



**HAL**  
open science

# Stimulation cardiaque épicardique chez le jeune et l'enfant: suivi longitudinal d'une cohorte monocentrique de 102 patients

Sarah Zeriouh

► **To cite this version:**

Sarah Zeriouh. Stimulation cardiaque épicardique chez le jeune et l'enfant: suivi longitudinal d'une cohorte monocentrique de 102 patients. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-03411465

**HAL Id: dumas-03411465**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03411465>**

Submitted on 2 Nov 2021

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

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



Faculté des sciences  
médicales et paramédicales  
Aix-Marseille Université

**Stimulation cardiaque épicardique chez le jeune et l'enfant: suivi  
longitudinal d'une cohorte monocentrique de 102 patients**

# **T H E S E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DES SCIENCES MEDICALES ET PARAMEDICALES  
DE MARSEILLE**

**Le 11 Octobre 2021**

**Par Madame Sarah ZERIOUH**

**Née le 1er juillet 1993 à Pertuis (84)**

**Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine**

**D.E.S. de MEDECINE CARDIOVASCULAIRE OPTION RYTHMOLOGIE  
INTERVENTIONNELLE**

**Membres du Jury de la Thèse :**

**Monsieur le Professeur DEHARO Jean-Claude**

**Président**

**Madame le Docteur KOUTBI-FRANCESCHI Linda**

**Directeur**

**Madame le Professeur FOUILLOUX Virginie**

**Assesseur**

**Monsieur le Docteur MAILLE Baptiste**

**Assesseur**





Faculté des sciences  
médicales et paramédicales  
Aix-Marseille Université

**Stimulation cardiaque épicardique chez le jeune et l'enfant: suivi  
longitudinal d'une cohorte monocentrique de 102 patients**

# **T H E S E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DES SCIENCES MEDICALES ET PARAMEDICALES  
DE MARSEILLE**

**Le 11 Octobre 2021**

**Par Madame Sarah ZERIOUH**

**Née le 1er juillet 1993 à Pertuis (84)**

**Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine**

**D.E.S. de MEDECINE CARDIOVASCULAIRE OPTION RYTHMOLOGIE  
INTERVENTIONNELLE**

**Membres du Jury de la Thèse :**

**Monsieur le Professeur DEHARO Jean-Claude**

**Président**

**Madame le Docteur KOUTBI-FRANCESCHI Linda**

**Directeur**

**Madame le Professeur FOUILLOUX Virginie**

**Assesseur**

**Monsieur le Docteur MAILLE Baptiste**

**Assesseur**

## FACULTÉ DES SCIENCES MÉDICALES & PARAMÉDICALES

<b>Doyen</b>	:	<b>Pr. Georges LEONETTI</b>
Vice-Doyen aux affaires générales	:	Pr. Patrick DESSI
Vice-Doyen aux professions paramédicales	:	Pr. Philippe BERBIS
Conseiller	:	Pr. Patrick VILLANI
<b>Asseseurs :</b>		
➤ aux études	:	Pr. Kathia CHAUMOITRE
➤ à la recherche	:	Pr. Jean-Louis MEGE
➤ à l'unité mixte de formation continue en santé	:	Pr. Justin MICHEL
➤ pour le secteur NORD	:	Pr. Stéphane BERDAH
➤ Groupements Hospitaliers de territoire	:	Pr. Jean-Noël ARGENSON
➤ aux masters	:	Pr. Pascal ADALIAN

### **Chargés de mission :**

➤ sciences humaines et sociales	:	Pr. Pierre LE COZ
➤ relations internationales	:	Pr. Stéphane RANQUE
➤ DU/DIU	:	Pr. Véronique VITTON
➤ DPC, disciplines médicales & biologiques	:	Pr. Frédéric CASTINETTI
➤ DPC, disciplines chirurgicales	:	Dr. Thomas GRAILLON

## ÉCOLE DE MEDECINE

<b>Directeur</b>	:	<b>Pr. Jean-Michel VITON</b>
------------------	---	------------------------------

### **Chargés de mission**

▪ PACES – Post-PACES	:	Pr. Régis GUIEU
▪ DFGSM	:	Pr. Anne-Laure PELISSIER
▪ DFASM	:	Pr. Marie-Aleth RICHARD
▪ DFASM	:	Pr. Marc BARTHET
▪ Préparation aux ECN	:	Dr Aurélie DAUMAS
▪ DES spécialités	:	Pr. Pierre-Edouard FOURNIER
▪ DES stages hospitaliers	:	Pr. Benjamin BLONDEL
▪ DES MG	:	Pr. Christophe BARTOLI
▪ Démographie médicale	:	Dr. Noémie RESSEGUIER
▪ Etudiant	:	Elise DOMINJON

## ÉCOLE DE MEDECINE DENTAIRE

**Directeur** : **Pr. Bruno FOTI**

## ÉCOLE DE DE MAIEUTIQUE

**Directrice** : **Madame Carole ZAKARIAN**

**Chargés de mission**

- 1<sup>er</sup> cycle : Madame Estelle BOISSIER
- 2<sup>ème</sup> cycle : Madame Cécile NINA

## ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION

**Directeur** : **Monsieur Philippe SAUVAGEON**

**Chargés de mission**

- Masso- kinésithérapie 1<sup>er</sup> cycle : Madame Béatrice CAORS
- Masso-kinésithérapie 2<sup>ème</sup> cycle : Madame Joannie HENRY
- Mutualisation des enseignements : Madame Géraldine DEPRES

## ÉCOLE DES SCIENCES INFIRMIERES

**Directeur** : **Monsieur Sébastien COLSON**

**Chargés de mission**

- Chargée de mission : Madame Sandrine MAYEN RODRIGUES
- Chargé de mission : Monsieur Christophe ROMAN

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM	AGOSTINI Serge	MM	DEVRED Philippe
	ALDIGHERI René		DJIANE Pierre
	ALESSANDRINI Pierre		DONNET Vincent
	ALLIEZ Bernard		DUCASSOU Jacques
	AQUARON Robert		DUFOUR Michel
	ARGEME Maxime		DUMON Henri
	ASSADOURIAN Robert		ENJALBERT Alain
	AUFFRAY Jean-Pierre		FAUGERE Gérard
	AUTILLO-TOUATI Amapola		FAVRE Roger
	AZORIN Jean-Michel		FIECHI Marius
	BAILLE Yves		FARNARIER Georges
	BARDOT Jacques		FIGARELLA Jacques
	BARDOT André		FONTES Michel
	BERARD Pierre		FRANCES Yves
	BERGOIN Maurice		FRANCOIS Georges
	BERLAND Yvon		FUENTES Pierre
	BERNARD Dominique		GABRIEL Bernard
	BERNARD Jean-Louis		GALINIER Louis
	BERNARD Jean-Paul		GALLAIS Hervé
	BERNARD Pierre-Marie		GAMERRE Marc
	BERTRAND Edmond		GARCIN Michel
	BISSET Jean-Pierre		GARNIER Jean-Marc
	BLANC Bernard		GAUTHIER André
	BLANC Jean-Louis		GERARD Raymond
	BOLLINI Gérard		GEROLAMI-SANTANDREA André
	BONGRAND Pierre		GIUDICELLI Sébastien
	BONNEAU Henri		GOUDARD Alain
	BONNOIT Jean		GOUIN François
	BORY Michel		GRILLO Jean-Marie
	BOTTA Alain		GRIMAUD Jean-Charles
	BOTTA-FRIDLUND Danielle		GRISOLI François
	BOURGEADE Augustin		GROULIER Pierre
	BOUVENOT Gilles		HADIDA/SAYAG Jacqueline
	BOUYALA Jean-Marie		HASSOUN Jacques
	BREMOND Georges		HEIM Marc
	BRICOT René		HOUEL Jean
	BRUNET Christian		HUGUET Jean-François
	BUREAU Henri		JAQUET Philippe
	CAMBOULIVES Jean		JAMMES Yves
	CANNONI Maurice		JOUVE Paulette
	CARTOUZOU Guy		JUHAN Claude
	CAU Pierre		JUIN Pierre
	CHABOT Jean-Michel		KAPHAN Gérard
	CHAMLIAN Albert		KASBARIAN Michel
	CHARPIN Denis		KLEISBAUER Jean-Pierre
	CHARREL Michel		LACHARD Jean

CHAUVEL Patrick  
CHOUX Maurice  
CIANFARANI François  
CLAVERIE Jean-Michel  
CLEMENT Robert  
COMBALBERT André  
CONTE-DEVOLX Bernard  
CORRIOL Jacques  
COULANGE Christian  
CURVALE Georges  
DALMAS Henri  
DE MICO Philippe  
DELPERO Jean-Robert  
DESSEIN Alain  
DELARQUE Alain  
DEVIN Robert

LAFFARGUE Pierre  
LAUGIER René  
LE TREUT Yves  
LEVY Samuel  
LOUCHET Edmond  
LOUIS René  
LUCIANI Jean-Marie  
MAGALON Guy  
MAGNAN Jacques  
MALLAN- MANCINI Josette  
MALMEJAC Claude  
MARANINCHI Dominique  
MARTIN Claude  
MATTEI Jean François  
MERCIER Claude  
METGE Paul

MM MICHOTÉY Georges  
MIRANDA François  
MONFORT Gérard  
MONGES André  
MONGIN Maurice  
MUNDLER Olivier  
NAZARIAN Serge  
NICOLI René  
NOIRCLERC Michel  
OLMER Michel  
OREHEK Jean  
PAPY Jean-Jacques  
PAULIN Raymond  
PELOUX Yves  
PENAUD Antony  
PENE Pierre  
PIANA Lucien  
PICAUD Robert  
PIGNOL Fernand  
POGGI Louis  
POITOUT Dominique  
PONCET Michel  
POUGET Jean  
PRIVAT Yvan  
QUILICHINI Francis  
RANQUE Jacques  
RANQUE Philippe  
RICHAUD Christian  
RIDINGS Bernard  
ROCHAT Hervé  
ROHNER Jean-Jacques  
ROUX Hubert

VANUXEM Paul  
VERVLOET Daniel  
VIALETTES Bernard  
WEILLER Pierre-Jean



ROUX Michel  
RUFO Marcel  
SAHEL José  
SALAMON Georges  
SALDUCCI Jacques  
SAMBUC Roland  
SAN MARCO Jean-Louis  
SANKALE Marc  
SARACCO Jacques  
SARLES Jacques  
SARLES - PHILIP Nicole  
SASTRE Bernard  
SCHIANO Alain  
SCOTTO Jean-Claude  
SEBAHOUN Gérard  
SEITZ Jean-François  
SERMENT Gérard  
SOULAYROL René  
STAHL André  
TAMALET Jacques  
TARANGER-CHARPIN Colette  
THIRION Xavier  
THOMASSIN Jean-Marc  
UNAL Daniel  
VAGUE Philippe  
VAGUE/JUHAN Irène

## EMERITAT

### 2008

M. le Professeur	LEVY Samuel	31/08/2011
Mme le Professeur	JUHAN-VAGUE Irène	31/08/2011
M. le Professeur	PONCET Michel	31/08/2011
M. le Professeur	KASBARIAN Michel	31/08/2011
M. le Professeur	ROBERTOUX Pierre	31/08/2011

### 2009

M. le Professeur	DJIANE Pierre	31/08/2011
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2012

### 2010

M. le Professeur	MAGNAN Jacques	31/12/2014
------------------	----------------	------------

### 2011

M. le Professeur	DI MARINO Vincent	31/08/2015
M. le Professeur	MARTIN Pierre	31/08/2015
M. le Professeur	METRAS Dominique	31/08/2015

### 2012

M. le Professeur	AUBANIAC Jean-Manuel	31/08/2015
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2015
M. le Professeur	CAMBOULIVES Jean	31/08/2015
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2015
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2015
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2015
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2015

### 2013

M. le Professeur	BRANCHEREAU Alain	31/08/2016
M. le Professeur	CARAYON Pierre	31/08/2016
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2016
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2016
M. le Professeur	HENRY Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	LE GUICHAOUA Marie-Roberte	31/08/2016
M. le Professeur	RUFO Marcel	31/08/2016
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2016

### 2014

M. le Professeur	FUENTES Pierre	31/08/2017
M. le Professeur	GAMERRE Marc	31/08/2017
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2017
M. le Professeur	PERAGUT Jean-Claude	31/08/2017
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2017

### 2015

M. le Professeur	COULANGE Christian	31/08/2018
M. le Professeur	COURAND François	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2016
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2016
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2016

## EMERITAT

### 2016

M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2017
M. le Professeur	BRUNET Christian	31/08/2019
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2017
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2017
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2019
M. le Professeur	JAMMES Yves	31/08/2019
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2017
M. le Professeur	POITOUT Dominique	31/08/2019
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2017
M. le Professeur	VIALETTE Bernard	31/08/2019

### 2017

M. le Professeur	ALESSANDRINI Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2018
M. le Professeur	CHAUVEL Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2018
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2018
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2018
M. le Professeur	SEBBAHOUN Gérard	31/08/2018

### 2018

M. le Professeur	MARANINCHI Dominique	31/08/2021
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2019
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2019
M. le Professeur	RIDINGS Bernard	31/08/2021

### 2019

M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2020
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2020
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2020
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2020
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2020
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2020
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2020

### 2020

M. le Professeur	DELPERO Jean-Robert	31/08/2023
M. le Professeur	GRIMAUD Jean-Charles	31/08/2023
M. le Professeur	SAMBUC Roland	31/08/2023
M. le Professeur	SEITZ Jean-François	31/08/2023
M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2021
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2021
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2021
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2021

# EMERITAT

M. le Professeur

NAZARIAN Serge

31/08/2021

## Honoris causa

<b>1967</b>	
MM. les Professeurs	DADI (Italie) CID DOS SANTOS (Portugal)
<b>1974</b>	
MM. les Professeurs	MAC ILWAIN (Grande-Bretagne) T.A. LAMBO (Suisse)
<b>1975</b>	
MM. les Professeurs	O. SWENSON (U.S.A.) Lord J.WALTON of DETCHANT (Grande-Bretagne)
<b>1976</b>	
MM. les Professeurs	P. FRANCHIMONT (Belgique) Z.J. BOWERS (U.S.A.)
<b>1977</b>	
MM. les Professeurs	C. GAJDUSEK-Prix Nobel (U.S.A.) C.GIBBS (U.S.A.) J. DACIE (Grande-Bretagne)
<b>1978</b>	
M. le Président	F. HOUPHOUET-BOIGNY (Côte d'Ivoire)
<b>1980</b>	
MM. les Professeurs	A. MARGULIS (U.S.A.) R.D. ADAMS (U.S.A.)
<b>1981</b>	
MM. les Professeurs	H. RAPPAPORT (U.S.A.) M. SCHOU (Danemark) M. AMENT (U.S.A.) Sir A. HUXLEY (Grande-Bretagne) S. REFSUM (Norvège)
<b>1982</b>	
M. le Professeur	W.H. HENDREN (U.S.A.)
<b>1985</b>	
MM. les Professeurs	S. MASSRY (U.S.A.) KLINSMANN (R.D.A.)
<b>1986</b>	
MM. les Professeurs	E. MIHICH (U.S.A.) T. MUNSAT (U.S.A.) LIANA BOLIS (Suisse) L.P. ROWLAND (U.S.A.)

<b>1987</b>	
M. le Professeur	P.J. DYCK (U.S.A.)
<b>1988</b>	
MM. les Professeurs	R. BERGUER (U.S.A.) W.K. ENGEL (U.S.A.) V. ASKANAS (U.S.A.) J. WEHSTER KIRKLIN (U.S.A.) A. DAVIGNON (Canada) A. BETTARELLO (Brésil)
<b>1989</b>	
M. le Professeur	P. MUSTACCHI (U.S.A.)
<b>1990</b>	
MM. les Professeurs	J.G. MC LEOD (Australie) J. PORTER (U.S.A.)
<b>1991</b>	
MM. les Professeurs	J. Edward MC DADE (U.S.A.) W. BURGDORFER (U.S.A.)
<b>1992</b>	
MM. les Professeurs	H.G. SCHWARZACHER (Autriche) D. CARSON (U.S.A.) T. YAMAMURO (Japon)
<b>1994</b>	
MM. les Professeurs	G. KARPATI (Canada) W.J. KOLFF (U.S.A.)
<b>1995</b>	
MM. les Professeurs	D. WALKER (U.S.A.) M. MULLER (Suisse) V. BONOMINI (Italie)
<b>1997</b>	
MM. les Professeurs	C. DINARELLO (U.S.A.) D. STULBERG (U.S.A.) A. MEIKLE DAVISON (Grande-Bretagne) P.I. BRANEMARK (Suède)
<b>1998</b>	
MM. les Professeurs	O. JARDETSKY (U.S.A.)
<b>1999</b>	
MM. les Professeurs	J. BOTELLA LLUSIA (Espagne)

D. COLLEN (Belgique)  
S. DIMAURO (U. S. A.)

**2000**

MM. les Professeurs

D. SPIEGEL (U. S. A.)  
C. R. CONTI (U.S.A.)

**2001**

MM. les Professeurs

P-B. BENNET (U. S. A.)  
G. HUGUES (Grande Bretagne)  
J-J. O'CONNOR (Grande Bretagne)

**2002**

MM. les Professeurs

M. ABEDI (Canada)  
K. DAI (Chine)

**2003**

M. le Professeur  
Sir

T. MARRIE (Canada)  
G.K. RADDI (Grande Bretagne)

**2004**

M. le Professeur

M. DAKE (U.S.A.)

**2005**

M. le Professeur

L. CAVALLI-SFORZA (U.S.A.)

**2006**

M. le Professeur

A. R. CASTANEDA (U.S.A.)

**2007**

M. le Professeur

S. KAUFMANN (Allemagne)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AGOSTINI FERRANDES Aubert	CHOSSEGROS Cyrille
ALBANESE Jacques	COLLART Frédéric
ALIMI Yves	COSTELLO Régis
AMABILE Philippe	COURBIERE Blandine
AMBROSI Pierre	COWEN Didier
ANDRE Nicolas	CRAVELLO Ludovic
ARGENSON Jean-Noël	CUISSET Thomas
ASTOUL Philippe	DA FONSECA David
ATTARIAN Shahram	DAHAN-ALCARAZ Laetitia
AUDOUIN Bertrand	DANIEL Laurent
AUQUIER Pascal	DARMON Patrice
AVIERINOS Jean-François	DAVID Thierry
AZULAY Jean-Philippe	D'ERCOLE Claude
BAILLY Daniel	D'JOURNO Xavier
BARLESI Fabrice	DEHARO Jean-Claude
BARLIER-SETTI Anne	DELAPORTE Emmanuel
BARLOGIS Vincent	DENIS Danièle
BARTHET Marc	DISDIER Patrick
BARTOLI Christophe	DODDOLI Christophe
BARTOLI Jean-Michel	DRANCOURT Michel
BARTOLI Michel	DUBUS Jean-Christophe
BARTOLOMEI Fabrice	DUFFAUD Florence
BASTIDE Cyrille	DUFOUR Henry
BENSOUSSAN Laurent	DURAND Jean-Marc
BERBIS Philippe	DUSSOL Bertrand
BERBIS Julie	EBBO Mikaël
BERDAH Stéphane	EUSEBIO Alexandre
BEROUD Christophe	FABRE Alexandre
BERTUCCI François	FAKHRY Nicolas
BLAISE Didier	FELICIAN Olivier
BLIN Olivier	FENOLLAR Florence
BLONDEL Benjamin	FIGARELLA/BRANGER Dominique
BONIN/GUILLAUME Sylvie	FLECHER Xavier
BONELLO Laurent	FOUILLOUX Virginie
BONNET Jean-Louis	FOURNIER Pierre-Edouard
<i>BOUBLI Léon Surnombre</i>	FRANCESCHI Frédéric
BOUFI Mourad	FUENTES Stéphane
BOYER Laurent	GABERT Jean
BREGEON Fabienne	GABORIT Bénédicte
BRETELLE Florence	GAINNIER Marc
BROUQUI Philippe	GARCIA Stéphane
BRUDER Nicolas	GARIBOLDI Vlad
BRUE Thierry	GAUDART Jean
BRUNET Philippe	GAUDY-MARQUESTE Caroline
BURTEY Stéphane	GENTILE Stéphanie
CARCOPINO-TUSOLI Xavier	GERBEAUX Patrick
CASANOVA Dominique	GEROLAMI/SANTANDREA René
CASTINETTI Frédéric	GILBERT/ALESSI Marie-Christine
CECCALDI Mathieu	GIORGI Roch
CHAGNAUD Christophe	GIOVANNI Antoine
CHAMBOST Hervé	GIRARD Nadine
CHAMPSAUR Pierre	GIRAUD/CHABROL Brigitte
CHANEZ Pascal	GONCALVES Anthony
CHARAFFE-JAUFFRET Emmanuelle	GRANEL/REY Brigitte
CHARREL Rémi	GRANVAL Philippe
CHAUMOITRE Kathia	GREILLIER Laurent
CHIARONI Jacques	GROB Jean-Jacques
CHINOT Olivier	GUEDJ Eric



# PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

PAGANELLI Franck	ROCHE Pierre-Hugues
<i>PANUEL Michel Surnombre</i>	ROCH Antoine
PAPAZIAN Laurent	ROCHWERGER Richard
PAROLA Philippe	ROLL Patrice
<i>PARRATTE Sébastien Disponibilité</i>	ROSSI Dominique
PELLISSIER-ALICOT Anne-Laure	ROSSI Pascal
PELLETIER Jean	ROUDIER Jean
PERRIN Jeanne	SALAS Sébastien
PETIT Philippe	SARLON-BARTOLI Gabrielle
PHAM Thao	SCAVARDA Didier
PIERCECCHI/MARTI Marie-Dominique	SCHLEINITZ Nicolas
PIQUET Philippe	SEBAG Frédéric
PIRRO Nicolas	SIELEZNEFF Igor
POINSO François	SIMON Nicolas
RACCAH Denis	STEIN Andréas
RANQUE Stéphane	TAIEB David
<i>RAOULT Didier Surnombre</i>	THOMAS Pascal
REGIS Jean	THUNY Franck
REYNAUD/GAUBERT Martine	TREBUCHON-DA FONSECA Agnès
REYNAUD Rachel	TRIGLIA Jean-Michel
RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth	TROPIANO Patrick
RICHERI Raphaëlle	TSIMARATOS Michel

## PROFESSEUR DES UNIVERSITES

ADALIAN Pascal  
AGHABABIAN Valérie  
BELIN Pascal  
CHABANNON Christian  
CHABRIERE Eric  
FERON François  
LE COZ Pierre  
LEVASSEUR Anthony  
RANJEVA Jean-Philippe  
SOBOL Hagay

## PROFESSEUR CERTIFIE

*BRANDENBURGER Chantal retraite mars 2021*  
FRAISSE-MANGIALOMINI Jeanne

## PROFESSEUR DES UNIVERSITES ASSOCIE à MI

REVIS Joana

## PROFESSEUR DES UNIVERSITES MEDECINE GEN

GENTILE Gaëtan

## PROFESSEUR ASSOCIE DE MEDECINE GENERALE

GUIDA Pierre

## PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

GUIEU Régis  
GUIS Sandrine  
GUYE Maxime  
GUYOT Laurent  
*GUYS Jean-Michel Surnombre*  
HABIB Gilbert  
HARDWIGSEN Jean  
HARLE Jean-Robert  
HOUVENAEGHEL Gilles  
JACQUIER Alexis  
JOURDE-CHICHE Noémie  
JOUVE Jean-Luc  
KAPLANSKI Gilles  
KARSENTY Gilles  
*KERBAUL François détachement*  
KRAHN Martin  
LAFFORGUE Pierre  
LAGIER Jean-Christophe  
LAMBAUDIE Eric  
LANCON Christophe  
LA SCOLA Bernard  
LAUNAY Franck  
LAVIEILLE Jean-Pierre  
LE CORROLLER Thomas  
LECHEVALLIER Eric  
LEGRE Régis  
LEHUCHER-MICHEL Marie-Pascale  
LEONE Marc  
LEONETTI Georges  
LEPIDI Hubert  
LEVY Nicolas  
MACE Loïc  
MAGNAN Pierre-Edouard  
MANCINI Julien  
MEGE Jean-Louis  
MERROT Thierry  
METZLER/GUILLEMAIN Catherine  
MEYER/DUTOUR Anne  
MICCALEF/ROLL Joëlle  
MICHEL Fabrice  
MICHEL Gérard  
MICHEL Justin  
MICHELET Pierre  
MILH Mathieu  
MILLION Matthieu  
MOAL Valérie  
MORANGE Pierre-Emmanuel  
MOULIN Guy  
MOUTARDIER Vincent  
NAUDIN Jean  
NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier  
NICOLLAS Richard  
NGUYEN Karine  
OLIVE Daniel  
OLLIVIER Matthieu  
OUAFIK L'Houcine  
OVAERT-REGGIO Caroline  
PADOVANI Laetitia

## PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

TURRINI Olivier

VALERO René

VAROQUAUX Arthur Damien

VELLY Lionel

VEY Norbert

VIDAL Vincent

VIENS Patrice

VILLANI Patrick

VITON Jean-Michel

VITTON Véronique

*VIEHWEGER Heide Elke détachement*

VIVIER Eric

XERRI Luc

AHERFI Sarah	ELDIN Carole	PAULMYER/LACROIX Odile
ANGELAKIS Emmanouil ( <i>disponibilité</i> )	FAURE Alice	PESENTI Sébastien
ATLAN Catherine ( <i>disponibilité</i> )	FOLETTI Jean- Marc	RADULESCO Thomas
BEGE Thierry	FRANKEL Diane	RESSEGUIER Noémie
BELIARD Sophie	FROMNOT Julien	ROBERT Philippe
BENYAMINE Audrey	GASTALDI Marguerite	ROBERT Thomas
BERTRAND Baptiste	GELSI/BOYER Véronique	ROMANET Pauline
BEYER-BERJOT Laura	GIUSIANO Bernard	SABATIER Renaud
BIRNBAUM David	GIUSIANO COURCAMBECK Sophie	SARI-MINODIER Irène
BONINI Francesca	GONZALEZ Jean-Michel	SAVEANU Alexandru
BOUCRAUT Joseph	GOURIET Frédérique	SECQ Véronique ( <i>disponibilité</i> )
BOULAMERY Audrey	GRAILLON Thomas	STELLMANN Jan-Patrick
BOULLU/CIOCCA Sandrine	GUERIN Carole	SUCHON Pierre
BOUSSEN Salah Michel	GUENOUN MEYSSIGNAC Daphné	TABOURET Emeline
BUFFAT Christophe	GUIDON Catherine	TOGA Caroline
CAMILLERI Serge	GUIVARCH Jokthan	TOGA Isabelle
CARRON Romain	HAUTIER/KRAHN Aurélie	TOMASINI Pascale
CASSAGNE Carole	HRAIECH Sami	TOSELLO Barthélémy
CERMOLACCE Michel	KASPI-PEZZOLI Elise	TROUSSE Delphine
CHAUDET Hervé	L'OLLIVIER Coralie	TUCHTAN-TORRENTS Lucile
CHRETIEN Anne-Sophie	LABIT-BOUVIER Corinne	VELY Frédéric
COZE Carole	LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina	VION-DURY Jean
CUNY Thomas	LAGARDE Stanislas	ZATTARA/CANNONI Hélène
DADOUN Frédéric ( <i>disponibilité</i> )	LAGIER Aude ( <i>disponibilité</i> )	
DALES Jean-Philippe	LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude	
DARIEL Anne	LEVY/MOZZICONACCI Annie	
DAUMAS Aurélie	LOOSVELD Marie	
DEGEORGES/VITTE Joëlle	MAAROUF Adil	
DELLIAUX Stéphane	MACAGNO Nicolas	
DESPLAT/JEGO Sophie	MAUES DE PAULA André	
DEVILLIER Raynier	MEGE Diane	
DUBOURG Grégory	MOTTOLA GHIGO Giovanna	
DUCONSEIL Pauline	NINOVE Laetitia	
DUFOUR Jean-Charles	NOUGAIREDE Antoine	

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

(mono-appartenants)

ABU ZAINEH Mohammad	DESNUES Benoît	RUEL Jérôme
BARBACARU/PERLES T. A.	MARANINCHI Marie	THOLLON Lionel
BERLAND Caroline	MERHEJ/CHAUVEAU Vicky	THIRION Sylvie
BOYER Sylvie	MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte	VERNA Emeline
COLSON Sébastien	POGGI Marjorie	
DEGIOANNI/SALLE Anna	POUGET Benoît	

## MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

CASANOVA Ludovic

## MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE à MI-TEMPS

BARGIER Jacques  
 CALVET-MONTREDON Céline  
 FORTE Jenny  
 JANCZEWSKI Aurélie  
 NUSSLI Nicolas  
 ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle

THERY Didier

**MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE à MI-TEMPS**

BOURRIQUEN Maryline

EVANS-VIALLAT Catherine

LAZZAROTTO Sébastien

LUCAS Guillaume

MATHIEU Marion

MAYENS-RODRIGUES Sandrine

MELLINAS Marie

ROMAN Christophe

TRINQUET Laure

**ESSEURS DES UNIVERSITES et MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS  
PROFESSEURS ASSOCIES, MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES mono-appartenants**

**ANATOMIE 4201**

CHAMPSAUR Pierre (PU-PH)  
LE CORROLLER Thomas (PU-PH)  
PIRRO Nicolas (PU-PH)

GUENOUN-MEYSSIGNAC Daphné (MCU-PH)  
LAGIER Aude (MCU-PH) *disponibilité*

THOLLON Lionel (MCF) (60ème section)

**ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES 4203**

CHARAFE/JAUFFRET Emmanuelle (PU-PH)  
DANIEL Laurent (PU-PH)  
FIGARELLA/BRANGER Dominique (PU-PH)  
GARCIA Stéphane (PU-PH)  
XERRI Luc (PU-PH)

DALES Jean-Philippe (MCU-PH)  
GIUSIANO COURCAMBECK Sophie (MCU PH)  
LABIT/BOUVIER Corinne (MCU-PH)  
MACAGNO Nicolas (MCU-PH)  
MAUES DE PAULA André (MCU-PH)  
SECQ Véronique (MCU-PH) *disponibilité*

**ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE ;  
MEDECINE URGENCE 4801**

ALBANESE Jacques (PU-PH)  
BRUDER Nicolas (PU-PH)  
LEONE Marc (PU-PH)  
MICHEL Fabrice (PU-PH)  
VELLY Lionel (PU-PH)

BOUSSEN Salah Michel (MCU-PH)  
GUIDON Catherine (MCU-PH)

**ANTHROPOLOGIE 20**

ADALIAN Pascal (PR)

DEGIOANNI/SALLE Anna (MCF)  
POUGET Benoît (MCF)  
VERNA Emeline (MCF)

**BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE 4501**

CHARREL Rémi (PU PH)  
DRANCOURT Michel (PU-PH)  
FENOLLAR Florence (PU-PH)  
FOURNIER Pierre-Edouard (PU-PH)  
NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier (PU-PH)

LA SCOLA Bernard (PU-PH)  
RAOULT Didier (PU-PH) *Surnombre*

AHERFI Sarah (MCU-PH)  
ANGELAKIS Emmanouil (MCU-PH) *disponibilité*  
DUBOURG Grégory (MCU-PH)  
GOURIET Frédérique (MCU-PH)  
NOUGAIREDE Antoine (MCU-PH)  
NINOVE Laetitia (MCU-PH)

CHABRIERE Eric (PR) (64ème section)

LEVASSEUR Anthony (PR) (64ème section)  
DESNUES Benoit (MCF) ( 65ème section )  
MERHEJ/CHAUVEAU Vicky (MCF) (87ème section)

**BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE 4401**

BARLIER/SETTI Anne (PU-PH)  
GABERT Jean (PU-PH)  
GUIEU Régis (PU-PH)  
OUAFIK L'Houcine (PU-PH)

BUFFAT Christophe (MCU-PH)  
FROMNOT Julien (MCU-PH)  
MOTTOLA GHIGO Giovanna (MCU-PH)  
ROMANET Pauline (MCU-PH)  
SAVEANU Alexandru (MCU-PH)

**ANGLAIS 11**

BRANDENBURGER Chantal (PRCE) *retraite mars 2021*  
FRAISSE-MANGIALOMINI Jeanne (PRCE)

**BIOLOGIE CELLULAIRE 4403**

ROLL Patrice (PU-PH)

FRANKEL Diane (MCU-PH)  
GASTALDI Marguerite (MCU-PH)  
KASPI-PEZZOLI Elise (MCU-PH)  
LEVY-MOZZICONNACCI Annie (MCU-PH)

**BIOLOGIE ET MEDECINE DU DEVELOPPEMENT  
ET DE LA REPRODUCTION ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5405**

METZLER/GUILLEMAIN Catherine (PU-PH)  
PERRIN Jeanne (PU-PH)

**BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE 4301**

GUEDJ Eric (PU-PH)

**CARDIOLOGIE 5102**

AVIERINOS Jean-François (PU-PH)

GUYE Maxime (PU-PH)  
TAIEB David (PU-PH)

BELIN Pascal (PR) (69ème section)  
RANJEVA Jean-Philippe (PR) (69ème section)

CAMMILLERI Serge (MCU-PH)  
VION-DURY Jean (MCU-PH)

BARBACARU/PERLES Téodora Adriana (MCF) (69ème section)

**BIostatistiques, Informatique Médicale  
ET TECHNOLOGIES DE COMMUNICATION 4604**

GAUDART Jean (PU-PH)  
GIORGI Roch (PU-PH)  
MANCINI Julien (PU-PH)

CHAUDET Hervé (MCU-PH)  
DUFOUR Jean-Charles (MCU-PH)  
GIUSIANO Bernard (MCU-PH)

ABU ZAINEH Mohammad (MCF) (5ème section)  
BOYER Sylvie (MCF) (5ème section)

**CHIRURGIE ORTHOPÉDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE 5002**

ARGENSON Jean-Noël (PU-PH)  
BLONDEL Benjamin (PU-PH)  
FLECHER Xavier (PU-PH)  
OLLIVIER Matthieu (PU-PH)  
PARRATTE Sébastien (PU-PH) *Disponibilité*  
ROCHWERGER Richard (PU-PH)  
TROPANO Patrick (PU-PH)

**ROLOGIE ; RADIOTHERAPIE 4702 CANCÉROLOGIE ; RADIOTHERAPIE**

BERTUCCI François (PU-PH)  
CHINOT Olivier (PU-PH)  
COWEN Didier (PU-PH)  
DUFFAUD Florence (PU-PH)  
GONCALVES Anthony (PU-PH)  
HOUVENAEGHEL Gilles (PU-PH)  
LAMBAUDIE Eric (PU-PH)  
PADOVANI Laetitia (PH-PH)  
SALAS Sébastien (PU-PH)  
VIENS Patrice (PU-PH)

SABATIER Renaud (MCU-PH)  
TABOURET Emeline (MCU-PH)

BONELLO Laurent (PU-PH)  
BONNET Jean-Louis (PU-PH)  
CUISSSET Thomas (PU-PH)  
DEHARO Jean-Claude (PU-PH)  
FRANCESCHI Frédéric (PU-PH)  
HABIB Gilbert (PU-PH)  
PAGANELLI Franck (PU-PH)  
THUNY Franck (PU-PH)

**CHIRURGIE VISCÉRALE ET DIGESTIVE 5202**

BERDAH Stéphane (PU-PH)  
HARDWIGSEN Jean (PU-PH)  
MOUTARDIER Vincent (PU-PH)  
SEBAG Frédéric (PU-PH)  
SIELEZNEFF Igor (PU-PH)  
TURRINI Olivier (PU-PH)

BEGE Thierry (MCU-PH)  
BEYER-BERJOT Laura (MCU-PH)  
BIRNBAUM David (MCU-PH)  
DUCONSEIL Pauline (MCU-PH)  
GUERIN Carole (MCU-PH)  
MEGE Diane (MCU-PH)

**CHIRURGIE INFANTILE 5402 CHIRURGIE INFANTILE 5402**

*GUYS Jean-Michel (PU-PH) Surnombre*  
JOUVE Jean-Luc (PU-PH)  
LAUNAY Franck (PU-PH)  
MERRROT Thierry (PU-PH)  
*VIEHWEGER Heide Elke (PU-PH) détachement*  
DARIEL Anne (MCU-PH)  
FAURE Alice (MCU-PH)  
PESENTI Sébastien (MCU-PH)

**FACIALE ET STOMATOLOGIE 5503 CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE**

CHOSSEGROS Cyrille (PU-PH)  
GUYOT Laurent (PU-PH)  
  
FOLETTI Jean-Marc (MCU-PH)

**CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE 5103**

COLLART Frédéric (PU-PH)  
 D'JOURNO Xavier (PU-PH)  
 DODDOLI Christophe (PU-PH)  
 FOUILLOUX Virginie (PU-PH)  
 GARIBOLDI Vlad (PU-PH)  
 MACE Loïc (PU-PH)  
 THOMAS Pascal (PU-PH)  
 TROUSSE Delphine (MCU-PH)

**CHIRURGIE PLASTIQUE, RECONSTRUCTRICE ET ESTHETIQUE ; BRÛLOGIE 5004**

CASANOVA Dominique (PU-PH)  
 LEGRE Régis (PU-PH)

BERTRAND Baptiste (MCU-PH)  
 HAUTIER/KRAHN Aurélie (MCU-PH)

**CHIRURGIE VASCULAIRE ; MEDECINE VASCULAIRE 5104**

ALIMI Yves (PU-PH)  
 AMABILE Philippe (PU-PH)  
 BARTOLI Michel (PU-PH)  
 BOUFI Mourad (PU-PH)  
 MAGNAN Pierre-Edouard (PU-PH)  
 PIQUET Philippe (PU-PH)  
 SARLON-BARTOLI Gabrielle (PU PH)

**GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE ; ADDICTOLOGIE 5201**

BARTHET Marc (PU-PH)  
 DAHAN-ALCARAZ Laetitia (PU-PH)  
 GEROLAMI-SANTANDREA René (PU-PH)  
 GRANDVAL Philippe (PU-PH)  
 VITTON Véronique (PU-PH)

**HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET CYTOGENETIQUE 4202**

LEPIDI Hubert (PU-PH)

PAULMYER/LACROIX Odile (MCU-PH)

GONZALEZ Jean-Michel (MCU-PH)

**DERMATOLOGIE - VENEREOLOGIE 5003**

BERBIS Philippe (PU-PH)  
 DELAPORTE Emmanuel (PU-PH)  
 GAUDY/MARQUESTE Caroline (PU-PH)  
 GROB Jean-Jacques (PU-PH)  
 RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth (PU-PH)

**GENETIQUE 4704**

BEROUD Christophe (PU-PH)  
 KRAHN Martin (PU-PH)  
 LEVY Nicolas (PU-PH)  
 NGYUEN Karine (PU-PH)

**DUSI**

COLSON Sébastien (MCF)

BOURRIQUEN Maryline (MAST)  
 EVANS-VIALLAT Catherine (MAST)  
 LUCAS Guillaume (MAST)  
 MAYEN-RODRIGUES Sandrine (MAST)  
 MELLINAS Marie (MAST)  
 ROMAN Christophe (MAST)  
 TRINQUET Laure (MAST)

TOGA Caroline (MCU-PH)  
 ZATTARA/CANNONI Hélène (MCU-PH)

**GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5403**

AGOSTINI Aubert (PU-PH)  
*BOUBLI Léon (PU-PH) Surnombre*  
 BRETELLE Florence (PU-PH)  
 CARCOPINO-TUSOLI Xavier (PU-PH)  
 COURBIERE Blandine (PU-PH)  
 CRAVELLO Ludovic (PU-PH)  
 D'ERCOLE Claude (PU-PH)

**ENDOCRINOLOGIE ,DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5404**

BRUE Thierry (PU-PH)  
 CASTINETTI Frédéric (PU-PH)  
 CUNY Thomas (MCU PH)



AUQUIER Pascal (PU-PH)  
 BERBIS Julie (PU-PH)  
 BOYER Laurent (PU-PH)  
 GENTILE Stéphanie (PU-PH)

BLAISE Didier (PU-PH)  
 COSTELLO Régis (PU-PH)  
 CHIARONI Jacques (PU-PH)  
 GILBERT/ALESSI Marie-Christine (PU-PH)  
 MORANGE Pierre-Emmanuel (PU-PH)  
 VEY Norbert (PU-PH)

LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude (MCU-PH)  
 RESSEGUIER Noémie (MCU-PH)

DEVILLIER Raynier (MCU PH)  
 GELSI/BOYER Véronique (MCU-PH)  
 LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina (MCU-PH)  
 LOOSVELD Marie (MCU-PH)  
 SUCHON Pierre (MCU-PH)

MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte (MCF)(06ème section)

POGGI Marjorie (MCF) (64ème section)

**IMMUNOLOGIE 4703**

**MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE 4603**

KAPLANSKI Gilles (PU-PH)  
 MEGE Jean-Louis (PU-PH)  
 OLIVE Daniel (PU-PH)  
 VIVIER Eric (PU-PH)

BARTOLI Christophe (PU-PH)  
 LEONETTI Georges (PU-PH)  
 PELISSIER-ALICOT Anne-Laure (PU-PH)  
 PIERCECCHI-MARTI Marie-Dominique (PU-PH)

FERON François (PR) (69ème section)

TUCHTAN-TORRENTS Lucile (MCU-PH)

BOUCRAUT Joseph (MCU-PH)  
 CHRETIEN Anne-Sophie (MCU PH)  
 DEGEORGES/VITTE Joëlle (MCU-PH)  
 DESPLAT/JEGO Sophie (MCU-PH)  
 ROBERT Philippe (MCU-PH)  
 VELY Frédéric (MCU-PH)

BERLAND Caroline (MCF) (1ère section)

**MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION 4905**

**MALADIES INFECTIEUSES ; MALADIES TROPICALES 4503**

BROUQUI Philippe (PU-PH)  
 LAGIER Jean-Christophe (PU-PH)  
 MILLION Matthieu (PU-PH)  
 PAROLA Philippe (PU-PH)  
 STEIN Andréas (PU-PH)

BENSOUSSAN Laurent (PU-PH)  
 VITON Jean-Michel (PU-PH)

**MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL 4602**

ELDIN Carole (MCU-PH)

LEHUCHER/MICHEL Marie-Pascale (PU-PH)

**MEDECINE D'URGENCE 4805**

SARI/MINODIER Irène (MCU-PH)

KERBAUL François (PU-PH) *détachement*  
 MICHELET Pierre (PU-PH)

**MEDECINE INTERNE ; GERIATRIE ET BIOLOGIE DU  
 VIEILLISSEMENT ; ADDICTOLOGIE 5301**

BONIN/GUILLAUME Sylvie (PU-PH)  
 DISDIER Patrick (PU-PH)  
 DURAND Jean-Marc (PU-PH)  
 EBBO Mikael (PU-PH)  
 GRANEL/REY Brigitte (PU-PH)  
 HARLE Jean-Robert (PU-PH)  
 ROSSI Pascal (PU-PH)  
 SCHLEINITZ Nicolas (PU-PH)

BENYAMINE Audrey (MCU-PH)

**MEDECINE GENERALE 5303**

GENTILE Gaëtan (PR Méd. Gén. Temps plein)

CASANOVA Ludovic (MCF Méd. Gén. Temps plein)

GUIDA Pierre (PR associé Méd. Gén. à mi-temps) retraite au 25/09/2012 (MOAL Valérie (PU-PH)

BARGIER Jacques (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

CALVET-MONTREDON Céline (MCF associé Méd. Gén. à temps plein)

FORTE Jenny (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

JANCZEWSKI Aurélie (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

NUSSLI Nicolas (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps) DUFOUR Henry (PU-PH)

THERY Didier (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps) (nomination au 1/11/2012) FUENTES Stéphane (PU-PH)

**NUTRITION 4404**

DARMON Patrice (PU-PH)

RACCAH Denis (PU-PH)

VALERO René (PU-PH)

ATLAN Catherine (MCU-PH) disponibilité

BELIARD Sophie (MCU-PH)

MARANINCHI Marie (MCF) (66ème section)

**ONCOLOGIE 65 (BIOLOGIE CELLULAIRE)**

CHABANNON Christian (PR) (66ème section)

SOBOL Hagay (PR) (65ème section)

**OPHTALMOLOGIE 5502**

DAVID Thierry (PU-PH)

DENIS Danièle (PU-PH)

**OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE 5501**

DESSI Patrick (PU-PH)

FAKHRY Nicolas (PU-PH)

GIOVANNI Antoine (PU-PH)

LAVIEILLE Jean-Pierre (PU-PH)

MICHEL Justin (PU-PH)

NICOLLAS Richard (PU-PH)

TRIGLIA Jean-Michel (PU-PH)

RADULESCO Thomas (MCU-PH)

REVIS Joana (PAST) (Orthophonie) (7ème Section)

**NEPHROLOGIE 5203**

BRUNET Philippe (PU-PH)

BURTEY Stéphanne (PU-PH)

DUSSOL Bertrand (PU-PH)

JOURDE CHICHE Noémie (PU PH)

MOAL Valérie (PU-PH)

ROBERT Thomas (MCU-PH)

**NEUROCHIRURGIE 4902**

DUFOUR Henry (PU-PH)

FUENTES Stéphane (PU-PH)

REGIS Jean (PU-PH)

ROCHE Pierre-Hugues (PU-PH)

SCAVARDA Didier (PU-PH)

CARRON Romain (MCU PH)

GRAILLON Thomas (MCU PH)

**NEUROLOGIE 4901**

ATTARIAN Sharham (PU PH)

AUDOIN Bertrand (PU-PH)

AZULAY Jean-Philippe (PU-PH)

CECCALDI Mathieu (PU-PH)

EUSEBIO Alexandre (PU-PH)

FELICIAN Olivier (PU-PH)

PELLETIER Jean (PU-PH)

MAAROUF Adil (MCU-PH)

**PEDOPSYCHIATRIE; ADDICTOLOGIE 4904**

DA FONSECA David (PU-PH)

POINSO François (PU-PH)

GUIVARCH Jokthan (MCU-PH)

**PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE -  
PHARMACOLOGIE CLINIQUE; ADDICTOLOGIE 4803**

BLIN Olivier (PU-PH)

MICALLEF/ROLL Joëlle (PU-PH)

SIMON Nicolas (PU-PH)

BOULAMERY Audrey (MCU-PH)

**PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE 4502****PHILOSOPHIE 17**

RANQUE Stéphane (PU-PH)

LE COZ Pierre (PR) (17ème section)

CASSAGNE Carole (MCU-PH)

MATHIEU Marion (MAST)

L'OLLIVIER Coralie (MCU-PH)

TOGA Isabelle (MCU-PH)

**PHYSIOLOGIE 4402**

**PEDIATRIE 5401**

ANDRE Nicolas (PU-PH)

BARTOLOMEI Fabrice (PU-PH)

BARLOGIS Vincent (PU-PH)

BREGEON Fabienne (PU-PH)

CHAMBOST Hervé (PU-PH)

GABORIT Bénédicte (PU-PH)

DUBUS Jean-Christophe (PU-PH)

MEYER/DUTOUR Anne (PU-PH)

FABRE Alexandre (PU-PH)

TREBUCHON/DA FONSECA Agnès (PU-PH)

GIRAUD/CHABROL Brigitte (PU-PH)

BONINI Francesca (MCU-PH)

MICHEL Gérard (PU-PH)

BOULLU/CIOCCA Sandrine (MCU-PH)

MILH Mathieu (PU-PH)

*DADOUN Frédéric (MCU-PH) (disponibilité)*

OVAERT-REGGIO Caroline (PU-PH)

DELLIAUX Stéphane (MCU-PH)

REYNAUD Rachel (PU-PH)

LAGARDE Stanislas (MCU-PH)

TSIMARATOS Michel (PU-PH)

RUEL Jérôme (MCF) (69ème section)

TOSELLO Barthélémy (MCU-PH)

THIRION Sylvie (MCF) (66ème section)

**PSYCHIATRIE D'ADULTES ; ADDICTOLOGIE 4903**

**PNEUMOLOGIE; ADDICTOLOGIE 5101**

BAILLY Daniel (PU-PH)

ASTOUL Philippe (PU-PH)

LANCON Christophe (PU-PH)

BARLESI Fabrice (PU-PH)

NAUDIN Jean (PU-PH)

CHANEZ Pascal (PU-PH)

RICHERI Raphaëlle (PU-PH)

CERMOLACCE Michel (MCU-PH)

GREILLIER Laurent (PU PH)

REYNAUD/GAUBERT Martine (PU-PH)

**CHOLOGIE - PSYCHOLOGIE CLINIQUE, PSYCHOLOGIE SOCIALE 16**

TOMASINI Pascale (MCU-PH)

AGHABABIAN Valérie (PR)

LAZZAROTTO Sébastien (MAST)

**RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE 4302**

**RHUMATOLOGIE 5001**

BARTOLI Jean-Michel (PU-PH)

GUIS Sandrine (PU-PH)

CHAGNAUD Christophe (PU-PH)

LAFFORGUE Pierre (PU-PH)

CHAUMOITRE Kathia (PU-PH)

PHAM Thao (PU-PH)

GIRARD Nadine (PU-PH)

ROUDIER Jean (PU-PH)

JACQUIER Alexis (PU-PH)

MOULIN Guy (PU-PH)

*PANUEL Michel (PU-PH) surnombre*

PETIT Philippe (PU-PH)

VAROQUAUX Arthur Damien (PU-PH)

VIDAL Vincent (PU-PH)

**HERAPEUTIQUE; MEDECINE D'URGENCE; ADDICTOLOGIE 4801**

AMBROSI Pierre (PU-PH)

VILLANI Patrick (PU-PH)

STELLMANN Jan-Patrick (MCU-PH)

DAUMAS Aurélie (MCU-PH)

GAINNIER Marc (PU-PH)  
GERBEAUX Patrick (PU-PH)  
PAPAZIAN Laurent (PU-PH)  
ROCH Antoine (PU-PH)  
  
HRAIECH Sami (MCU-PH)

BASTIDE Cyrille (PU-PH)  
KARSENTY Gilles (PU-PH)  
LECHEVALLIER Eric (PU-PH)  
ROSSI Dominique (PU-PH)

Au Professeur Jean-Claude DEHARO,

Je vous remercie de me faire l'honneur d'avoir accepté de présider mon jury de thèse. Je vous remercie pour votre enseignement et votre engagement au quotidien.

Au Docteur Linda KOUTBI- FRANCESCHI,

L'ouvrage « *Femmes Puissantes* » est publié en 2020, mais il manque un chapitre qui vous serait accordé. Merci de me permettre d'avoir un modèle.

Au Professeur Virginie FOUILLOUX,

Je vous remercie de m'avoir fait l'honneur d'être membre de mon jury de thèse. Merci pour votre écoute et votre patience.

Au Docteur Baptiste MAILLE,

Tu es une source d'inspiration pour tous ceux qui croisent ton chemin. Merci pour ta patience sans limites.

A ma famille,

Merci à mes parents d'avoir tout fait pour nous offrir une vie meilleure.

A mon frère et mes deux sœurs.

Marc,

Il n'y a pas de mots pour décrire ce que tu représentes pour moi.

A mes amis, sans vous citer, je vous remercie d'être présents et de rendre le quotidien meilleur.

A ceux que je connais depuis cette fameuse association de malfaiteurs, nous n'avons plus de secrets les uns pour les autres.

A ceux qui sont partis à l'autre bout de la France, ou du Monde, mais qui restent toujours proches.

A mes co-internes, déjà 4 ans. A mes co-internes de pédiatrie, et à nos enfants adoptifs.

Aux médecins, ils sont nombreux, qui ont contribué à faire de moi ce que je suis aujourd'hui. Merci pour votre temps, votre patience, votre envie d'enseigner et de transmettre.

Merci à ceux qui, en plus de m'avoir enseigné la médecine dans toute sa splendeur et sa complexité, avec humanisme et humilité, m'ont permis de m'enrichir sur le plan personnel,

Monsieur le Pr Bordachar

Madame le Pr Caroline Ovaert,

Docteur Jennifer Cautela

Monsieur le Pr Gainnier,

Docteur Fedoua El-Louali,

Docteur Fouad Bouzana,

Docteur Sarab Al Dibyat





## Table des matières

RESUME :	2
ABSTRACT :	3
I- INTRODUCTION :	4
II - METHODE :	5
1- Population étudiée :	5
2- Protocole opératoire :	6
3- Suivi :	7
4- Recueil de données :	7
5- Définitions :	7
6- Analyse Statistique :	8
7- Ethique :	8
II- RESULTATS :	9
1- Caractéristiques démographiques :	9
2- Données opératoires :	9
a- Nombre de sondes implantées :	9
b- Modèles des sondes :	9
c- Positionnement des sondes :	10
3- Complications opératoires :	10
4- Suivi au long cours :	11
5- Mortalité :	11
6- Caractéristiques de stimulation, détections et impédances :	11
7- Longévité du boîtier de Pacemaker :	12
8- Longévité des sondes :	12
9- Mode de stimulation et croissance :	13
10- Résultats dans la population implantée à un poids < 15 kg :	14
11- Résultats dans la population sans cardiopathie structurelle implantée à un poids > 20 kg :	14
III- DISCUSSION :	16
IV- CONCLUSION :	23
Annexes: Tables et Figures	24
Bibliographie :	32
Liste des Abréviations :	37

## RESUME :

**Contexte :** L'implantation d'un Pacemaker (PM) est un défi pour le praticien et le choix de la méthode d'implantation endocavitaire ou épicaudique reste débattu sans recommandations formelles de la part des sociétés savantes.

**Objectif de l'étude :** L'objectif principal de l'étude est d'évaluer les résultats et l'efficacité à long-terme de la stimulation épicaudique chez l'enfant et de rechercher les facteurs de risque de dysfonction de sondes épicaudiques. L'objectif secondaire est d'analyser l'impact du mode de stimulation VVI(R) versus DDD(R) sur la croissance staturo-pondérale de l'enfant.

**Méthode :** Nous avons réalisé une analyse rétrospective, monocentrique de 101 patients consécutifs âgés de <18 ans, implantés d'un PM épicaudique entre 2004 et 2020. Les données recueillies étaient les paramètres de stimulation initiaux, à 1 mois, 1 an, 2 ans et au dernier contrôle, ainsi que la survenue d'une complication.

**Résultats :** Au total, 101 patients (93 sondes atriales et 131 sondes ventriculaires épicaudiques) ont été analysés. La durée moyenne de suivi était de 6,2 ans (de 2 jours à 16,9 ans). L'âge médian d'implantation était de 4,2 ans (IQ 0,3-8,8 ans), le poids médian était de 15,2 kg (IQ 5,2 - 28,0 kg). A l'implantation 41 patients avaient moins d'1 an et 47 patients avaient un poids <15 kg. Une cardiopathie congénitale (CC) était présente pour 59,4% des patients. Les motifs d'implantation étaient le Bloc Atrio-Ventriculaire (BAV) complet post-opératoire (40,6%), le BAV congénital (37,6%), le BAV complet avec cardiopathie sans chirurgie (7,9%), la dysfonction sinusale (7,9%), autres (4%). Lors de la primo implantation 76 patients ont bénéficié d'un PM double-chambre, 23 d'un simple chambre et 2 d'un triple-chambre. Une infection de système est survenue chez 4 patients avec nécessité d'extraction et de réimplantation. Les autres complications péri-opératoires étaient la survenue d'un épanchement péricardique (n=5), d'une hernie diaphragmatique (n=1), d'un déplacement de boîtier (n=1). Un seul patient a nécessité un changement de méthode de stimulation avec implantation d'un stimulateur sans sonde à l'âge de 16 ans. Le taux de mortalité était de 15,8%, sans qu'aucun décès ne soit directement lié à l'implantation ou à une dysfonction de PM. Les valeurs de détection et d'impédance étaient stables dans le temps et les seuils de stimulations moyens sont restés <0,98±0,81 volts dans l'oreillette et < 1,57±0,89 volts dans le ventricule. La probabilité de survie d'un patient sans réintervention pour dysfonction de sonde était de 96,7%, 90,7%, 82,3%, 74,5% à 1, 5, 8 et 10 ans. Le délai moyen de survenue d'une dysfonction de sonde était de 13,4 ans, 95%IC [12,1- 14,7]. La présence d'une cardiopathie congénitale, le poids <15kg, l'implantation en double chambre, l'implantation pour BAV post-opératoire (comparés aux BAV congénitaux) n'étaient pas des facteurs de risque significatifs de dysfonction de sonde. Le poids <15kg n'était pas un facteur de risque significatif de réintervention de changement de boîtier, de dysfonction de sonde, ou de réintervention toutes causes confondues. La survie à 5 ans sans dysfonction de sonde est de 100% dans le sous-groupe des patients implantés pour BAV congénital à >20 kg. Il n'y avait pas de différence significative sur l'IMC (p=0,729), le poids (p=0,389) ou la taille (p=0,935) chez les enfants stimulés en DDD versus VVI(R).

**Conclusion :** La stimulation épicaudique chez l'enfant avec des sondes à élution de stéroïdes montre de bons résultats à long terme avec des paramètres de stimulation stables, une survie sans dysfonction de sondes et sans réintervention pour épuisement de boîtier satisfaisants. L'implantation à < 15 kg et la présence d'une cardiopathie congénitale n'étaient pas des facteurs de risque de dysfonction de sondes.

## **ABSTRACT :**

**Purpose :** Pacemaker (PM) implantation is a challenge for practitioners and the choice of endovascular or epicardial implantation remains unclear without formal recommendations.

**Aim of the study :** The aim of the study is to evaluate the long-term results and efficacy of epicardial pacing in children and to investigate risk factors for epicardial lead dysfunction. The secondary objective is to analyse the impact of the VVI(R) versus DDD(R) pacing mode on the staturponderal growth in children.

**Method :** We performed a retrospective, single-centre analysis of 101 consecutive patients aged <18 years implanted with an epicardial PM between 2004 and 2020. Data collected were initial pacing parameters, at 1 month, 1 year, 2 years, and at last follow-up, as well as occurrence of a complication.

**Results :** A total of 101 patients (93 atrial and 131 ventricular epicardial) were analysed. The mean follow-up time was 6.2 years (range 2 days to 16.9 years). Median age at implantation was 4.2 years (IQ 0.3-8.8 years), median weight was 15.2 kg (IQ 5.2-28.0 kg). At implantation 41 patients were <1 year old and 47 patients had a weight <15 kg. Congenital heart disease (CHD) was recorded in 59,4% of patients. Reasons for implantation were postoperative complete atrioventricular block (AVB) (40.6%), congenital AVB (37.6%), sinus dysfunction (7.9%), complete AVB with heart disease without surgery (7.9%), others (4%). At primary implantation, 76 patients received a dual-chamber PM, 23 a single-chamber PM, and 2 a triple-chamber PM.

Four patients had a system infection with the need for extraction and reimplantation. Other perioperative complications were pericardial effusion (n=5), diaphragmatic hernia (n=1), and device displacement (n=1). Only one patient required a change of pacing method with implantation of a MICRA™ (leadless pacemaker) at the age of sixteen. The mortality rate was 15.8%, with no deaths directly related to implantation or PM dysfunction. Detection values, impedances were stable over time, and the and average pacing thresholds remained  $<0,98\pm0,81$  volt in the atrium and  $< 1.57\pm0,89$  volt in the ventricle.

Lead survival was 96,7%, 90,7%, 82,3%, 74,5% at 1, 5, 8 and 10 years. The mean time to lead dysfunction was 13,4 years, 95%IC [12,1- 14,7]. The CHD, weight <15kg, dual chamber implantation, implantation for postoperative BAV (compared with congenital BAV) were not significant risk factors for lead dysfunction. The 5-year survival without lead dysfunction was 100% in the subgroup of patients implanted for congenital AVB at >20 kg. Weight <15kg was not a significant risk factor for generator replacement, for lead dysfunction or for all-cause reintervention. There was no significant difference in BMI (p=0.729), weight (p=0.389) or height (p=0.935) in children stimulated in DDD compared to VVI(R).

**Conclusion :** Epicardial pacing in children with steroid-eluting leads shows good long-term results with stable pacing parameters, good survival from lead dysfunction, and from generators replacement.

Implantation at less than 15 kg and CHD were not a risk factors for lead dysfunction.

## I- INTRODUCTION :

La stimulation cardiaque chez l'enfant est un défi pour le praticien. De multiples facteurs déterminants sont à prendre en considération pour le choix de la stratégie d'implantation comme l'âge, le poids, la croissance, l'existence d'une cardiopathie structurale, la difficulté des accès veineux et le risque de thrombose veineuse. Le site de stimulation optimal doit également être déterminé avec soin pour prévenir le risque de survenue d'une cardiopathie liée à l'asynchronisme de contraction devant une perspective de stimulation de plusieurs décennies.

Les indications d'implantation les plus fréquentes chez l'enfant sont le Bloc Atrio-Ventriculaire (BAV) complet et la dysfonction sinusale (1). Le BAV complet peut-être congénital, le plus souvent lié à des anticorps maternels (Ro/SSA et anti-La/SSB) ou post-opératoire compliquant une chirurgie cardiaque. L'incidence estimée du BAV Complet congénital est inférieure à 1 sur 15000 naissances (2,3) et le BAV complet post-opératoire persistant complique 1 à 3% des chirurgies cardiaques (4).

La stimulation endocavitaire est la méthode de référence chez l'adulte mais son utilisation reste débattue dans la population pédiatrique. Elle est associée à moins de dysfonction de sondes (5–7) et de meilleurs seuils de stimulation (8) que la stimulation épicaudique. Cependant les systèmes endocavitaires sont associés à un haut risque de sténose ou d'occlusion veineuse (9–11), d'infection (12), de complications liées à l'extraction (13,14), d'abandon de sondes (15) ou d'insuffisance valvulaire sévère au long cours (11). L'utilisation de sondes endocavitaires est par ailleurs contre-indiquée en cas de shunt droit-gauche intracardiaque du fait du risque d'embolies paradoxales (16). L'amélioration récente des technologies avec l'apparition de sondes épicaudiques à élution de stéroïdes ainsi que l'utilisation des sondes bipolaires Medtronic 4968 ont considérablement amélioré la longévité des batteries, diminué les seuils de stimulation (17–19) et ont réduit le risque de réintervention pour dysfonction de sondes (6,20,21). Selon les recommandations de l'EHRA (European Heart Rythm Association) et l'AEPC (Association for European Paediatric and Congenital Cardiology) de 2013, avant 20 kg l'implantation épicaudique est privilégiée alors qu'au-delà de 20 kg l'implantation endocavitaire est mise au premier plan sauf indication contraire spécifique (cardiopathies congénitales avec shunt intra-cardiaque ou ventricules uniques (16,22)).

L'objectif principal de l'étude est d'évaluer, à travers une cohorte récente les résultats et l'efficacité à long-terme du pacemaker épicardique chez l'enfant et de rechercher les facteurs de risque de dysfonction de sondes épicardiques dans la population pédiatrique.

L'objectif secondaire est d'analyser l'impact du mode de stimulation VVI(R) versus DDD(R) sur la croissance staturo-pondérale de l'enfant.

## **II - METHODE :**

### **1- Population étudiée :**

Nous avons réalisé une étude observationnelle, rétrospective des patients âgés de moins de 18 ans implantés d'un pacemaker épicardique entre février 2004 et décembre 2020 à l'Assistance Publique des Hôpitaux de Marseille, Centre Hospitalo-Universitaire, France. Cent-un patients consécutifs ont été inclus.

Les indications classiques d'implantation étaient :

- Le BAV complet post-opératoire si l'un ou plusieurs des critères suivants étaient présents : BAV complet persistant à 7-10 jours après la chirurgie, ou avant 7 jours chez les patients présentant une cardiopathie congénitale à haut risque de troubles conductifs (Exemples : double discordance, canal atrio-ventriculaire).
- Le BAV complet congénital : en cas de bradycardie symptomatique, QRS larges, présence d'extrasystoles ventriculaires, survenue d'une dysfonction ventriculaire gauche. L'implantation pouvait être réalisée en cas de fréquence inférieure à 50 bpm ou de survenue de pauses prolongées, de l'apparition d'une dilatation ventriculaire gauche (z score  $\geq 3$ ) ou apparition d'une insuffisance mitrale.
- Le BAV avec cardiopathie congénitale complexe en cas de retentissement hémodynamique ou à une fréquence moyenne inférieure à 60-70 bpm.
- La dysfonction sinusale symptomatique de cause non réversible.

Les autres indications d'implantation qui pouvaient être fréquemment considérées étaient :

La survenue de tachycardies ventriculaires pause-dépendantes, les syncopes inexplicées en cas d'antécédents de BAV post-opératoire, la syncope cardio-inhibitrice récurrente en cas d'échec des traitements médicamenteux.

Cette liste n'est pas exhaustive et l'indication d'implantation, ainsi que le choix entre dispositif simple ou double chambre, étaient discutés en staff pluridisciplinaire avec les rythmologues, les chirurgiens cardiaques, les cardiopédiatres et les néonatalogues. La prise en charge était individualisée en prenant en compte notamment l'âge, le poids, la cardiopathie structurelle sous-jacente, les interventions chirurgicales prévisibles, le risque infectieux et les comorbidités du patient.

## **2- Protocole opératoire :**

La stratégie opératoire était personnalisée et différait chez le nouveau-né et chez l'enfant. La voie d'abord était préférentiellement une thoracotomie gauche pour le BAV complet congénital chez l'enfant, avec un accès direct aux cavités cardiaques gauches et un bon résultat esthétique, et une reprise de la sternotomie pour le BAV complet post-première intervention chirurgicale. Dans les autres cas, la stratégie était adaptée au gabarit, au caractère post-opératoire ou congénital et aux antécédents chirurgicaux du patient.

Dans notre centre, les sondes ventriculaires étaient positionnées de manière préférentielle sur le ventricule gauche si la voie d'abord le permettait. Le boîtier était placé et fixé à l'aide d'un point non résorbable dans une loge située en arrière de l'aponévrose du muscle transverse, en arrière du muscle grand droit ou dans la loge pré-rénale. Les sondes pouvaient être glissées au travers d'un petit orifice dans la plèvre pour éviter le risque de strangulation du ventricule gauche. Une antibiothérapie prophylactique par Céfazoline était systématique.

L'implantation était systématiquement réalisée en présence d'un rythmologue au bloc opératoire. Les sondes étaient repositionnées si nécessaire jusqu'à obtenir des seuils, une détection et une impédance satisfaisants.

Dans certains cas, des sondes épicaudiques prophylactiques pouvaient être mises en place au décours d'une chirurgie cardiaque, après discussion collégiale, et pour des cardiopathies à haut risque de survenue de troubles conductifs comme la double discordance, les canaux atrio-ventriculaire et le ventricule unique L-Loop après totalisation.

### **3- Suivi :**

Les patients bénéficiaient d'une évaluation initiale au bloc opératoire, d'un contrôle avant la sortie d'hospitalisation, d'une consultation à un mois, à six mois, puis d'une évaluation annuelle de leurs dispositifs dans notre centre ou dans un centre secondaire.

Cinq patients ont été perdus de vue (2 patients le premier mois, 2 la deuxième année et 1 patient la troisième année post implantation). Une unité de télécardiologie a été créée dans le service de rythmologie en janvier 2020. La télésurveillance des patients porteurs d'un dispositif implantable a été systématiquement proposée et encouragée à chaque consultation de contrôle dans notre centre. Les données du stimulateur étaient automatiquement transmises de manière mensuelle ainsi qu'en cas de survenue d'une alerte ponctuelle. Les données étaient interprétées par deux infirmier(e)s entraîné(e)s et transmises au cardiologue en charge si nécessaire.

### **4- Recueil de données :**

Nous avons relevé dans les dossiers médicaux les données suivantes :

- Les données relatives aux dispositifs de stimulation : mode de stimulation, seuils de stimulation, détection, impédance et pourcentage de stimulation sur le contrôle initial post-implantation, à 1 mois, 1 an, 2 ans et au dernier contrôle disponible en 2020.
- Les données relatives aux patients : l'âge et le poids à l'implantation, le terme de naissance, le motif d'implantation, l'existence d'une cardiopathie structurelle, les symptômes avant implantation, la voie d'abord chirurgicale, la localisation des sondes, le modèle des sondes et des boîtiers, la taille, le poids et l'IMC de l'enfant en 2020.

La survenue d'une réintervention, d'une dysfonction de sonde, ou d'une complication autre, était systématiquement relevée.

### **5- Définitions :**

La dysfonction de sonde était définie par la survenue d'une :

- Elévation de seuil, définie par une élévation rapide ou excessive du seuil de stimulation entraînant une perte de capture.
- Fracture de sonde, définie par l'élévation de l'impédance avec un retentissement sur les fonctions de détection ou de stimulation.



- Rupture d'isolant, définie par une baisse de l'impédance avec un retentissement sur les fonctions de détection ou de stimulation.
- Sur ou sous-détection, définie par une altération de la capacité à détecter sans erreur l'activité atriale ou ventriculaire spontanée, nécessitant une réintervention malgré une optimisation de la programmation.

Les complications autres étaient la survenue d'un événement inattendu et négatif nécessitant une consultation, un examen complémentaire ou un traitement spécifique. Les complications classiquement recherchées étaient la survenue d'une infection de loge, d'un épanchement péricardique, d'un déplacement de boîtier, ou la survenue d'une hernie diaphragmatique.

Le boîtier était remplacé quand la longévité résiduelle était inférieure à 3 mois.

La réintervention toutes causes comprend toute reprise au bloc opératoire pour une réintervention sur les sondes ou le boîtier. L'extraction de matériel pour une transplantation cardiaque (3 patients) n'était pas comptabilisée comme une réintervention.

## **6- Analyse Statistique :**

Les variables continues étaient exprimées en moyenne  $\pm$  écart type et comparées en utilisant le test de Student. Les variables catégorielles étaient exprimées en pourcentage et comparées en utilisant le test exact du  $\chi^2$ . Les courbes de survenue d'évènements ont été tracées à l'aide de la méthode de Kaplan-Meier et comparées avec le test du Log-Rank. Tous les tests statistiques étaient bilatéraux et le seuil de signification statistique était  $p < 0,05$ . Les HR ont été estimés à l'aide d'un modèle de régression de Cox. Pour l'étude de la croissance une régression linéaire multiple a été réalisée pour étudier les facteurs associés à l'IMC. Toutes les analyses ont été effectuées avec IBM SPSS Statistics 20.0 (IBM Inc., New York, États-Unis).

## **7- Ethique :**

L'étude est conforme aux règles de bonne pratique (23) et à la déclaration d'Helsinki. Il s'agit d'une étude menée à partir de données recueillies de manière rétrospective dans le cadre du suivi médical des patients. Elle a été enregistrée sur le Portail d'Accès aux Données de Santé de l'Assistance Publique des hôpitaux de Marseille sous le numéro PADS20-58 et PADS20-59.

## II- RESULTATS :

### 1- Caractéristiques démographiques :

Cent-un patients âgés de moins de 18 ans ont bénéficié de l'implantation d'un pacemaker épiscardique entre 2004 et 2020. L'âge médian d'implantation était de 4,2 ans (25-75<sup>ème</sup> percentile 0,3 à 8,8 ans) et le poids médian était de 15,2 kg (25-75<sup>ème</sup> percentile 5,2 à 28,0 kg). Au moment de la primo-implantation, 10 patients étaient des nouveau-nés et 41 étaient âgés de moins d'un an. Le motif d'implantation était majoritairement le BAV complet post-opératoire (40,6%) puis le BAV congénital (37,6%) et la dysfonction sinusale (9,9%). Huit patients (7,9%) avaient été implantés pour un BAV complet associé à une cardiopathie structurale sans chirurgie cardiaque (2 ventricules uniques, 1 double discordance, 1 maladie d'Ebstein, 2 Canaux atrio-ventriculaires, 1 communication inter-ventriculaire dans le cadre d'une Trisomie 21 et 1 cardiopathie autre). Les autres indications d'implantation étaient : syndrome du QT long congénital (2%), syncope vagale cardio-inhibitrice (2%). La majorité des patients avait une cardiopathie congénitale (59,4%) (**Tableau 1**).

### 2- Données opératoires :

#### a- Nombre de sondes implantées :

Au total, 224 sondes ont été implantées : 93 sondes atriales et 131 sondes ventriculaires. L'ensemble des sondes implantées étaient des sondes bipolaires à élution de stéroïdes. Seules 3 sondes (1,4%) étaient unipolaires.

Lors de la primo-implantation 76 (75,2%) patients ont bénéficié de l'implantation d'un stimulateur double-chambre, 23 (22,8%) d'un simple chambre et 2 (1,9%) d'un triple-chambre. Le mode de stimulation initial était DDD n=58, VVI n=27, AAI n=7 et non renseigné pour 9 patients.

#### b- Modèles des sondes :

Les modèles de sondes implantées étaient : 155 (69%) Medtronic 4968, 51 (22,7%) Saint Jude Médical, 3 (1,3%) Medtronic 5965, 1 (0,4%) Medtronic 5071, 2 (0,9%) Boston et 12 (5,3%) de marque non renseignée.

### c- Positionnement des sondes :

Le site d'implantation de la sonde ventriculaire était le ventriculaire gauche dans 34,4% des cas (11 à l'apex du VG, 8 sur la paroi latérale du VG, et 16 sur le VG sans plus de précision). Parmi ces sondes ventriculaires gauches, 69,8% ont été positionnées par thoracotomie latérale et 30,2% par sternotomie médiane. Parmi les sondes positionnées sur le ventricule droit, 93,9% avaient été positionnées par sternotomie et 6,1% par thoracotomie.

### **3- Complications opératoires :**

Quatre patients ont présenté une infection de système avec nécessité d'extraction et de réimplantation. Le premier patient, implanté pour un BAV complet post opératoire d'une correction de transposition des gros vaisseaux et fermeture de CIV, a présenté 36 jours après son implantation, une médiastinite à Staphylocoque aureus méti-sensible nécessitant une antibiothérapie adaptée et une extraction de matériel avec réimplantation épiscopidique un mois plus tard. Le second patient implanté pour un BAV complet congénital, a été extrait pour une fièvre persistante et une loge inflammatoire, sans documentation bactériologique, à 5 mois de la primo implantation. Le troisième patient suivi pour une atrésie tricuspide opérée, implanté pour une dysfonction sinusale, a présenté un retard de cicatrisation avec évolution défavorable et nécessité de reprise de la cicatrice 4 mois après la sternotomie. La mise en place d'un pansement de type VAC® et un suivi en chirurgie plastique infantile ont été nécessaires, mais devant la documentation d'un Staphylocoque aureus et la fixation des sondes et de la loge au TEP-TDM, une extraction a été réalisée 4 ans après la primo implantation. Le quatrième patient, implanté pour un BAV complet post-opératoire d'un remplacement valvulaire mécanique gauche sur un canal atrioventriculaire, a présenté 6 mois après la chirurgie, une endocardite infectieuse sur valve mécanique et une extériorisation de boiter nécessitant une extraction et une réimplantation.

Les autres complications péri-opératoires étaient la survenue d'un épanchement péricardique (n=5) tous favorablement évolutifs sous traitement anti-inflammatoire, une hernie diaphragmatique (n=1) nécessitant une fermeture par laparotomie, et un déplacement de boiter (n=1) nécessitant une réintervention précoce.

#### **4- Suivi au long cours :**

La durée moyenne de suivi était de 6,2 ans (de 2 jours à 16,9 ans). Le pacemaker a été extrait à la faveur d'une transplantation cardiaque pour 3 patients. Le boîtier de pacemaker a également été extrait après récupération d'une conduction atrio-ventriculaire antérograde spontanée pendant 9 ans pour un patient, après demande spécifique de la part du patient et sa famille. Celui-ci avait été implanté pour BAV complet persistant à J7 post résection de membrane sous aortique.

Dans notre cohorte, aucun patient n'a nécessité de changement de méthode de stimulation hormis un patient, qui a été extrait de son pacemaker épicaudique et réimplanté d'un MICRA<sup>MC</sup> (pacemaker sans sonde) à l'âge de 16 ans. Ce patient, implanté pour la première fois à l'âge de 7 ans, avait nécessité une première réintervention pour dysfonction de sonde ventriculaire avec élévation excessive de seuil de stimulation à l'âge de 13 ans. La survenue d'une nouvelle dysfonction de sonde ventriculaire avec élévation de seuil significative trois ans plus tard a fait rediscuter la stratégie d'implantation.

#### **5- Mortalité :**

Seize (15,8%) patients sont décédés pendant le suivi. Les motifs d'implantation, les pathologies globales, les causes du décès, le délai de survenue du décès post-implantation et l'âge du patient au moment du décès sont présentés dans le **Tableau 2**. La cause du décès d'un seul patient n'était pas formellement connue, mais le décès est survenu un an après l'implantation avec un contrôle de son pacemaker moins d'un mois avant le décès qui était satisfaisant, chez un enfant porteur d'un syndrome de Kearns Sayre. Aucun décès n'était formellement imputé à une complication de l'implantation du pacemaker épicaudique ou à un dysfonctionnement de celui-ci.

#### **6- Caractéristiques de stimulation, détections et impédances :**

Les valeurs de détection moyennes étaient stables pendant le suivi, dans l'oreillette (entre  $3,15 \pm 1,47$  et  $3,54 \pm 1,63$  mV) et dans le ventricule (entre  $7,96 \pm 4,11$  et  $9,68 \pm 6,27$  mV). Les valeurs d'impédances étaient également stables pendant le suivi avec une valeur plus élevée à l'implantation (en moyenne  $719 \pm 198$  ohms pour la sonde atriale et  $782 \pm 400$  ohms pour la sonde ventriculaire). Les seuils moyens de stimulation atriaux et ventriculaires restaient

respectivement inférieurs à  $< 0,98 \pm 0,81$  volts et  $< 1,57 \pm 0,89$  volts pendant le suivi (**Tableau 3**). Nous avons comparé l'évolution des seuils chez les patients implantés pour BAV post opératoires et les patients implantés pour troubles conductifs sans cardiopathie structurale. Les seuils atriaux et ventriculaires avaient tendance à être plus bas chez les patients implantés pour troubles conductifs sans cardiopathie structurale, avec une différence significative pour le seuil ventriculaire initial,  $p=0,002$  (**Tableau 4**).

## 7- Longévité du boîtier de Pacemaker :

Au cours du suivi, 15 patients ont subi une réintervention pour un remplacement de boîtier en fin de vie (boîtier à l'ERI = Elective Replacement Indicator). La probabilité de survie sans réintervention pour changement de boîtier à l'ERI était de 99,0%, 94,1 %, 74,0% et 70,5% respectivement à 1, 5, 8 et 10 ans (**Figure 1**). Parmi les patients qui ont bénéficié d'un remplacement de boîtier en fin de vie, le délai médian avant remplacement était de 7,2 ans après implantation IC 95% [6,5 – 7,9]. Dans la population globale, le délai moyen avant remplacement de boîtier pour épuisement était de 12,49 ans IC 95% [11,07 – 13,91]. Dans un tiers des cas, un algorithme de contrôle de capture cycle à cycle était utilisé.

## 8- Longévité des sondes :

Durant le suivi, 10 patients ont nécessité une réintervention pour dysfonction de sonde. Les dysfonctions concernaient 5 (5,4%) sondes atriales et 11 (8,4%) sondes ventriculaires. La probabilité de survie d'un patient sans réintervention pour dysfonction de sonde était de 96,7%, 90,7%, 82,3%, 74,5% à 1, 5, 8 et 10 ans (**Figure 2**). Le délai moyen de survenue d'une dysfonction de sonde était de 13,4 ans, intervalle de confiance à 95% [12,1- 14,7].

Les causes de dysfonction sont reportées dans le **Tableau 5**. Une régression de Cox a été utilisée pour analyser les possibles facteurs prédictifs de dysfonction de sonde. La présence d'une cardiopathie complexe (étaient inclus les ventricule uniques, la double discordance, le canal atrio-ventriculaire et les 3 cardiopathies complexes autres) n'était pas significativement associée à un risque de dysfonction de sonde (HR 1,41 ; 95% IC [0,40 – 4,96]  $p= 0,59$ ). La présence d'une cardiopathie congénitale comparée à l'absence de cardiopathie structurale

n'était pas non plus associée de manière significative à un surrisque de dysfonction de sonde (HR 1,74 ; 95% IC [0,56-5,41], p=0,339).

Les patients implantés pour BAV complet post-opératoire comparés aux BAV congénitaux avaient une tendance à présenter davantage de dysfonction de sonde sans atteindre les seuils de significativité (HR 1,87 ; 95% IC [0,58-6,02] p= 0,295).

Nous avons comparé la survie sans dysfonction de sonde chez les patients primo-implantés en double chambre versus simple chambre. Il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes HR 1,023 ; 95% IC [0,29-3,65] p=0,972 (**Figure 3**)

Il n'y avait pas de différence significative concernant la survenue de dysfonction de sonde entre les sondes Medtronic (Caspure Epi, sonde suturées) et les sondes Saint Jude Médicale (MyoDex, sonde vissées) p=0,126.

Il n'y avait pas non plus de différence en termes de survie sans dysfonction de sondes entre les patients nés prématurés (< 37 semaines d'aménorrhées) et les patient nés après 37 semaines d'aménorrhées, p= 0,917.

## **9- Mode de stimulation et croissance :**

L'étude de la croissance des enfants implantés d'un pacemaker épicaudique en fonction du mode de stimulation a été réalisée. La croissance de l'enfant était évaluée à l'aide de l'Indice de Masse Corporelle (IMC) en percentile à la date de fin de suivi. Le mode de stimulation était VVI(R) pour 20 enfants et DDD(R) pour 61 enfants. Ont été exclus de l'analyse les 16 patients décédés pendant le suivi et 4 patients dont le mode de stimulation n'était pas renseigné avec précision. Une régression linéaire multiple a été réalisée pour étudier l'influence des facteurs associés au mode de stimulation tels que l'âge, la stimulo-dépendance et la durée de suivi.

Il n'y avait pas de différence significative sur l'IMC chez les enfants stimulés en DDD(R) versus VVI(R) : moyenne IMC groupe DDD 46,0<sup>ème</sup> percentile (écart-type 36,6), moyenne IMC groupe VVI(R) 50,64<sup>ème</sup> percentile (écart-type 44,74) avec p=0,729.

Nous avons également étudié l'impact du mode de stimulation VVI(R) comparé au DDD(R) sur la taille des enfants, en prenant en compte la taille cible des enfants ((taille de la mère + taille du père) / 2) et ainsi que sur le poids.

La taille moyenne était  $146 \pm 27$  cm dans le groupe DDD(R) et  $141 \pm 32$  cm dans le groupe VVI(R), avec une valeur de  $p=0,935$  ajustée sur l'âge à l'implantation, la durée de stimulation, la stimulo-dépendance et la taille cible des parents.

Le poids moyen était  $42,6 \pm 25,2$  kg dans le groupe DDD(R) et  $45,6 \pm 24,0$  kg dans le groupe VVI(R), avec une valeur de  $p=0,389$  ajustée sur les mêmes paramètres hormis la taille cible (**Figure 4**). IL n'y avait donc pas de différence significative de taille et de poids entre les deux groupes.

## **10-Résultats dans la population implantée à un poids < 15 kg :**

Dans notre cohorte, 47 patients (46,5%) avaient un poids inférieur à 15kg au moment de la primo implantation. Le poids à l'implantation inférieur strict à 15 kg, n'était pas un facteur de risque de dysfonction de sonde HR 1,19 ; 95% IC [0,44-3,20] avec  $p=0,734$ . Il n'était pas non plus associé à un surrisque de changement de boîtier pour épuisement de batterie HR 1,50 ; 95% IC [0,52-4,30],  $p=0,456$  ou de réintervention toutes causes confondues HR 1,26 ; 95% IC [0,60-2,62],  $p=0,543$  (**Figure 5**).

Les complications dans la population <15kg étaient : 1 épanchement péricardique et 1 déplacement de boîtier. Dans la catégorie  $\geq 15$  kg, les complications étaient : 4 épanchements péricardiques, 1 hernie diaphragmatique, et 1 déplacement de boîtier.

## **11- Résultats dans la population sans cardiopathie structurelle implantée à un poids > 20 kg :**

### **1- Caractéristiques démographiques :**

Dans notre cohorte, 15 patients sans cardiopathies structurelles avaient été implantés d'un stimulateur épicaudique avec un poids à l'implantation supérieur à 20 kg. Les motifs d'implantation étaient 14 BAV complets congénitaux et 1 syncope cardio-inhibitrice. La moyenne d'âge dans cette population était de 12,44 ans (min 6,12 et max 15,5 ans). Le poids moyen était de  $43,1 \pm 23,8$  kg. La durée moyenne de suivi était de  $6,65 \pm 3,54$  ans.

## 2- Survie sans dysfonction de sonde :

La survie sans dysfonction de sonde chez les patients implantés pour BAV congénital à plus de 20 kg était de 100% à 5 ans. Il y avait une différence significative entre la survie sans dysfonction de sonde dans le groupe de patients implantés pour BAV congénital à plus de 20 kg et le groupe de patients implantés pour BAV post-opératoire à plus de 20 kg,  $p=0,036$  (**Figure 6**).

## 3- Complications péri-opératoires :

Les complications péri-opératoires étaient : 2 épanchement péricardiques, résolutive sous traitement médical seul. Concernant les réinterventions : 1 seul patient a bénéficié d'un changement de boîtier à épuisement 10 ans et 5 mois après l'implantation. Aucun patient n'a présenté de réintervention pour dysfonction de sonde, et aucune réintervention pour une autre cause n'est survenue.

## 4- Evolution des seuils de stimulation :

Nous avons comparé les seuils atriaux et ventriculaires des patients implantés à >20 kg sans cardiopathie structurelle (15 patients), aux patients implantés à >20 kg pour BAV post-opératoire (10 patients). Les seuils ventriculaires avaient tendance à être plus bas dans le groupe de patients implantés pour BAV sans cardiopathie, sans atteindre les seuils de significativité. Il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes pour les seuils atriaux (**Tableau 6**).

Nous avons également comparé les seuils atriaux et ventriculaires des patients implantés à >20 kg sans cardiopathie structurelle aux patients implantés pour BAV avec cardiopathie structurelle (BAV post-opératoire et BAV associée à une cardiopathie, sans intervention chirurgicale, soit un total de 19 patients). La tendance statistique était retrouvée pour les sondes ventriculaires sans atteindre les seuils de significativité. Il n'y avait pas non plus de différence significative pour les sondes atriales (**Tableau 6**).



### III- DISCUSSION :

Cette étude monocentrique est une cohorte récente de 101 patients ayant bénéficié d'une stimulation épiscopordique avec des sondes modernes bipolaires à élution de stéroïdes.

Concernant l'analyse des sondes, les principaux résultats de notre travail étaient :

- Les paramètres de stimulation (seuils de stimulation, sensibilités, et impédances) étaient satisfaisants et stables dans le temps.
- La probabilité de survie sans dysfonction de sonde était 96,7%, 90,7%, 82,3%, 74,5% à 1, 5, 8 et 10 ans.
- Le délai moyen de survenue d'une dysfonction de sonde était de 13,4 ans, IQ 95% [12,1-14,7].
- La présence d'une cardiopathie congénitale n'était pas un facteur de risque significatif de dysfonction de sonde.
- Les patients implantés pour BAV complet post-opératoire avaient une tendance à présenter plus de dysfonction de sondes sans atteindre les seuils de significativité.

L'utilisation de sondes épiscopordiques dans la population pédiatrique peut être un sujet d'inquiétude pour les praticiens. Le taux de complication des sondes épiscopordiques est élevé dans la littérature : 10,6% de fractures et 21,4% d'élévations de seuils pour les sondes ventriculaires selon Silvetti et al. en 2013 (6). La stimulation épiscopordique est décrite comme un facteur de risque de dysfonction de sonde par Fortescue et al. en 2004 (7) qui analysent 1007 sondes dont 519 sondes épiscopordiques. Cependant, ces résultats sont à pondérer avec les caractéristiques des technologies utilisées au moment de l'analyse. En effet, dans la cohorte de Silvetti et al, seules 67% des sondes étaient des sondes à élution de stéroïdes et une minorité (45,6%) étaient bipolaires. Il en est de même pour Fortescue et al. avec 58% de sondes épiscopordiques à élution de stéroïdes et 68,1% de sondes bipolaires (sondes épiscopordiques et endocavitaires confondues). L'évolution des technologies avec l'utilisation systématique des sondes épiscopordiques bipolaires à élution de stéroïdes semble avoir considérablement amélioré les performances des sondes depuis la dernière décennie, ce qui est largement retrouvé dans la littérature (8,20,24,25). Par ailleurs, l'utilisation des sondes Medtronic 4968 a montré, dans une publication de 2012, une réduction significative du risque de réintervention pour fracture de sonde, rupture d'isolant et bloc de sortie (20).

De plus, la stimulation épiscopique est classiquement utilisée chez les patients de très petits gabarits et l'indication de choix est le BAV post-opératoire. Cette catégorie de patients représente une population à risque, avec une croissance staturopondérale majeure, des réinterventions chirurgicales fréquentes, un risque de lésion des sondes en place au moment de chaque intervention, et la présence d'adhérences et de fibrose qui rendent l'implantation et la stimulation plus difficiles. L'analyse des performances des sondes épiscopiques est ainsi réalisée au sein d'une population à haut risque de complication. Odum et al. ont comparé les performances des sondes épiscopiques et endocavitaires avec ajustement sur des covariables telles que l'âge, l'existence d'une cardiopathie congénitale, l'existence d'une physiologie de type ventricule unique et la chirurgie cardiaque concomitante à l'implantation. Après ajustement sur ces covariables, il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes pour la survie sans dysfonction de sonde (21).

Dans notre cohorte, au sein de laquelle 40,1% des patients avaient moins d'un an à l'implantation et 59,4% avaient une cardiopathie congénitale, la survie sans dysfonction de sonde à 2, 5, 8 et 10 ans était satisfaisante avec des paramètres stables au long cours. Le taux de fracture (1% des sondes atriales et 0,8% des sondes ventriculaires) et d'élévations de seuils (2,1% des sondes atriales et 4,6% des sondes ventriculaires) étaient nettement inférieurs aux taux décrits dans la littérature. Les performances des sondes épiscopiques modernes semblent donner d'excellents résultats au long cours. Ces résultats sont retrouvés par Paech et al. qui analysent en 2014, 158 sondes épiscopiques chez 82 patients avec cardiopathie congénitale et retrouvent un taux de survie de 93% à 5 ans et 92,4% à 10 ans (24).

Par ailleurs, le suivi des paramètres des sondes en télé-cardiologie, de plus en plus utilisé en routine, permet une surveillance rapprochée du matériel implanté et peut ainsi permettre de détecter et de prendre en charge une variation d'impédance ou une élévation de seuil avant la survenue d'une conséquence clinique pour le patient.

Concernant la longévité des boîtiers, dans la population globale, le délai moyen avant remplacement de boîtier pour épuisement était de 12,49 ans IC 95% [11,07 – 13,91] et parmi les patients qui avaient bénéficié d'un remplacement de boîtier, le délai médian avant remplacement était de 7,2 ans.

Le délai médian avant remplacement de boîtier à l'épuisement dans notre cohorte se situe dans les cibles données par les fabricants et est relativement longue compte-tenu de la fréquence

cardiaque rapide caractéristique des nouveau-nés et des nourrissons et du caractère stimulo-dépendant de BAV post-opératoires (26). Pour les nouveau-nés et les enfants, le délai médian de remplacement de boîtier dans la littérature était de l'ordre de 5 ans pour Villain et Al. en 2000 (27) et de 4,5 ans pour Aellig et Al. en 2007 (26). Les données sur la durée de vie des boîtiers de pacemaker sont difficiles à comparer entre les centres en raison de la diversité des marques des boîtiers implantés, des caractéristiques des sondes et de l'utilisation d'algorithmes de contrôle automatique de capture qui pourraient optimiser les durées de vie des boîtiers (20).

Concernant le mode d'implantation initial en double chambre ou en simple chambre, dans notre étude l'implantation initiale en double chambre (75,2% des patients) n'était pas un facteur de risque de survenue de dysfonction de sonde.

Le mode de stimulation optimal double chambre versus simple chambre chez l'enfant reste débattu. La stimulation simple chambre (VVI,R) nécessite moins de matériel implanté et les boîtiers peuvent être plus petits, ce qui est un avantage non négligeable en période néonatale. Cependant Karpawich et al. semblent montrer une tendance à l'amélioration du débit cardiaque à l'effort avec la stimulation double chambre (DDD,R) versus simple chambre (VVI,R) chez l'enfant (28). Ces données sont retrouvées dans une population adulte, avec amélioration du débit cardiaque cette fois au repos et à l'effort modéré (29). Cependant nous manquons de données récentes et sur de grandes cohortes sur l'impact du mode de stimulation au repos et à l'effort dans la population pédiatrique. Horenstein et al. ont montré en 2004 que les enfants avec une fonction ventriculaire gauche conservée, stimulés en VVI 100% du temps, toléraient la stimulation pendant une longue durée (médiane de survenue 11 ans) avant de développer (57% de la population) un syndrome du pacemaker (30) (symptômes liés à une contraction atriale contre des valves atrioventriculaires fermées). L'EHRA et l'AEPC recommandent en 2013 une stimulation avec mode VVIR avant 20 kg et en mode DDD(R) au-delà de 20 kg (31). Dans notre cohorte, avec 40,1% d'enfants de moins d'un an à l'implantation, la primo implantation en double chambre n'était pas associée à un surrisque de dysfonction de sonde comparé au simple chambre. Ces résultats sont retrouvés par Chaouki et al. qui analysent les facteurs de risque de complication suite à l'implantation de pacemaker épicaudique chez le nouveau-né et l'enfant, cohorte de 86 patients (32) : la stimulation double chambre ou simple chambre n'était pas un facteur de risque de complication (tout événement lié au dispositif de stimulation nécessitant une hospitalisation). Deux autres études montrent que la stimulation double

chambre n'était pas associée à une réduction de la longévité du dispositif de stimulation (20,33). Ces données nous encouragent à privilégier la primo implantation en double chambre dans une population pédiatrique, y compris avant 20 kg, qui permet une stimulation en mode DDD(R) sans nécessité de réintervention chirurgicale pour atrialisation.

Considérant les données sur l'influence du mode de stimulation sur l'adaptation du débit cardiaque au repos et à l'effort et sur la fonction ventriculaire gauche, nous nous sommes intéressés dans notre travail, à l'impact de la stimulation en DDD(R) versus VVI(R) sur la croissance des enfants, en intégrant le paramètre de stimulo-dépendance et la durée de stimulation. Nous n'avons pas trouvé de différence significative entre les deux groupes pour le poids, la taille et l'IMC. Cependant une cohorte de plus grande ampleur, en intégrant uniquement des patients dépendants et stimulés dans les quatorze premières années de vie, au moment où la courbe de croissance staturopondérale est exponentielle, serait nécessaire.

Concernant les résultats dans la catégorie des patients implantés à un poids inférieur à 15 kg, et chez les patients implantés à un poids supérieur à 20 kg, les principaux résultats étaient :

- Le poids < 15 kg à l'implantation n'était pas un facteur de risque significatif de dysfonction de sonde.
- Le poids < 15 kg à l'implantation n'était pas non plus un facteur de risque significatif de réintervention pour changement de boîtier.
- Il n'y avait pas plus de complications post-opératoires immédiates chez les patients implantés à un poids inférieur 15 kg comparés aux patients implantés à un poids supérieur ou égal à 15kg.
- Il n'y avait aucune dysfonction de sonde ou réintervention toutes causes confondues hormis un changement de boîtier à l'ERI 10,5 ans après implantation dans le groupe des patients sans cardiopathie structurelle implantés d'un stimulateur épicaudique après 20 kg.

Les patients implantés avant 15 kg ont une durée prévisible de stimulation très longue et présenteront une croissance staturopondérale majeure. Dans cette catégorie, les risques de complications vasculaires liées à l'implantation endocavitaires sont les plus élevés (11). Peu de données dans la littérature sont disponibles concernant les risques liés à la stimulation

épicardique dans cette catégorie : Udink ten Cat et al. analysent en 2002, 95 enfants implantés en endocavitaire et en épicardique (18). Un total de 19 sondes épicardiques a été implanté à  $\leq 15$  kg (Groupe A) et 19 sondes à  $> 15$  kg (Groupe B). Il n'y avait pas davantage de complications dans le groupe A comparé au groupe B.

L'EHRA et l'AEPC recommandent, en 2013, l'implantation épicardique en première intention dans la population pédiatrique avec un poids inférieur à 20 kg (31). En 2021, la Société d'Electrophysiologie Congénitale et Pédiatrique (PACES) publie un consensus d'expert concernant les indications et la gestion des dispositifs implantables chez l'enfant (16). Or aucune recommandation formelle n'est faite concernant le choix de la méthode de stimulation chez l'enfant, quel que soit son poids.

Dans notre cohorte avec un effectif de 47 patients implantés de 100 sondes épicardiques avant 15 kg, il n'y avait pas de surrisque significatif de dysfonction de sonde. Dans cette population, considérant la difficulté et les risques majeurs de l'implantation endovasculaire, l'implantation épicardique est la technique de choix. Les données retrouvées dans notre cohorte, de grande ampleur, sont rassurantes quant à la survie sans dysfonction des sondes épicardiques chez les patients implantés avant 15 kg.

Les résultats observés dans le groupe de patients sans cardiopathie structurelle, implantés à un poids supérieur à 20 kg, sont excellents. Aucune dysfonction de sonde n'est observée avec un suivi moyen de 6,65 ans, même si l'interprétation de ces résultats est limitée par le faible effectif dans ce sous-groupe (15 patients). Le gabarit facilite l'implantation initiale en double chambre dans cette population. Les seuils de stimulation ventriculaires ont tendance à être meilleurs, sans atteindre les seuils de significativité dans notre cohorte, par manque de puissance lié au faible effectif. Les bénéfices de l'implantation épicardique, chez les enfants sans cardiopathie congénitale avec un poids supérieur à 20 kg, semblent dépasser les risques encourus. Elle permet d'épargner le capital veineux, éviter les risques liés aux extractions futures, éviter le risque de valvulopathie tricuspide et éviter le risque d'endocardite sur sondes. La stimulation épicardique devrait être envisagée en première intention dans la population pédiatrique sans cardiopathie congénitale avec un poids initial supérieur à 20 kg selon notre opinion.

L'effet délétère d'une stimulation ventriculaire droite est connu depuis de nombreuses années (34). Certaines études animales ont démontré que la stimulation ventriculaire droite était responsable d'un asynchronisme interventriculaire, d'une activation asynchrone du ventricule

gauche, d'une disparité de charge intersegmentaires ventriculaires gauches conduisant à un remodelage segmentaire différentiel, à une baisse de l'efficacité ventriculaire, à une augmentation de la consommation en oxygène et, à plus long terme, à une dilatation ventriculaire et une altération de la fonction contractile (35,36). Contrairement à l'adage considérant les patients implantés sur cœur sain comme guéris, il a pu être mis en évidence l'existence d'un asynchronisme de contraction significatif, d'une dilatation ventriculaire, d'une altération de la fonction contractile et d'une limitation fonctionnelle traduite par une capacité d'effort réduite (37,38).

De précédentes études ont montré le bénéfice à moyen et long terme de la stimulation épiscardique VG versus VD sur la fonction ventriculaire gauche (39,40) et sur la synchronisation ventriculaire (41). Parmi les sites de stimulation ventriculaires gauches, l'apex et la paroi médiane latérale du ventricule gauche semblent donner les meilleurs résultats en terme de prévention de l'apparition d'une dysfonction ventriculaire induite par la stimulation selon la cohorte de 178 patients endocavitaires et épiscardiques de Janoušek en 2013 (42).

Le site de stimulation privilégié dans notre centre était le ventricule gauche depuis la dernière décennie (apex ou paroi latérale). Cependant les difficultés d'accès au ventricule gauche lors d'un abord par sternotomie ou incision sous xiphœidienne, avec nécessité de sublaxer le cœur du patient pour atteindre le ventricule gauche (manœuvre qui peut être mal tolérée sur le plan hémodynamique) limitent le positionnement des sondes ventriculaires. De plus, les sondes ventriculaires gauches ont été en majorité (80%) positionnées à partir de 2012, or un tiers des patients inclus avaient été implantés avant 2012. Ainsi, seules 34,4% des implantations de sondes ventriculaires étaient situées sur le ventricule gauche dans notre cohorte. La voie d'abord par thoracotomie latérale gauche facilite l'accès au ventricule gauche (69,8% des sondes VG ont été positionnées par thoracotomie latérale gauche).

Dans une population pédiatrique sans cardiopathie structurale, la voie d'abord à privilégier semble être la thoracotomie latérale gauche avec un accès direct aux cavités cardiaques gauches pour permettre ainsi l'implantation double chambre, une implantation ventriculaire gauche apicale ou paroi médiane latérale, et un bon résultat esthétique.

D'autres perspectives pour l'implantation de sondes épiscardiques existent et notamment l'implantation par vidéo-thoroscopie (43,44). Cette technique, initialement proposée à des adultes insuffisants cardiaques qui n'avaient pu être resynchronisés par voie endocavitaire via

le sinus coronaire, est très prometteuse en pédiatrie en permettant une implantation ventriculaire gauche avec un abord mini invasif (45). Mair et al. publient en 2003 une série de 80 patients implantés de sondes VG épicaudiques répartis en trois groupes : patients implantés par mini thoracotomie latérale, par vidéo-thoracoscopie ou thoracoscopie robot-assistée. Cinq patients randomisés dans le groupe robot-assisté ont nécessité une conversion en thoracotomie. A trois mois, les seuils étaient satisfaisants dans 99% des cas, toutes techniques confondues. Cette technique pourrait être développée chez des patients sélectionnés, sans cardiopathie structurale nécessitant une intervention chirurgicale classique, pour réduire durée d'hospitalisation, les douleurs post opératoires et les complications liées au retard de cicatrisation. Cependant nous manquons de données d'efficacité et de sécurité quant à l'implantation vidéo et/ou robot-assistée, et cette technique nécessite du matériel spécifique avec des équipes entraînées.

Par ailleurs, le pacemaker sans sonde est une technologie bien connue et utilisée chez l'adulte. L'utilisation de ce dispositif chez l'enfant, implanté directement dans le ventricule droit, pourrait permettre de s'affranchir d'une part des complications spécifiques au pacemaker endocavitaires comme les thromboses vasculaires sous-clavières et le risque de valvulopathie tricuspide, et d'autre part de la gêne liée au boîtier. L'utilisation du MICRA<sup>MC</sup> (Medtronic) chez l'enfant a été décrite dans un nombre limité de séries de cas (46-48) : Mahendran et al. l'implantent chez un enfant de 16kg par voie fémorale, Daniel Cortez chez un enfant de 19 kg par voie jugulaire, et Breatnach et al. publient une série de 9 patients implantés d'un MICRA<sup>MC</sup> avec une médiane de poids de 37 kg par voie fémorale. Les principales limites de cette technique sont liées à la taille de l'introducteur (27 French), qui est la cause de complications vasculaires chez l'adulte dans 0,7% des cas. Dans les séries pédiatriques citées, un seul cas de thrombose sub-occlusive vasculaire a été décrite. Le mode de stimulation est également limité à une utilisation en VVI(R), ce qui est plus approprié pour les BAV complet que pour les dysfonctions sinusales (7,9% des patients de notre cohorte). L'ajout récent d'un algorithme de stimulation VDD pour le MICRA<sup>MC</sup> pourrait être encourageant, avec le bénéfice hémodynamique de la synchronisation atrio-ventriculaire pour les patients implantés. Cependant l'utilisation de cet algorithme à des fréquences supérieures à 115 bpm, caractéristiques des jeunes enfants, n'a pas été étudié (49). Une étude de plus grande ampleur serait nécessaire pour évaluer la primo implantation par un stimulateur sans sonde chez des enfants >15-20 kilos, permettant ainsi une croissance de l'enfant et un remplacement du dispositif de stimulation par du matériel endovasculaire ou épicaudique à un âge avancé.



## **IV- CONCLUSION :**

La stimulation épiscopordique chez l'enfant, avec des sondes à élution de stéroïdes, permet d'obtenir de bons résultats à long terme avec des paramètres de stimulation stables, une survie sans dysfonction de sonde et sans réinterventions pour épuisement de boîtier satisfaisants.

Ces bons résultats sont retrouvés dans une population à risque, avec une majorité de patients porteurs d'une cardiopathie congénitale et plus d'un tiers des patients implantés avant 15 kg.

L'implantation initiale en double chambre n'était pas associée à un surrisque de réintervention pour dysfonction de sondes et doit être encouragée, associée à une stimulation ventriculaire gauche préférentielle, selon notre point de vue.

La stimulation épiscopordique dans la population pédiatrique avec un poids initial supérieur à 20 kg donne d'excellents résultats et devrait être proposée en première intention considérant les risques liés à la stimulation endocavitaire.

L'impact du mode de stimulation sur les capacités à l'effort et la croissance staturopondérale des enfants mérite d'être explorée avec une étude de plus grande puissance.



## Annexes: Tables et Figures

<b>Cardiopathie congénitale</b>	<b>Nombre</b>	
	<b>(n=60)</b>	<b>(%)</b>
Tétralogie de Fallot	3	(3,0)
Double discordance	3	(3,0)
Interruption de l'Arche Aortique	1	(1,0)
Transposition des Gros Vaisseaux	2	(2,0)
Canal Atrio-Ventriculaire	12	(11,9)
Ventricule unique	9	(8,9)
Communication inter-ventriculaire	9	(8,9)
Communication inter-atriale (NKX2.5)	2	(2,0)
Anomalies valvulaire aortique*	5	(5,0)
Cardiomyopathie Hypertrophique	6	(5,9)
Cardiomyopathie dilatée	4	(4,0)
Maladie d'Ebstein	1	(1,0)
Cardiopathies autres	3	(3,0)

\*Bicuspidie, Membrane sous aortique

Tableau 1 : Caractéristiques des cardiopathies structurelles

	Motif d'implantation	Cardiopathie structurelle	Pathologie globale	Cause du décès	Délai post implantation	Age au moment du décès
Patient 1	BAV 3 CONG	CMD	Non connue	Choc cardiogénique avec nécessité ECLS, bon fonctionnement du PM	13 jours	15 jours
Patient 2	BAV 3 CONG	ABSENCE	TRISOMIE 21	Bronchiolite Grave	79 jours	9 mois
Patient 3	BAV 3 CONG	CMD	LUPUS MATERNEL	Dissociation électromécanique à domicile	1,7 ans	1,7 ans
Patient 4	BAV 3 CONG	CMD	GOUJEROT MATERNEL	HTPA réfractaire, défaillance multiviscérale	2 jours	2 jours
Patient 5	BAV 3 CONG	ABSENCE	SD KEARNS SAYRE	Défaillance multiviscérale	1,4 ans	17 ans
Patient 6	BAV 3 CONG	ABSENCE	GOUJEROT MATERNEL	HTAP et choc cardiogénique	23 jours	25 jours
Patient 7	BAV 3 POST OP	CAV	TRISOMIE 21	Dissociation électromécanique	52 jours	9 mois
Patient 8	BAV 3 POST OP	CAV	Non connue	HTAP, Dissociation électromécanique	32 jours	6,5 mois
Patient 9	BAV 3 POST OP	MSA	ABSENCE	Complications post opératoire : CIV, IM sévère et choc septique	26 jours	8 ans
Patient 10	BAV 3 POST OP	CIV	ABSENCE	TV, FEVG 10%, probable Myocardite fulminante	6 mois	15 ans
Patient 11	BAV 3 POST OP	CARDIOPATHIE COMPLEXE	SYNDROME DE SHONE	Arrêt Respiratoire	10 mois	1,4 ans
Patient 12	BAV 3 POST OP	CAV	TRISOMIE 21	Dissociation électromécanique	2 mois	3 mois
Patient 13	BAV 3 + CARDIOPATHIE	VENTRICULE UNIQUE	SD POLYMALFORMATIF	Arrêt Respiratoire, contexte de PAVM post op Blalock et implantation de PM	16 jours	4,6 mois
Patient 14	BAV 3 + CARDIOPATHIE	CARDIOPATHIE COMPLEXE	NEPHRONOPHTISE	Défaillance multiviscérale	74 jours	6,5 mois
Patient 15	QT LONG CONG	ABSENCE	KEARNS SAYRE	Cause non connue, contrôle de PM < 1 mois avant le décès satisfaisant	12 mois	17 mois
Patient 16	QT LONG CONG	ABSENCE	QT LONG CONG	Orage rythmique réfractaire	55 jours	2,7 mois

**Tableau 2 : caractéristiques des patients décédés et causes de décès.** CAV : Canal Atrio-Ventriculaire ; CMD : cardiomyopathie dilatée ; PAVM : Pneumopathie Acquisée sous Ventilation Mécanique ; MSA : Membrane Sous Aortique ; HTAP : Hypertension Artérielle Pulmonaire ; ECLS : Extra Corporelle Life Support = Assistance Circulatoire ; IM : Insuffisance Mitrale ; TV : Tachycardie Ventriculaire

	Sondes atriales (moyenne ± écart type)					Sondes ventriculaires (moyenne ± écart type)				
	Implantation	1 mois	1 an	2 ans	Dernier Suivi	Implantation	1 mois	1 an	2 ans	Dernier Suivi
Seuils Stimulation mean ±SD (Volts X 0.4 a 0.5 ms)	0,98 ± 0,81	0,71 ± 0,38	0,69 ± 0,50	0,75 ± 0,47	0,93 ± 0,49	1,08 ± 0,75	1,39 ± 0,78	1,49 ± 1,12	1,38 ± 0,74	1,57 ± 0,89
Impédance (Ω) mean ±SD	719 ± 198	594 ± 127	646 ± 385	594 ± 128	621 ± 175	782 ± 400	478 ± 179	469 ± 192	478 ± 208	476 ± 231
Détection (mV) mean ±SD	3,49 ± 2,17	3,42 ± 1,54	3,54 ± 1,63	3,15 ± 1,47	3,51 ± 1,44	9,68 ± 6,27	7,96 ± 4,11	8,28 ± 4,56	8,86 ± 4,32	8,58 ± 4,42

Tableau 3 : Evolution des paramètres de stimulation épicaudique : seuils de stimulation, impédances et détection.

	BAV post opératoire	BAV* sans cardiopathie	p valeur
<b>Seuils Atriaux</b>	<b>45 sondes atriales</b>	<b>29 sondes atriales</b>	
Initial	1,30 ± 0,9	1,24 ± 1,9	0,937
1 mois	0,75 ± 0,6	0,625 ± 0,3	0,241
1 an	0,79 ± 0,4	0,60 ± 0,5	0,157
2 ans	0,85 ± 0,6	0,60 ± 0,5	0,212
Dernier suivi	0,98 ± 0,6	0,8 ± 0,5	0,457
<b>Seuils Ventriculaires</b>	<b>54 sondes ventriculaires</b>	<b>49 sondes ventriculaires</b>	
Initial	1,40 ± 0,9	0,9 ± 0,6	<b>0,002</b>
1 mois	1,61 ± 0,9	1,29 ± 0,7	0,070
1 an	1,56 ± 1,2	1,65 ± 1,3	0,744
2 ans	1,42 ± 0,7	1,41 ± 0,8	0,952
Dernier suivi	1,83 ± 1,4	1,59 ± 1,1	0,377

Tableau 4 : Tableau comparatif des seuils atriaux et ventriculaires chez les patients implantés pour BAV post-opératoire et pour BAV\* sans cardiopathie structurale.

\* BAV3 congénital (33 patients) ; Dysfonction sinusale (3 patients) ; Syncope vasovagale (2 patients) ; QT long congénital (2 patients).

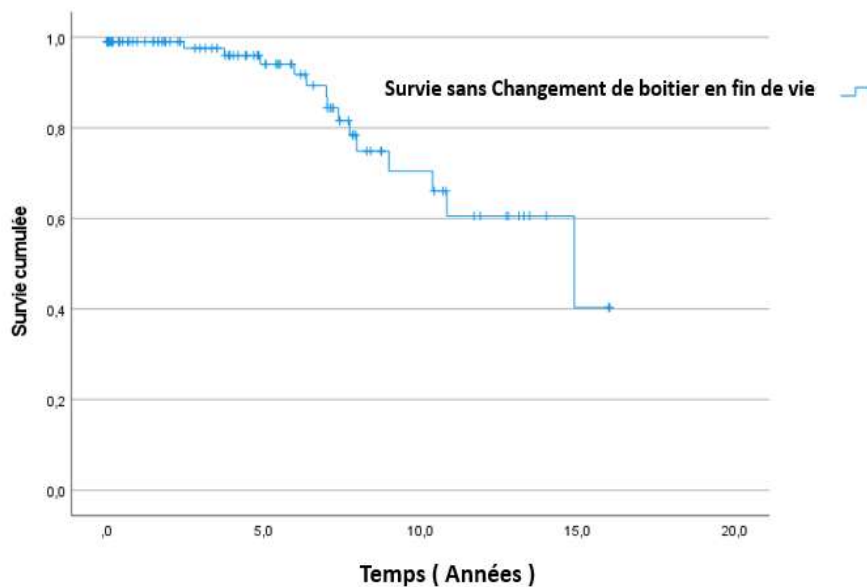


Figure 1 : Probabilité de survie sans réintervention pour changement de boîtier en fin de vie.

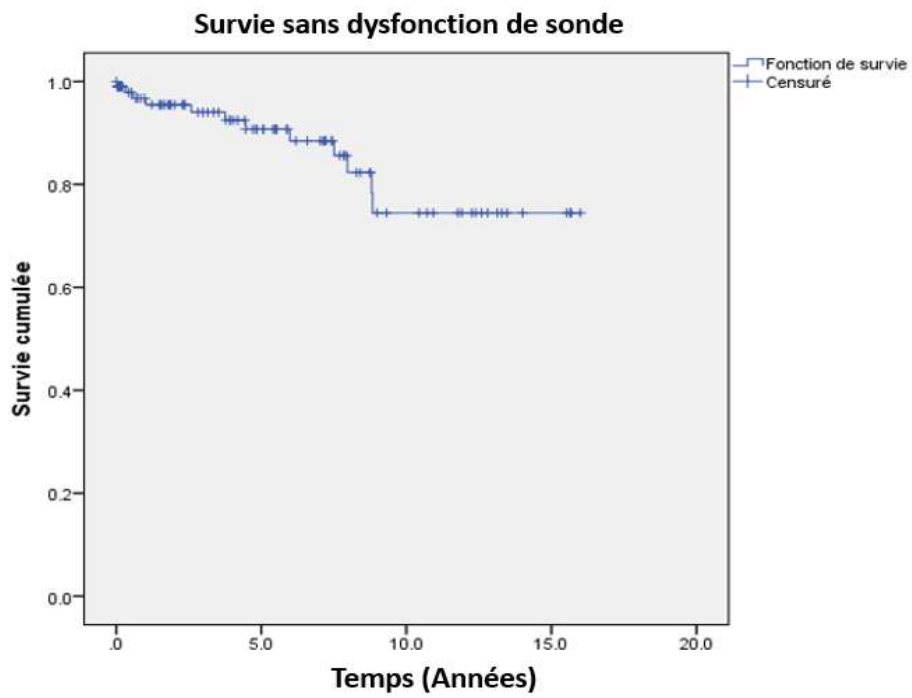


Figure 2 : Survie sans dysfonction de sondes dans la population globale.

	Sondes Atriales	Sondes Ventriculaires
Fracture de sondes	1	1
Rupture d'isolant	1	2
Élévation de seuil	2	6
Sous/Sur détection	1	1
Non connu	0	1

Tableau 5 : liste des causes de dysfonction de sondes.

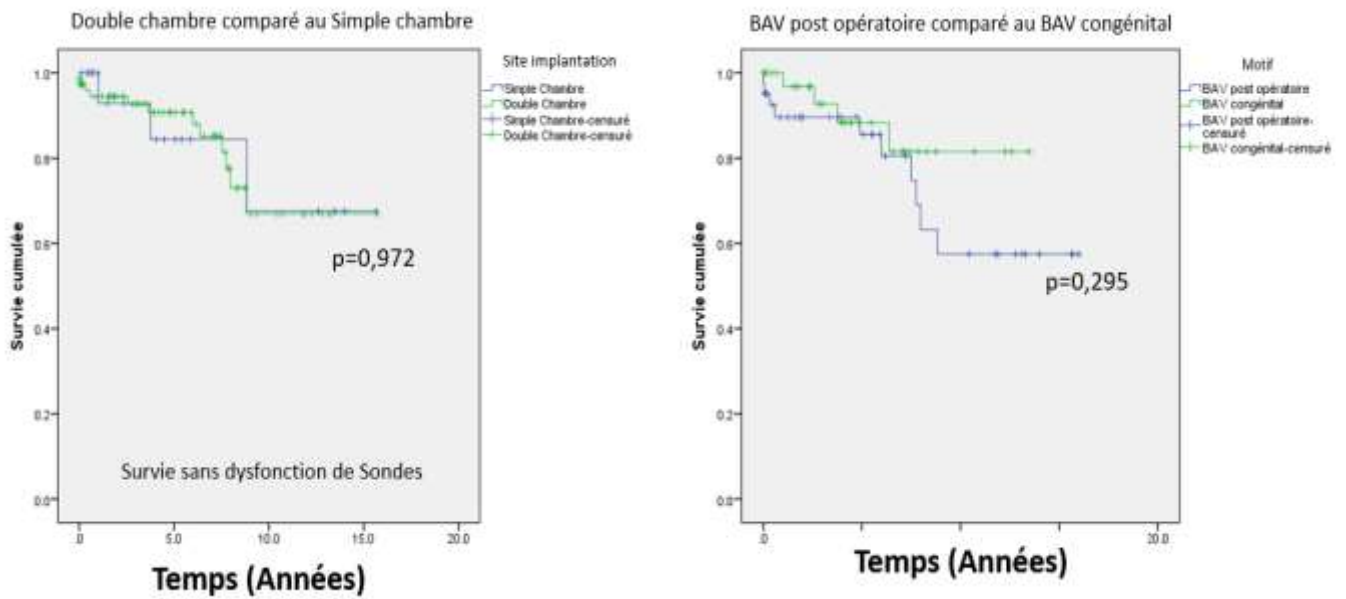


Figure 3 : A gauche, survie sans dysfonction de sonde chez les patients primo-implantés en double chambre comparés aux patients implantés en simple chambre.

A droite, survie sans dysfonction de sonde chez les patients implantés pour BAV post-opératoire comparés aux BAV congénitaux.

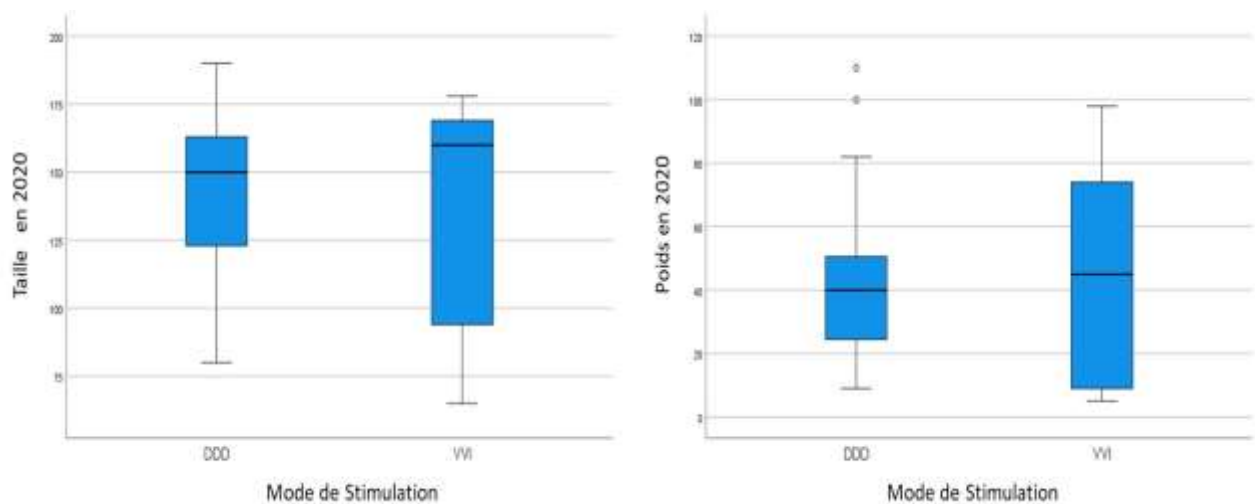
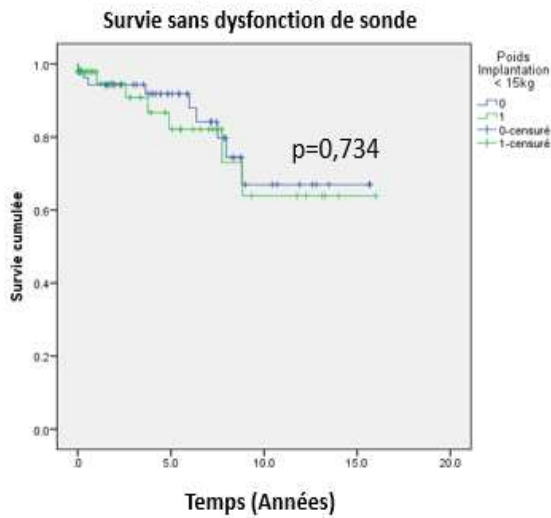
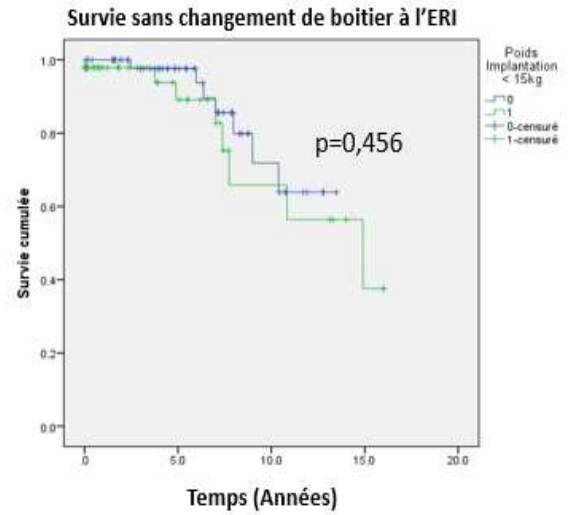
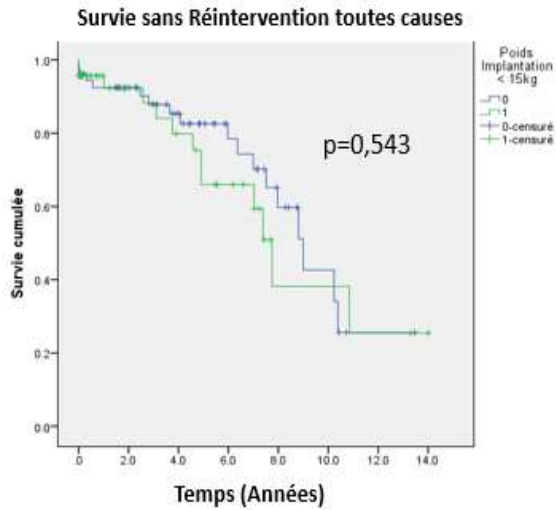


Figure 4 : Impact du mode de stimulation sur la taille et le poids.



**Figure 5** : Courbes de survie dans la catégorie poids à l'implantation < 15 kg comparés aux  $\geq 15$  kg :

Analyse de la survie sans réintervention toutes causes confondues, survie sans changement de boîtier pour épuisement de batterie, survie sans dysfonction de sonde.

	BAV sans cardiopathie >20 kg	BAV post opératoire >20 kg	p valeur	BAV avec cardiopathie* >20 kg	p valeur
<b>Seuils Atriaux :</b>	<b>n=11</b>	<b>n=8</b>		<b>n=13</b>	
Initial	1,02 ± 1,0	0,93 ± 0,40	0,84	0,7 ± 0,35	0,42
1 mois	0,58 ± 0,35	0,92 ± 0,61	0,80	0,8 ± 0,58	0,33
1 an	0,61 ± 0,68	1,13 ± 0,71	0,91	0,91 ± 0,69	0,15
2 ans	0,9 ± 0,21	0,97 ± 1,13	0,75	0,75 ± 0,83	0,68
Dernier suivi	0,94 ± 0,18	1,38 ± 0,88	1,23	1,23 ± 0,88	0,34
<b>Seuils Ventriculaires :</b>	<b>n=15</b>	<b>n=9</b>		<b>n=17</b>	
Initial	0,86 ± 1,23	1,23 ± 0,76	0,35	1,43 ± 0,97	0,11
1 mois	1,25 ± 0,74	1,62 ± 0,74	0,36	1,52 ± 0,77	0,38
1 an	1,38 ± 0,79	1,8 ± 0,82	0,38	1,51 ± 0,86	0,73
2 ans	1,3 ± 0,88	1,68 ± 0,63	0,32	1,49 ± 0,73	0,56
Dernier suivi	1,19 ± 0,35	1,61 ± 0,56	0,14	1,63 ± 0,63	0,07

Tableau 6 : Comparaison des seuils atriaux et ventriculaires au cours du suivi dans le groupe des patients implantés à un poids supérieur à 20 kg pour BAV sans cardiopathie structurale, pour BAV post-opératoire, et pour BAV associé à une cardiopathie structurale (\* patients implantés pour BAV post-opératoire et pour BAV avec cardiopathie structurale).

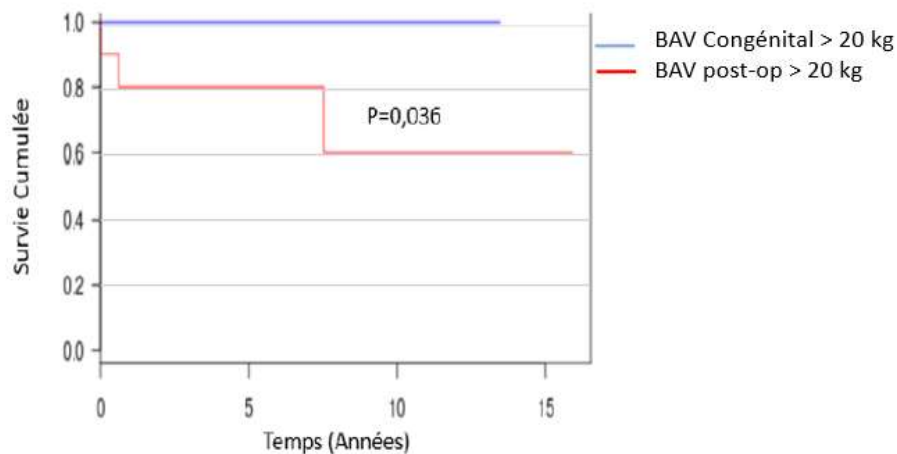


Figure 6: Survie sans dysfonction de sondes chez les patients implantés pour BAV congénital à plus de 20 kg comparés à la survie sans dysfonction chez les patients implantés pour BAV post-opératoire, p=0,036



## Bibliographie :

1. Singh HR, Batra AS, Balaji S. Pacing in children. *Ann Pediatr Cardiol.* 2013;6(1):46-51.
2. Wildbolz M, Dave H, Weber R, Gass M, Balmer C. Pacemaker Implantation in Neonates and Infants: Favorable Outcomes with Epicardial Pacing Systems. *Pediatr Cardiol.* juin 2020;41(5):910-7.
3. Kertesz NJ, Fenrich AL, Friedman RA. Congenital complete atrioventricular block. *Tex Heart Inst J.* 1997;24(4):301-7.
4. European Society of Cardiology (ESC), European Heart Rhythm Association (EHRA), Brignole M, Auricchio A, Baron-Esquivias G, Bordachar P, et al. 2013 ESC guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy: the task force on cardiac pacing and resynchronization therapy of the European Society of Cardiology (ESC). Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association (EHRA). *Eur Eur Pacing Arrhythm Card Electrophysiol J Work Groups Card Pacing Arrhythm Card Cell Electrophysiol Eur Soc Cardiol.* août 2013;15(8):1070-118.
5. Silveti MS, Drago F, De Santis A, Grutter G, Ravà L, Monti L, et al. Single-centre experience on endocardial and epicardial pacemaker system function in neonates and infants. *Eur Eur Pacing Arrhythm Card Electrophysiol J Work Groups Card Pacing Arrhythm Card Cell Electrophysiol Eur Soc Cardiol.* juin 2007;9(6):426-31.
6. Silveti MS, Drago F, Di Carlo D, Placidi S, Brancaccio G, Carotti A. Cardiac pacing in paediatric patients with congenital heart defects: transvenous or epicardial? *Eur Eur Pacing Arrhythm Card Electrophysiol J Work Groups Card Pacing Arrhythm Card Cell Electrophysiol Eur Soc Cardiol.* sept 2013;15(9):1280-6.
7. Fortescue EB, Berul CI, Cecchin F, Walsh EP, Triedman JK, Alexander ME. Patient, procedural, and hardware factors associated with pacemaker lead failures in pediatrics and congenital heart disease. *Heart Rhythm.* juill 2004;1(2):150-9.
8. Fortescue EB, Berul CI, Cecchin F, Walsh EP, Triedman JK, Alexander ME. Comparison of modern steroid-eluting epicardial and thin transvenous pacemaker leads in pediatric and congenital heart disease patients. *J Interv Card Electrophysiol Int J Arrhythm Pacing.* oct 2005;14(1):27-36.
9. Gillette PC, Zeigler V, Bradham GB, Kinsella P. Pediatric transvenous pacing: a concern for venous thrombosis? *Pacing Clin Electrophysiol PACE.* nov 1988;11(11 Pt 2):1935-9.
10. Figa FH, McCrindle BW, Bigras JL, Hamilton RM, Gow RM. Risk factors for venous obstruction in children with transvenous pacing leads. *Pacing Clin Electrophysiol PACE.* août 1997;20(8 Pt 1):1902-9.
11. Vos LM, Kammeraad JAE, Freund MW, Blank AC, Breur JMPJ. Long-term outcome of transvenous pacemaker implantation in infants: a retrospective cohort study. *Eur Eur Pacing Arrhythm Card Electrophysiol J Work Groups Card Pacing Arrhythm Card Cell Electrophysiol Eur Soc Cardiol.* 1 avr 2017;19(4):581-7.

12. Till JA, Jones S, Rowland E, Shinebourne EA, Ward DE. Endocardial pacing in infants and children 15 kg or less in weight: medium-term follow-up. *Pacing Clin Electrophysiol PACE*. nov 1990;13(11 Pt 1):1385-92.
13. Wilkoff BL, Byrd CL, Love CJ, Hayes DL, Sellers TD, Schaerf R, et al. Pacemaker lead extraction with the laser sheath: results of the pacing lead extraction with the excimer sheath (PLEXES) trial. *J Am Coll Cardiol*. mai 1999;33(6):1671-6.
14. Madigan NP, Curtis JJ, Sanfelippo JF, Murphy TJ. Difficulty of extraction of chronically implanted tined ventricular endocardial leads. *J Am Coll Cardiol*. mars 1984;3(3):724-31.
15. Cooper JM, Stephenson EA, Berul CI, Walsh EP, Epstein LM. Implantable cardioverter defibrillator lead complications and laser extraction in children and young adults with congenital heart disease: implications for implantation and management. *J Cardiovasc Electrophysiol*. avr 2003;14(4):344-9.
16. Shah MJ, Silka MJ, Silva JA, Balaji S, Beach C, Benjamin M, et al. 2021 PACES Expert Consensus Statement on the Indications and Management of Cardiovascular Implantable Electronic Devices in Pediatric Patients. *Heart Rhythm* [Internet]. 29 juill 2021 [cité 14 août 2021];0(0). Disponible sur: [https://www.heartrhythmjournal.com/article/S1547-5271\(21\)01916-0/abstract](https://www.heartrhythmjournal.com/article/S1547-5271(21)01916-0/abstract)
17. Cohen MI, Bush DM, Vetter VL, Tanel RE, Wieand TS, Gaynor JW, et al. Permanent epicardial pacing in pediatric patients: seventeen years of experience and 1200 outpatient visits. *Circulation*. 29 mai 2001;103(21):2585-90.
18. Udink ten Cate F, Breur J, Boramanand N, Crosson J, Friedman A, Brenner J, et al. Endocardial and epicardial steroid lead pacing in the neonatal and paediatric age group. *Heart Br Card Soc*. oct 2002;88(4):392-6.
19. Horenstein MS, Hakimi M, Walters H, Karpawich PP. Chronic performance of steroid-eluting epicardial leads in a growing pediatric population: a 10-year comparison. *Pacing Clin Electrophysiol PACE*. juill 2003;26(7 Pt 1):1467-71.
20. Kubus P, Materna O, Gebauer RA, Matejka T, Gebauer R, Tláškal T, et al. Permanent epicardial pacing in children: long-term results and factors modifying outcome. *Eur Eur Pacing Arrhythm Card Electrophysiol J Work Groups Card Pacing Arrhythm Card Cell Electrophysiol Eur Soc Cardiol*. avr 2012;14(4):509-14.
21. Odum J, Suckow B, Saedi B, Laks H, Shannon K. Equivalent performance of epicardial versus endocardial permanent pacing in children: a single institution and manufacturer experience. *Ann Thorac Surg*. avr 2008;85(4):1412-6.
22. Hernández-Madrid A, Paul T, Abrams D, Aziz PF, Blom NA, Chen J, et al. Arrhythmias in congenital heart disease: a position paper of the European Heart Rhythm Association (EHRA), Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), and the European Society of Cardiology (ESC) Working Group on Grown-up Congenital heart disease, endorsed by HRS, PACES, APHRS, and SOLAECE. *Eur Eur Pacing Arrhythm Card Electrophysiol J Work Groups Card Pacing Arrhythm Card Cell Electrophysiol Eur Soc Cardiol*. 1 nov 2018;20(11):1719-53.
23. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP, et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: guidelines for reporting observational studies. *Int J Surg Lond Engl*. déc 2014;12(12):1495-9.

24. Paech C, Kostelka M, Dähnert I, Flosdorff P, Riede FT, Gebauer RA. Performance of steroid eluting bipolar epicardial leads in pediatric and congenital heart disease patients: 15 years of single center experience. *J Cardiothorac Surg.* 12 mai 2014;9:84.
25. Beaufort-Krol GC, Mulder H, Nagelkerke D, Waterbolk TW, Bink-Boelkens MT. Comparison of longevity, pacing, and sensing characteristics of steroid-eluting epicardial versus conventional endocardial pacing leads in children. *J Thorac Cardiovasc Surg.* mars 1999;117(3):523-8.
26. Aellig NC, Balmer C, Dodge-Khatami A, Rahn M, Prêtre R, Bauersfeld U. Long-term follow-up after pacemaker implantation in neonates and infants. *Ann Thorac Surg.* avr 2007;83(4):1420-3.
27. Villain E, Martelli H, Bonnet D, Iserin L, Butera G, Kachaner J. Characteristics and results of epicardial pacing in neonates and infants. *Pacing Clin Electrophysiol PACE.* déc 2000;23(12):2052-6.
28. Karpawich PP, Perry BL, Farooki ZQ, Clapp SK, Jackson WL, Cicalese CA, et al. Pacing in children and young adults with nonsurgical atrioventricular block: comparison of single-rate ventricular and dual-chamber modes. *Am Heart J.* févr 1987;113(2 Pt 1):316-21.
29. Linde-Edelstam C, Hjemdahl P, Pehrsson SK, Aström H, Nordlander R. Is DDD pacing superior to VVI,R? A study on cardiac sympathetic nerve activity and myocardial oxygen consumption at rest and during exercise. *Pacing Clin Electrophysiol PACE.* avr 1992;15(4 Pt 1):425-34.
30. Horenstein MS, Karpawich PP. Pacemaker syndrome in the young: do children need dual chamber as the initial pacing mode? *Pacing Clin Electrophysiol PACE.* mai 2004;27(5):600-5.
31. Brugada J, Blom N, Sarquella-Brugada G, Blomstrom-Lundqvist C, Deanfield J, Janousek J, et al. Pharmacological and non-pharmacological therapy for arrhythmias in the pediatric population: EHRA and AEPC-Arrhythmia Working Group joint consensus statement. *Eur Eur Pacing Arrhythm Card Electrophysiol J Work Groups Card Pacing Arrhythm Card Cell Electrophysiol Eur Soc Cardiol.* sept 2013;15(9):1337-82.
32. Chaouki AS, Spar DS, Khoury PR, Anderson JB, Knilans TK, Morales DLS, et al. Risk factors for complications in the implantation of epicardial pacemakers in neonates and infants. *Heart Rhythm.* févr 2017;14(2):206-10.
33. Kwak JG, Kim S-J, Song JY, Choi EY, Lee SY, Shim WS, et al. Permanent epicardial pacing in pediatric patients: 12-year experience at a single center. *Ann Thorac Surg.* févr 2012;93(2):634-9.
34. Daggett WM, Bianco JA, Powell WJ, Austen WG. Relative contributions of the atrial systoleventricular systole interval and of patterns of ventricular activation to ventricular function during electrical pacing of the dog heart. *Circ Res.* juill 1970;27(1):69-79.
35. Karpawich PP, Rabah R, Haas JE. Altered cardiac histology following apical right ventricular pacing in patients with congenital atrioventricular block. *Pacing Clin Electrophysiol PACE.* sept 1999;22(9):1372-7.
36. Thambo J-B, Bordachar P, Garrigue S, Lafitte S, Sanders P, Reuter S, et al. Detrimental ventricular remodeling in patients with congenital complete heart block and chronic right ventricular apical pacing. *Circulation.* 21 déc 2004;110(25):3766-72.

37. Udink ten Cate FE, Breur JM, Cohen MI, Boramanand N, Kapusta L, Crosson JE, et al. Dilated cardiomyopathy in isolated congenital complete atrioventricular block: early and long-term risk in children. *J Am Coll Cardiol.* 15 mars 2001;37(4):1129-34.
38. Kim JJ, Friedman RA, Eidem BW, Cannon BC, Arora G, Smith EO, et al. Ventricular function and long-term pacing in children with congenital complete atrioventricular block. *J Cardiovasc Electrophysiol.* avr 2007;18(4):373-7.
39. van Geldorp IE, Delhaas T, Gebauer RA, Frias P, Tomaske M, Friedberg MK, et al. Impact of the permanent ventricular pacing site on left ventricular function in children: a retrospective multicentre survey. *Heart Br Card Soc.* déc 2011;97(24):2051-5.
40. Gebauer RA, Tomek V, Salameh A, Marek J, Chaloupecký V, Gebauer R, et al. Predictors of left ventricular remodelling and failure in right ventricular pacing in the young. *Eur Heart J.* mai 2009;30(9):1097-104.
41. Silvetti MS, Di Carlo D, Ammirati A, Placidi S, Di Mambro C, Ravà L, et al. Left ventricular pacing in neonates and infants with isolated congenital complete or advanced atrioventricular block: short- and medium-term outcome. *Eur Eur Pacing Arrhythm Card Electrophysiol J Work Groups Card Pacing Arrhythm Card Cell Electrophysiol Eur Soc Cardiol.* avr 2015;17(4):603-10.
42. Janoušek J, van Geldorp IE, Krupičková S, Rosenthal E, Nugent K, Tomaske M, et al. Permanent cardiac pacing in children: choosing the optimal pacing site: a multicenter study. *Circulation.* 5 févr 2013;127(5):613-23.
43. Fernández AL, García-Bengochea JB, Ledo R, Vega M, Amaro A, Alvarez J, et al. Minimally invasive surgical implantation of left ventricular epicardial leads for ventricular resynchronization using video-assisted thoracoscopy. *Rev Esp Cardiol.* avr 2004;57(4):313-9.
44. Mair H, Jansens J-L, Lattouf OM, Reichart B, Dabritz S. Epicardial lead implantation techniques for biventricular pacing via left lateral mini-thoracotomy, video-assisted thoracoscopy, and robotic approach. *Heart Surg Forum.* 2003;6(5):412-7.
45. DeRose JJ, Ashton RC, Belsley S, Swistel DG, Vloka M, Ehlert F, et al. Robotically assisted left ventricular epicardial lead implantation for biventricular pacing. *J Am Coll Cardiol.* 16 avr 2003;41(8):1414-9.
46. Breatnach CR, Dunne L, Al-Alawi K, Oslizlok P, Kenny D, Walsh KP. Leadless Micra Pacemaker Use in the Pediatric Population: Device Implantation and Short-Term Outcomes. *Pediatr Cardiol.* avr 2020;41(4):683-6.
47. Cortez D. Innovative implantation of a leadless pacemaker in a 19 kg paediatric patient via the right internal jugular vein. *Eur Eur Pacing Arrhythm Card Electrophysiol J Work Groups Card Pacing Arrhythm Card Cell Electrophysiol Eur Soc Cardiol.* 1 oct 2019;21(10):1542.
48. von Alvensleben JC, Collins KK. Leadless Pacemakers in Pediatric Patients: Is Less Actually More? *J Innov Card Rhythm Manag.* 15 oct 2020;11(10):4263-4.
49. C S, Sk K, C G, Jys C, P R, Jb J, et al. Atrioventricular Synchronous Pacing Using a Leadless Ventricular Pacemaker: Results From the MARVEL 2 Study. *JACC Clin Electrophysiol* [Internet]. janv 2020 [cité 17 sept 2021];6(1). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31709982/>



## Liste des Abréviations :

AEPC Association for European Paediatric and Congenital Cardiology

BAV : Bloc Atrio Ventriculaire

CAV : Canal Atrio-Ventriculaire

CC : Cardiopathie Congénitale

CIV : Communication Interventriculaire

CMD : cardiomyopathie dilatée

DS : Dysfonction sinusale

ECLS : Extra Corporelle Life Support, Assistance Circulatoire

EHRA European Heart Rythm Association

ERI : Elective Replacement Indicator

HTAP : Hypertension Artérielle Pulmonaire

IM : Insuffisance Mitrale

IMC : Indice de Masse Corporelle

MSA : Membrane Sous Aortique

PAVM : Pneumopathie Acquisse sous Ventilation Mécanique

PM : Pacemaker

TV : Tachycardie Ventriculaire

VD : Ventricule Droit

VG : Ventricule Gauche

## Serment d'Hippocrate

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

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

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

*J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.*

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

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

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

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

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

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





## **RESUME :**

**Contexte :** L'implantation d'un Pacemaker (PM) est un défi pour le praticien et le choix de la méthode d'implantation endocavitaire ou épiscopardique reste débattu sans recommandations formelles de la part des sociétés savantes.

**Objectif de l'étude :** L'objectif principal de l'étude est d'évaluer les résultats et l'efficacité à long-terme de la stimulation épiscopardique chez l'enfant et de rechercher les facteurs de risque de dysfonction de sondes épiscopardiques. L'objectif secondaire est d'analyser l'impact du mode de stimulation VVI(R) versus DDD(R) sur la croissance staturo-pondérale de l'enfant.

**Méthode :** Nous avons réalisé une analyse rétrospective, monocentrique de 101 patients consécutifs âgés de <18 ans, implantés d'un PM épiscopardique entre 2004 et 2020. Les données recueillies étaient les paramètres de stimulation initiaux, à 1 mois, 1 an, 2 ans et au dernier contrôle, ainsi que la survenue d'une complication.

**Résultats :** Au total, 101 patients (93 sondes atriales et 131 sondes ventriculaires épiscopardiques) ont été analysés. La durée moyenne de suivi était de 6,2 ans (de 2 jours à 16,9 ans). L'âge médian d'implantation était de 4,2 ans (IQ 0,3-8,8 ans), le poids médian était de 15,2 kg (IQ 5,2 - 28,0 kg). A l'implantation 41 patients avaient moins d'1 an et 47 patients avaient un poids <15 kg. Une cardiopathie congénitale (CC) était présente pour 59,4% des patients. Les motifs d'implantation étaient le Bloc Atrio-Ventriculaire (BAV) complet post-opératoire (40,6%), le BAV congénital (37,6%), le BAV complet avec cardiopathie sans chirurgie (7,9%), la dysfonction sinusale (7,9%), autres (4%). Lors de la primo implantation 76 patients ont bénéficié d'un PM double-chambre, 23 d'un simple chambre et 2 d'un triple-chambre. Une infection de système est survenue chez 4 patients avec nécessité d'extraction et de réimplantation. Les autres complications péri-opératoires étaient la survenue d'un épanchement péricardique (n=5), d'une hernie diaphragmatique (n=1), d'un déplacement de boîtier (n=1). Un seul patient a nécessité un changement de méthode de stimulation avec implantation d'un stimulateur sans sonde à l'âge de 16 ans. Le taux de mortalité était de 15,8%, sans qu'aucun décès ne soit directement lié à l'implantation ou à une dysfonction de PM. Les valeurs de détection et d'impédance étaient stables dans le temps et les seuils de stimulations moyens sont restés <0,98±0,81 volts dans l'oreillette et < 1,57±0,89 volts dans le ventricule. La probabilité de survie d'un patient sans réintervention pour dysfonction de sonde était de 96,7%, 90,7%, 82,3%, 74,5% à 1, 5, 8 et 10 ans. Le délai moyen de survenue d'une dysfonction de sonde était de 13,4 ans, 95%IC [12,1- 14,7]. La présence d'une cardiopathie congénitale, le poids <15kg, l'implantation en double chambre, l'implantation pour BAV post-opératoire (comparés aux BAV congénitaux) n'étaient pas des facteurs de risque significatifs de dysfonction de sonde. Le poids <15kg n'était pas un facteur de risque significatif de réintervention de changement de boîtier, de dysfonction de sonde, ou de réintervention toutes causes confondues. La survie à 5 ans sans dysfonction de sonde est de 100% dans le sous-groupe des patients implantés pour BAV congénital à >20 kg. Il n'y avait pas de différence significative sur l'IMC (p=0,729), le poids (p=0,389) ou la taille (p=0,935) chez les enfants stimulés en DDD versus VVI(R).

**Conclusion :** La stimulation épiscopardique chez l'enfant avec des sondes à élution de stéroïdes montre de bons résultats à long terme avec des paramètres de stimulation stables, une survie sans dysfonction de sondes et sans réintervention pour épuisement de boîtier satisfaisants. L'implantation à < 15 kg et la présence d'une cardiopathie congénitale n'étaient pas des facteurs de risque de dysfonction de sondes.

**Mots-clés :** Enfants – Stimulation Episcopardique – Cardiopathies congénitales