

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

---

ANNÉE 2019

2019 TOU3 1619

**THÈSE**

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

Présentée et soutenue publiquement  
par

**Nicolas TOURONT**

Lundi 7 Octobre 2019

En salle des thèses faculté de médecine Ranguel Toulouse

**IMPACT DES PARAMETRES DE FONCTION SYSTOLIQUE VENTRICULAIRES  
DROITS PRE-IMPLANTATION SUR LA DEFAILLANCE VENTRICULAIRE  
DROITE ET LES CAPACITES FONCTIONNELLES CHEZ LES PORTEURS  
D'ASSISTANCE MONOVENTRICULAIRE GAUCHE**

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Olivier LAIREZ

**JURY**

Monsieur le Professeur Didier CARRIE	Président
Monsieur le Professeur Michel GALINIER	Assesseur
Monsieur le Professeur Olivier LAIREZ	Assesseur
Monsieur le Professeur Bertrand MARCHEIX	Assesseur
Monsieur le Docteur Clément DELMAS	Suppléant
Monsieur le Professeur Jacques AMAR	Invité

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

---

ANNÉE 2019

2019 TOU3 1619

**THÈSE**

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

Présentée et soutenue publiquement  
par

**Nicolas TOURONT**

Lundi 7 Octobre 2019

En salle des thèses faculté de médecine Ranguel Toulouse

**IMPACT DES PARAMETRES DE FONCTION SYSTOLIQUE VENTRICULAIRES  
DROITS PRE-IMPLANTATION SUR LA DEFAILLANCE VENTRICULAIRE  
DROITE ET LES CAPACITES FONCTIONNELLES CHEZ LES PORTEURS  
D'ASSISTANCE MONOVENTRICULAIRE GAUCHE**

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Olivier LAIREZ

**JURY**

Monsieur le Professeur Didier CARRIE	Président
Monsieur le Professeur Michel GALINIER	Assesseur
Monsieur le Professeur Olivier LAIREZ	Assesseur
Monsieur le Professeur Bertrand MARCHEIX	Assesseur
Monsieur le Docteur Clément DELMAS	Suppléant
Monsieur le Professeur Jacques AMAR	Invité



**IMPACT DES PARAMETRES DE FONCTION SYSTOLIQUE VENTRICULAIRES DROITS PRE-IMPLANTATION SUR LA DEFAILLANCE VENTRICULAIRE DROITE ET LES CAPACITES FONCTIONNELLES CHEZ LES PORTEURS D'ASSISTANCE MONOVENTRICULAIRE GAUCHE**

**Introduction:** La défaillance du ventricule droit (DVD) après l'implantation d'un dispositif d'assistance ventriculaire gauche (DAVG) est une complication grave à l'origine d'une importante morbi-mortalité.

**Objectif:** Étudier l'impact des paramètres de fonction systolique ventriculaires droits (VD) pré-implantation d'un DAVG sur la survenue d'une DVD et sur les capacités fonctionnelles au cours du suivi.

**Méthode et résultats:** Les paramètres cliniques, biologiques, échographiques et hémodynamiques ont été recueillis rétrospectivement chez 51 patients implantés d'un DAVG entre janvier 2008 et mars 2019 au Centre Hospitalo-Universitaire de Toulouse. Le travail myocardique VD a été calculé pour chaque patient. La DVD post-opératoire était définie par la dépendance à un traitement par monoxyde d'azote inhalé  $\geq 48$  heures et/ou à un support inotrope positif  $\geq 14$  jours et/ou le recours à une assistance VD dans les 30 jours suivant l'implantation. La capacité fonctionnelle des patients a été évaluée à 6 mois de la chirurgie par le stade NYHA, le test de marche de 6 minutes et le pic de consommation d'oxygène. Vingt-deux (43%) patients ont présenté une DVD post-opératoire. Il n'y avait pas d'association entre les paramètres de fonction systolique ventriculaires droits pré-opératoires et la survenue d'une DVD d'une part, et les capacités fonctionnelles à 6 mois de l'implantation d'autre part. La surface télé-systolique VD (STSVD) pré-opératoire était plus élevée dans le sous-groupe de patients avec un pic de consommation d'oxygène  $< 12$  ml/min/kg à 6 mois ( $20 \pm 8$  contre  $16 \pm 6$  cm<sup>2</sup>;  $p=0.04$ ). Un seuil de STSVD de 17 cm<sup>2</sup> permettait de prédire avec une sensibilité de 72% et une spécificité de 63% une altération du pic de consommation d'oxygène  $< 12$  ml/min/kg à 6 mois de l'implantation.

**Conclusion:** Les paramètres de fonction systolique ventriculaires droits pré-opératoires ne sont pas associés à la survenue d'une DVD et n'impactent pas les capacités fonctionnelles des patients porteurs d'un DAVG.

---

IMPACT OF PREOPERATIVE RIGHT VENTRICULAR SYSTOLIC FUNCTION ON RIGHT VENTRICULAR FAILURE AND FUNCTIONAL CAPACITIES IN PATIENTS WITH LEFT VENTRICULAR ASSIST DEVICE

---

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Médecine spécialisée clinique

---

MOTS-CLÉS : fonction systolique ventriculaire droite ; assistance ventriculaire gauche; défaillance ventriculaire droite post-opératoire

---

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

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

---

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Olivier LAIREZ

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

**Professeurs Honoraires**

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

**Professeurs Émérites**

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

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

**FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-PURPAN**

37 allées Jules Guesde - 31000 TOULOUSE

Doyen : D. CARRIE

P.U. - P.H. Classe Exceptionnelle et 1 <sup>ère</sup> classe		P.U. - P.H. 2 <sup>ème</sup> classe	
M. ADOUE Daniel (C.E)	Médecine Interne, Gériatrie	Mme BONGARD Vanina	Epidémiologie
M. AMAR Jacques (C.E)	Thérapeutique	M. BONNEVILLE Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. ATTAL Michel (C.E)	Hématologie	M. BUREAU Christophe	Hépat-Gastro-Entéro
M. AVET-LOISEAU Hervé (C.E.)	Hématologie, transfusion	Mme CASPER Charlotte	Pédiatrie
Mme BEYNE-RAUZY Odile	Médecine Interne	Mme CHARPENTIER Sandrine	Médecine d'urgence
M. BIRMES Philippe	Psychiatrie	M. COGNARD Christophe	Neuroradiologie
M. BLANCHER Antoine	Immunologie (option Biologique)	M. LAIREZ Olivier	Biophysique et médecine nucléaire
M. BONNEVILLE Paul (C.E)	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie.	M. LAROCHE Michel	Rhumatologie
M. BOSSAVY Jean-Pierre (C.E)	Chirurgie Vasculaire	M. LEOBON Bertrand	Chirurgie Thoracique et Cardiaque
M. BRASSAT David	Neurologie	M. LOPEZ Raphael	Anatomie
M. BROUCHET Laurent	Chirurgie thoracique et cardio-vascul	M. MARTIN-BLONDEL Guillaume	Maladies infectieuses, maladies tropicales
M. BROUSSET Pierre (C.E)	Anatomie pathologique	M. MARX Mathieu	Oto-rhino-laryngologie
M. CALVAS Patrick (C.E)	Génétique	M. MAS Emmanuel	Pédiatrie
M. CARRERE Nicolas	Chirurgie Générale	M. OLIVOT Jean-Marc	Neurologie
M. CARRIE Didier (C.E)	Cardiologie	M. PORTIER Guillaume	Chirurgie Digestive
M. CHAIX Yves	Pédiatrie	M. RONCALLI Jérôme	Cardiologie
M. CHAUVEAU Dominique	Néphrologie	Mme RUYSEN-WITRAND Adeline	Rhumatologie
M. CHOLLET François (C.E)	Neurologie	Mme SAVAGNER Frédérique	Biochimie et biologie moléculaire
M. DAHAN Marcel (C.E)	Chirurgie Thoracique et Cardiaque	M. SOL Jean-Christophe	Neurochirurgie
M. DE BOISSEZON Xavier	Médecine Physique et Réadapt Fonct.	Mme TREMOLLIERES Florence	Biologie du développement
M. DEGUINE Olivier (C.E)	Oto-rhino-laryngologie	Mme VEZZOSI Delphine	Endocrinologie
M. DUCOMMUN Bernard	Cancérologie		
M. FERRIERES Jean (C.E)	Epidémiologie, Santé Publique		
M. FOURCADE Olivier	Anesthésiologie	<b>P.U. Médecine générale</b>	
M. FOURNIÉ Pierre	Ophthalmologie	M. MESTHÉ Pierre	
M. GAME Xavier	Urologie	M. OUSTRIC Stéphane	
M. GEERAERTS Thomas	Anesthésiologie et réanimation		
M. IZOPET Jacques (C.E)	Bactériologie-Virologie	<b>Professeur Associé Médecine générale</b>	
Mme LAMANT Laurence (C.E)	Anatomie Pathologique	M. ABITTEBOUL Yves	
M. LANG Thierry (C.E)	Biostatistiques et Informatique Médicale	M. POUTRAIN Jean-Christophe	
M. LANGIN Dominique (C.E)	Nutrition		
M. LAUQUE Dominique (C.E)	Médecine Interne	<b>Professeur Associé en Neurologie</b>	
M. LIBLAU Roland (C.E)	Immunologie	Mme PAVY-LE TRAON Anne	
M. MALAUAUD Bernard	Urologie		
M. MANSAT Pierre	Chirurgie Orthopédique		
M. MARCHOU Bruno (C.E)	Maladies Infectieuses		
M. MAZIERES Julien	Pneumologie		
M. MOLINIER Laurent	Epidémiologie, Santé Publique		
M. MONTASTRUC Jean-Louis (C.E)	Pharmacologie		
Mme MOYAL Elisabeth	Cancérologie		
Mme NOURHASHEMI Fatemeh (C.E)	Gériatrie		
M. OSWALD Eric	Bactériologie-Virologie		
M. PARANT Olivier	Gynécologie Obstétrique		
M. PARIENTE Jérémie	Neurologie		
M. PARINAUD Jean (C.E)	Biol. Du Dévelop. et de la Reprod.		
M. PAUL Carle	Dermatologie		
M. PAYOUX Pierre	Biophysique		
M. PAYRASTRE Bernard (C.E)	Hématologie		
M. PERON Jean-Marie	Hépat-Gastro-Entérologie		
M. PERRET Bertrand (C.E)	Biochimie		
M. RASCOL Olivier (C.E)	Pharmacologie		
M. RECHER Christian	Hématologie		
M. RISCHMANN Pascal (C.E)	Urologie		
M. RIVIERE Daniel (C.E)	Physiologie		
M. SALES DE GAUZY Jérôme (C.E)	Chirurgie Infantile		
M. SALLES Jean-Pierre (C.E)	Pédiatrie		
M. SANS Nicolas	Radiologie		
Mme SELVES Janick	Anatomie et cytologie pathologiques		
M. SERRE Guy (C.E)	Biologie Cellulaire		
M. TELMON Norbert (C.E)	Médecine Légale		
M. VINEL Jean-Pierre (C.E)	Hépat-Gastro-Entérologie		

## FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-RANGUEIL

133, route de Narbonne - 31062 TOULOUSE Cedex

Doyen : E. SERRANO

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

**FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE-PURPAN**  
37, allées Jules Guesde – 31000 Toulouse

**FACULTE DE MEDECINE TOULOUSE- RANGUEIL**  
133, route de Narbonne - 31062 TOULOUSE cedex

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

Maîtres de Conférences Associés de Médecine Générale

Dr BIREBENT Jordan  
Dr BOURGEOIS Odile  
Dr CHICOLAA Bruno

Dr FREYENS Anne  
Dr IRI-DELAHAYE Motoko  
Dr LATROUS Leila

DECEMBRE 2018

## **Remerciements**

**A notre Président du jury, Maître et Juge,**

**Monsieur le Professeur Didier CARRIE**

*Doyen de la Faculté de médecine Toulouse Purpan*

*Professeur des Universités*

*Praticien Hospitalier Cardiologue*

Vous me faites l'honneur d'accepter de présider ce jury. J'ai eu le privilège d'apprendre dans vos rangs et mesurer votre investissement et dévouement dans le rayonnement de la cardiologie interventionnelle toulousaine au niveau national et international.

Soyez assuré de ma profonde admiration.



**A notre Juge et Maître,**

**Monsieur le Professeur Michel GALINIER**

*Professeur des Universités*

*Praticien Hospitalier Cardiologue*

Vous me faites l'honneur de juger mon travail. J'ai eu la chance de passer un semestre au sein de votre unité, me familiariser et apprécier les spécificités de cette surspécialité. Recevez toute ma reconnaissance pour votre expertise dans le domaine de l'insuffisance cardiaque.

**A notre Juge, Maître et Directeur de thèse,**

**Monsieur le Professeur Olivier LAIREZ,**

*Professeur des Universités*

*Praticien Hospitalier Cardiologue*

Tu m'as fait l'honneur de diriger cette thèse et de m'avoir guidé tout au long de ce travail. Tu as su te rendre disponible autant de fois que nécessaire pour répondre aux multiples problématiques auxquelles j'ai été confronté. Je te fais également part de ma reconnaissance pour ton expertise pédagogique dans le domaine de l'imagerie cardiaque au cours de mes quatre années d'internat.

**A notre Juge et Maître,**

**Monsieur le Professeur Bertrand MARCHEIX**

*Professeur des Universités*

*Praticien Hospitalier Chirurgien Cardiaque et Vasculaire*

Je vous remercie d'avoir accepté de siéger dans ce jury et d'apporter votre expertise à ce travail dont la thématique est médico-chirurgicale. J'ai eu le privilège d'assister à plusieurs de vos interventions et de mesurer votre dynamisme. J'apprécie également votre professionnalisme qui n'occulte en rien votre amabilité au quotidien.

**A notre Juge et Maître,**

**Monsieur le Professeur Jacques AMAR**

*Professeur des Universités*

*Praticien Hospitalier Cardiologue*

Je suis particulièrement honoré que vous ayez accepté d'assister à la soutenance de ma thèse et de faire partie de mon jury. Veuillez recevoir le témoignage de ma respectueuse considération.

**A notre Juge,**

**Monsieur le Docteur Clément DELMAS**

*Praticien Hospitalier Cardiologue*

J'ai eu l'immense plaisir de travailler avec toi et de profiter pleinement de ton expertise dans le domaine de l'assistance cardiaque. Tu as cette rare faculté de donner goût au travail de recherche qui, à mon sens, est juste l'expression d'une grande passion pour l'exercice pratique de la cardiologie. Enfin un grand merci pour ta disponibilité et pour avoir réussi à me motiver dans les moments plus difficiles.

### A mes Maîtres :

Le Pr ELBAZ, le Pr RONCALLI, le Pr MAURY, le Pr CHAMONTIN, le Pr DULY BOUHANICK ; je vous fais part de ma reconnaissance pour votre investissement dans la pédagogie des internes toulousains.

### A ma famille

-à mes parents qui m'ont toujours apporté leur soutien (même à 8000 km) ces 10 dernières années. A toi **maman**, qui n'a eu cesse de se préoccuper de mon bien être de la 1ere année passée à Dijon aux dernières semaines de mon internat. A toi **papa**, qui a toujours réussi à garder le sourire et m'inonder de pensées positives. Je garde un souvenir ému de ces après-midi passées sur la terrasse de la maison à te réciter mes cours de SVT ;). Finalement, l'enfance que j'ai eu à Beaugendre (alias trou perdu) n'était pas si terrible que ça et je mesure la chance que j'ai eu de grandir dans cet environnement.

-A toi **ma 10 10**, avec qui j'ai grandi et partagé mon enfance. J'écris ces mots en rigolant car je pense à ces séances « forcées » de musculation avec la lili. Je remercie également Tim et toi de vous être occupés au dernier moment de la traduction en anglais de ce fichu titre. Merci pour vos conseils anglophones. A toi **Marine**, je sais qu'il y a eu des moments difficiles mais je suis intimement convaincu que ça nous rapprochera et qu'on pourra en discuter avec légèreté. Je suis content de te retrouver.

-à ma **Véro et mon tonton**, vous avez toujours été présents et réussis à me remonter le moral. J'ai toujours été touché par votre bienveillance et votre gentillesse à mon égard. J'avoue que grâce ? à toi Philippe, je suis pris d'une obsession compulsive pour les belles choses. Il n'y a pas suffisamment de place dans ce paragraphe pour citer les bons moments que j'ai passé avec vous ces dix dernières années. Merci pour tout...

A mes cousines préférées. Encore merci pour tous les bons moments passés ensemble à Noël, au ski et depuis peu à Montbardon. J'ai l'esprit inondé de souvenirs agréables. A toi **Camille**, la grande et sage cousine, maman de jolis bouts de choux, je serai heureux de te revoir. A **Maele**, nous étions inséparables au début de nos années de médecine ; je repense à nos petites soirées *ti punch* et bières au Pub des Halles centrales de Dijon... A ma petite **lili** (pas petite du tout), entre 3 pompes et séries de fractionné dans les marches du Colisée de Chalon, tu es une boule d'énergie positive. Je suis très fier de ton parcours sportif et professionnel.

-A **Cio** merci pour ta gentillesse. A **Dédé**, où que tu sois je ne t'oublierai jamais.

A mes co-internes qui m'ont accompagné pendant l'internat :

-à **Jéjé, Maeva**,

-**Vivi**, agréable au quotidien et qui ne vit pas qu'au rythme de la cardiologie ; j'aurai l'immense plaisir de travailler avec toi pendant les 2 prochaines années

-**Lucas**, le calme avant tout, parfois (un peu) anxieux mais tellement gentil, je suis content d'être ton futur co chef pour 2 ans.

-**Gaétan**, ce mémoire d'USIC que l'on a fait ensemble en 10 jours était le simple reflet d'une entente et d'une organisation parfaite ☺ .

-**Slimane « le capacitaine mercenaire »**, ta tête est mise à prix au siège national des URSSAF...

-**Dan, Aénora** je pense à toi quand je songe à ce semestre de galère à la 13 ; on aura réussi à surmonter cela

-**et à Guigui**, l'âme et le savoir d'un rythmologue avertis dès le début de l'internat.

Au total, une **super promo** qui me laissera un souvenir indélébile. Et dire que 4 ans en arrière, nous nous retrouvions ensemble la première fois face à ce bon vieux Paul Ohayon qui tentait de nous (r ?) assurer sur le choix que nous avons fait quelques semaines plus tôt. Je peux le dire maintenant, avec vous, l'internat de cardiologie à

Toulouse c'était cool. J'espère que nous continuerons d'organiser des apéros, des we ski...

-A mon bon **Grégoire B.**, qui n'a eu de cesse de toujours trouver des excuses pour ne pas m'accompagner fouler les chemins de Pech David.

-A toi **Robin B.**, merci de m'avoir accepté dans la coloc et de me laisser te doubler parfois dans les coteaux. Au moment où j'écris ces lignes, tu restes encore number one sur le « chemin du Christ »...

-A **Damien** que j'ai sollicité sans cesse pendant 6 mois, en plein stage à la 13, pour m'ouvrir des sessions Teamviewer. Merci, sans toi le recueil aurait été plus long.

-A toi **J. Brunel** et nos discussions passionnées sur les chronographes et plongees helvétiques. Certains ont une passion pour les timbres, nous c'est pour les mouvements mécaniques à remontage automatique.

- A toi **Hugo**, jeune espoir du cyclisme ranguillois, tu es une personne que j'apprécie beaucoup surtout après avoir bu quelques verres de sambuca...

-A toi **Charles G.**, futur professeur des universités (à en croire les dires de Mme B.) , baron du baby et sainteté du TSAo, je tiens à te dire que j'ai passé un excellent dernier semestre en ta compagnie. N'hésite pas à m'appeler en cas de difficulté sur la gestion de l'AMLOR ...

-A **Coralia, Nathan et Kevin**, non je ne vous ai pas oublié, j'ai également apprécié bosser avec vous. Profitez de votre début d'internat.

-Aux **internes de Tarbes Hiver 2018-2019**, sûrement le semestre le plus sympa de mon internat, un super groupe que j'ai plaisir à revoir.

#### Aux amis qui me sont chers:

-A **Kenny et Pascal mes amis d'enfance**, on s'est vraiment éclaté en Guadeloupe.

-A mon Greg « *couz* », j'ai fait ta connaissance dans une fontaine à Mauvezin il y a 4 ans et je prends toujours autant de plaisir à te voir. Allez encore quelques années de labeur et tu pourras opérer mes patients. A ta douce Guillemette, qui m'a supporté pendant 1 mois et à ces délicieux Yaourts maisons... Merci pour votre accueil, heureusement que vous étiez là !!



A mes chefs qui ont toujours pris le temps de répondre à mes nombreuses interrogations :

-Au **Dr Paul OHAYON**, qui m'a initié à la coronarographie : bam petite radiale dans le camion à l'entrée de l'Hopital, dilatation d'un TCG et sortie de la patiente sous 0°C, histoire de bien ancrer le *sdent*. Merci pour ton calme et ta pédagogie.

-A **toi Alex DUPARC**, j'ai eu l'immense plaisir de te rencontrer, te côtoyer initialement au travail et maintenant en dehors. J'espère pouvoir prendre le départ d'un nouveau triathlon avec toi l'an prochain ☺.

-Au **Dr ABDENNADHER. M ; Dr GENDRE. R ; Dr DEMASLES. C ; Dr PREHU. D (merci pour le petit cadeau) ; Dr SERRANO M ; Dr PRIPON. S**; merci de m'avoir accueilli dans votre service et de m'avoir transmis une partie de votre savoir. C'est avec un immense plaisir que reviens à chaque fois à l'Hôpital de Tarbes.

-Au **Dr BRIERRE. G**, tu m'as enseigné l'ETT, comment implanter une pile et contrôler un boîtier. Ton professionnalisme m'a franchement touché.

-Aux CCA qui m'ont tout appris, le **Dr SEGURO, ANDRE, QUILLOT, CARIOU, ORLOFF, MOINE (merci patron), ROBIN, MONTEIL Benjamin, ITIER, DELON (2), QVS, BLANCO, CHOLLET.**

-A **Pauline FOURNIER**, tu as (quasiment) tout le temps le sourire et c'est vraiment vraiment hyper agréable de bosser avec toi. De plus tu as souvent été de très bons conseils dans le domaine de l'insuffisance cardiaque et de l'imagerie.

A l'équipe médicale de vasculaire :

-Au **Dr VANNIER. M** : grâce à toi j'ai désacralisé les rénales et j'ai adopté la véritable position de l'EDARiste. Merci pour ton calme et ta pédagogie.

-Au **Dr THERY. A** : merci pour tes bons conseils, les astuces. Je te remercie infiniment de m'avoir ouvert cette vacances d'exploration qui me permettra de continuer à vous croiser.

-A **toi FX** : véritable patron de ce service, par tes connaissances exceptionnelles j'ai élargi mon champs de vision en développant un semblant de culture médicale extra cardiologique. J'ai énormément appris pendant 6 mois à tes côtés et je t'en remercie.

-Au **Dr JAMMES**, « une sordide scoumoune », au **Dr KNAFO**, à **la Bille**, **COSTANZO**, **THEVENOT**, **DUQUESNE**, **la ROCHICHIOLE**, **DUNOYER** merci pour votre bonne humeur, j'ai passé un super semestre.

Aux équipes para-médicales :

-En premier lieux, à toi **Sophie B.**, je te réserve ces premières lignes car tu as toujours été présente dans les bons et moins bons moments. Malgré les difficultés inhérentes à la vie de chacun, tu m'as toujours ouvert ta porte. Merci pour les apéros et les longues discussions (philosophiques ou pas d'ailleurs). J'en profite pour remercier Mathieu par la même occasion à qui j'ai souvent imposé ma présence.

-Au reste de l'équipe de la 62, **Sophie.M**, **Marlène**, **Nadège (tu resteras pour moi à la 62 pour toujours)**, **Nath et JJ** les doyens ☺, **l'équipe de nuit**, **Patricia L** et **toutes les autres**. Merci pour votre accueil.

-A l'équipe para médicale du SUSI de Tarbes ; **Camille**, **Emilie**, **Jean Marc**, **Serge**, **Marine**, **Laura**, **Jessica**, **Florence**, **Celia**, **Manon**, **Gaelle**, **Valérie**, **Saumia**, **Joelle** et j'en oublie certainement. Merci pour votre bienveillance et votre accueil. C'est toujours un grand plaisir de vous revoir.

- A **l'ancienne équipe d'HTA** et à **la nouvelle** que je ne connais que très peu. A **Bruno**, j'attends ton coup de fil dès le printemps prochain pour pédaler.

-Aux **IDE**, **AS de la 13**, de **l'USIC**, de **la 63**. A **Marion**, **Françoise** et **Cath**, merci pour les milliards de rajouts que vous avez acceptés.

*A ma brunette, le début d'une belle histoire...*

# Table des matières

<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>8</b>
<b>TABLE DES MATIERES.....</b>	<b>20</b>
<b>LISTE DES ABREVIATIONS.....</b>	<b>22</b>
<b>I. INTRODUCTION/ CONTEXTE.....</b>	<b>23</b>
1. LA TRANSPLANTATION CARDIAQUE .....	23
1.1 <i>Epidémiologie.....</i>	23
1.2 <i>Allocation des greffons.....</i>	23
2. L'ASSISTANCE VENTRICULAIRE GAUCHE CHRONIQUE .....	25
2.1 <i>Études bibliographiques de référence.....</i>	25
2.2 <i>Indications des dispositifs chroniques d'assistance du ventricule gauche.....</i>	27
2.3 <i>Les complications de l'assistance cardiaque gauche chronique.....</i>	28
3. LA DÉFAILLANCE VENTRICULAIRE DROITE POST-OPÉATOIRE .....	28
3.1 <i>Épidémiologie de la défaillance ventriculaire droite .....</i>	28
3.2 <i>Physiopathologie de la défaillance ventriculaire droite post-opératoire .....</i>	28
3.3 <i>Les paramètres conventionnels corrélés à l'apparition d'une défaillance ventriculaire droite post-opératoire .....</i>	29
3.4 <i>Le travail myocardique.....</i>	32
3.5 <i>Les problématiques de la défaillance ventriculaire droite post-opératoire.....</i>	33
3.6 <i>Objectifs de l'étude .....</i>	34
<b>II. MATERIELS ET METHODE.....</b>	<b>35</b>
1. CONCEPTION DE L'ÉTUDE ET POPULATION ETUDIÉE .....	35
2. VARIABLES ETUDIÉES .....	35
2.1 <i>Éléments du terrain et caractéristiques de base .....</i>	35
2.2 <i>Données échocardiographiques .....</i>	36
2.3 <i>Cathétérisme cardiaque droit.....</i>	37
2.4 <i>Données post-implantation .....</i>	37
3. CRITÈRES DE JUGEMENT .....	37
4. ANALYSE STATISTIQUE.....	38
<b>III. RESULTATS.....</b>	<b>39</b>
1. CARACTÉRISTIQUES DE BASE DE LA COHORTE ENTIÈRE .....	39
2. OBJECTIF PRINCIPAL : IMPACT DES PARAMÈTRES DE FONCTION SYSTOLIQUE VENTRICULAIRES DROITS PRÉ-OPÉATOIRES SUR LA SURVENUE D'UNE DÉFAILLANCE VENTRICULAIRE DROITE POST-IMPLANTATION D'UNE ASSISTANCE VENTRICULAIRE GAUCHE .....	40
2.1 <i>Données démographiques et biologiques pré-opératoires .....</i>	42
2.2 <i>Données écho-cardiographiques pré-opératoires.....</i>	42
2.3 <i>Données hémodynamiques pré-opératoires .....</i>	42
3. OBJECTIFS SECONDAIRES DE L'ÉTUDE .....	43
3.1 <i>Impact des paramètres de fonction systolique ventriculaires droits pré-opératoires sur la capacité fonctionnelle à 6 mois des patients implantés d'un DAVG .....</i>	43
3.2 <i>Impact des paramètres de fonction systolique ventriculaires droits pré-opératoires sur la mortalité à 6 et 12 mois après implantation du DAVG.....</i>	45
<b>IV. DISCUSSION.....</b>	<b>47</b>
LES PARAMÈTRES DE FONCTION SYSTOLIQUE VENTRICULAIRES DROITS.....	47
LIMITES DE L'ÉTUDE .....	49
<b>V. CONCLUSION .....</b>	<b>52</b>

<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>53</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>57</b>
ANNEXE 1. RESUME EN ANGLAIS .....	57
ANNEXE 2. TABLEAUX .....	58
ANNEXE 3. SERMENT MEDICAL D'HIPPOCRATE .....	60

## Liste des abréviations

AUC : aire sous la courbe

DAVG : dispositif d'assistance ventriculaire gauche

DTDVD : diamètre télédiastolique du VD

DVD : défaillance du ventricule droit

FRVD : fraction de raccourcissement du VD

HTAP : hypertension artérielle pulmonaire

IC : index cardiaque

INTERMACS: Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support

ITVtr : intégrale temps vitesse tricuspide

LAI : index d'adaptation à la charge

NO : monoxyde d'azote

PAPd : pression artérielle pulmonaire diastolique

PAPI : index de pulsatilité artérielle pulmonaire

PAPm : pression artérielle pulmonaire moyenne

PAPP : pulmonary arterial proportional pulse pressure

PAPs : pression artérielle pulmonaire systolique

PCP : pression capillaire pulmonaire

POD: pression de l'oreillette droite

RAP : résistance artérielle pulmonaire

ROC: receiver operator characteristic

RVSWI: right ventricular stroke work index

SLG : strain longitudinal global

TAPSE : excursion systolique du plan de l'anneau tricuspide

VD : ventricule droit

VO2: consommation d'oxygène

## **I. Introduction/ Contexte**

L'insuffisance cardiaque terminale représenterait 2 à 5% des IC globales <sup>1</sup>.

Malgré l'optimisation des traitements et des stratégies de revascularisation coronaire, l'évolution à ce stade se fait souvent vers le choc cardiogénique où la mortalité à 1 mois est de l'ordre de 40-50%, voire supérieure à 80% en cas de choc cardiogénique réfractaire au traitement médical par amines <sup>1,2</sup>. A ce stade de la maladie, le traitement de référence reste la transplantation cardiaque ou le recours à un dispositif d'assistance ventriculaire gauche (DAVG) chronique.

### **1. La transplantation cardiaque**

#### 1.1 Epidémiologie

Depuis le 27 Avril 1968, date de la première transplantation cardiaque en France, 13 680 greffes cardiaques ont été réalisées soit un taux de greffe de 7 par million d'habitants en 2017 <sup>3</sup>. En 2017, 467 patients (53%) ont été greffés alors que 874 patients étaient inscrits sur liste d'attente. La pénurie de greffons mesurée par le nombre total de candidats (à une greffe) pour un greffon est de 1,9 et le nombre de nouveaux inscrits pour un greffon est de 1,2 candidats en 2017.

La pénurie de greffons est la principale limite à la transplantation cardiaque avec comme corollaire un allongement du temps d'attente et donc une aggravation de l'état des patients et une augmentation de la mortalité sur liste. Cette même année, environ 60 patients (7%) sont décédés ou sortis de liste pour aggravation.

#### 1.2 Allocation des greffons

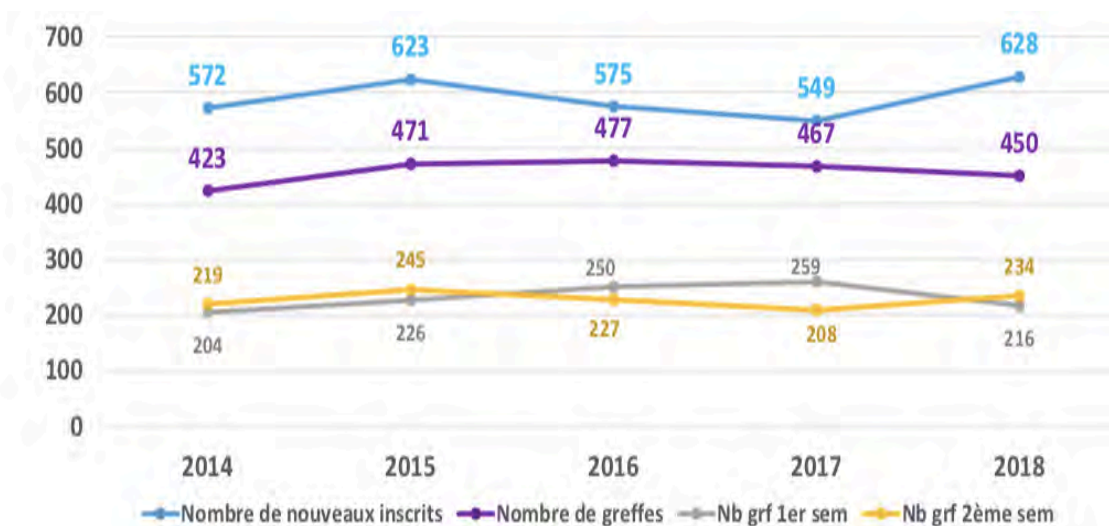
L'allocation des greffons répond à des critères d'urgence, des critères cliniques et à la politique d'acceptation et de refus des propositions de greffons faites aux équipes.

De 2004 au 2 Janvier 2018, le mode d'attribution des greffons était basé sur les urgences régionales et les trois types de Super Urgences nationales.

Depuis Janvier 2018, l'allocation des greffons est fonction d'un Score (le Score Cœur) calculé de façon informatisée à partir de critères biologiques (NT-pro-BNP/BNP, bilirubine totale, débit de filtration glomérulaire) mis à jours régulièrement et de critères d'urgence (présence d'une assistance circulatoire de type Extra Corporeal Membrane Oxygenation par exemple). Ce score est ensuite pondéré par des critères d'appariement (âge, sexe, surface corporelle et groupe sanguin) puis une nouvelle fois pondéré par la distance entre donneur et centre receveur.

En 2018 en France <sup>3</sup>, 450 greffes ont été réalisées soit une diminution -3,6% par rapport aux années précédentes avec une augmentation de la pénurie de greffons (nombre de nouveaux inscrits pour un greffon à 1,4) expliquée en partie par une augmentation du nombre de nouveaux inscrits en lien avec une augmentation du nombre de candidats sous assistance circulatoire (**Figure 1**).

**Figure 1 :** Activité d'inscription et de greffe cardiaque en France depuis 2014. *Source : Agence de la Biomédecine : Activité de prélèvement et de greffe-Synthèse nationale 2018.*



Par ailleurs, 68 patients sont décédés sur liste d'attente ou sortis de liste pour aggravation. Cette proportion, qui peut paraître importante, reste relativement stable par rapport aux années précédentes.



L'avènement des assistances cardiaques chroniques a ainsi permis de pallier les conséquences de la pénurie de greffons et devient une alternative de choix pour ces patients en attente de greffe.

## **2. L'assistance ventriculaire gauche chronique**

### **2.1 Études bibliographiques de référence**

La démonstration de l'intérêt thérapeutique de ces dispositifs se fonde sur le registre nord-américain *Interagency Registry of Mechanically Assisted Circulatory Support (INTERMACS)* dont l'analyse des données fait l'objet d'un rapport annuel, ainsi que sur les études randomisées REMATCH et les études comparant les différents DAVG entre eux.

L'étude REMATCH <sup>4</sup> publiée en 2001 a modifié considérablement la prise en charge des patients en IC terminale récusés pour une transplantation cardiaque. En effet, cette étude a montré la supériorité du DAVG par rapport au traitement médical où la survie à 2 ans dans le groupe traitement médical était de 8% contre 24% dans le groupe assistance.

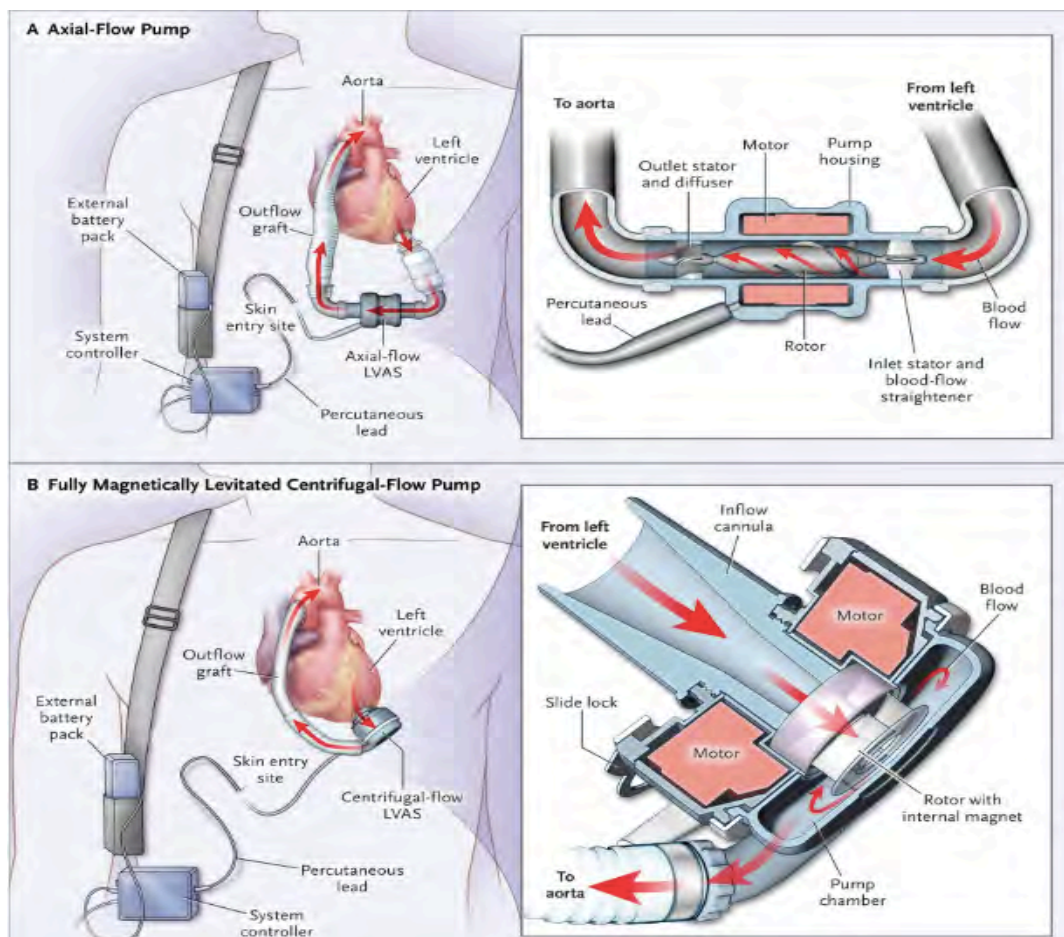
Le registre INTERMACS est une base de données nationale prospective sur l'assistance mécanique de longue durée aux États-Unis.

Les rapports précédents ont confirmé l'abandon des dispositifs à flux pulsatile au profit des assistances à flux continu.

Le 8<sup>e</sup> rapport annuel <sup>5</sup> présente les données collectées entre le 23 Juin 2006 et le 31 Décembre 2017. Sur cette période, 18 539 patients ont été implantés d'une assistance cardiaque ventriculaire gauche à flux continu dont 78% avec un flux axial (22% avec un flux centrifuge). Les patients avec dispositifs à flux axial ou centrifuge avaient un taux de survie à 1 an voisin de 85% et à 5 ans à 46%.

Une nouvelle assistance circulatoire à flux continu centrifuge par lévitation magnétique complète (HEARTMATE 3<sup>®</sup> Abbott) a été mise au point pour réduire le stress de cisaillement des globules rouges et ainsi éviter l'hémolyse et la thrombose de pompe (*figure 2*). L'analyse des résultats du suivi à 2 ans des patients porteurs d'un HeartMate3<sup>®</sup> confirme une amélioration de la survie à 6 mois, 1 an et 2 ans (respectivement 92%, 81% et 74%)<sup>6</sup> et la diminution des complications au cours du suivi.

**Figure 2 :** Les assistances cardiaques à flux continu  
*Mehra MR et al. NEJM Feb 2017*<sup>7</sup>



Par ailleurs, la sécurité de ce dispositif a été largement démontrée. En effet, les patients implantés de telle assistance présentent moins d'accidents vasculaires

cérébraux ou d'évènements hémorragiques (meilleure hémocompatibilité) et sont moins sujets aux ré-interventions chirurgicales pour défaillance de l'assistance à 6 mois et 2 ans post-implantation<sup>7,8</sup>. Par ailleurs, les durées d'hospitalisation sont raccourcies, le nombre de ré-hospitalisation pour évènements indésirables liés au dispositifs est diminué et par conséquent les coûts engendrés sont moindres avec un meilleur rapport coût/qualité<sup>9</sup>. Ces résultats signent la supériorité des assistances à flux centrifuge par rapport à celles à flux axial.

## 2.2 Indications des dispositifs chroniques d'assistance du ventricule gauche

La classification INTERMACS (**figure 3**) stratifie les patients souffrant d'IC avancée en 7 niveaux et guide leur prise en charge.

Les critères retenus pour l'indication d'une assistance mécanique mono-ventriculaire gauche de longue durée sont issus du dernier consensus européen d'experts de 2019<sup>10</sup> : un patient classe New York Heart Association (NYHA) IIIB–IV avec une FEVG ≤ 25% et avec au moins un des critères suivants à savoir : un niveau INTERMACS 2 à 4 et/ou la dépendance à un support inotrope positif et/ou une dysfonction progressive d'organe et/ou un pic de consommation d'oxygène (VO<sub>2</sub>) < 12 ml/min/kg et/ou la dépendance à un dispositif d'assistance cardiaque temporaire.

**Figure 3** : Profils INTERMACS D'après ESC Guidelines 2016 for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure<sup>11</sup>

INTERMACS level	NYHA Class	Description	Device	1y survival with LVAD therapy
1. Cardiogenic shock "Crash and burn"	IV	Haemodynamic instability in spite of increasing doses of catecholamines and/or mechanical circulatory support with critical hypoperfusion of target organs (severe cardiogenic shock).	ECLS, ECMO, percutaneous support devices	52.6±5.6%
2. Progressive decline despite inotropic support "Sliding on inotropes"	IV	Intravenous inotropic support with acceptable blood pressure but rapid deterioration of renal function, nutritional state, or signs of congestion.	ECLS, ECMO, LVAD	63.1±3.1%
3. Stable but inotrope dependent "Dependent stability"	IV	Haemodynamic stability with low or intermediate doses of inotropics, but necessary due to hypotension, worsening of symptoms, or progressive renal failure.	LVAD	78.4±2.5%
4. Resting symptoms "Frequent flyer"	IV ambulatory	Temporary cessation of inotropic treatment is possible, but patient presents with frequent symptom recurrences and typically with fluid overload.	LVAD	78.7±3.0%
5. Exertion intolerant "Housebound"	IV ambulatory	Complete cessation of physical activity, stable at rest, but frequently with moderate fluid retention and some level of renal dysfunction.	LVAD	93.0±3.9%
6. Exertion limited "Walking wounded"	III	Minor limitation on physical activity and absence of congestion while at rest. Easily fatigued by light activity.	LVAD / Discuss LVAD as option	-
7. "Placeholder"	III	Patient in NYHA Class III with no current or recent unstable fluid balance.	Discuss LVAD as option	-

### 2.3 Les complications de l'assistance cardiaque gauche chronique

Les patients porteurs de DAVG sont exposés à nombre de complications qui grèvent leur pronostic. Ce constat est d'autant plus vrai que l'assistance a été implantée dans un but terminal (*destination therapy*)<sup>7</sup>. Les complications sont dominées par les infections du système d'assistance (infection du câble d'alimentation jusqu'à l'infection du corps de pompe). Les thromboses de pompe, les défaillances mécaniques de l'assistance, les accidents hémorragiques et la défaillance du ventricule droit (VD) sont les autres complications associées à un taux important de ré-hospitalisation non prévues, elles même corrélées à une plus grande mortalité<sup>12</sup>.

## **3. La défaillance ventriculaire droite post-opératoire**

### 3.1 Épidémiologie de la défaillance ventriculaire droite

Parmi les complications reconnues du DAVG, la défaillance précoce du VD est une cause majeure de morbi-mortalité. Son incidence rapportée varie selon les études ; elle apparaîtrait précocement chez 15 à 40 % des patients implantés d'un DAVG<sup>9,11-14</sup> et serait associée à un plus mauvais pronostic à court et long terme. En effet, les patients ayant présenté une DVD post-opératoire ont un taux de mortalité variable selon les séries, mais élevé, estimé entre 19 à 43%<sup>2,15-17</sup>. Par ailleurs, un phénomène de plus en plus problématique a été décrit et est celui de l'apparition tardive de cette DVD après la chirurgie<sup>17</sup>, également associée à un surcroît de mortalité.

### 3.2 Physiopathologie de la défaillance ventriculaire droite post-opératoire

Le DAVG influence de plusieurs façon la fonction VD ; certaines étant bénéfiques d'autres préjudiciables. La décharge du VG induite par le DAVG entraîne directement une réduction de la pression capillaire pulmonaire. Cette pression représentant une grande partie de la post-charge mécanique du VD, une réduction peut avoir un impact positif sur sa capacité d'éjection. Toutefois, en augmentant le débit sanguin systémique, le DAVG augmente par la même occasion la pré-charge et le volume du

VD et par conséquent modifie sa géométrie<sup>18</sup>. La géométrie VD est également modifiée par l'aspiration septale liée à la pompe d'une part mais également par la canule de réinjection (sortie) longeant et collant la paroi libre du VD d'autre part<sup>18</sup>.

Par ailleurs, cette surcharge en pression ou en volume ventriculaire entraîne une modification de la géométrie septale avec probablement une orientation plus transversale des fibres musculaires à l'origine d'une dyskinésie et d'une défaillance du septum interventriculaire<sup>19,20</sup>. La décharge du ventricule gauche peut donc aboutir, via cette interdépendance ventriculaire médiée par le septum interventriculaire, à une altération de la contractilité du VD.

Enfin, l'existence d'une coronaropathie responsable d'une ischémie et donc d'une dyskinésie septale, d'une dysfonction VD antérieure à l'implantation, d'une diminution à moindre degré de la post-charge VD et la survenue d'arythmies ventriculaires et supra-ventriculaires sont autant de facteurs responsables d'une défaillance VD après assistance mono VG.

### 3.3 Les paramètres conventionnels corrélés à l'apparition d'une défaillance ventriculaire droite post-opératoire

#### 3.3.1 *Paramètres cliniques et biologiques*

L'analyse des dernières études fait ressortir de façon récurrente deux paramètres prédictifs de dysfonction VD : un support ventilatoire invasif et un support inotrope positif pré-opératoire. Par ailleurs, une insuffisance hépatique ou rénale avec nécessité de dialyse pré-opératoire semblent être également des facteurs de risque de recours à une assistance droite post-opératoire<sup>14,21,22</sup>.

#### 3.3.2 *Paramètres de cathétérisme cardiaque droit*

Le cathétérisme cardiaque droit a été largement adopté comme un précieux outil dans l'évaluation pré-opératoire du risque de DVD post-implantation. En effet, il permet de recueillir des paramètres de pression dont certains sont associés à un risque accru de DVD.

*Kormos et coll* montrent qu'une élévation de la pression de l'oreillette droite (POD) au-delà de 15 mmHg et un ratio POD/pression capillaire pulmonaire (PCP) > 0,63, sont significativement associés à la survenue d'une DVD précoce<sup>15</sup>.

Par ailleurs, un index reflétant le travail d'éjection du VD, calculé à partir des données du cathétérisme cardiaque droit a été étudié: le Right Ventricular Stroke Work Index (RVSWI) = (Pression artérielle pulmonaire moyenne(PAPm) – pression de l'oreillette droite(POD)) x Volume éjecté, avec volume éjecté = Index Cardiaque/Fréquence Cardiaque. Un index bas < 300 mmHg.mL.m<sup>-2</sup> est associé à une augmentation des DVD post-opératoires<sup>14</sup>.

Dans une étude, *Kang et coll* étudie un index hémodynamique pré-opératoire nommé « *index de pulsatilité artérielle pulmonaire* » (PAPi) défini comme le rapport de la pression pulsée pulmonaire sur la POD<sup>23</sup>. La pression pulsée étant la soustraction de la pression artérielle pulmonaire systolique (PAPs) et de la pression artérielle pulmonaire diastolique (PAPd), le PAPI correspond à la formule (PAPs-PAPd)/POD. Lorsque cet index est à 2, il est corrélé à la survenue d'une DVD et à la nécessité de la mise en place d'une assistance cardiaque droite.

Enfin, le couplage ventricule droit/pression artérielle pulmonaire, en lien avec la pression pulsée est estimé par un indice « *pulmonary arterial proportional pulse pressure* » (PAPP), étudié par *Mazimba et coll* dans l'insuffisance cardiaque avancée<sup>24</sup>. Il s'agit du rapport de la pression pulsée sur la PAPs soit PAPP=(PAPs-PAPd)/PAPs. Mazimba et coll ont pu montrer dans une population d'insuffisants cardiaques sévères, qu'un PAPP<0,5 est associé à une augmentation des événements cliniques graves comme le décès.

Le cathétérisme cardiaque droit a donc une place très importante dans la sélection des patients éligibles à une transplantation cardiaque ou à une assistance mono VG.

Des résistances pulmonaires élevées contre-indiquent la transplantation cardiaque compte tenu du risque de défaillance primaire du greffon. Dans cette situation où la maladie est très avancée, la discussion d'une assistance cardiaque gauche est légitime

car la décharge du VG permet dans un grand nombre de cas de diminuer les résistances artérielles pulmonaires et de permettre à nouveau le projet de greffe.

### 3.3.3 Paramètres écho-cardiographiques

L'échocardiographie transthoracique (ETT) est un examen non invasif et facilement disponible.

L'évaluation du VD est donc un temps fort de la sélection des patients avant l'implantation d'un DAVG. De ce fait, de nombreuses études ont mis en évidence des paramètres échocardiographiques pré-implantatoires prédictifs de la survenue d'une DVD.

En effet, l'excursion systolique du plan de l'anneau tricuspide (TAPSE) <7,5 mm, une fraction de raccourcissement du VD (FRVD) <30% ou un *strain* longitudinal global (SLG) de la paroi libre du VD >-9,6% avant implantation, sont associés à la survenue d'une DVD post-opératoire<sup>22-25</sup>.

Dandel et coll, ont pu mettre en évidence un paramètre corrélé à l'apparition d'une DVD. Il s'agit de l'index d'adaptation à la charge (LAI) =  $\text{ITVtr (cm)} \times \text{Led (cm)} / \text{Aed (cm}^2\text{)}$ <sup>26</sup>.

Cet index échographique reflète l'adaptation à la charge du VD, comprenant l'intégrale temps-vitesse de l'insuffisance tricuspide (ITVtr), la longueur du VD en apicale 4 cavités mesurée en fin de diastole, et la surface du VD en télédiastole en apicale 4 cavités. Dans cette étude, les patients avec un LAI  $\leq 14$  étaient plus à risque de développer une DVD.

Cependant, du fait de sa géométrie complexe mais également des conditions de charges pendant l'examen, l'évaluation échographique du VD reste difficile, à l'origine de résultats discordants soulignés par la méta-analyse de Bellavia et coll en 2018, qui ne retrouve pas de corrélation significative entre une altération du SLG de la paroi libre du VD et l'apparition post-implantation d'une DVD<sup>21</sup>.

### 3.4 Le travail myocardique

Le « stroke work » correspond à l'aire de la boucle pression-volume.

Russel et coll a décrit une méthode simple capable d'estimer les pressions du VG de manière non invasive, en se basant sur la mesure de la pression au brassard huméral et les évènements valvulaires (fermeture et ouverture des valves mitrale et aortique)<sup>27</sup>.

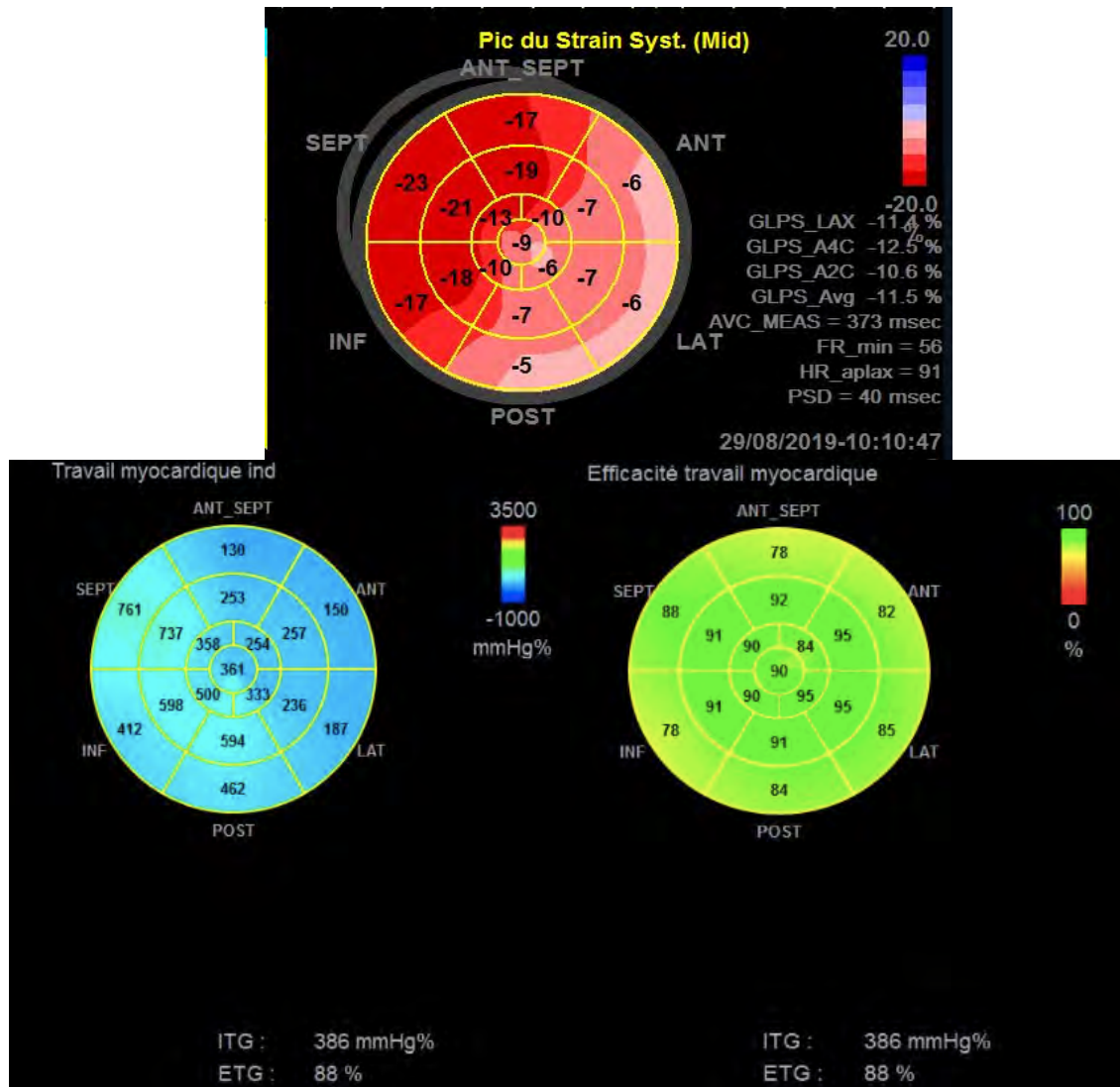
Le « stroke work » correspond à l'estimation du travail fourni par le myocarde (en négligeant les pertes d'énergie) qui, pour chaque segment, peut être exprimé comme le *strain* segmentaire sur l'aire de pression ventriculaire gauche.

Le module Myocardial Work® (Healthcare General Electrics) demande à l'utilisateur de renseigner la pression artérielle mesurée au brassard et les évènements valvulaires mitraux et aortiques. La pression systolique au brassard est utilisée pour estimer le pic de pression systolique du ventricule gauche. L'ensemble permet de calculer le travail myocardique segmentaire et global (en mmHg%) ainsi que l'efficacité de ce travail (en %) (**figure 4**). Le travail est évalué de la fermeture de la valve mitrale jusqu'à son ouverture, en d'autres termes pendant la systole mécanique incluant la relaxation iso-volumétrique.

Dans des conditions de pression artérielle et *strain* longitudinal global (SLG) normaux (120 mmHg et -20% respectivement), le travail myocardique doit être de 2400 mmHg% avec une efficacité du travail de 100%.

Jusqu'à lors, ce paramètre n'a été utilisé que dans l'étude du travail myocardique VG. Compte tenu de la plus nette sensibilité du VD aux conditions de charge, il semble intéressant de recourir à cette évaluation non invasive du travail du VD. Nous avons donc adapté les modalités de traitement du module Myocardial Work® pour l'étude du VD avant l'implantation d'un DAVG.





**Figure 4 :** Figures “en oeil de boeuf” évaluant le travail myocardique global et l’efficacité du travail myocardique du ventricule droit. *Samset ; Healthcare GE.*

### 3.5 Les problématiques de la défaillance ventriculaire droite post-opératoire

Le temps diagnostique de la DVD est une difficulté récurrente dans les diverses publications car sa définition n’est pas consensuelle et donc à l’origine d’une incidence très variable d’une étude à l’autre. Qu’elle soit précoce ou tardive, elle repose à l’heure actuelle sur des paramètres de réanimation.

La DVD post-opératoire précoce est définie par la présence de signes d’insuffisance cardiaque droite et la dépendance à un traitement inotrope positif pour une durée supérieure ou égale à 14 jours ou à un traitement par monoxyde d’azote inhalé (NOi)

pendant plus de 48h ou le recours à une assistance cardiaque droite, dans les 30 jours suivant l'implantation du DAVD<sup>16,28</sup>.

La survenue d'une DVD après l'implantation d'un DAVG augmente la mortalité post-opératoire, allonge les durées de séjours en unité de soins intensifs, retarde la sortie de l'hôpital et est corrélée à une augmentation de la morbi-mortalité après une transplantation cardiaque justifiant une meilleure compréhension de sa physiopathologie<sup>29</sup>.

Sélectionner en préopératoire les patients les plus à risque de développer une DVD après l'implantation d'un DAVG est un défi qui reste problématique. En effet, les études ayant pour but d'évaluer les paramètres pré-opératoires prédictifs d'une DVD post-implantation de DAVG, sont discordantes<sup>21</sup>.

De plus, l'implantation chirurgicale du DAVG induit une augmentation de la pré-charge et donc du volume VD, des modifications de sa géométrie et de la cinétique du septum interventriculaire, soit autant de facteurs prédisposant à une DVD.

Compte tenu d'une nette sensibilité du VD à la post-charge, une évaluation échographique selon les conditions de charge semble intéressante. Nous avons donc adapté les modalités de traitement du module Myocardial Work® à l'étude du VD avant l'implantation d'un DAVG<sup>27</sup>.

### 3.6 Objectifs de l'étude

L'objectif principal de notre étude était d'évaluer l'impact du travail myocardique et des paramètres conventionnels de fonction systolique VD pré-opératoires sur la survenue d'une défaillance du VD post-implantation d'un DAVG.

Les objectifs secondaires étaient l'évaluation de l'impact du travail myocardique et des paramètres conventionnels de fonction systolique VD pré-opératoires sur les paramètres fonctionnels à 6 mois et sur la mortalité à 6 et 12 mois de l'implantation du DAVG.

## **II. Matériels et méthode**

### **1. Conception de l'étude et population étudiée**

Nous avons analysé de manière rétrospective les données cliniques, biologiques, échocardiographiques et hémodynamiques des patients implantés d'un DAVG au Centre Hospitalier Universitaire de Toulouse entre Janvier 2008 et Mars 2019. Seuls les patients ayant bénéficié d'un cathétérisme cardiaque droit et d'une échocardiographie avec coupes sur le VD ont été inclus dans l'analyse soit 51 patients dans une cohorte de 99 patients porteur de DAVG.

### **2. Variables étudiées**

Les données pré- et post-implantation ont été extraites des dossiers médicaux informatisés des patients. Une recherche dans les archives papiers a permis de compléter le recueil de données lorsque les informations étaient manquantes.

#### 2.1. Éléments du terrain et caractéristiques de base

Nous avons recueilli les caractéristiques démographiques habituelles des patients.

Les données de l'évaluation fonctionnelle pré-implantation (pic de consommation d'oxygène (VO<sub>2</sub>), test de marche de 6 min, stade NYHA) ainsi que les données évaluant le degré de sévérité (profils INTERMACS, utilisation en pré-opératoire d'un support inotrope positif, vasopresseur, le recours à une assistance cardiaque ou circulatoire, à une ventilation mécanique invasive ou à une épuration extra-rénale) ont également été analysées.

Le recueil des résultats biologiques a été réalisé dans les 48 heures maximum avant l'implantation.

## 2.2. Données échocardiographiques

Les images échographiques ont été retraitées pour recueillir des paramètres d'évaluation du ventricule droit à l'aide du logiciel EchoPAC® (version V3, General Electric-Vigned). Les images échographiques ont été réalisées sur des Vivid E9, E95 et S70 (General Electrics®, Horton, Norway). L'acquisition des images échocardiographiques a été réalisée dans un délai moyen de 26 jours (0-376 jours) par rapport au cathétérisme cardiaque droit.

Les paramètres VD recueillis ont été : le TAPSE, l'onde S au doppler tissulaire tricuspide, les diamètres et surface VD en coupe apicale 4 cavités, la fraction de raccourcissement du VD (FRVD), l'intégrale temps-vitesse sous pulmonaire et le grade de l'IT. Des paramètres de géométrie VD tels que l'indice de sphéricité défini par le rapport DTDVD/Led et le rapport surface/longueur diastolique VD (S/Led), ont été recueillis.

L'index d'adaptation à la charge appelé LAI a également été calculé pour chaque patient

Nous avons également réalisé l'acquisition du travail myocardique du VD pour chaque patient. Le *strain* longitudinal de la paroi libre ainsi que de la paroi septale VD a été mesuré. A partir de 3 coupes identiques centrées sur le VD, nous avons pu analyser la déformation longitudinale de la paroi libre et de la paroi septale du VD et obtenir une valeur moyennée globale et par segment du SLG. A partir des données de post-charge du VD représentées par les pression artérielles pulmonaires systoliques et diastoliques (PAPs et PAPd) obtenues à partir du cathétérisme cardiaque droit et des événements valvulaires (ouverture et fermeture de la valve tricuspide et pulmonaire), nous avons calculé le travail myocardique global (TMG) ainsi que l'efficacité du travail myocardique (ETM) du VD.

### 2.3. Cathétérisme cardiaque droit

Les données du cathétérisme cardiaque droit incluant (POD, PVD, gradient VD-OD, PAPs, PAPd, PAPm, PCP, gradient trans-pulmonaire, l'index cardiaque et les RAP) ont été recueillis sous traitement médical optimisé entre 2 et 340 jours avant l'implantation, avec une moyenne de 64 jours. A partir de ces données le RVSWI, le PAPI et le PAPP ont été calculés de la façon suivante :  $RVSWI = (PAPm - POD) \times (IC/FC)$  ;  $PAPI = (PAPs - PAPd) / POD$  et  $PAPP = (PAPs - PAPd) / PAPs$ .

### 2.4. Données post-implantation

Les données de surveillance per-opératoires et post-opératoires de réanimation ont été recueillies.

Les patients ont été revus à 6 et 12 mois au cours du suivi.

Au 6<sup>e</sup> mois de suivi, chaque patient a bénéficié d'une évaluation fonctionnelle (classe NYHA, pic de consommation d'oxygène (VO<sub>2</sub>), test de marche de 6 min et NT-pro-BNP).

Nous avons également étudié la mortalité à 6 et 12 mois.

## **3. Critères de jugement**

Le critère de jugement principal était la survenue d'une DVD précoce définie par la présence de signes d'insuffisance cardiaque droite et la dépendance à un traitement inotrope positif pour une durée supérieure ou égale à 14 jours ou à un traitement par NO inhalé pendant plus de 48h ou le recours à une assistance cardiaque droite, dans les 30 jours suivant l'implantation du DAVG en accord avec la définition consensuelle retenue dans la littérature<sup>16,30</sup>.

Les critères de jugement secondaires étaient :

- L'évolution du statut fonctionnel à 6 mois de l'implantation évalué par le stade NYHA, le pic de VO<sub>2</sub> et le test de marche de 6 min,
- La mortalité toute cause confondue à 6 et 12 mois.

#### 4. Analyse statistique

Nous avons réalisé une analyse bi-variée des variables pré-opératoires à l'aide du logiciel IBM SPSS version 20 (SPSS Inc., Chicago Illinois). Les variables qualitatives ont été décrites en exprimant la fréquence de chacune des classes de la variable. Les variables quantitatives ont été décrites par leur moyenne et leur écart-type.

Pour les variables quantitatives indépendantes, le test t de Student a été utilisé lorsque les variables suivaient une loi normale et une homogénéité des variances. Si une des deux conditions n'étaient pas remplies, nous utilisons le test de Mann Withney ou de Wilcoxon.

Pour les variables qualitatives, ce sont les tests de Chi<sup>2</sup> ou test de Fisher exact qui ont été utilisés.

Le seuil de 5% a été retenu pour le risque alpha pour conclure à une association significative.

La recherche de corrélation a été réalisée avec le test de Spearman et est exprimée par le coefficient de corrélation R.

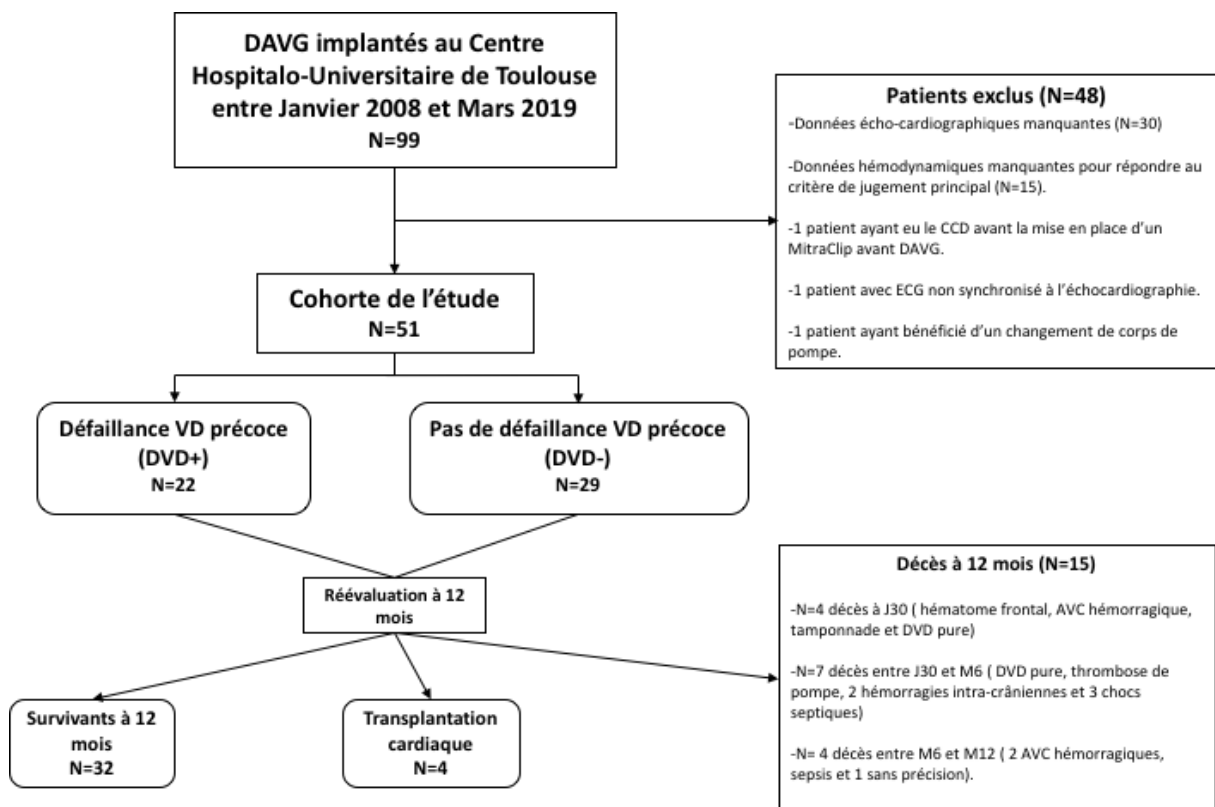
Le niveau de précision des données échocardiographiques pour prédire la survenue d'un impact sur les capacités fonctionnelles à 6 mois, a été réalisé à partir des courbes *receiver operator characteristic* (ROC) en prenant en compte les aires sous la courbe et les points représentant la meilleure sensibilité et spécificité.

### III. Résultats

#### 1. Caractéristiques de base de la cohorte entière

Quatre-vingt-dix-neuf patients ont été implantés d'un DAVG (HeartMate II ou III Abbott®) entre Janvier 2008 et Mars 2019. L'organigramme de l'étude est présenté dans la *figure 5*.

**Figure 5** : Organigramme de l'étude

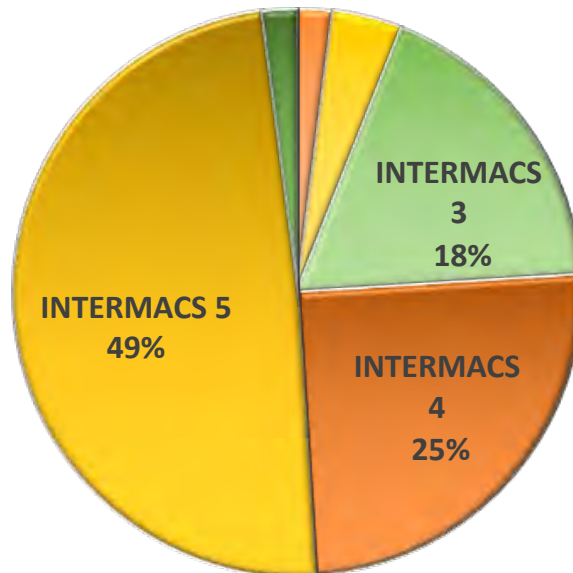


Notre étude a été réalisée sur une cohorte de 51 patients (dont 88% d'hommes) avec 77% d'insuffisance rénale chronique. La cardiomyopathie ischémique était l'étiologie la plus représentée (60%). La majorité des patients ont été implantés d'un HeartMateII® (n=39 patients ;76%).

La majorité des patients était stade 3 ou 4 de la classification NYHA avec un pic de VO2 moyen à 12 ml/min/kg et un périmètre de marche sur 6 minutes moyen de 126 m

en pré-opératoire. Le profil INTERMACS des patients de l'étude est présenté dans la *figure 6*.

**Figure 6 :** Profils INTERMACS des patients implantés d'une assistance mono ventriculaire gauche à Toulouse.



## **2. Objectif principal : impact des paramètres de fonction systolique ventriculaires droits pré-opératoires sur la survenue d'une défaillance ventriculaire droite post-implantation d'une assistance ventriculaire gauche**

Vingt-deux (43%) patients ont présenté une DVD précoce. Le *tableau 1* résume les données pré-opératoires selon la survenue d'une DVD précoce ou non.



**Tableau 1 : Comparaison des données préopératoires en fonction de l'apparition d'une défaillance VD en post-implantation.**

	Population totale (n=51)	DVD+ (n=22)	DVD- (n=29)	Valeur de p	
<b>Données démographiques</b>					
Age à l'implantation, années	59± 8	57 ±8	61±8,7	0,13	
Sexe masculin, %	45 (88)	20 (91)	25 (86)	0,72	
IMC, kg/m2	26,3±4,2	26±4,3	25,9±4,1	0,64	
FDRCV, %					
	HTA	21 (41)	7 (32)	14 (48)	0,24
	Diabète	22 (41)	9 (41)	12 (41)	0,97
	Dyslipidémie	32 (62,7)	13 (59)	19 (66)	0,64
	Tabac	36 (70,6)	15 (68)	21 (72)	0,74
Type de cardiopathie, %					
	CMI	31 (61)	14 (64)	17 (59)	0,72
	CMD	13 (26)	6 (27)	7 (24)	0,81
Traitement*, %					
	IEC	28 (55)	15 (68)	13 (45)	0,09
	BB	35 (69)	17 (77)	18 (82)	0,25
	Sacubitril/Valsartan	10 (20)	3 (14)	7 (24)	0,35
	MSP	17 (33)	5 (23)	12 (41%)	0,16
Stade NYHA 3-4, %	44 (86)	19 (86)	26 (89)	0,72	
INTERMACS 1-2, %	3 (6)	1 (5)	2 (7)	0,72	
Pic de VO2, ml/min/kg	11,8 ±3,7	11,7± 4,3	11,9±3,5	0,56	
TDM 6min, m	126 ±167	148±163	113±174	0,14	
Durée séjours USIC, jours	4,4 ±7,4	2,9±6,3	5,4±8	0,14	
Implantations Urgentes, %	18 (35)	5 (23)	13 (45)	0,1	
Support ventilatoire invasif, %	2 (4)	0	2 (7)	0,21	
Traitement inotrope positif, %	24 (47)	9 (41)	15 (52)	0,44	
<b>Paramètres biologiques</b>					
Sodium, mmol/L	133±5	132±5	135±4	0,02	
Urée, mmol/L	12±5	13±6	12±4	0,71	
Créatininémie, µmol/L	131±49	132±47	130±51	0,84	
Bilirubine, mmol/L	18±13	17±11	18±15	0,78	
<b>Paramètres ETT</b>					
FEVG, %	22± 7	23±7	21±8	0,22	
TAPSE, mm	16±3	16±3	17±3	0,08	
Onde S tricuspide, cm/s	9,7±2	9,5±2	9,9±2	0,48	
STDVD, cm2	26±8	26±10	26±7	0,88	
STSVD, cm2	18±7	18±8	17±6	0,89	
FRVD, %	34±10	34±9	35±11	0,95	
DTDVD, cm	4,3±0,9	4,3±0,8	4,3±0,9	0,64	
Diamètre anneau tricuspide, mm	39±7	40± 7	38,7±7	0,42	
LAI	32,7±11,2	32,6±13	32,9±9,6	0,89	
SLG paroi libre du VD, %	13±6,6	14±4,5	12,7± 7,9	0,37	
Travail myocardique global, mmHg%	334±209	348±170	323±237	0,36	
ETM global, %	77±14	78±11	77±16	0,70	
<b>Paramètres hémodynamiques</b>					
POD, mmHg	8±5	9±5	8±5	0,59	
PAPs, mmHg	53±17	57±18	50±16	0,10	
PAPd, mmHg	24±9	27±10	21±7	0,03	
PAPm, mmHg	33±11	37±11	30±10	0,05	
PCP, mmHg	24±9	26±9	22±8	0,06	
Gradient trans-pulmonaire, mmHg	9,8±5,8	12±6	9±5	0,05	
IC, L/min/m2	1,9±0,7	1,9±0,68)	1,9±0,7	0,77	
RVSWI, mmHg.ml/m2	603±327	653±382	567±282	0,42	
RAP, UW	2,9±-2,4	3,5±3	2,4±1,6	0,12	
POD/PCP	0,3±0,2	0,34±0,2	0,35±0,2	0,68	
PAPI	4,9±3,7)	4,7±3,4	5,2±3,9	0,64	
PAPP	0,5±0,1	0,5±0,1	0,6±0,9	0,22	

\*Traitement au cours de la dernière hospitalisation avant l'implantation du LVAD

BB : bêtabloquant ; CMI : cardiomyopathie ischémique ; CMD : cardiomyopathie dilatée ; DTDVD : diamètre télédilatostolique VD ; FEVG : fraction d'éjection du ventricule gauche ; FDRCV :facteurs de risque cardiovasculaires ; FRVD : fraction de raccourcissement VD ; SLG : strain longitudinal global ; IC : index cardiaque ; IEC :inhibiteur de l'enzyme de conversion ; LAI : Load Adaptation Index ; MSP : multi site pacing ; POD : pression dans l'oreillette droite ; PAPs : pression artérielle pulmonaire systolique ; PAPd : pression artérielle pulmonaire diastolique ; PAPm :pression artérielle pulmonaire moyenne ; PAPI : Pulmonary Artery Pulsatility Index ; PAPP : pulmonary arterial proportional pulse pressure ; PCP : pression des capillaires pulmonaire ; RAP : résistance artériolo-pulmonaires ; RVSWI : right ventricular stroke work index ; STDVD :Surface télédilatostolique VD ; STSVD : Surface télésystolique VD ; TAPSE : tricuspid annular plane systolic excursion ; USIC : Unité de Soins Intensifs Cardiologique ;UW : unité wood ; VD : ventricule droit ;

### 2.1 Données démographiques et biologiques pré-opératoires

Les données démographiques étaient typiques de patients atteints d'insuffisance cardiaque terminale et étaient similaires entre le groupe DVD+ et le groupe DVD-.

Concernant les données biologiques, les valeurs de la natrémie étaient plus basses dans le groupe DVD+ en comparaison au groupe DVD- ( $132 \pm 5$  et  $135 \pm 4$  mmol/L, respectivement;  $p= 0,02$ ).

### 2.2 Données écho-cardiographiques pré-opératoires

Les données échographiques témoignent d'une défaillance sévère et avancée des ventricules gauches et d'une dilatation des ventricules droits qui présentent une altération modérée de la fonction systolique longitudinale et radiale.

Le TAPSE était plus bas dans le groupe DVD+ en comparaison au groupe DVD- sans toutefois atteindre le seuil de significativité ( $16 \pm 3$  et  $17 \pm 3$  mm, respectivement;  $p=0,08$ ).

Il n'existait pas d'association entre les deux groupes pour les résultats du LAI, du *strain* longitudinal de la paroi libre du VD, du travail myocardique global et de l'efficacité du travail myocardique.

### 2.3 Données hémodynamiques pré-opératoires

Les patients présentaient une hypertension artérielle pulmonaire (HTAP) (PAPm= $33 \pm 11$  mmHg) d'origine post-capillaire (PCP= $24 \pm 9$  mmHg et RAP= $2,9 \pm 2,4$  unités wood).

L'analyse en sous-groupe retrouvait des PAPd et PAPm plus élevées dans le groupe DVD+ (respectivement  $27 \pm 10$  contre  $21 \pm 7$  mmHg;  $p=0,03$  et  $37 \pm 11$  contre  $30 \pm 10$  mmHg;  $p=0,05$ ). Par ailleurs il existait une tendance à l'élévation des PAPs, PCP et RAP chez les patients du groupe DVD+.

Le gradient trans-pulmonaire était plus élevé chez les patients ayant développé une défaillance VD post-opératoire ( $12 \pm 6$  contre  $9 \pm 5$  mmHg;  $p=0,05$ )

Le rapport POD/PCP et les indices RVSWI, PAPI et PAPP étaient similaires entre les deux groupes.

### 3. Objectifs secondaires de l'étude

#### 3.1 Impact des paramètres de fonction systolique ventriculaires droits pré-opératoires sur la capacité fonctionnelle à 6 mois des patients implantés d'un DAVG

A 6 mois, les patients ont été classés en sous-groupes selon leur classe NYHA (NYHA 1-2 ou NYHA 3-4), le résultat du pic de VO<sub>2</sub> (VO<sub>2</sub>>12 ou <12 ml/min/kg) et la distance au test de marche de 6 minutes (périmètre de marche < 300 ou > 300mètres) .

Au total, 5 patients étaient classés NYHA 3-4 au 6<sup>e</sup> mois de suivi. Le travail myocardique VD n'était pas différent entre les deux groupes. Les paramètres conventionnels cliniques, échographiques et hémodynamiques préopératoires étaient par ailleurs identiques entre les groupes NYHA 1-2 et NYHA 3-4. (*Annexe 2.A*)

Trente-sept (73%) patients (*tableau 2*) ont réalisé une épreuve d'effort sur vélo avec mesure du pic de VO<sub>2</sub> à 6 mois. Le travail myocardique du VD n'était pas associé à une altération du pic de VO<sub>2</sub> à 6 mois (p=0,87). Il existait une tendance à une surface télédiastolique du VD pré-opératoire plus importante dans le sous-groupe de patients avec un pic de VO<sub>2</sub><12 ml/min/kg à 6 mois. Par ailleurs la surface télésystolique du VD (STSVD) était plus élevée dans ce même sous-groupe de patients (20±8 vs 16±6 cm<sup>2</sup>, p=0,04).

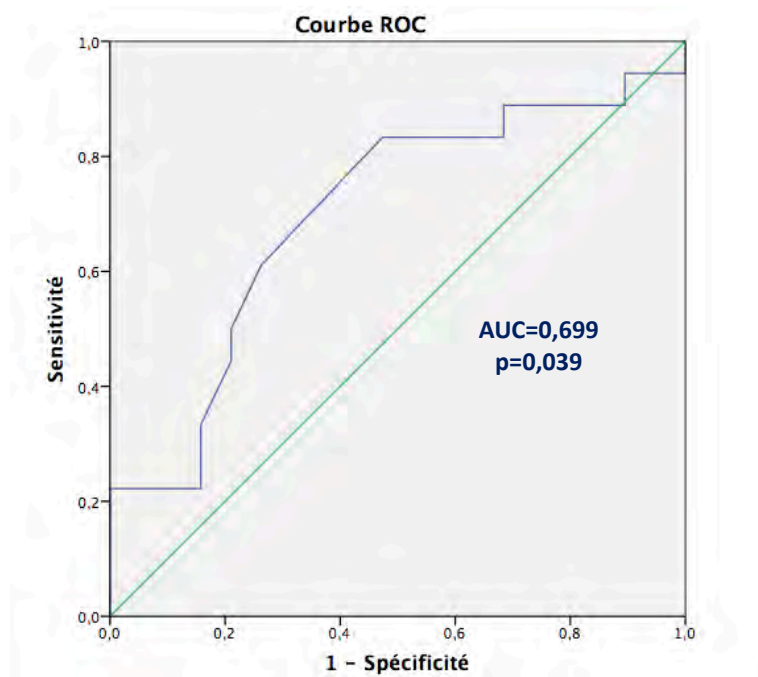
Pour étudier la valeur de cet indice pour la prédiction de l'altération du pic de VO<sub>2</sub> à 6 mois de suivi, nous avons effectué une analyse de la courbe ROC. Parmi tous les paramètres échocardiographiques analysés, la STSVD a montré la plus grande précision diagnostique [aire sous la courbe (AUC) de 0,699 IC 95% (0,524-0,873)] avec une sensibilité et une spécificité respectivement de 72% et de 63%, en utilisant une valeur limite de 17 cm<sup>2</sup>, pour prédire une altération du pic de VO<sub>2</sub> inférieure à 12 ml/min/kg à 6 mois de l'implantation (*figure 7*).

**Tableau 2:** Comparaison des paramètres cliniques, biologiques et hémodynamiques pré-opératoires selon le pic de VO2 à 6 mois après implantation

	VO2 <12 ml/min/kg (n=18)	VO2 >12 ml/min/kg (n=19)	Valeur de p
<b>Paramètres clinico-biologiques</b>			
Posologie FUROSEMIDE, mg/24h	518±396	381±395	0,21
Natrémie, mmol/L	133±4	133±6	0,73
CRP, mg/L	3±2	25±35	0,84
Créatininémie, µmol/L	113±46	131±39	0,13
Bilirubine, mmol/L	19±14	21±15	0,73
Pro BNP, pg/mL	4116±3344	5062±4087	0,79
<b>Paramètres échographiques</b>			
TAPSE, mm	17±3	15±3	0,18
Onde S tricuspide, cm/s	10,1±2,2	9,3±2,1	0,22
STDVD, cm <sup>2</sup>	29±10	25±7	0,10
STSVD, cm <sup>2</sup>	20±8	16±6	0,04
FR, %	31±9	37±9	0,08
LAI	31±9,4)	31±10,6	0,82
SLG, -%	12,3±4,7	13,7±8,6	0,77
Travail myocardique global, mmHg%	321±151	337±240	0,87
ETM global, %	80±7,3	78±15	0,94
<b>Paramètres hémodynamiques</b>			
POD, mmHg	8,6±5	8,9±5	0,83
PAPs, mmHg	53±16	56±18	0,39
PAPd, mmHg	25±8	24±8	0,87
PAPm, mmHg	34±10	34±10	0,84
PCP, mmHg	25±10	24±8	0,91
Gradient trans-pulmonaire, mmHg	8,6±5	11±6	0,14
IC, L/min	1,67±0,6	2,05±0,7	0,14
RAP, UW	2,6±1,6	3,2±3,3	0,88
RVSWI, mmHg.mL/m <sup>2</sup>	534±228	649±398	0,32
POD/PCP	0,3±0,2	0,4±0,2	0,35
PAPI	5,1±4	4,8±3,5	0,83
PAPP	0,5±0,1	0,6±0,1	0,09

FRVD : fraction de raccourcissement VD ; IC : index cardiaque ; LAI : load adaptation index; POD : pression dans l'oreillette droite; PAPs : pression artérielle pulmonaire systolique ; PAPd : pression artérielle pulmonaire diastolique ; PAPm :pression artérielle pulmonaire moyenne ; PAPI : pulmonary artery pulsatility Index ; PAPP : pulmonary arterial proportional pulse pressure ; PCP : pression des capillaires pulmonaire; RAP : résistance artériolo-pulmonaires ; RVSWI : right ventricular stroke work index; SLG : strain longitudinal global ; STDVD :surface télédiastolique VD ; STSVD : surface téléstolique VD ; TAPSE : tricuspid annular plane systolic excursion; UW : unité wood ; VD : ventricule droit ;

**Figure 7 :** Courbe ROC pour prédire une altération du pic de VO<sub>2</sub><12 ml/min/kg à 6 mois de l'implantation selon la STSVD pré opératoire



Trente-sept (72%) patients ont réalisé un test de marche de 6 minutes lors du suivi à 6 mois. Le travail myocardique VD pré-opératoire était moins important dans le sous-groupe de patients avec un test de marche de 6 minutes inférieur à 300 mètres en comparaison de l'autre sous-groupe (respectivement,  $445 \pm 265$ m contre  $525 \pm 261$ m;  $p=0,14$ ). Il existait une tendance à l'augmentation de la STSVD pré-opératoire dans le sous-groupe de patients avec un test de marche de 6 minutes inférieur à 300 mètres. (Annexe 2.B)

### 3.2 Impact des paramètres de fonction systolique ventriculaires droits pré-opératoires sur la mortalité à 6 et 12 mois après implantation du DAVG

Dans notre cohorte, le taux de survie à 6 et 12 mois était respectivement de 78 et 66%. A 12 mois, 7 (46%), 2 (13%) et 1 (7%) décès étaient attribuables à une cause hémorragique, une défaillance VD pure et une défaillance VD secondaire à un choc septique, respectivement.

Il n'y avait pas de corrélation entre la survenue d'un DVD post-opératoire et la mortalité à 6 et 12 mois (respectivement,  $R=0,113$  ;  $p=0,44$  et  $R=0,051$  ;  $p=0,74$ ).

Il n'existait pas d'association entre les paramètres de fonction systolique ventriculaires droits pré-opératoires et la mortalité à 6 mois en analyse univariée.

Il n'existait pas d'association entre les paramètres de fonction systolique ventriculaires droits pré-opératoires et la mortalité à 12 mois ( $p=0,43$ ) en analyse univariée.

Sur le plan biologique, l'urée et la créatininémie pré-opératoires étaient plus élevées dans le sous-groupe de patients décédés à 12 mois (respectivement  $15\pm 6$  contre  $11\pm 4$  mmol/l;  $p=0,016$  et  $159\pm 56$  contre  $125\pm 41$   $\mu\text{mol/l}$ ;  $p=0,03$ ).

## **IV. Discussion**

Notre étude est la première à évaluer l'impact du travail myocardique ventriculaire droit pré-opératoire sur la survenue d'une défaillance VD post-chirurgicale ainsi que sur les paramètres fonctionnels de suivi et la mortalité à 6 et 12 mois de l'implantation d'une assistance ventriculaire gauche chronique. Ce travail montre l'absence d'association entre les paramètres du travail myocardique ventriculaire droit et la survenue d'une défaillance VD post-opératoire d'une part, et les paramètres fonctionnels et la mortalité à 6 et 12 mois post-implantation d'autre part. Toutefois, certains paramètres pré-opératoires conventionnels sont associés à la DVD post-opératoire.

### **Les paramètres de fonction systolique ventriculaires droits**

Certaines études ont identifié des marqueurs biologiques de congestion tels que l'urée, la créatinémie ou la bilirubine, prédictifs de DVD post-opératoire<sup>16</sup>. Toutefois, ces biomarqueurs ne sont pas spécifiques d'une DVD et peuvent être le reflet d'une mauvaise perfusion rénale ou d'une congestion hépatique dans le contexte de l'insuffisance cardiaque globale décompensée. Dans notre travail, ces marqueurs biologiques ne sont pas associés à la survenue du critère de jugement principal. Néanmoins, les patients ayant présenté une DVD post-opératoire avaient une natrémie plus basse avant la chirurgie. La posologie de furosemide pré-opératoire était similaire entre les deux groupes et n'explique donc pas cette différence, qui peut être attribuée à un état congestif pré-opératoire probablement plus sévère. Ainsi, dans les situations de congestion cardiaque droite pré-opératoires majeures, l'augmentation de la pré-charge du VD, induite par l'assistance du VG, majore l'état d'hypervolémie et participe au développement de la DVD.

De plus, dans notre étude les VD sont peu dilatés (contrairement aux données de la littérature) et de dimensions similaires chez les patients ayant développé ou non une DVD. Sur un plan physiopathologique, un VD peu ou non dilaté s'adapterait à la

phase aiguë plus facilement à la surcharge de volume et aux modifications de la géométrie septale imposées par l'implantation chirurgicale d'un DAVG<sup>20,31</sup>.

Nous avons observé que les patients ayant une altération de leur statut fonctionnel (pic de VO<sub>2</sub> inférieure à 12 ml/min/kg et/ou avec une distance de marche inférieure à 300 mètres) à 6 mois de l'implantation avaient des dimensions VD plus élevées en pré-opératoire, notamment la STSVD (20±8 contre 16±6 cm<sup>2</sup>). Nous pouvons émettre l'hypothèse que la compensation du VD face aux contraintes imposées par le DAVG est maximale et efficace en phase post-opératoire immédiate mais tend à progressivement s'estomper et s'exprimer cliniquement par une altération des paramètres fonctionnels au cours du suivi.

Par ailleurs, un seuil de STSVD de 17 cm<sup>2</sup> pourrait prédire une altération du pic de VO<sub>2</sub> inférieure à 12 ml/min/kg à 6 mois de l'implantation avec une sensibilité et une spécificité de 72% et de 63%, respectivement. Toutefois, ce résultat doit être interprété avec prudence car cette valeur est à la limite supérieure de la normale. En effet, selon les recommandations de l'ASE, une dilatation débutante du VD est retenue lorsque les valeurs de STSVD sont supérieures à 16 cm<sup>2</sup>.

L'insuffisance cardiaque chronique décompensée aboutit à une élévation des pressions télédiastoliques du VG et donc à une augmentation de la pression dans les capillaires pulmonaires et à une hypertension artérielle pulmonaire avec, comme conséquence, une augmentation de la post-charge du VD. Dans une analyse rétrospective de 337 patients, il a été montré que les pressions artérielles pulmonaires et capillaires pulmonaires étaient les déterminants hémodynamiques les plus importants de la fonction VD dans l'insuffisance cardiaque stable ou décompensée<sup>32</sup>. Dans notre étude, seuls la PAPd, la PAPm et le gradient transpulmonaire sont associés à la DVD précoce avec une simple tendance pour la PAPs et les PCP. Ces résultats soulignent le lien étroit entre la fonction systolique des 2 ventricules et justifient de prendre en compte également cette notion d'interdépendance ventriculaire dans la surveillance post-opératoire.

Par ailleurs, la POD, les RAP, le PAPI, PAPP et le RVSWI ont été identifiés comme des facteurs de risque de DVD post-opératoire précoce<sup>14,15,23,24</sup>. Cependant, les



résultats des différentes études divergent et, dans notre travail, ces paramètres n'étaient pas associés à la DVD post-implantation.

### **Limites de l'étude**

Une des limites majeure de cette étude est liée au recueil rétrospectif des données et au nombre important d'exclusions. En effet, notre cohorte comprend des patients insuffisants cardiaques « stabilisés » avec un profil INTERMACS en majorité 4 et 5 alors que dans les études précédentes, les patients étaient pour la plupart INTERMACS 2 ou 3 avec, pour certains, des assistances circulatoires ou cardiaques pré-opératoires. Ainsi, on dénombre 11 patients implantés en situation d'urgence avec un profil INTERMACS plus sévère, exclus de notre analyse, qui étaient à très haut risque de développer une DVD post-opératoire et chez qui l'étude du travail myocardique VD aurait été probablement pertinente.

L'autre limite importante de cette étude est liée à l'évaluation hémodynamique de nos patients en pré-opératoire. En effet, l'estimation du travail myocardique du VD est fonction de la PAPs et de la PAPd mesurées par cathétérisme cardiaque droit. Dans notre étude, l'ETT et le cathétérisme cardiaque droit ont été réalisés en moyenne à 26 jours d'intervalle avec parfois des délais allant jusqu'à 376 jours. Les conditions de charge (PAPs et PAPd) entrées dans le logiciel n'étaient donc pas exactement celles du jour de l'examen ultrasonore et par conséquent l'estimation du travail myocardique du VD a certainement été affectée.

De même, le délai moyen entre la réalisation du cathétérisme cardiaque droit et la date d'implantation du DAVG est de 64 jours, mésestimant les véritables conditions de charge le jour de l'implantation. En effet, les pressions artérielles pulmonaires ne sont pas des paramètres hémodynamiques stables dans le temps et, par ailleurs, sont fortement modifiées par les diurétiques ou inotropes utilisés dans le but d'optimiser le patient avant la chirurgie. Une évaluation hémodynamique invasive couplée dans le même temps à une évaluation échocardiographique les jours précédents l'intervention aurait pu permettre de s'affranchir de ce biais.

L'absence de définition uniforme de la défaillance VD post-opératoire est la grande faiblesse des études évaluant le VD après implantation d'un DAVG. Il est admis qu'un support inotrope prolongé est associé à une augmentation de la morbi-mortalité après l'implantation d'un DAVG <sup>34</sup>. Nous avons donc choisi d'utiliser comme définition celle qui prend comme critère la dépendance au traitement inotrope >14 jours, qui est également celle utilisée par *l'Interagency Registry of Mechanically Assisted Circulatory Support* depuis 2007 <sup>35</sup>. D'autre part, en améliorant la post-charge du VD par son action vasodilatatrice, le NO inhalé est souvent utilisé en post-opératoire comme support hémodynamique après la mise en place d'une assistance VG. Un support par NO inhalé  $\geq 48$ h a donc de nombreuses fois été choisi comme critère de défaillance VD. Néanmoins, dans notre étude seulement 2 patients ont présenté une DVD sur le seul critère inotrope >14 jours alors que la totalité des patients l'ont présenté sur le seul critère NO inhalé  $\geq 48$ h. Ce résultat peut être expliqué par le fait que 48h est un délai assez court, que les patients sevrés juste après ce délai sont nombreux, que le sevrage est fortement variable en rapport avec l'expérience du praticien et le moment de la prise en charge du patient. Par ailleurs, le NO inhalé est systématiquement débuté dans notre centre après la chirurgie quel que soit l'état hémodynamique du patient et est administré uniquement chez les patients intubés et ventilés mécaniquement. Le délai d'administration du NO inhalé est donc fortement corrélé au délai de ventilation mécanique, ventilation qui est souvent prolongée chez nos patients pour des étiologies sans lien avec la fonction VD.


Le TAPSE de notre cohorte était élevé à 16 mm, témoignant d'une fonction systolique VD pré-implantation peu altérée, et ne diffère pas entre les patients ayant présenté et ceux n'ayant pas présenté de DVD. Dans la littérature, les valeurs seuils de TAPSE et de *strain* de la paroi libre du VD prédictifs de DVD sont évaluées respectivement à 7,5mm et -9% soit des patients avec une altération sévère de la fonction systolique ventriculaire droite<sup>36</sup> <sup>22</sup>. Les patients de notre cohorte ont donc fait l'objet d'une sélection pré-opératoire rigoureuse qui vient toutefois contraster avec l'incidence élevée de DVD post-opératoire retrouvée (43%). Ce résultat illustre toutes les limites de la définition de la DVD post-opératoire utilisée actuellement.

Enfin, l'effectif réduit de patients est responsable d'un manque de puissance qui peut expliquer que les paramètres habituellement associés à la DVD ne le sont pas dans notre étude. Par ailleurs, d'un point de vue statistique, le faible nombre d'événements répondant au critère de jugement principal nous a contraint à ne réaliser qu'une analyse univariée. La présence de facteurs de confusion comme le sepsis ou un syndrome de détresse respiratoire aigu en période post-opératoire a très certainement impacté les résultats de notre étude et une analyse multivariée aurait permis de s'en affranchir.

## V. Conclusion

Notre étude n'a pas montré d'association entre les paramètres de fonction systolique ventriculaires droits pré-opératoires et la survenue d'une défaillance ventriculaire droite après l'implantation d'un DAVG.

Les paramètres de fonction systolique ventriculaires droits ne sont également pas prédictifs d'une altération des paramètres fonctionnels au cours du suivi et n'impactent pas la mortalité à 6 mois et 1 an. Toutefois, une surcharge en volume du ventricule droit pré-implantation semble être associée à une altération du pic de consommation d'oxygène au cours du suivi. Les nouvelles techniques échocardiographiques, permettront d'évaluer plus précisément en pré-opératoire, la morphologie et les volumes ventriculaires droits et de mieux comprendre la défaillance VD post-implantation d'un dispositif d'assistance ventriculaire gauche.

Le Président du Jury  
  
Didier CARRIÉ

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

  
Didier CARRIÉ

## Références bibliographiques

1. Goldberg, R. J., Spencer, F. A., Gore, J. M., Lessard, D. & Yarzebski, J. Thirty-year trends (1975 to 2005) in the magnitude of, management of, and hospital death rates associated with cardiogenic shock in patients with acute myocardial infarction: a population-based perspective. *Circulation* **119**, 1211–1219 (2009).
2. Jeger, R. V. *et al.* Ten-year trends in the incidence and treatment of cardiogenic shock. *Ann. Intern. Med.* **149**, 618–626 (2008).
3. Agence de la biomédecine - Le rapport annuel médical et scientifique 2017. Available at: <https://www.agence-biomedecine.fr/annexes/bilan2017/donnees/organes/03-coeur/synthese.htm>. (Accessed: 14th June 2019)
4. Rose, E. A. *et al.* Long-term use of a left ventricular assist device for end-stage heart failure. *N. Engl. J. Med.* **345**, 1435–1443 (2001).
5. Kormos, R. L. *et al.* The Society of Thoracic Surgeons Intermacs database annual report: Evolving indications, outcomes, and scientific partnerships. *J. Heart Lung Transplant. Off. Publ. Int. Soc. Heart Transplant.* **38**, 114–126 (2019).
6. Schmitto, J. D. *et al.* Long-term evaluation of a fully magnetically levitated circulatory support device for advanced heart failure-two-year results from the HeartMate 3 CE Mark Study. *Eur. J. Heart Fail.* **21**, 90–97 (2019).
7. Mehra, M. R. *et al.* A Fully Magnetically Levitated Circulatory Pump for Advanced Heart Failure. *N. Engl. J. Med.* **376**, 440–450 (2017).
8. Mehra, M. R. *et al.* Two-Year Outcomes with a Magnetically Levitated Cardiac Pump in Heart Failure. *N. Engl. J. Med.* **378**, 1386–1395 (2018).
9. Mehra, M. R. *et al.* Healthcare Resource Use and Cost Implications in the MOMENTUM 3 Long-Term Outcome Study. *Circulation* **138**, 1923–1934 (2018).
10. Potapov, E. V. *et al.* 2019 EACTS Expert Consensus on long-term mechanical circulatory support. *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg. Off. J. Eur. Assoc. Cardio-Thorac. Surg.* **56**, 230–270 (2019).
11. Ponikowski, P. *et al.* 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failureThe Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC)Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur. Heart J.* **37**, 2129–2200 (2016).
12. Smedira, N. G. *et al.* Unplanned hospital readmissions after HeartMate II

implantation: frequency, risk factors, and impact on resource use and survival. *JACC Heart Fail.* **1**, 31–39 (2013).

13. Rich, J. D. Right ventricular failure in patients with left ventricular assist devices. *Cardiol. Clin.* **30**, 291–302 (2012).

14. Rich, J. D. *et al.* The incidence, risk factors, and outcomes associated with late right-sided heart failure in patients supported with an axial-flow left ventricular assist device. *J. Heart Lung Transplant. Off. Publ. Int. Soc. Heart Transplant.* **36**, 50–58 (2017).

15. Kormos, R. L. *et al.* Right ventricular failure in patients with the HeartMate II continuous-flow left ventricular assist device: incidence, risk factors, and effect on outcomes. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **139**, 1316–1324 (2010).

16. Matthews, J. C., Koelling, T. M., Pagani, F. D. & Aaronson, K. D. The right ventricular failure risk score a pre-operative tool for assessing the risk of right ventricular failure in left ventricular assist device candidates. *J. Am. Coll. Cardiol.* **51**, 2163–2172 (2008).

17. MacGowan, G. A. & Schueler, S. Right heart failure after left ventricular assist device implantation: early and late. *Curr. Opin. Cardiol.* **27**, 296–300 (2012).

18. Yourshaw, J. P. *et al.* Effects of Percutaneous LVAD Support on Right Ventricular Load and Adaptation. *J Cardiovasc. Transl. Res.* (2018).  
doi:10.1007/s12265-018-9806-0

19. Sack, K. L. *et al.* Investigating the Role of Interventricular Interdependence in Development of Right Heart Dysfunction During LVAD Support: A Patient-Specific Methods-Based Approach. *Front. Physiol.* **9**, 520 (2018).

20. Buckberg, G. D. & RESTORE Group. The ventricular septum: the lion of right ventricular function, and its impact on right ventricular restoration. *Eur. J. Cardio-Thorac. Surg. Off. J. Eur. Assoc. Cardio-Thorac. Surg.* **29 Suppl 1**, S272-278 (2006).

21. Bellavia, D. *et al.* Prediction of right ventricular failure after ventricular assist device implant: systematic review and meta-analysis of observational studies. *Eur. J. Heart Fail.* **19**, 926–946 (2017).

22. Grant, A. D. M., Smedira, N. G., Starling, R. C. & Marwick, T. H. Independent and Incremental Role of Quantitative Right Ventricular Evaluation for the Prediction of Right Ventricular Failure After Left Ventricular Assist Device Implantation. *J. Am. Coll. Cardiol.* **60**, 521–528 (2012).

23. Kang, G., Ha, R. & Banerjee, D. Pulmonary artery pulsatility index predicts right ventricular failure after left ventricular assist device implantation. *J. Heart Lung*

*Transplant.* **35**, 67–73 (2016).

24. Mazimba, S. *et al.* Decreased Pulmonary Arterial Proportional Pulse Pressure After Pulmonary Artery Catheter Optimization for Advanced Heart Failure Is Associated With Adverse Clinical Outcomes. *J. Card. Fail.* **22**, 954–961 (2016).
25. Kukucka, M. *et al.* Right-to-left ventricular end-diastolic diameter ratio and prediction of right ventricular failure with continuous-flow left ventricular assist devices. *J. Heart Lung Transplant.* **30**, 64–69 (2011).
26. Dandel, M. *et al.* Load dependency of right ventricular performance is a major factor to be considered in decision making before ventricular assist device implantation. *Circulation* **128**, S14-23 (2013).
27. Russell, K. *et al.* Assessment of wasted myocardial work: a novel method to quantify energy loss due to uncoordinated left ventricular contractions. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* **305**, H996-1003 (2013).
28. Grandin, E. W. *et al.* Right ventricular response to pulsatile load is associated with early right heart failure and mortality after left ventricular assist device. *J. Heart Lung Transplant. Off. Publ. Int. Soc. Heart Transplant.* **36**, 97–105 (2017).
29. Morgan, J. A., John, R., Lee, B. J., Oz, M. C. & Naka, Y. Is severe right ventricular failure in left ventricular assist device recipients a risk factor for unsuccessful bridging to transplant and post-transplant mortality. *Ann. Thorac. Surg.* **77**, 859–863 (2004).
30. Drakos, S. G. *et al.* Risk factors predictive of right ventricular failure after left ventricular assist device implantation. *Am. J. Cardiol.* **105**, 1030–1035 (2010).
31. Houston, B. A., Shah, K. B., Mehra, M. R. & Tedford, R. J. A new ‘twist’ on right heart failure with left ventricular assist systems. *J. Heart Lung Transplant. Off. Publ. Int. Soc. Heart Transplant.* **36**, 701–707 (2017).
32. Guglin, M., Win, C. M., Darbinyan, N. & Wu, Y. Predictors of right ventricular systolic dysfunction in compensated and decompensated heart failure. *Congest. Heart Fail. Greenwich Conn* **18**, 278–283 (2012).
33. Piffard, M. *et al.* Independent Risk Factors for ICU Mortality after Left Ventricular Assist Device Implantation. *Artif. Organs* (2019). doi:10.1111/aor.13540
34. Schenk, S. *et al.* Duration of inotropic support after left ventricular assist device implantation: risk factors and impact on outcome. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **131**, 447–454 (2006).
35. Kirklin, J. K. *et al.* Seventh INTERMACS annual report: 15,000 patients and

counting. *J. Heart Lung Transplant. Off. Publ. Int. Soc. Heart Transplant.* **34**, 1495–1504 (2015).

36. Paluszkiewicz, L. & Börgermann, J. The value of echocardiographic examination in predicting right ventricular heart failure in patients after the implantation of continuous-flow left ventricular assist devices. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* **27**, 931–937 (2018).



## Annexes

### Annexe 1. Résumé en anglais

#### IMPACT OF PREOPERATIVE RIGHT VENTRICULAR SYSTOLIC FUNCTION ON RIGHT VENTRICULAR FAILURE AND FUNCTIONAL CAPACITIES IN PATIENTS WITH LEFT VENTRICULAR ASSIST DEVICE

**Background:** Right heart failure (RHF) is a major cause of morbidity and mortality after left ventricular assist device (LVAD) implantation.

**Objective:** To assess the impact of pre-operative right ventricular (RV) systolic function parameters, on post-operative RHF and functional capacities during follow-up.

**Methods and results:** Clinical, biological, echocardiographic and hemodynamic data were reviewed from 51 patients who underwent LVAD implantation between January 2008 and March 2019 in Toulouse University Hospital, Toulouse, France. RV myocardial work was assessed for each patient before surgery. Right ventricular failure was defined as requiring  $\geq 48$  hours of inhaled nitric oxide treatment and/or  $\geq 14$  days of inotropic support and/or a right ventricular assist device within 30 days after LVAD surgery. Functional capacities were assessed 6 months after surgery, with NYHA stage, a 6-minute walk test and peak oxygen consumption. RHF occurred in 22 (43%) patients after surgery. There was no association between RV systolic function parameters and post-operative RHF occurrence, or functional capacities 6 months after LVAD implantation. The subgroup of patients with peak oxygen consumption under 12 ml/min/kg at 6 months had a higher pre-operative RV end-systolic area (RVESA) ( $20 \pm 8$  vs  $16 \pm 6$  cm<sup>2</sup>;  $p=0.04$ ). A RVESA cut-off value of 17 cm<sup>2</sup> allowed to predict an alteration of peak oxygen consumption under 12 ml/min/kg at 6 months with a sensitivity and specificity of 72% and 63%, respectively.

**Conclusion:** Pre-operative right ventricular systolic function parameters do not predict post-operative RHF or functional capacities impairment in patients with LVAD.

**Key Words:**

Right ventricular systolic function; left ventricular assist device; post-operative right heart failure

## Annexe 2. Tableaux

Annexe 2. A : Comparaison des paramètres cliniques, biologiques et hémodynamiques pré-opératoires selon la classe NYHA, 6 mois après l'implantation

	NYHA 3-4 (n=5)	NYHA 1-2 (n=37)	Valeur de p
<b>Paramètres clinico-biologiques</b>			
FUROSEMIDE, mg/j	242±237	455±398	0,12
Créatininémie, µmol/L	118±29	127±46	0,92
Bilirubine, mmol/L	12±4,2	19±14,5	0,31
<b>Paramètres échographiques</b>			
TAPSE, mm	17±3	16±4	0,65
Onde S tricuspide, cm/s	11±2,8	9,6±2,8	0,32
STDVD, cm <sup>2</sup>	23,8±9,3	27,5±8,5	0,76
STSVD, cm <sup>2</sup>	16,8±7,6	18,3±7,1	0,76
FRVD, %	31±9	34±10	0,59
LAI	31,5±5,5	30,7±9,9	0,85
SLG, -%	13,4±8,8	12,7±6,9	0,62
Travail myocardique global, mmHg%	254±136	314±204	0,57
Efficacité du travail myocardique, %	71±25	78±12	0,88
<b>Paramètres hémodynamiques</b>			
POD, mmHg	5±3	9±5	0,14
PAPs, mmHg	49±22	53±17	0,73
PAPd, mmHg	22±12	23±8	0,68
PAPm, mmHg	30±15	33±10	0,73
PCP, mmHg	23±8	24±9	0,79
Gradient trans-pulmonaire, mmHg	12±10	9±5	0,68
IC, L/min/m <sup>2</sup>	2±0,7	1,92±0,7	0,79
RVSWI, mmHg.ml/m <sup>2</sup>	685±415	576±323	0,55
PAPI	6,4±3,6	4,7±3,6	0,28
PAPP	0,5±0,1	0,6±0,1	0,74
POD/PCP	0,26±0,18	0,36±0,16	0,21
RAP, UW	2,2±2,8	2,8±2,5	0,23

*FRVD* : fraction de raccourcissement VD ; *IC* : index cardiaque ; *LAI* : load adaptation index ; *POD* : pression dans l'oreillette droite ; *PAPs* : pression artérielle pulmonaire systolique ; *PAPd* : pression artérielle pulmonaire diastolique ; *PAPm* : pression artérielle pulmonaire moyenne ; *PAPI* : pulmonary artery pulsatility index ; *PAPP* : pulmonary arterial proportional pulse pressure ; *PCP* : pression des capillaires pulmonaire ; *RAP* : résistance artériolo-pulmonaires ; *RVSWI* : right ventricular stroke work index ; *SLG* : strain longitudinal global ; *STDVD* : surface télédiastolique VD ; *STSVD* : surface télésystolique VD ; *TAPSE* : tricuspid annular plane systolic excursion ; *UW* : unité wood ; *VD* : ventricule droit ;

**Annexe 2. B :** Comparaison des paramètres cliniques, biologiques et hémodynamiques pré-opératoires selon le test de marche de 6 minutes, 6 mois après l'implantation

	TDM6<300m (n=9)	TDM6>300 m (n=28)	Valeur de p
<b>Paramètres clinico-biologiques</b>			
Utilisation d'inotrope, %	7 (77)	14 (50)	0,14
FUROSEMIDE, mg/j	508±470	410±360	0,79
Créatininémie, µmol/L	116±45	129±45	0,45
Bilirubine, mmol/L	20±15	19±14	0,72
<b>Paramètres échographiques</b>			
TAPSE, mm	17±4	16±3	0,93
Onde S tricuspide, cm/s	9,3±2,6	9,9±2,2	0,47
STDVD, cm <sup>2</sup>	30,2±7,8	25,9±8,9	0,13
STSVD, cm <sup>2</sup>	20,9±6,3	17,1±7,2	0,07
FRVD, %	31±11	35±9	0,28
LAI	31,7±10,1	30,4±9,9	0,58
SLG, -%	8,1±4,9	10,7±7,9	0,34
Travail myocardique global, mmHg%	445±265	525±261	0,14
Efficacité du travail myocardique, %	72±18	79±12	0,17
<b>Paramètres hémodynamiques</b>			
POD, mmHg	8±4	9±6	0,99
PAPs, mmHg	53±18	54±16	0,74
PAPd, mmHg	23±8	25±8	0,49
PAPm, mmHg	33±11	34±10	0,74
PCP, mmHg	23±9	25±9	0,71
Gradient trans-pulmonaire, mmHg	10±6	10±6	0,90
IC, L/min/m <sup>2</sup>	1,9±0,8	1,9±0,7	0,99
RVSWI, mmHg.ml/m <sup>2</sup>	624±315	606±353	0,78
POD/PCP	0,4±0,1	0,3±0,2	0,46
RAP, UW	3±2,1	2,9±2,2	0,89

*FRVD : fraction de raccourcissement VD ; IC : index cardiaque ; LAI : load adaptation index ; POD : pression dans l'oreillette droite ; PVD : pression dans le ventricule droit ; PAPs : pression artérielle pulmonaire systolique ; PAPd : pression artérielle pulmonaire diastolique ; PAPm : pression artérielle pulmonaire moyenne ; PAPI : pulmonary artery pulsatility Index ; PAPP : pulmonary arterial proportional pulse pressure ; PCP : pression des capillaires pulmonaire ; RAP : résistance artériolo-pulmonaires ; RVSWI : right ventricular stroke work index ; SLG : strain longitudinal global ; STDVD : surface télédiastolique VD ; STSVD : surface télésystolique VD ; TAPSE : tricuspid annular plane systolic excursion ; UW : unité wood ; VD : ventricule droit ;*

### **Annexe 3. Serment médical 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 ».

**IMPACT DES PARAMETRES DE FONCTION SYSTOLIQUE VENTRICULAIRES DROITS PRE-IMPLANTATION SUR LA DEFAILLANCE VENTRICULAIRE DROITE ET LES CAPACITES FONCTIONNELLES CHEZ LES PORTEURS D'ASSISTANCE MONOVENTRICULAIRE GAUCHE**

**Introduction:** La défaillance du ventricule droit (DVD) après l'implantation d'un dispositif d'assistance ventriculaire gauche (DAVG) est une complication grave à l'origine d'une importante morbi-mortalité.

**Objectif:** Étudier l'impact des paramètres de fonction systolique ventriculaires droits (VD) pré-implantation d'un DAVG sur la survenue d'une DVD et sur les capacités fonctionnelles au cours du suivi.

**Méthode et résultats:** Les paramètres cliniques, biologiques, échographiques et hémodynamiques ont été recueillis rétrospectivement chez 51 patients implantés d'un DAVG entre janvier 2008 et mars 2019 au Centre Hospitalo-Universitaire de Toulouse. Le travail myocardique VD a été calculé pour chaque patient. La DVD post-opératoire était définie par la dépendance à un traitement par monoxyde d'azote inhalé  $\geq 48$  heures et/ou à un support inotrope positif  $\geq 14$  jours et/ou le recours à une assistance VD dans les 30 jours suivant l'implantation. La capacité fonctionnelle des patients a été évaluée à 6 mois de la chirurgie par le stade NYHA, le test de marche de 6 minutes et le pic de consommation d'oxygène. Vingt-deux (43%) patients ont présenté une DVD post-opératoire. Il n'y avait pas d'association entre les paramètres de fonction systolique ventriculaires droits pré-opératoires et la survenue d'une DVD d'une part, et les capacités fonctionnelles à 6 mois de l'implantation d'autre part. La surface télé-systolique VD (STSVD) pré-opératoire était plus élevée dans le sous-groupe de patients avec un pic de consommation d'oxygène  $< 12$  ml/min/kg à 6 mois ( $20 \pm 8$  contre  $16 \pm 6$  cm<sup>2</sup>;  $p=0.04$ ). Un seuil de STSVD de 17 cm<sup>2</sup> permettait de prédire avec une sensibilité de 72% et une spécificité de 63% une altération du pic de consommation d'oxygène  $< 12$  ml/min/kg à 6 mois de l'implantation.

**Conclusion:** Les paramètres de fonction systolique ventriculaires droits pré-opératoires ne sont pas associés à la survenue d'une DVD et n'impactent pas les capacités fonctionnelles des patients porteurs d'un DAVG.

---

IMPACT OF PREOPERATIVE RIGHT VENTRICULAR SYSTOLIC FUNCTION ON RIGHT VENTRICULAR FAILURE AND FUNCTIONAL CAPACITIES IN PATIENTS WITH LEFT VENTRICULAR ASSIST DEVICE

---

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Médecine spécialisée clinique

MOTS-CLÉS : fonction systolique ventriculaire droite ; assistance ventriculaire gauche; défaillance ventriculaire droite post-opératoire

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

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

---

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Olivier LAIREZ