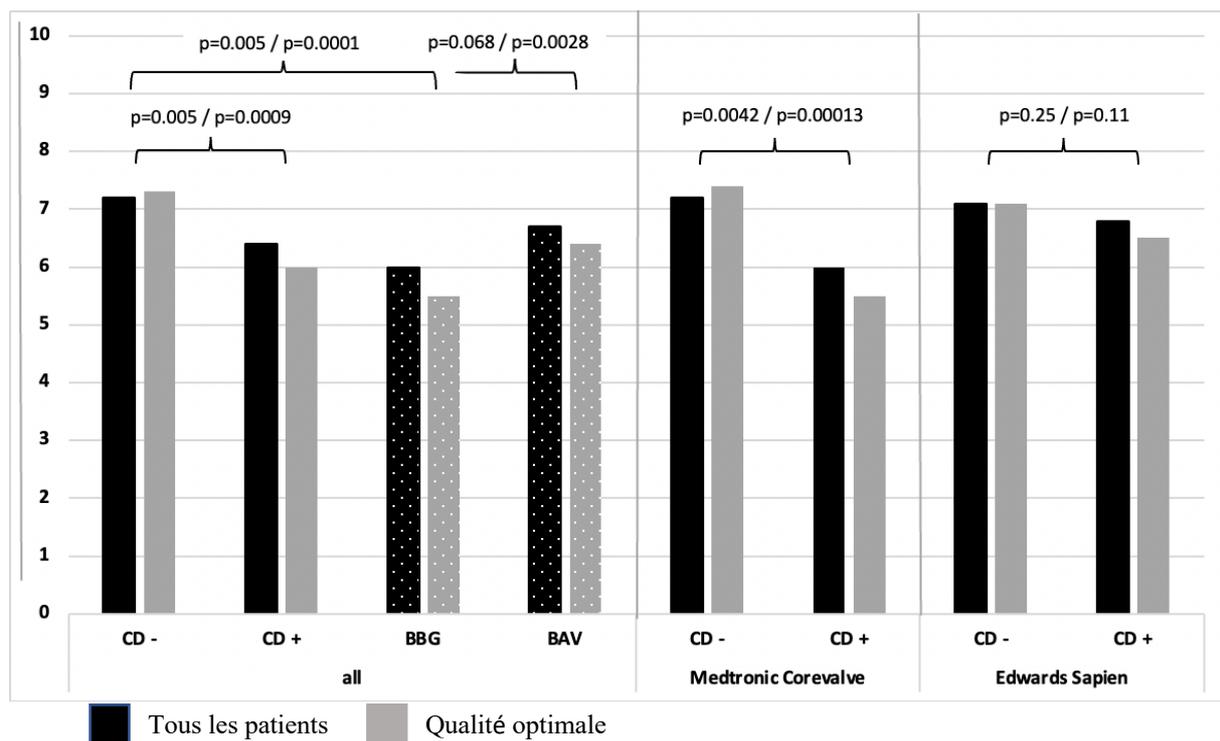


Figure 3. Différences de longueur du septum membraneux.

BAV = Bloc atrio-ventriculaire ; BBG = Bloc de branche gauche ; CD = Conduction Disturbance = trouble de la conduction.

3.4 Analyse multivariée

L'analyse multivariée prenait en compte le diabète, l'HTA, l'obésité, l'Euroscore, la présence d'un traitement par Cordarone et le SM. La prise de Cordarone ne ressortait plus comme facteur prédictif dans l'analyse multivariée ($p = 0.16$), tandis que le SM restait un facteur indépendant de survenue de trouble de la conduction avec un OR [IC 95%] = 1,98 [1.09 ; 3.60] ($p = 0.024$) (Tableau III).

Plusieurs modèles avec différents seuils de SM, en fonction du type de prothèse valvulaire et de la qualité d'examen ont été testés, schématisés dans la Figure 4 et l'annexe III. Le seuil < 7 mm offrait la meilleure valeur prédictive positive (VPP) à 54.9% avec un OR [IC95%] à 2.24 [1.24-4.05] dans l'analyse sur tous les patients, et une VPP à 60.8% avec OR [IC95%] à 3.89 [1.87-8.12] dans l'analyse n'incluant que les examens de qualité optimale. Chez les patients avec qualité d'examen optimale et ayant bénéficié de la pose d'une MCV, pour le même seuil, on obtenait une VPP à 64.1% avec un OR [IC95%] à 9.11 [2.58-32.1].

Dans le sous-groupe de patients avec qualité d'examen optimale, en incluant ponctuellement l'excentricité du LVOT dans l'analyse multivariée, cette dernière restait statistiquement significative avec un OR [IC 95%] à 1.07 [1.01-1.13] ($p = 0.013$).

| Analyse multivariée | | | |
|-------------------------|------------|-------------------------------|--------------|
| | Odds Ratio | Intervalle de confiance à 95% | P value |
| Septum membraneux | 1.98 | [1.09 ; 3.60] | 0.024 |
| Hypertension artérielle | 2.11 | [1.03 ; 4.32] | 0.041 |
| Diabète | 1.99 | [1.07 ; 3.71] | 0.029 |
| Obésité | 1.95 | [1.09 ; 3.48] | 0.025 |
| Cordarone | 2.07 | [0.75 ; 5.67] | 0.158 |
| Euroscore | 1.05 | [1.01 ; 1.09] | 0.018 |

Tableau III. Analyse multivariée sur tous les patients.

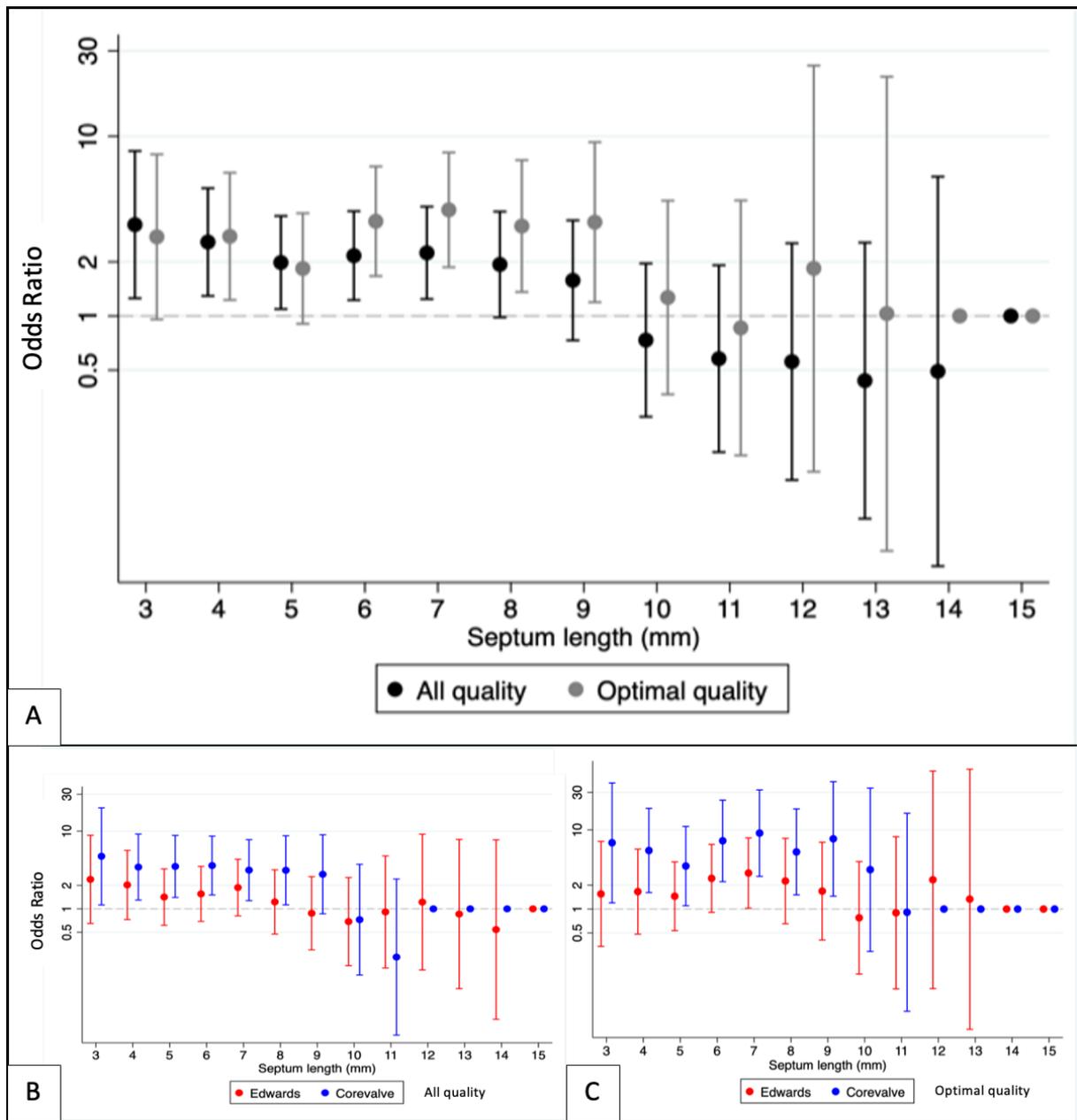


Figure 4. Analyse multivariée : seuils de longueur du septum membraneux prédictifs de trouble de la conduction.

(A) modèle comparant les seuils pour tous les patients et pour ceux ayant un examen de qualité optimale. Puis comparaison entre les deux types de valve (Medtronic Corevalve et Edwards Sapien), incluant tous les patients (B), ou uniquement ceux avec qualité d'examen optimale (C).

1.1 Reproductibilité

Il existait un taux de concordance de 92% entre la première et la seconde mesure de la longueur du SM réalisées en aveugle.

4. Discussion

Le but de cette étude était de rechercher des corrélations entre des facteurs anatomiques et l'apparition de trouble de la conduction post-TAVI. Nous avons montré que le SM était significativement plus court chez les patients avec troubles de la conduction que chez les patients sains. Cette corrélation était d'autant plus significative pour les patients ayant bénéficié d'une prothèse de type MCV, plus longue que celle de type ESV, et pour les patients ayant développé un BBG.

4.1 Forces de l'étude

Cette étude comporte un nombre important de sujets, notamment avec trouble de la conduction cardiaque. L'exclusion au préalable de patients avec anomalies ECG pré-TAVI a permis de limiter les biais dû à leur présence et ainsi renforcer la puissance statistique pour les autres facteurs. Par ailleurs, cette étude est l'une des rares à prendre en compte la qualité du scanner dans ses analyses.

4.2 Comparaison aux autres études

Bien que certaines études n'aient trouvé aucune corrélation entre la longueur du SM et l'apparition de troubles de la conduction (20,21) la plupart des articles récents ont prouvé qu'un SM plus court favoriserait l'apparition de troubles de la conduction (22–27) y compris dans la méta-analyse Maier et al. de 2021 (13).

Notre modèle montrait qu'un seuil inférieur à 7 mm semblait intéressant pour distinguer les patients à risque ; seuil similaire à celui retrouvé chez Hamdan et al. (19) ainsi que Zaid et al. (26) avec des valves auto-expansibles Medtronic ou encore chez Aslan et al. (27) ayant conduit une étude comparative sur deux types de valves. Un seuil plus faible a été fixé chez Miki et al. (24) et Hokken et al. (23), à 5.2 mm et 6 mm respectivement. Chen et al (25) ont fait quant à eux la distinction entre un SM supra et infra annulaire.

Dans notre étude, une seconde analyse a été réalisée en ne tenant compte que des patients avec examens de qualité optimale, soit 70% des patients inclus. A ce jour, aucune étude récente ne prend en compte la qualité des examens dans ses résultats. Certains auteurs mentionnent néanmoins avoir exclus des patients pour scanner non interprétable ; ce qui représente 2% à 25% de la population totale selon les études (20,22,24). Dans notre étude, 13% des patients éligibles ont été exclus de l'étude pour scanner non interprétable.

L'étude de Zaid et al. publiée en 2020 (26), a démontré qu'une excentricité de LVOT $\geq 35\%$ était un facteur indépendant pré procédural de survenue de trouble de la conduction. D'après nos résultats, le LVOT avait effectivement une excentricité statistiquement plus élevée chez les patients avec troubles de la conduction, mais uniquement lorsque qu'une qualité d'examen optimale était prise en compte.

L'absence de corrélation entre le volume calcique de la valve aortique et l'apparition de troubles de la conduction est cohérente avec la plupart des études récentes (13,28–31).

Cependant, la comparaison aux autres études est difficile du fait qu'il n'existe pas de méthode standardisée pour sa mesure (32,33). La méthode la plus fréquemment utilisée est le score calcique d'Agatston (34), initialement utilisé pour les calcifications des artères coronaires et élargi aux calcifications valvulaires. La technique de mesure utilisée dans notre étude se rapprochait au mieux d'un équivalent de score d'Agatston.

Fujita et al. (35) ont fait l'hypothèse que la présence de calcifications plus importantes du côté de la CCG renforcerait l'appui de la valve sur les voies de conduction situées à son opposé. Les dernières méta-analyses (13,16) semblent corroborer cette observation mais les données de la littérature restent divergentes. Ainsi, certains articles ont montré que des calcifications plus importantes du côté de la CCD (22,36) ou de la CNC (28) seraient plus à même d'engendrer la survenue de troubles de la conduction post procédure. Dans notre étude le volume calcique n'a pas été quantifié indépendamment dans chaque cusp. L'asymétrie a été estimée de manière subjective, ayant pu conduire à une possible sous-estimation.

Plusieurs études ont montré que la présence de calcifications au sein de la chambre de chasse était un critère indépendant de survenue de trouble de la conduction (21,22,27), notamment lorsqu'il existait un bloc aorto-mitral (37). Néanmoins, notre résultat reste cohérent avec d'autres études (28,35,38). Spaziano et al. (36) ayant mené une étude sur 547 femmes ont conclu que la présence de calcifications dans le LVOT augmente le risque d'accident vasculaire cérébral ou de mortalité mais pas de survenue de troubles de la conduction.

Hein-Rothweiler et al. (39) a montré que les patients avec un ostium de coronaire gauche situé trop bas avaient statistiquement plus de troubles de la conduction ; sur l'hypothèse que la valve prothétique serait implantée plus en profondeur pour limiter l'obstruction coronarienne. Notre résultat reste toutefois cohérent avec d'autres études ne montrant

aucun rapport entre les deux. La hauteur de l'ostium de la coronaire gauche était de 12.6 mm dans notre population avec trouble de la conduction, pour 12.7 mm chez Mauri et al. (40) et chez 13.2 mm chez Miki et al. (24).

L'HTA et le diabète ont parfois été décrits comme facteurs de risques indépendant (41,42), mais sont rarement retrouvés dans les méta-analyses, tout comme l'obésité ou l'Euroscore.

L'absence de différence sur la mortalité toute cause à 1 an reste concordante avec des méta-analyses de 2016 (11,43) mais pas avec la récente méta analyse de Faroux et al. publiée en 2020 (12).

4.3 Perspectives

La longueur du SM devrait être intégrée dans l'algorithme du choix du type de valve. En effet, les troubles de la conduction étant plus fréquents avec les valves auto-expansibles type MCV, un autre type de valve pourrait être sélectionné chez les patients considérés à risque. Dans le cas où une valve auto expansible aurait tout de même été choisie pour un patient à risque, la connaissance de l'anatomie du patient pourrait permettre de déployer la valve à une profondeur moindre, sans dépasser le SM. Jilaihawi et al (31) ont prouvé l'intérêt d'un repositionnement per procédure de la prothèse valvulaire en fonction de la longueur du SM dans leur étude prospective sur 100 patients avec le protocole MIDAS – « Minimizing Depth According to the membranous Septum ». Cette technique avait permis de limiter l'apparition de trouble de la conduction post interventionnel, en diminuant significativement le taux de BBG de 25.8% à 9% ($p < 0.001$) et le taux d'implantation de PM de 9.7% à 3% ($p = 0.035$).

La faisabilité et la fiabilité de la mesure du SM sur le scanner pré-interventionnel permettraient de l'intégrer aisément en pratique courante. Cela va de pair avec une amélioration des nouveaux scanners à large couverture disponibles sur le marché, plus performants et limitant les artefacts, pour une mesure encore plus précise du SM.

4.4 Limites de l'étude

La principale limite de l'étude vient de son caractère rétrospectif monocentrique.

Il y a eu une vérification des mesures par un second opérateur expérimenté mais pas de réelle double lecture en aveugle systématique. Néanmoins, si l'on se fie aux études ayant comparé la variabilité inter-observateur de la longueur du SM, celle-ci est satisfaisante (25,31).

Enfin, dans cette étude, la profondeur d'implantation et le surdimensionnement de la prothèse n'a pas été mesurés, ce qui peut constituer un éventuel biais.

5. Conclusion

Le septum membraneux est significativement plus court chez les patients ayant développé un trouble de la conduction post-TAVI, notamment chez ceux ayant bénéficié de la pose d'une prothèse valvulaire de type Medtronic Corevalve. La mesure du septum membraneux devrait être intégrée en pratique courante dans l'évaluation pré-TAVI pour aider à prévenir l'apparition de troubles de la conduction cardiaque post interventionnel.

6. Bibliographie

1. Beyersdorf F, Baldus S, Bauersachs J, Capodanno D, Conradi L, Bonis MD, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. :72.
2. Seeger J, Gonska B, Rottbauer W, Wöhrle J. New generation devices for transfemoral transcatheter aortic valve replacement are superior compared with last generation devices with respect to VARC-2 outcome. *Cardiovasc Interv Ther.* juill 2018;33(3):247-55.
3. Anantha-Narayanan M, Kandasamy VV, Reddy YN, Megaly M, Baskaran J, Pershad A, et al. Low-Risk Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement – An Updated Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Cardiovasc Revasc Med.* 1 avr 2020;21(4):441-52.
4. Subramani S, Arora L, Krishnan S, Hanada S, Sharma A, Ramakrishna H. Analysis of Conduction Abnormalities and Permanent Pacemaker Implantation After Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 1 avr 2020;34(4):1082-93.
5. Mangieri A, Montalto C, Pagnesi M, Lanzillo G, Demir O, Testa L, et al. TAVI and Post Procedural Cardiac Conduction Abnormalities. *Front Cardiovasc Med.* 3 juill 2018;5:85.
6. van Rosendael PJ, Delgado V, Bax JJ. Pacemaker implantation rate after transcatheter aortic valve implantation with early and new-generation devices: a systematic review. *Eur Heart J.* 1 juin 2018;39(21):2003-13.
7. Fadahunsi OO, Olowoyeye A, Ukaigwe A, Li Z, Vora AN, Vemulapalli S, et al. Incidence, Predictors, and Outcomes of Permanent Pacemaker Implantation Following Transcatheter Aortic Valve Replacement: Analysis From the U.S. Society of Thoracic Surgeons/American College of Cardiology TVT Registry. *JACC Cardiovasc Interv.* 14 nov 2016;9(21):2189-99.
8. Nazif TM, Dizon JM, Hahn RT, Xu K, Babaliaros V, Douglas PS, et al. Predictors and Clinical Outcomes of Permanent Pacemaker Implantation After Transcatheter Aortic Valve Replacement: The PARTNER (Placement of AoRtic TraNscathetER Valves) Trial and Registry. *JACC Cardiovasc Interv.* 1 janv 2015;8(1, Part A):60-9.
9. Schymik G, Tzamalīs P, Bramlage P, Heimeshoff M, Würth A, Wondraschek R, et al. Clinical impact of a new left bundle branch block following TAVI implantation: 1-year results of the TAVIK cohort. *Clin Res Cardiol.* 1 avr 2015;104(4):351-62.
10. Chamandi C, Barbanti M, Munoz-Garcia A, Latib A, Nombela-Franco L, Gutiérrez-Ibanez

- E, et al. Long-Term Outcomes in Patients With New Permanent Pacemaker Implantation Following Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv.* 12 févr 2018;11(3):301-10.
11. Regueiro A, Abdul-Jawad Altisent O, Del Trigo M, Campelo-Parada F, Puri R, Urena M, et al. Impact of New-Onset Left Bundle Branch Block and Periprocedural Permanent Pacemaker Implantation on Clinical Outcomes in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement. *Circ Cardiovasc Interv.* 1 mai 2016;9(5):e003635.
 12. Faroux L, Chen S, Muntané-Carol G, Regueiro A, Philippon F, Sondergaard L, et al. Clinical impact of conduction disturbances in transcatheter aortic valve replacement recipients: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J.* 1 août 2020;41(29):2771-81.
 13. Maier O, Piayda K, Afzal S, Polzin A, Westenfeld R, Jung C, et al. Computed tomography derived predictors of permanent pacemaker implantation after transcatheter aortic valve replacement: A meta-analysis. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2 juin 2021;ccd.29805.
 14. Siontis GCM, Jüni P, Pilgrim T, Stortecky S, Büllsfeld L, Meier B, et al. Predictors of Permanent Pacemaker Implantation in Patients With Severe Aortic Stenosis Undergoing TAVR: A Meta-Analysis. *J Am Coll Cardiol.* 15 juill 2014;64(2):129-40.
 15. Ullah W, Zahid S, Zaidi SR, Sarvepalli D, Haq S, Roomi S, et al. Predictors of Permanent Pacemaker Implantation in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement - A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc Cardiovasc Cerebrovasc Dis.* 14 juill 2021;10(14):e020906.
 16. Mahajan S, Gupta R, Malik AH, Mahajan P, Aedma SK, Aronow WS, et al. Predictors of permanent pacemaker insertion after TAVR: A systematic review and updated meta-analysis. *J Cardiovasc Electrophysiol.* mai 2021;32(5):1411-20.
 17. Piazza N, de Jaegere P, Schultz C, Becker AE, Serruys PW, Anderson RH. Anatomy of the Aortic Valvar Complex and Its Implications for Transcatheter Implantation of the Aortic Valve. *Circ Cardiovasc Interv.* 1 août 2008;1(1):74-81.
 18. Kawashima T, Sato F. Visualizing anatomical evidences on atrioventricular conduction system for TAVI. *Int J Cardiol.* 1 juin 2014;174(1):1-6.
 19. Hamdan A, Guetta V, Klempfner R, Konen E, Raanani E, Glikson M, et al. Inverse Relationship Between Membranous Septal Length and the Risk of Atrioventricular Block in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Implantation. *JACC Cardiovasc Interv.* 17 août 2015;8(9):1218-28.
 20. Tretter JT, Mori S, Anderson RH, Taylor MD, Ollberding N, Truong V, et al. Anatomical

- predictors of conduction damage after transcatheter implantation of the aortic valve. *Open Heart*. 1 avr 2019;6(1):e000972.
21. Oestreich BA, Mbai M, Gurevich S, Nijjar PS, Adabag S, Bertog S, et al. Computed tomography (CT) assessment of the membranous septal anatomy prior to transcatheter aortic valve replacement (TAVR) with the balloon-expandable SAPIEN 3 valve. *Cardiovasc Revasc Med*. 1 juill 2018;19(5, Part B):626-31.
 22. Maeno Y, Abramowitz Y, Kawamori H, Kazuno Y, Kubo S, Takahashi N, et al. A Highly Predictive Risk Model for Pacemaker Implantation After TAVR. *JACC Cardiovasc Imaging*. 1 oct 2017;10(10, Part A):1139-47.
 23. Hokken TW, van Wiechen MP, Ooms JF, El Azzouzi I, de Ronde M, Kardys I, et al. Impact of Interventricular membranous septum length on pacemaker need with different Transcatheter aortic valve implantation systems. *Int J Cardiol*. 15 juin 2021;333:152-8.
 24. Miki T, Senoo K, Ohkura T, Kadoya Y, Ito N, Kuwabara K, et al. Importance of Preoperative Computed Tomography Assessment of the Membranous Septal Anatomy in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement With a Balloon-Expandable Valve. *Circ J*. 2020;84(2):269-76.
 25. Chen Y-H, Chang H-H, Liao T-W, Leu H-B, Chen I-M, Chen P-L, et al. Membranous septum length predicts conduction disturbances following transcatheter aortic valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg [Internet]*. 28 juill 2020 [cité 18 mai 2021]; Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022522320322303>
 26. Zaid S, Sengupta A, Okoli K, Tsoi M, Khan A, Ahmad H, et al. Novel Anatomic Predictors of New Persistent Left Bundle Branch Block After Evolut Transcatheter Aortic Valve Implantation. *Am J Cardiol*. 15 avr 2020;125(8):1222-9.
 27. Aslan S, Demir AR, Çelik Ö, Kalkan AK, Uzun F, Güner A, et al. Usefulness of membranous septum length in the prediction of major conduction disturbances in patients undergoing transcatheter aortic valve replacement with different devices. *Kardiologia Pol Pol Heart J*. 2020;78(10):1020-8.
 28. Sharma E, McCauley B, Ghosalkar DS, Atalay M, Collins S, Parulkar A, et al. Aortic Valve Calcification as a Predictor of Post-Transcatheter Aortic Valve Replacement Pacemaker Dependence. *Cardiol Res*. juin 2020;11(3):155-67.
 29. Al-Azzam F, Greason KL, Krittanawong C, Williamson EE, McLeod CJ, King KS, et al. The influence of native aortic valve calcium and transcatheter valve oversize on the need for pacemaker implantation after transcatheter aortic valve insertion. *J Thorac Cardiovasc*

- Surg. 1 mai 2017;153(5):1056-1062.e1.
30. Mauri V, Deuschl F, Frohn T, Schofer N, Linder M, Kuhn E, et al. Predictors of paravalvular regurgitation and permanent pacemaker implantation after TAVR with a next-generation self-expanding device. *Clin Res Cardiol.* 1 août 2018;107(8):688-97.
 31. Jilaihawi H, Zhao Z, Du R, Staniloae C, Saric M, Neuburger PJ, et al. Minimizing Permanent Pacemaker Following Repositionable Self-Expanding Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv.* 23 sept 2019;12(18):1796-807.
 32. Milhorini Pio S, Bax J, Delgado V. How valvular calcification can affect the outcomes of transcatheter aortic valve implantation. *Expert Rev Med Devices.* 2 août 2020;17(8):773-84.
 33. Blanke P, Weir-McCall JR, Achenbach S, Delgado V, Hausleiter J, Jilaihawi H, et al. Computed Tomography Imaging in the Context of Transcatheter Aortic Valve Implantation (TAVI)/Transcatheter Aortic Valve Replacement (TAVR): An Expert Consensus Document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *JACC Cardiovasc Imaging.* 1 janv 2019;12(1):1-24.
 34. Pawade T, Sheth T, Guzzetti E, Dweck MR, Clavel M-A. Why and How to Measure Aortic Valve Calcification in Patients With Aortic Stenosis. *JACC Cardiovasc Imaging.* 1 sept 2019;12(9):1835-48.
 35. Fujita B, Kütting M, Seiffert M, Scholtz S, Egron S, Prashovikj E, et al. Calcium distribution patterns of the aortic valve as a risk factor for the need of permanent pacemaker implantation after transcatheter aortic valve implantation. *Eur Heart J - Cardiovasc Imaging.* 1 déc 2016;17(12):1385-93.
 36. Spaziano M, Chieffo A, Watanabe Y, Chandrasekhar J, Sartori S, Lefèvre T, et al. Computed tomography predictors of mortality, stroke and conduction disturbances in women undergoing TAVR: A sub-analysis of the WIN-TAVI registry. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 1 juill 2018;12(4):338-43.
 37. Katchi F, Bhatt D, Markowitz SM, Szymonifka J, Cheng EP, Minutello RM, et al. Impact of Aortomitral Continuity Calcification on Need for Permanent Pacemaker After Transcatheter Aortic Valve Replacement. *Circ Cardiovasc Imaging.* déc 2019;12(12):e009570.
 38. Husser O, Pellegrini C, Kessler T, Burgdorf C, Thaller H, Mayr NP, et al. Predictors of Permanent Pacemaker Implantations and New-Onset Conduction Abnormalities With the SAPIEN 3 Balloon-Expandable Transcatheter Heart Valve. *JACC Cardiovasc Interv.* 8

févr 2016;9(3):244-54.

39. Hein-Rothweiler R, Jochheim D, Rizas K, Egger A, Theiss H, Bauer A, et al. Aortic annulus to left coronary distance as a predictor for persistent left bundle branch block after TAVI: Predictors of NOP-LBBB after TAVI. *Catheter Cardiovasc Interv.* 1 mars 2017;89(4):E162-8.
40. Mauri V, Reimann A, Stern D, Scherner M, Kuhn E, Rudolph V, et al. Predictors of Permanent Pacemaker Implantation After Transcatheter Aortic Valve Replacement With the SAPIEN 3. *JACC Cardiovasc Interv.* 14 nov 2016;9(21):2200-9.
41. Nishiyama T, Tanosaki S, Tanaka M, Yanagisawa R, Yashima F, Kimura T, et al. Predictive factor and clinical consequence of left bundle-branch block after a transcatheter aortic valve implantation. *Int J Cardiol.* 15 janv 2017;227:25-9.
42. Lin S-I, Miura M, Tagliari AP, Lee Y-H, Shirai S, Puri R, et al. Intraventricular Conduction Disturbances After Transcatheter Aortic Valve Implantation. *Interv Cardiol Rev.* 29 juill 2020;15:e11.
43. Ando T, Takagi H. The Prognostic Impact of New-Onset Persistent Left Bundle Branch Block Following Transcatheter Aortic Valve Implantation: A Meta-analysis. *Clin Cardiol.* 19 juill 2016;39(9):544-50.

7. Annexes

| | Troubles de la conduction | | | | | | |
|------------------------------------|--|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|
| | Pas de trouble conduction (n = 86) | BBG or BAV | | BBG | | BAV | |
| | | (n = 75) | P value | (n = 33) | P value | (n = 42) | P value |
| Volume calcique (cm ³) | 2.2 ± 1.2 | 2.2 ± 1 | 0.85 | 2.0 ± 1 | 0.44 | 2.3 ± 1 | 0.7 |
| Asymétrie | | | | | | | |
| CCD | 5 (5.8) | 6 (8) | 0.28 | 1 (3) | 0.073 | 1 (2.4) | 0.94 |
| CCG | 5 (5.8) | 2 (2.7) | | 5 (15.1) | | 1 (2.4) | |
| CNC | 12 (14) | 17 (22.7) | | 8 (24.2) | | 9 (21.4) | |
| Calcifications LVOT | | | | | | | |
| Punctiforme | 9 (10.5) | 7 (9.3) | 0.41 | 3 (9.1) | 0.72 | 4 (9.5) | 0.13 |
| Coulée | 8 (9.3) | 12 (16) | | 5 (15.1) | | 7 (16.7) | |
| Bloc aorto-mitral | 12 (14) | 11 (14.7) | | 2 (6.1) | | 9 (21.4) | |
| Longueur MS (mm) | 7.3 ± 2.7 | 6.0 ± 2.6 | 0.0009 | 5.5 ± 2.2 | 0.0011 | 6.4 ± 2.8 | 0.0281 |
| Distance coronaire G (mm) | 13.3 ± 2.6 | 12.7 ± 2.5 | 0.15 | 12.6 ± 2.5 | 0.17 | 12.8 ± 2.5 | 0.33 |
| Excentricité LVOT (%) | 29.2 ± 7 | 32 ± 6 | 0.0068 | 32.0 ± 6.6 | 0.0399 | 31.9 ± 5.7 | 0.0181 |

Annexe I. Facteurs anatomiques chez les patients avec qualité d'examen optimale.

BAV = Bloc atrio-ventriculaire ; BBG = Bloc de branche gauche ; CCD = cusp coronaire droit ; CCG = cusp coronaire gauche ; CNC = cusp non coronaire ; G = gauche ; LVOT = left ventricular outflow tract ; SM = septum membraneux.

| | Medtronic Corevalve | | | Edwards Sapien | | |
|------------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------|------------------|--------------------------------|---------------|
| | CD - (n = 37) | CD + BBG ou BAV (n = 35) | P value | CD - (n = 49) | CD + BBG ou BAV (n = 40) | P value |
| Volume calcique (cm ³) | 2.4 ± 1.3 | 2.1 ± 1 | 0.28 | 2.0 ± 1.1 | 2.2 ± 1 | 0.43 |
| Asymétrie | | | | | | |
| CCD | 4 (10.8) | 5 (14.3) | 0.88 | 1 (2) | 1 (2.5) | 0.18 |
| CCG | 1 (2.7) | 0 | | 4 (8.2) | 2 (5) | |
| CNC | 5 (13.5) | 5 (14.5) | | 7 (14.3) | 12 (30) | |
| Calcification LVOT | | | | | | |
| Punctiforme | 5 (13.5) | 3 (8.6) | 0.58 | 4 (8.2) | 4 (10) | 0.11 |
| Coulée | 6 (16.2) | 5 (14.3) | | 2 (4.1) | 7 (17.5) | |
| Bloc aorto-mitral | 4 (10.8) | 4 (11.4) | | 8 (16.3) | 7 (17.5) | |
| Longueur SM (mm) | 7.4 ± 2.5 | 5.5 ± 2.4 | 0.0013 | 7.1 ± 2.8 | 6.5 ± 2.7 | 0.1069 |
| Distance coronaire G (mm) | 12.7 ± 2.6 | 12.3 ± 2.6 | 0.5 | 13.7 ± 2.6 | 13.1 ± 2.3 | 0.21 |
| Excentricité LVOT (%) | 29.9 ± 6.6 | 31.8 ± 7 | 0.24 | 28.6 ± 7.4 | 32.2 ± 5.1 | 0.0088 |

Annexe II. Analyse par prothèse valvulaire chez les patients avec qualité d'examen optimale.

BAV = Bloc atrio-ventriculaire ; BBG = Bloc de branche gauche ; CCD = cusp coronaire droit ; CCG = cusp coronaire gauche ; CD = cardiac disturbance = trouble de la conduction ; CNC = cusp non coronaire ; G = gauche ; LVOT = left ventricular outflow tract ; SM = septum membraneux.

| Longueur Septum membraneux (mm) | Tous les examens | | | Examens avec qualité optimale | | |
|---------------------------------|------------------|--------------|---------------|-------------------------------|--------------|-------------------|
| | OR* | IC 95% | P value | OR* | IC 95% | P value |
| Tous les patients | | | | | | |
| 6 | 2,16 | [1,23-3,83] | 0,008 | 3,36 | [1,67-6,79] | <0.0001 |
| 7 | 2,24 | [1,24-4,05] | 0.0007 | 3,89 | [1,87-8,12] | <0.0001 |
| 8 | 1,93 | [0,98-3,81] | 0.056 | 3,16 | [1,36-7,36] | 0.008 |
| 9 | 1,58 | [0,73-3,4] | 0.245 | 3,32 | [1,19-9,27] | 0.022 |
| Medtronic Corevalve | | | | | | |
| 3 | 4,74 | [1,12-20,06] | 0.034 | 6,87 | [1,2-39,41] | 0.031 |
| 4 | 3,44 | [1,3-9,15] | 0.013 | 5,49 | [1,61-18,68] | 0.006 |
| 5 | 3,51 | [1,4-8,8] | 0.007 | 3,49 | [1,1-11,04] | 0.033 |
| 6 | 3,6 | [1,51-8,62] | 0.004 | 7,28 | [2,22-23,89] | 0.001 |
| 7 | 3,15 | [1,28-7,76] | 0.013 | 9,11 | [2,58-32,1] | <0.001 |
| 8 | 3,13 | [1,12-8,72] | 0.029 | 5,27 | [1,51-18,37] | 0.009 |
| 9 | 2,78 | [0,86-8,96] | 0.086 | 7,71 | [1,45-40,87] | 0.016 |
| Edwards Sapien | | | | | | |
| 7 | 1,88 | [0,81-4,34] | 0.14 | 2,85 | [1,02-7,92] | 0.045 |

*adjusted on : HTA, diabète, obésité, Cordarone, Euroscore.

Annexe III. Seuils significatifs de longueur du septum membraneux en analyse multivariée.

HTA = Hypertension artérielle ; IC = Intervalle de Confiance ; OR = Odds Ratio ; SM = Septum Membraneux

CONCLUSION

Nous avons étudié la corrélation entre des facteurs anatomiques propres à chaque patient sur le scanner pré-TAVI et l'apparition de troubles de la conduction cardiaque post TAVI.

Sur 231 patients inclus de manière rétrospective, 106 avaient un trouble de la conduction cardiaque post TAVI : 42 à type de bloc de branche gauche et 64 à type de bloc atrio-ventriculaire de haut grade.

Il a été retrouvé une différence statistique pour la longueur du septum membraneux, significativement plus courte chez les patients avec trouble de la conduction post interventionnel (6.4 vs 7.2 mm - $p = 0.005$), confirmée sur l'analyse multivariée.

La corrélation apparaissait encore plus marquée dans les modèles ne prenant en compte que les patients avec BBG ($p = 0.005$), ou ayant bénéficié de la pose d'une valve auto-expansible Medtronic Corevale ($p = 0.0042$).

Une seconde analyse uniquement sur les patients avec qualité d'examen optimale (161/231 patients) a permis de montrer que cette corrélation était d'autant plus forte que la mesure était fiable (6.0 vs 7.3 mm – $p = 0.0009$). Dans ce même groupe, pour plusieurs seuils analysés, celui < 7 mm présentait une valeur prédictive à 60.8% avec un OR [IC 95%] à 3.89 [1.87 ; 8.12] ($p < 0.0001$).

Notre étude montre donc qu'il existe une corrélation statistiquement significative entre un septum membraneux court et la présence de troubles de la conduction post-TAVI, notamment chez les patients ayant bénéficié de la pose d'une prothèse de type Medtronic Corevalve.

Ces résultats suggèrent de prendre en compte la mesure du septum membraneux en pratique courante et l'intégrer à l'algorithme décisionnel thérapeutique, notamment concernant le choix de la valve à implanter.

Clermont-Ferrand,
Pierre CLAVELOU
Doyen - Directeur



Clermont-Ferrand, le 20.3.22
Le Président du Jury
Louis BOYER

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'L. Boyer', written over the printed name 'Louis BOYER'.

U.F.R. de Médecine et des Professions Paramédicales
Service de la formation – Pôle 3
TSA 50400
28, Place Henri-Dunant
63001 Clermont-Ferrand Cedex 1

BIBLIOGRAPHIE

1. Iung B, Baron G, Butchart EG, Delahaye F, Gohlke-Bärwolf C, Levang OW, et al. A prospective survey of patients with valvular heart disease in Europe: The Euro Heart Survey on Valvular Heart Disease. *Eur Heart J.* 1 juill 2003;24(13):1231-43.
2. Osnabrugge RLJ, Mylotte D, Head SJ, Van Mieghem NM, Nkomo VT, LeReun CM, et al. Aortic Stenosis in the Elderly. *J Am Coll Cardiol.* sept 2013;62(11):1002-12.
3. Carabello BA, Paulus WJ. Aortic stenosis. *The Lancet.* 14 mars 2009;373(9667):956-66.
4. Varadarajan P, Kapoor N, Bansal RC, Pai RG. Clinical Profile and Natural History of 453 Nonsurgically Managed Patients With Severe Aortic Stenosis. *Ann Thorac Surg.* 1 déc 2006;82(6):2111-5.
5. Dweck MR, Boon NA, Newby DE. Calcific Aortic Stenosis: A Disease of the Valve and the Myocardium. *J Am Coll Cardiol.* 6 nov 2012;60(19):1854-63.
6. Beyersdorf F, Baldus S, Bauersachs J, Capodanno D, Conradi L, Bonis MD, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. :72.
7. Pawade T, Clavel M-A, Tribouilloy C, Dreyfus J, Mathieu T, Tastet L, et al. Computed Tomography Aortic Valve Calcium Scoring in Patients With Aortic Stenosis. *Circ Cardiovasc Imaging.* 1 mars 2018;11(3):e007146.
8. Francone M, Budde RPJ, Bremerich J, Dacher JN, Loewe C, Wolf F, et al. CT and MR imaging prior to transcatheter aortic valve implantation: standardisation of scanning protocols, measurements and reporting—a consensus document by the European Society of Cardiovascular Radiology (ESCR). *Eur Radiol.* mai 2020;30(5):2627-50.
9. Marquis-Gravel G, Redfors B, Leon MB, Genereux P. Medical Treatment of Aortic Stenosis. [Miscellaneous Article]. *Circulation.* nov 2016;134(22):1766-84.
10. Kumar A, Majmundar M, Doshi R, Kansara T, Shariff M, Shah P, et al. Meta-Analysis of Early Intervention Versus Conservative Management for Asymptomatic Severe Aortic Stenosis. *Am J Cardiol.* 1 janv 2021;138:85-91.
11. Wei C, Li Z, Xu C, Yin T, Zhao C. Timing of surgery for asymptomatic patients with severe aortic valve stenosis: An updated systematic review and meta-analysis. *Hellenic J Cardiol.* juill 2021;62(4):270-7.
12. Antonides CFJ, Mack MJ, Kappetein AP. Approaches to the Role of The Heart Team in Therapeutic Decision Making for Heart Valve Disease. *Struct Heart.* 2 nov 2017;1(5-6):249-55.

13. Cribier A, Eltchaninoff H, Bash A, Borenstein N, Tron C, Bauer F, et al. Percutaneous Transcatheter Implantation of an Aortic Valve Prosthesis for Calcific Aortic Stenosis. *Circulation*. 10 déc 2002;106(24):3006-8.
14. Maas EHA, Pieters BMA, Velde MV de, Rex S. General or Local Anesthesia for TAVI? A Systematic Review of the Literature and Meta-Analysis. *Curr Pharm Des*. 22(13):1868-78.
15. Elmaraezy A, Ismail A, Abushouk AI, Eltoomy M, Saad S, Negida A, et al. Efficacy and safety of transcatheter aortic valve replacement in aortic stenosis patients at low to moderate surgical risk: a comprehensive meta-analysis. *BMC Cardiovasc Disord*. 24 août 2017;17:234.
16. Anantha-Narayanan M, Kandasamy VV, Reddy YN, Megaly M, Baskaran J, Pershad A, et al. Low-Risk Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement – An Updated Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Cardiovasc Revasc Med*. 1 avr 2020;21(4):441-52.
17. Mack MJ, Leon MB, Thourani VH, Makkar R, Kodali SK, Russo M, et al. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med*. 2 mai 2019;380(18):1695-705.
18. Popma JJ, Deeb GM, Yakubov SJ, Mumtaz M, Gada H, O’Hair D, et al. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Self-Expanding Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med*. 2 mai 2019;380(18):1706-15.
19. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, Gentile F, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2 févr 2021;143(5):e72-227.
20. Seeger J, Gonska B, Rottbauer W, Wöhrle J. New generation devices for transfemoral transcatheter aortic valve replacement are superior compared with last generation devices with respect to VARC-2 outcome. *Cardiovasc Interv Ther*. juill 2018;33(3):247-55.
21. Swift SL, Puehler T, Misso K, Lang SH, Forbes C, Kleijnen J, et al. Transcatheter aortic valve implantation versus surgical aortic valve replacement in patients with severe aortic stenosis: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 6 déc 2021;11(12):e054222.
22. Ait Said M, Coquard C, Horvilleur J, Manenti V, Fiorina L, Lacotte J, et al. Implantation

- percutanée de valve aortique et troubles conductifs. *Ann Cardiol Angéiologie*. 1 déc 2019;68(6):443-9.
23. Mangieri A, Montalto C, Pagnesi M, Lanzillo G, Demir O, Testa L, et al. TAVI and Post Procedural Cardiac Conduction Abnormalities. *Front Cardiovasc Med*. 3 juill 2018;5:85.
 24. Subramani S, Arora L, Krishnan S, Hanada S, Sharma A, Ramakrishna H. Analysis of Conduction Abnormalities and Permanent Pacemaker Implantation After Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 1 avr 2020;34(4):1082-93.
 25. Lin S-I, Miura M, Tagliari AP, Lee Y-H, Shirai S, Puri R, et al. Intraventricular Conduction Disturbances After Transcatheter Aortic Valve Implantation. *Interv Cardiol Rev*. 29 juill 2020;15:e11.
 26. Auffret V, Lefevre T, Van Belle E, Eltchaninoff H, Lung B, Koning R, et al. Temporal Trends in Transcatheter Aortic Valve Replacement in France: FRANCE 2 to FRANCE TAVI. *J Am Coll Cardiol*. 4 juill 2017;70(1):42-55.
 27. van Rosendaal PJ, Delgado V, Bax JJ. Pacemaker implantation rate after transcatheter aortic valve implantation with early and new-generation devices: a systematic review. *Eur Heart J*. 1 juin 2018;39(21):2003-13.
 28. Ando T, Takagi H. The Prognostic Impact of New-Onset Persistent Left Bundle Branch Block Following Transcatheter Aortic Valve Implantation: A Meta-analysis. *Clin Cardiol*. 19 juill 2016;39(9):544-50.
 29. Schymik G, Tzamalís P, Bramlage P, Heimeshoff M, Würth A, Wondraschek R, et al. Clinical impact of a new left bundle branch block following TAVI implantation: 1-year results of the TAVIK cohort. *Clin Res Cardiol*. 1 avr 2015;104(4):351-62.
 30. Regueiro A, Abdul-Jawad Altisent O, Del Trigo M, Campelo-Parada F, Puri R, Urena M, et al. Impact of New-Onset Left Bundle Branch Block and Periprocedural Permanent Pacemaker Implantation on Clinical Outcomes in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement. *Circ Cardiovasc Interv*. 1 mai 2016;9(5):e003635.
 31. Faroux L, Chen S, Muntané-Carol G, Regueiro A, Philippon F, Sondergaard L, et al. Clinical impact of conduction disturbances in transcatheter aortic valve replacement recipients: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J*. 1 août 2020;41(29):2771-81.
 32. Fadahunsi OO, Olowoyeye A, Ukaigwe A, Li Z, Vora AN, Vemulapalli S, et al. Incidence, Predictors, and Outcomes of Permanent Pacemaker Implantation Following Transcatheter Aortic Valve Replacement: Analysis From the U.S. Society of Thoracic Surgeons/American College of Cardiology TVT Registry. *JACC Cardiovasc Interv*. 14 nov

- 2016;9(21):2189-99.
33. Nazif TM, Dizon JM, Hahn RT, Xu K, Babaliaros V, Douglas PS, et al. Predictors and Clinical Outcomes of Permanent Pacemaker Implantation After Transcatheter Aortic Valve Replacement: The PARTNER (Placement of AoRtic TraNscathetER Valves) Trial and Registry. *JACC Cardiovasc Interv.* 1 janv 2015;8(1, Part A):60-9.
 34. Chamandi C, Barbanti M, Munoz-Garcia A, Latib A, Nombela-Franco L, Gutiérrez-Ibanez E, et al. Long-Term Outcomes in Patients With New Permanent Pacemaker Implantation Following Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv.* 12 févr 2018;11(3):301-10.
 35. Ravaux JM, Di Mauro M, Vernooy K, Van't Hof AW, Veenstra L, Kats S, et al. Do Women Require Less Permanent Pacemaker After Transcatheter Aortic Valve Implantation? A Meta-Analysis and Meta-Regression. *J Am Heart Assoc Cardiovasc Cerebrovasc Dis.* 27 mars 2021;10(7):e019429.
 36. Ullah W, Zahid S, Zaidi SR, Sarvepalli D, Haq S, Roomi S, et al. Predictors of Permanent Pacemaker Implantation in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement - A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc Cardiovasc Cerebrovasc Dis.* 14 juill 2021;10(14):e020906.
 37. Maier O, Piayda K, Afzal S, Polzin A, Westenfeld R, Jung C, et al. Computed tomography derived predictors of permanent pacemaker implantation after transcatheter aortic valve replacement: A meta-analysis. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2 juin 2021;ccd.29805.
 38. Alperi A, Muntané-Carol G, Freitas-Ferraz AB, Junquera L, del Val D, Faroux L, et al. Overcoming the transcatheter aortic valve replacement Achilles heel: conduction abnormalities—a systematic review. *Ann Cardiothorac Surg.* nov 2020;9(6):429-41.
 39. Siontis GCM, Jüni P, Pilgrim T, Stortecky S, Büllsfeld L, Meier B, et al. Predictors of Permanent Pacemaker Implantation in Patients With Severe Aortic Stenosis Undergoing TAVR: A Meta-Analysis. *J Am Coll Cardiol.* 15 juill 2014;64(2):129-40.
 40. Al-Azzam F, Greason KL, Krittanawong C, Williamson EE, McLeod CJ, King KS, et al. The influence of native aortic valve calcium and transcatheter valve oversize on the need for pacemaker implantation after transcatheter aortic valve insertion. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1 mai 2017;153(5):1056-1062.e1.
 41. Barbanti M, Gulino S, Costa G, Tamburino C. Pathophysiology, incidence and predictors of conduction disturbances during Transcatheter Aortic Valve Implantation. *Expert Rev Med Devices.* févr 2017;14(2):135-47.

42. Piazza N, de Jaegere P, Schultz C, Becker AE, Serruys PW, Anderson RH. Anatomy of the Aortic Valvar Complex and Its Implications for Transcatheter Implantation of the Aortic Valve. *Circ Cardiovasc Interv.* 1 août 2008;1(1):74-81.
43. Aslan S, Demir AR, Çelik Ö, Kalkan AK, Uzun F, Güner A, et al. Usefulness of membranous septum length in the prediction of major conduction disturbances in patients undergoing transcatheter aortic valve replacement with different devices. *Kardiologia Pol Pol Heart J.* 2020;78(10):1020-8.
44. Kawashima T, Sato F. Visualizing anatomical evidences on atrioventricular conduction system for TAVI. *Int J Cardiol.* 1 juin 2014;174(1):1-6.
45. Hamdan A, Guetta V, Klempfner R, Konen E, Raanani E, Glikson M, et al. Inverse Relationship Between Membranous Septal Length and the Risk of Atrioventricular Block in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Implantation. *JACC Cardiovasc Interv.* 17 août 2015;8(9):1218-28.
46. Maeno Y, Abramowitz Y, Kawamori H, Kazuno Y, Kubo S, Takahashi N, et al. A Highly Predictive Risk Model for Pacemaker Implantation After TAVR. *JACC Cardiovasc Imaging.* 1 oct 2017;10(10, Part A):1139-47.
47. Hokken TW, van Wiechen MP, Ooms JF, El Azzouzi I, de Ronde M, Kardys I, et al. Impact of Interventricular membranous septum length on pacemaker need with different Transcatheter aortic valve implantation systems. *Int J Cardiol.* 15 juin 2021;333:152-8.
48. Miki T, Senoo K, Ohkura T, Kadoya Y, Ito N, Kuwabara K, et al. Importance of Preoperative Computed Tomography Assessment of the Membranous Septal Anatomy in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement With a Balloon-Expandable Valve. *Circ J.* 2020;84(2):269-76.
49. Chen Y-H, Chang H-H, Liao T-W, Leu H-B, Chen I-M, Chen P-L, et al. Membranous septum length predicts conduction disturbances following transcatheter aortic valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg [Internet].* 28 juill 2020 [cité 18 mai 2021]; Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022522320322303>
50. Zaid S, Sengupta A, Okoli K, Tsoi M, Khan A, Ahmad H, et al. Novel Anatomic Predictors of New Persistent Left Bundle Branch Block After Evolut Transcatheter Aortic Valve Implantation. *Am J Cardiol.* 15 avr 2020;125(8):1222-9.
51. Tretter JT, Mori S, Anderson RH, Taylor MD, Ollberding N, Truong V, et al. Anatomical predictors of conduction damage after transcatheter implantation of the aortic valve. *Open Heart.* 1 avr 2019;6(1):e000972.

52. Oestreich BA, Mbai M, Gurevich S, Nijjar PS, Adabag S, Bertog S, et al. Computed tomography (CT) assessment of the membranous septal anatomy prior to transcatheter aortic valve replacement (TAVR) with the balloon-expandable SAPIEN 3 valve. *Cardiovasc Revasc Med.* 1 juill 2018;19(5, Part B):626-31.
53. Tretter JT, Mori S, Saremi F, Chikkabyrappa S, Thomas K, Bu F, et al. Variations in rotation of the aortic root and membranous septum with implications for transcatheter valve implantation. *Heart.* 1 juin 2018;104(12):999-1005.
54. Hamdan A, Nassar M, Schwammenthal E, Perlman G, Arow Z, Lessick J, et al. Short membranous septum length in bicuspid aortic valve stenosis increases the risk of conduction disturbances. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 1 juill 2021;15(4):339-47.
55. Larroche J, Panh L, Lhermusier T, Bataille V, Marachet M-A, Chollet T, et al. Impact of aortic valve calcification severity on device success after transcatheter aortic valve replacement. *Int J Cardiovasc Imaging.* avr 2020;36(4):731-40.
56. Sharma E, McCauley B, Ghosalkar DS, Atalay M, Collins S, Parulkar A, et al. Aortic Valve Calcification as a Predictor of Post-Transcatheter Aortic Valve Replacement Pacemaker Dependence. *Cardiol Res.* juin 2020;11(3):155-67.
57. Jilaihawi H, Zhao Z, Du R, Staniloae C, Saric M, Neuburger PJ, et al. Minimizing Permanent Pacemaker Following Repositionable Self-Expanding Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv.* 23 sept 2019;12(18):1796-807.
58. Milhorini Pio S, Bax J, Delgado V. How valvular calcification can affect the outcomes of transcatheter aortic valve implantation. *Expert Rev Med Devices.* 2 août 2020;17(8):773-84.
59. Fujita B, Kütting M, Seiffert M, Scholtz S, Egron S, Prashovikj E, et al. Calcium distribution patterns of the aortic valve as a risk factor for the need of permanent pacemaker implantation after transcatheter aortic valve implantation. *Eur Heart J - Cardiovasc Imaging.* 1 déc 2016;17(12):1385-93.
60. Mauri V, Deuschl F, Frohn T, Schofer N, Linder M, Kuhn E, et al. Predictors of paravalvular regurgitation and permanent pacemaker implantation after TAVR with a next-generation self-expanding device. *Clin Res Cardiol.* 1 août 2018;107(8):688-97.
61. Katchi F, Bhatt D, Markowitz SM, Szymonifka J, Cheng EP, Minutello RM, et al. Impact of Aortomitral Continuity Calcification on Need for Permanent Pacemaker After Transcatheter Aortic Valve Replacement. *Circ Cardiovasc Imaging.* déc 2019;12(12):e009570.

62. Hein-Rothweiler R, Jochheim D, Rizas K, Egger A, Theiss H, Bauer A, et al. Aortic annulus to left coronary distance as a predictor for persistent left bundle branch block after TAVI: Predictors of NOP-LBBB after TAVI. *Catheter Cardiovasc Interv.* 1 mars 2017;89(4):E162-8.
63. Keßler M, Gonska B, Seeger J, Rottbauer W, Wöhrle J. Predictors of permanent pacemaker implantation after transfemoral aortic valve implantation with the Lotus valve. *Am Heart J.* 1 oct 2017;192:57-63.
64. Blanke P, Weir-McCall JR, Achenbach S, Delgado V, Hausleiter J, Jilaihawi H, et al. Computed Tomography Imaging in the Context of Transcatheter Aortic Valve Implantation (TAVI)/Transcatheter Aortic Valve Replacement (TAVR): An Expert Consensus Document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *JACC Cardiovasc Imaging.* 1 janv 2019;12(1):1-24.

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des Maîtres de cette FACULTE et de mes chers CONDISCIPLES, 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 je n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Respectueux et reconnaissant envers mes MAÎTRES, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les HOMMES m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'OPPROBRE et méprisé de mes confrères si j'y manque.

(Conseil national de l'ordre des médecins)

SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

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

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

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque.

Scanner pré-TAVI : corrélations entre facteurs anatomiques et troubles de la conduction post interventionnels

CONTEXTE On constate un élargissement des indications de recours au TAVI en première intention devant un rétrécissement valvulaire aortique serré. Malgré l'amélioration de cette technique, l'apparition de troubles de la conduction cardiaque post interventionnels reste préoccupante, augmentant la morbi-mortalité d'une population déjà fragile.

OBJECTIF Étudier les corrélations entre des facteurs anatomiques préexistants et la survenue de troubles de la conduction de type bloc de branche gauche (BBG) ou bloc atrio-ventriculaire (BAV) de haut grade post-TAVI.

METHODE Les données cliniques ainsi que les scanners pré-interventionnels ont été analysés de manière rétrospective chez 231 patients du CHU de Clermont Ferrand ayant bénéficié d'un TAVI entre 2015 et 2018. Les facteurs anatomiques scanographiques étudiés étaient : le volume de calcification de la valve aortique, l'asymétrie de répartition des calcifications sur la valve, la présence de coulées calciques dans la chambre de chasse (LVOT), la longueur du septum membraneux, la distance entre l'ostium de la coronaire gauche et l'anneau aortique, l'excentricité du LVOT.

RESULTATS Le septum membraneux était significativement plus court chez les patients avec trouble de la conduction post TAVI que chez les patients sains (6.4 vs 7.2 mm - $p = 0.005$). La corrélation était d'autant plus marquée chez les patients avec BBG ($p = 0.05$) ou ayant bénéficié de la pose d'une valve auto-expansible type Medtronic Corevalve ($p = 0.0042$). En ne prenant en compte que les patients avec examen de qualité optimale (161/231 patients), la corrélation apparaissait plus significative. Le seuil < 7 mm avait un OR [IC 95%] à 3.89 [1.87 ; 8.12] ($p < 0.0001$) et une VPP = 60.8 %. Pour ces mêmes patients l'excentricité du LVOT était significativement plus élevée (32 vs 29.2% - $p = 0.0068$). Aucune différence statistiquement significative n'a été mise en évidence concernant la hauteur de naissance de la coronaire gauche, ou le volume et la répartition des calcifications.

CONCLUSION La présence d'un septum membraneux plus court est corrélé à l'apparition de troubles de la conduction cardiaque post-interventionnels. Cette corrélation est d'autant plus significative chez les patients ayant bénéficié de la pose d'une valve de type Medtronic Corevalve. La mesure en routine du septum membraneux pourrait rentrer en compte dans l'algorithme décisionnel du choix de valve prothétique.

Mots-clés :

- TAVI
- Trouble de la conduction
- Bloc de branche gauche
- Bloc atrio-ventriculaire
- Scanner
- Septum membraneux