



HAL
open science

Chirurgie cardiaque robotique : état des lieux et expérience nancéienne à propos de 71 cas

Marion Durand

► **To cite this version:**

Marion Durand. Chirurgie cardiaque robotique : état des lieux et expérience nancéienne à propos de 71 cas. Sciences du Vivant [q-bio]. 2006. hal-01733417

HAL Id: hal-01733417

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01733417>

Submitted on 14 Mar 2018

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.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



THESE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Dans le cadre du troisième cycle de Médecine Spécialisée

Par

Marion DURAND

Le 2 juin 2006

**CHIRURGIE CARDIAQUE ROBOTIQUE :
ETAT DES LIEUX ET EXPERIENCE NANCEIENNE
A PROPOS DE 71 CAS**

Examineurs de la thèse

M. J.P. VILLEMOT	Professeur	Président
M. P. MATHIEU	Professeur	Juge
M. D. REGENT	Professeur	Juge
M. J.P. CARTEAUX	Professeur	Juge
M. E. ETHEVENOT	Docteur	Juge

64^{ème} section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Mademoiselle Marie-Claire LANHERS

Monsieur Franck DALIGAULT

65^{ème} section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Mademoiselle Françoise DREYFUSS – Monsieur Jean-Louis GELLY

Madame Ketsia HESS – Monsieur Pierre TANKOSIC – Monsieur Hervé MEMBRE

67^{ème} section : BIOLOGIE DES POPULATIONS ET ÉCOLOGIE

Madame Nadine MUSSE

68^{ème} section : BIOLOGIE DES ORGANISMES

Madame Tao XU-JIANG

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

Médecine Générale

Docteur Alain AUBREGE

Docteur Francis RAPHAEL

Docteur Jean-Marc BOIVIN

=====

PROFESSEURS ÉMÉRITES

Professeur Michel BOULANGE – Professeur Alain LARCAN – Professeur Michel WAYOFF – Professeur Daniel ANTHOINE

Professeur Hubert UFFHOLTZ – Professeur Adrien DUPREZ – Professeur Paul VERT

Professeur Jean PREVOT – Professeur Jean-Pierre GRILLIAT - Professeur Philippe CANTON – Professeur Pierre MATHIEU

Professeur Gilbert THIBAUT – Professeur Daniel SCHMITT – Mme le Professeur Colette VIDAILHET

Professeur Jean FLOQUET – Professeur Claude CHARDOT – Professeur Michel PIERSON – Professeur Alain BERTRAND

Professeur Daniel BURNEL – Professeur Jean-Pierre NICOLAS – Professeur Michel VIDAILHET

=====

DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Norman SHUMWAY (1972)

Université de Stanford, Californie (U.S.A)

Professeur Paul MICHELSEN (1979)

Université Catholique, Louvain (Belgique)

Professeur Charles A. BERRY (1982)

Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)

Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)

Brown University, Providence (U.S.A)

Professeur Mamish Nisbet MUNRO (1982)

Massachusetts Institute of Technology (U.S.A)

Professeur Mildred T. STAHLMAN (1982)

Wanderbilt University, Nashville (U.S.A)

Harry J. BUNCKE (1989)

Université de Californie, San Francisco (U.S.A)

Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)

Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)

Professeur Maria DELIVORIA-PAPADOPOULOS (1996)

Université de Pennsylvanie (U.S.A)

Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)

Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto (JAPON)

Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)

Université d'Helsinki (FINLANDE)

Professeur James STEICHEN (1997)

Université d'Indianapolis (U.S.A)

Professeur Duong Quang TRUNG (1997)

Centre Universitaire de Formation et de Perfectionnement des

Professionnels de Santé d'Hô Chi Minh-Ville (VIËTNAM)

54^{ème} Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

1^{ère} sous-section : (Pédiatrie)

Professeur Danièle SOMMELET – Professeur Pierre MONIN
Professeur Jean-Michel HASCOET – Professeur Pascal CHASTAGNER – Professeur François FEILLET

2^{ème} sous-section : (Chirurgie infantile)

Professeur Michel SCHMITT – Professeur Gilles DAUTEL – Professeur Pierre JOURNEAU

3^{ème} sous-section : (Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)

Professeur Michel SCHWEITZER – Professeur Jean-Louis BOUTROY
Professeur Philippe JUDLIN – Professeur Patricia BARBARINO – Professeur Bruno DEVAL

4^{ème} sous-section : (Endocrinologie et maladies métaboliques)

Professeur Georges WERYHA – Professeur Marc KLEIN – Professeur Bruno GUERCI

55^{ème} Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{ère} sous-section : (Oto-rhino-laryngologie)

Professeur Claude SIMON – Professeur Roger JANKOWSKI

2^{ème} sous-section : (Ophtalmologie)

Professeur Jean-Luc GEORGE – Professeur Jean-Paul BERROD – Professeur Karine ANGIOI-DUPREZ

3^{ème} sous-section : (Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie)

Professeur Jean-François CHASSAGNE

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

64^{ème} Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeur Sandrine BOSCHI-MULLER

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (Anatomie)

Docteur Bruno GRIGNON

2^{ème} sous-section : (Cytologie et histologie)

Docteur Edouard BARRAT

Docteur Françoise TOUATI – Docteur Chantal KOHLER

3^{ème} sous-section : (Anatomie et cytologie pathologiques)

Docteur Béatrice MARIE

Docteur Laurent ANTUNES

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1^{ère} sous-section : (Biophysique et médecine nucléaire)

Docteur Marie-Hélène LAURENS – Docteur Jean-Claude MAYER

Docteur Pierre THOUVENOT – Docteur Jean-Marie ESCANYE – Docteur Amar NAOUN

44^{ème} Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{ère} sous-section : (Biochimie et biologie moléculaire)

Docteur Jean STRACZEK – Docteur Sophie FREMONT

Docteur Isabelle GASTIN – Docteur Bernard NAMOUR – Docteur Marc MERTEN

2^{ème} sous-section : (Physiologie)

Docteur Gérard ETHEVENOT – Docteur Nicole LEMAU de TALANCE – Docteur Christian BEYAERT

Docteur Bruno CHENUUEL

4^{ème} sous-section : (Nutrition)

Docteur Didier QUILLIOT

44^{ème} Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{re} sous-section : (Biochimie et biologie moléculaire)

Professeur Jean-Louis GUÉANT – Professeur Jean-Luc OLIVIER

2^{ème} sous-section : (Physiologie)

Professeur Jean-Pierre CRANCE – Professeur Jean-Pierre MALLIE

Professeur François MARCHAL – Professeur Philippe HAOUZI

4^{ème} sous-section : (Nutrition)

Professeur Olivier ZIEGLER

45^{ème} Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{re} sous-section : (Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière)

Professeur Alain LOZNIEWSKI

2^{ème} sous-section : (Parasitologie et mycologie)

Professeur Bernard FORTIER

3^{ème} sous-section : (Maladies infectieuses ; maladies tropicales)

Professeur Thierry MAY – Professeur Christian RABAUD

46^{ème} Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{re} sous-section : (Épidémiologie, économie de la santé et prévention)

Professeur Philippe HARTEMANN – Professeur Serge BRIANÇON

Professeur Francis GUILLEMIN – Professeur Denis ZMIROU-NAVIER

2^{ème} sous-section : (Médecine et santé au travail)

Professeur Guy PETIET – Professeur Christophe PARIS

3^{ème} sous-section : (Médecine légale et droit de la santé)

Professeur Henry COUDANE

4^{ème} sous-section : (Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication)

Professeur François KOHLER – Professeur Éliane ALBUISSON

47^{ème} Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{re} sous-section : (Hématologie ; transfusion)

Professeur Christian JANOT – Professeur Thomas LECOMPTE – Professeur Pierre BORDIGONI

Professeur Pierre LEDERLIN – Professeur Jean-François STOLTZ

2^{ème} sous-section : (Cancérologie ; radiothérapie)

Professeur François GUILLEMIN – Professeur Thierry CONROY

Professeur Pierre BEY – Professeur Didier PEIFFERT

3^{ème} sous-section : (Immunologie)

Professeur Gilbert FAURE – Professeur Marie-Christine BENE

4^{ème} sous-section : (Génétique)

Professeur Philippe JONVEAUX – Professeur Bruno LEHEUP

**48^{ème} Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE,
PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE**

1^{re} sous-section : (Anesthésiologie et réanimation chirurgicale)

Professeur Claude MEISTELMAN – Professeur Dan LONGROIS – Professeur Hervé BOUAZIZ

Professeur Paul-Michel MERTES

2^{ème} sous-section : (Réanimation médicale)

Professeur Henri LAMBERT – Professeur Alain GERARD

Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT – Professeur Bruno LÉVY

3^{ème} sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique)

Professeur Patrick NETTER – Professeur Pierre GILLET

4^{ème} sous-section : (Thérapeutique)

Professeur François PAILLE – Professeur Gérard GAY – Professeur Faiez ZANNAD

SERMENT

"Au moment d'être admise 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.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçue 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 déshonorée et méprisée si j'y manque".

A NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur J.P. Villemot
Professeur de Chirurgie Thoracique et Cardio-Vasculaire
Chevalier dans l'Ordre National de la Légion d'Honneur

Vous avez accepté de présider ce travail et nous sommes sensibles à cet honneur.

Vous nous avez enrichis de vos connaissances et compétences étendues. Votre pertinence dans l'analyse des situations critiques est un exemple pour nous.

Nous vous exprimons notre reconnaissance et espérons avoir l'honneur de pouvoir poursuivre notre formation dans votre service.

A NOTRE MAITRE ET JUGE

Monsieur le Professeur P. Mathieu
Professeur Emérite de Chirurgie Thoracique et Cardio-Vasculaire
Chevalier dans l'Ordre National de la Légion d'Honneur
Officier dans l'Ordre des Palmes Académiques

*Nous vous remercions vivement d'avoir accepté de juger
notre travail.*

*Nous vous témoignons notre profonde admiration pour vos
qualités chirurgicales et humaines.*

*Nous vous remercions de l'intérêt que vous avez porté à ce
travail. Nous tenons à vous exprimer notre profond respect.*

A NOTRE MAITRE ET JUGE

Monsieur le Professeur D. Régent
Professeur de Radiologie

Nous sommes honorés de votre présence dans notre jury.

Vous avez généreusement apporté vos compétences et celles de votre service pour l'élaboration de cette étude.

Veillez trouver ici le témoignage de notre reconnaissance et de notre profond respect.

A NOTRE MAITRE ET JUGE

Monsieur le Professeur J.P. Carteaux
Professeur de Chirurgie Cardiaque et Transplantation Thoracique

Vous avez amplement participé à notre formation au cours de notre internat avec une grande patience et une grande compréhension.

Votre dévouement auprès des malades, votre rigueur et votre justesse dans l'élaboration des stratégies thérapeutiques sont un exemple pour nous.

Nous vous exprimons notre profond respect et notre admiration.

A NOTRE JUGE

Monsieur le Docteur E. Ethévenot
Praticien Hospitalier Cardiologue

Nous vous sommes reconnaissants d'accepter de juger notre travail.

Votre sens clinique et votre grande expertise en cardiologie interventionnelle font de vous une référence dans cette spécialité.

Nous tenons à vous exprimer notre respect et nos sincères remerciements.

A mes parents, Brigitte et Christian,
Merci pour votre amour et votre soutien inébranlable. Vous avez toujours encouragé ma vocation durant ces longues années d'études. Merci pour la vie, la force et l'exemple, je vous aime.

A mon frère Pierre,
Ma chère Croquette, nos vies se suivent de près depuis que tu m'as rejointe ici. Notre complicité et ton affection sont des plus précieux pour moi... à la vie à la mort...

A mon frère Olivier,
Mon cher Joni, mon grand frère, tu m'as toujours apporté l'écoute et la compréhension des gens de même nature. Trouve en ces mots le témoignage de mon amour.

A ma belle sœur Anne-Flore et Paul et Louise,
Chère Kiki, grâce à mon frère j'ai une sœur, merci de ta présence.

A ma grande tante Nicole et mon regretté grand oncle René,
C'est sans doute à Saint Lubin que je vous ai parlé de chirurgie la première fois... Nicole, tes qualités de cœur et ta sagesse ont toujours fait mon admiration, avec toute mon affection.

A mon grand-père Camille,
A trente ans près tu aurais partagé mon émotion... Je t'ai toujours porté dans mon cœur.

A ma grand-mère et son époux, Françoise et Pierre,
Vous êtes associés à mes meilleurs souvenirs d'enfance, votre présence en ce jour me touche, recevez toute ma tendresse.

A ma grand-mère Jeannine et son regretté époux André,
Ma chère mamie merci d'être venue partager ma joie. Ta présence en ce jour me touche beaucoup.

A ma marraine Catherine,
Malgré les distances tu m'as toujours témoigné ton affection, trouve ici l'assurance de mon attachement.

A mes oncles et tantes : Patrick, Mireille, Didier, Sylvianne, et Thierry

Et aux autres membres de la famille ...

Au Docteur Samuel Tissier qui a apporté ses compétences pour l'analyse des scanners cardiaque,

A mes maîtres d'internat, d'orthopédie, de chirurgie viscérale, thoracique, vasculaire et cardiaque, qui ont accompagné mon apprentissage.

A mes amis, à nos soirées, nos discussions, nos partages et nos joies... Car l'important n'est pas dans les choses mais dans le nœud qui les uni...

A mes amours ...

Ce travail est dédié à tous les patients de cette étude.



PLAN

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX	18
LISTE DES ABREVIATIONS	19
1 LE SYSTEME DE TELEMANIPULATION DA VINCI®	21
1.1 HISTORIQUE	21
1.2 ASPECTS TECHNIQUES	21
1.2.1 <i>La visualisation</i>	21
1.2.2 <i>La console</i>	22
1.2.3 <i>Les bras robotiques et les instruments</i>	23
1.3 ASPECTS CLINIQUES	24
2 REVUE DE LA LITTERATURE	25
2.1 INTRODUCTION	25
2.2 CHIRURGIE CORONAIRE	26
2.2.1 <i>Chirurgie à cœur arrêté</i>	27
2.2.2 <i>Chirurgie à cœur battant</i>	28
2.2.2.1 OPTECAB	29
2.2.2.2 MIDCAB	30
2.2.3 <i>Revascularisation hybride</i>	31
2.3 CHIRURGIE VALVULAIRE	32
2.3.1 <i>Valve mitrale</i>	32
2.3.2 <i>Valve aortique</i>	33
2.4 CHIRURGIE DE L'AOORTE	33
2.4.1 <i>Aorte thoracique</i>	33
2.4.2 <i>Aorte abdominale</i>	34
2.5 CHIRURGIE DES DEFAUTS SEPTAUX	34
2.6 CHIRURGIE DE RESYNCHRONISATION CARDIAQUE	35
2.6.1 <i>Arythmie chronique par fibrillation auriculaire</i>	35
2.6.1.1 Ablation épiscopardique	36
2.6.1.2 Ablation endocardique	36
2.6.2 <i>Resynchronisation bi-ventriculaire</i>	37
2.7 DISCUSSION	38
3 EXPERIENCE NANCEIENNE	41
3.1 INTRODUCTION	41
3.2 PATIENTS ET METHODES	42
3.2.1 <i>Patients, période et lieu de l'étude</i>	42
3.2.2 <i>Procédure chirurgicale</i>	42
3.2.2.1 Anesthésie	42
3.2.2.2 Installation du patient	44
3.2.2.3 Prélèvement mammaire	45
3.2.2.4 Anastomose AMIG-IVA	45
3.2.3 <i>Révision 2005</i>	48

3.2.3.1	Recueil des données.....	48
3.2.3.2	Convocation des patients et révision clinique	48
3.2.3.3	Coroscanner	49
3.2.3.4	Analyse des résultats	50
3.3	RESULTATS-----	51
3.3.1	<i>Les patients</i> -----	51
3.3.2	<i>Les interventions</i> -----	52
3.3.2.1	Les durées	52
3.3.2.2	Les complications per-opératoires.....	54
3.3.3	<i>Les suites opératoires</i> -----	54
3.3.3.1	Les durées	54
3.3.3.2	Les complications	55
3.3.3.3	Etat cardiaque lors de la sortie d'hospitalisation	57
3.3.4	<i>Le contrôle clinique</i> -----	58
3.3.4.1	Survie.....	58
3.3.4.2	Lieu de sortie	62
3.3.4.3	Appréciation de la récupération.....	63
3.3.4.4	Statut social.....	63
3.3.4.5	Evènements cardiaques et statut fonctionnel	64
3.3.5	<i>Le contrôle radiologique</i> -----	65
3.3.5.1	Les cœurs	65
3.3.5.2	Les poumons.....	72
3.3.5.3	Les parois.....	72
3.4	DISCUSSION -----	73
4	CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	80
5	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	81
	ANNEXES	93



LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX



- Figure 1 : Optique de la caméra et reconstruction d'image*
Figure 2 : Reproduction des mouvements manuels
Figure 3 : Disposition de la salle d'opération
Figure 4 : Colonne à 4 bras
Figure 5 : Mobilité des instruments
Figure 6 : Stabilisateur Octopus TE
Figure 7 : Intubation par sonde de Carlens®
Figure 8 : Installation du patient
Figure 9 : Sites d'abords des trocarts (gauche) et de la thoracotomie antérieure (droite) et patches de défibrillation externe
Figure 10 : Stabilisation de l'IVA
Figure 11 : Drainage aspiratif et sutures cutanées
Figure 12 : Prévalence des facteurs de risque cardio-vasculaire
Figure 13 : Durées des temps opératoires et régressions linéaires
Figure 14 : Chronologie des complications pulmonaires
Figure 15 : Fonction de survie globale
Figure 16 : Fonction de survie cardio-vasculaire
Figure 17 : Fonction de survie des évènements cardio-vasculaires
Figure 18 : Lieux de sortie d'hospitalisation
Figure 19 : Appréciation de la récupération
Figure 20 : Pontage normal en trois dimensions
Figure 21 : Occlusion de l'AMIG (flèche blanche) et AMIG perméable (flèche orange)
Figure 22 : Image 3D d'un pontage occlus (1)
Figure 23 : Image 3D d'un pontage occlus (2)
Figure 24 : Dissection de l'IVA distale (flèche blanche)
Figure 25 : Pontage AMIG (flèche blanche) Diagonale (flèche jaune)
Figure 27 : Boucle de l'AMIG (flèche blanche) et IVA (flèche orange)
Figure 28 : Boucle de l'AMIG (flèche blanche) et traction de l'IVA (flèche bleue)
Figure 29 : Fracture du 4^e cartilage costo-sternal gauche

- Tableau 1 : Caractéristiques des patients avant l'intervention*
Tableau 2 : Durées des phases des interventions
Tableau 3 : Complications per-opératoires
Tableau 4 : Durées des suites opératoires
Tableau 5 : Complications pulmonaires
Tableau 6 : Complications cardio-circulatoires
Tableau 7 : Causes de décès non cardiaque
Tableau 8 : Evènements cardiaques et statut fonctionnel
Tableau 9 : Motifs de non réalisation du scanner
Tableau 10 : Données générales des TDMC
Tableau 11 : Scores calciques de l'IVA
Tableau 12 : Qualité d'examen de l'IVA
Tableau 13 : Anatomie et réseau d'aval des pontages

LISTE DES ABREVIATIONS



ACFA: Arythmie chronique par fibrillation auriculaire
AMID : Artère mammaire interne droite
AMIG : Artère mammaire interne gauche
CEC : Circulation extra corporelle
CIA : Communication inter auriculaire
CIV : Communication inter ventriculaire
EIC : Espace intercostal
ECG : Electrocardiogramme
FA : Fibrillation auriculaire
FEVG : Fraction d'éjection du ventricule gauche
IDM : Infarctus du myocarde
IVA : Artère inter ventriculaire antérieure
MIDCAB : Minimally invasive direct coronary artery bypass
OPTECAB : Off pump totally endoscopic coronary artery bypass
RSBV : Resynchronisation biventriculaire
TECAB : Totally endoscopic coronary artery bypass
STDV : Système de Télémanipulation Da Vinci®
TDM : Tomodensitométrie
TDMC : Tomodensitométrie coronaire
VG : Ventricule gauche

« Le serpent qui ne peut pas muer périt. De même, les esprits que l'on empêche de changer d'opinion cessent d'être esprit. »

1 LE SYSTEME DE TELEMANIPULATION DA VINCI®

L'objet de notre travail est centré sur l'outil de haute technologie qui a permis la dernière révolution de la chirurgie à la fin du XX^e siècle : la chirurgie robot assistée. Le système de télémanipulation Da Vinci® (STDV) a été introduit sur le marché en 1999 et ne connaît pas de concurrence. L'entreprise qui le distribue (Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, USA) est coté au NASDAQ et jouit d'une croissance annuelle de 25 % (1). Actuellement plus de 350 centres dans le monde (plus de 70 % d'institutions publiques) sont équipés de ce système.

1.1 Historique

Le concept d'un télémanipulateur chirurgical a été évoqué dès les années 60-70 (2). Le premier prototype du STDV a été construit à la fin des années 80 au Stanford Research Institute (Stanford, CA, USA) sous contrat de l'armée américaine. L'objectif initial a été d'obtenir un outil technologique permettant d'exercer une nouvelle "chirurgie de guerre" performante et à distance du conflit (3). L'idée d'une utilisation commerciale s'est concomitamment inscrite dans ce projet afin d'accélérer le développement de la chirurgie mini invasive.

En 1995, l'entreprise Intuitive Surgical a été créée et en janvier 1999 le premier STDV a vu le jour. En 2000, le système a été accrédité par la Food and Drug Administration dans le cadre de la chirurgie générale. Les années suivantes ont vu son accréditation pour : la chirurgie thoracique (mars 2001), urologique (mai 2001), cardiaque (novembre 2002), gynécologique (avril 2005) et pédiatrique (juin 2005).

En 2003, l'entreprise a racheté son principal concurrent : Computer Motion, assurant ainsi son monopole sur le marché des systèmes de chirurgie robot assistée.

1.2 Aspects techniques

1.2.1 La visualisation

Outre une qualité d'image excellente bénéficiant de la haute technologie d'optique (synchroniseur d'image, illuminateur à haute intensité, grossissement de 1 à 10), la particularité novatrice de ce matériel médical est la vision tridimensionnelle qu'il offre. Effectivement, la présence de deux fibres optiques dans la caméra du STDV permet une reconstruction 3-D du champ opératoire dans l'unité de contrôle de la caméra (Fig. 1).

Ce confort visuel sans précédent a permis l'accès des techniques mini invasive à des chirurgies minutieuses comme la chirurgie coronaire.

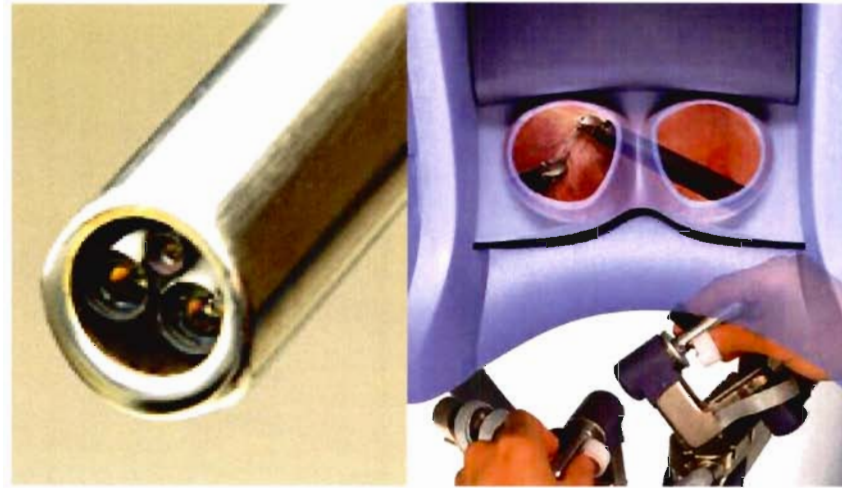


Figure 1: Optique de la caméra et reconstruction d'image

1.2.2 La console

L'ergonomie de la console est au premier plan. Le chirurgien est confortablement assis, la tête immergée dans les lunettes de vision stéréoscopique, à distance de la zone stérile du patient. Les pinces pouce index dirigent les manettes de contrôle situées sous le bloc de vision (Fig. 2). Les gestes réalisés par le chirurgien sont filtrés (anti-tremblement) et transmis aux instruments en temps réel. Le chirurgien peut programmer plusieurs degrés de découplage de ses gestes en fonction de la finesse de son acte. Des pédales permettent également de repositionner la caméra et de zoomer dans toutes les directions de l'espace sans retirer sa tête de la console conservant ainsi la continuité visuelle.



Figure 2 : Reproduction des mouvements manuels

Le chirurgien est assisté par une personne stérile au côté du patient (Fig. 3). L'assistant gère la mise en place des bras et des instruments du STDV.



Figure 3 : Disposition de la salle d'opération

1.2.3 Les bras robotiques et les instruments

La colonne (Fig. 4) possède 3 ou 4 bras robotisés et est située au côté du patient.

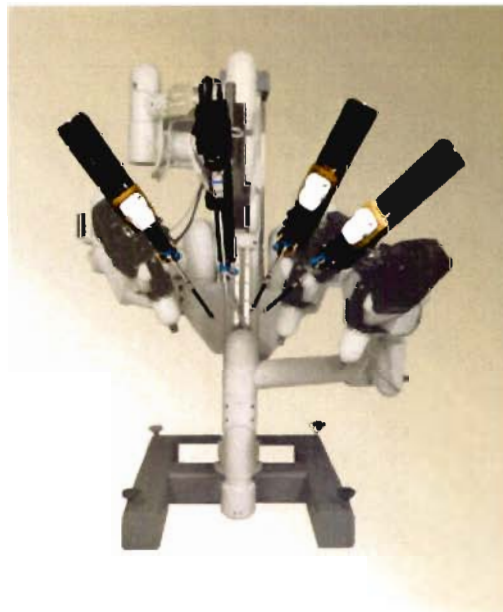


Figure 4 : Colonne à 4 bras

Un de ces bras est dédié au port de la caméra, deux autres portent les instruments (de part et d'autre de la caméra). Le quatrième bras, optionnel, sert d'assistant. Toute la gamme des instruments chirurgicaux est disponible pour équiper les bras (instruments Endowrist®). Les possibilités de mouvements d'un corps dans l'espace sont définies selon six axes appelés degrés de liberté (les translations : avant arrière, droite gauche, haut bas et les rotations : bascules avant arrière, droite gauche et pivot comme les aiguilles d'une montre). Les instruments du STDV possèdent ces 6 degrés de liberté ainsi que des articulations à 90 degrés, imitant ainsi la fonctionnalité de la main et du poignet humain (Fig. 5). Les instruments pénètrent dans le corps humain au travers de trocarts de 1-2 cm.



Figure 5 : Mobilité des instruments

1.3 Aspects cliniques

Outre la même qualité et efficacité des gestes, les bénéfices que l'on peut attendre de cette technique moins agressive concernent le patient et le système de soin :

- Diminution du préjudice esthétique
- Diminution des douleurs post-opératoires
- Diminution des complications post-opératoires (infections...)
- Diminution des transfusions sanguines
- Diminution de la durée d'hospitalisation
- Diminution de la consommation de soin (médicaments, soins infirmiers...)
- Diminutions du temps de convalescence et d'arrêt de travail

2 REVUE DE LA LITTÉRATURE

2.1 Introduction

La chirurgie cardiaque conventionnelle est réalisée au travers d'une sternotomie médiane. Cet abord offre une large exposition du massif cardiaque. Ces dix dernières années, l'amélioration des techniques et technologies endoscopiques a entraîné l'augmentation substantielle des procédures chirurgicales autres que cardiaques. La complexité et la nécessité de circulation extra corporelle (CEC) dans notre spécialité a limité un certain temps l'accès aux techniques endoscopiques. Leur expansion a été contingente de l'émergence d'un système de télémanipulation approprié.

La genèse de la chirurgie cardiaque robotique peut être déclinée en quatre phases (4) :

- Phase I : Vision directe et mini incisions
- Phase II : Vision vidéo assistée et mini incisions
- Phase III : Vision vidéo assistée et instruments endoscopiques manuels
- Phase IV : Vision vidéo assistée et instruments robot assistés

Au milieu des années 90, des méthodes moins traumatiques ont vu le jour en chirurgie cardiaque. Elles ont permis la réalisation de mono pontages artériels à cœur battant par mini thoracotomie antérieure (5), ainsi que la chirurgie mini invasive à cœur arrêté au moyen d'un système de CEC à thorax fermé : le Port Access® (Cardiovations, Inc., Ethicon, Somerville, NJ) (6-8).

A cette époque, encore plusieurs facteurs ont freiné l'expansion des techniques chirurgicales. Les instruments endoscopiques n'avaient que 4 degrés de liberté et n'étaient pas très maniables, limitant grandement la dextérité du chirurgien. Les deux écueils majeurs ont été la vision limitée (petit champ visuel en deux dimensions) et l'inversion entre le geste réalisé et son résultat (symétrie centrale par le port de paroi). Une première génération de systèmes de télémanipulation a eu pour but de maintenir la position de l'endoscope avec téléguidage à la voix (AESOP®, Computer Motion Inc., Santa Barbara, CA). La seconde génération de système de télémanipulation a comporté deux produits possédant trois bras : le système ZEUS® (Computer motion, Goleta, CA)

et le STDV. Bien que possédant un système de téléguidage vocal et des instruments plus fins que le STDV, la vision bidimensionnelle et la moindre mobilité de ses instruments (4/5 degrés de liberté) ont précipité en 2003 la disparition du système ZEUS® au profit du STDV.

Dans les chapitres suivants, nous avons exposé les différents champs d'utilisation du STDV en chirurgie cardiaque (coronaire, valvulaire, aortique, des défauts septaux et de re-synchronisation myocardique), en nous fondant sur les données de la littérature fournies par Pub Med.

2.2 Chirurgie coronaire

C'est dans ce domaine que la littérature est la plus riche avec plus de 70 publications depuis 1998. Une seule revue de la littérature concerne ce domaine précis, elle date de 2004 (9). D'autres revues datant de 2002 à 2004 évoquent en sus les autres domaines d'application en chirurgie cardiaque (4, 10, 11).

Plusieurs schémas de procédure de revascularisation sont pratiqués :

- Prélèvement de(s) artère(s) mammaire(s) interne(s) endoscopique et pontage par sternotomie classique,
- Prélèvement de(s) artère(s) mammaire(s) interne(s) endoscopique et pontage par mini thoracotomie antérieur gauche à cœur battant ou MIDCAB (minimally invasive direct coronary artery bypass)
- Prélèvement de(s) artère(s) mammaire(s) interne(s) et anastomose à cœur arrêté totalement endoscopique ou TECAB (totally endoscopic coronary artery bypass)
- Prélèvement de(s) artère(s) mammaire(s) interne(s) et anastomose à cœur battant totalement endoscopique ou OPTECAB (off pump totally endoscopic coronary artery bypass)

Après une intubation sélective endotrachéale permettant la ventilation uni pulmonaire droite (affaissement du poumon gauche et libération de l'espace de travail dans la cavité thoracique gauche), le patient est installé en décubitus dorsal avec l'hémithorax gauche surélevé par un billot. Le bras gauche est dégagé légèrement vers le bas pour effacer l'épaule gauche (évite le conflit avec le bras droit du STDV). La console portant les bras du robot est installée à droite du patient. Les points d'entrée des

trocarts sont adaptés à la physiologie de l'hémithorax gauche du patient (12) et sont compris dans les espaces suivants :

- Bras gauche : 6/7^e espace intercostal (EIC) entre la ligne axillaire antérieure et la ligne medio claviculaire
- Bras central (caméra) : 5^e EIC entre la ligne medio axillaire et axillaire antérieure
- Bras droit : 3^e EIC entre la ligne axillaire antérieure et la ligne medio claviculaire

Leur placement est crucial afin d'éviter les conflits entre les instruments et d'atteindre les sites de dissection. Chaque équipe possède ses habitudes dans ce domaine. Certaines équipes utilisent des scanners thoraciques afin d'anticiper la position des trocarts lors du bilan préopératoire (13).

2.2.1 Chirurgie à cœur arrêté

Le premier pontage artériel totalement endoscopique a été réalisé entre l'artère mammaire interne gauche (AMIG) et l'artère inter-ventriculaire antérieure (IVA) en juin 1998 par le Dr D. Loulmet *et al.* (14-16). Cette procédure a été pratiquée par approche thoracique gauche, et a prouvé depuis sa faisabilité et sa reproductibilité dans plusieurs centres (17-19).

Après l'affaissement du poumon gauche par l'insufflation de CO₂, le premier temps consiste en un prélèvement de(s) artère(s) mammaire(s) interne(s) jusqu'à leur origine. L'équipe de Dresde a rapporté son expérience de prélèvement mammaire uni et bilatéral dans plusieurs publications (20-22). Les courbes d'apprentissage de la dissection mammaire rapportées dans la littérature sont bonnes et rapides (23-25). La durée de prélèvement de l'AMIG ou de l'AMID varie de 25 à 40 min (17). Le second temps consiste en la réalisation de l'anastomose après mise en fonction de la CEC. Des travaux publiés entre 1998 et 2000 ont montré qu'il n'existe pas de différence significative de qualité des anastomoses entre les façons manuelles et robot assistées (26-28).

L'équipe de Mohr, à Leipzig, a publié la première grande série de pontages AMIG-IVA avec de bons résultats de perméabilité à trois mois (17). L'équipe de Dogan à Francfort, a publié la plus grande série de mono ou multiples pontages totalement endoscopiques (18). Aybek *et al.*, toujours à Francfort, ont montré la faisabilité de

réalisation d'anastomose entre l'artère mammaire interne droite (AMID) et la coronaire droite par une approche thoracique droite (29). La même équipe a décrit la première revascularisation séquentielle IVA-diagonale par approche thoracique gauche (30). Kappert *et al* ont publié des revascularisations endoscopiques avec double mammaires (31). Ces travaux ont marqué une étape importante dans la prise en charge chirurgicale des patients ayant des lésions coronaires multiples. Les difficultés techniques (double approche droite et gauche) et la longueur des temps opératoires en font encore une procédure d'exception pour des patients sélectionnés (32). Les premiers résultats de la seule étude multicentrique prospective de pontage AMIG IVA ont été récemment publiés (33). Elle concerne 98 patients opérés de 2002 à 2004 dans 12 centres différents (11 américains, 1 autrichien). La mortalité a été nulle. En terme de perméabilité, les résultats ont été comparables à ceux de la littérature. Cependant, pour les auteurs cette procédure est avant tout une étape vers la revascularisation multiple à cœur battant.

Une des difficultés de la chirurgie endoscopique est l'identification du vaisseau cible. Le scanner thoracique préopératoire peut être utile pour mieux déterminer sa position ainsi que pour appréhender la qualité de ses parois (34). Il peut être également difficile de discriminer une grosse branche diagonale de l'IVA sous vision endoscopique. Dans l'intérêt d'éliminer cet écueil, une sonde endoscopique à ultra-son est étudiée chez l'animal afin de détecter les branches septales et ainsi de distinguer l'IVA (35).

2.2.2 Chirurgie à cœur battant

L'objectif à moyen terme de la chirurgie robot assistée est de permettre la réalisation des pontages totalement endoscopiques et à cœur battant. La première série de pontage à cœur battant a été publiée en 1975 (36). Les progrès techniques de la CEC et l'absence de matériel adapté (stabilisateur, shunt...) ont freiné l'expansion de cette technique jusqu'à la fin des années 80. Devant l'émergence des techniques de revascularisation percutanée avec leur moindre morbidité, les chirurgiens cardiaques ont réinvesti ce champ d'action avec de bons résultats dès le début des années 90 (37-39). L'arrivée des stabilisateurs au milieu des années 90 a facilité la procédure et son expansion. Une publication récente de Buffolo *et al* rapporte 23 ans d'expérience de chirurgie à cœur battant chez plus de 3800 patients (40). Leurs conclusions font du cœur battant une

alternative à envisager chez tous les patients (en fonction de l'expérience du chirurgien) surtout chez ceux à haut risque opératoire.

2.2.2.1 OPTECAB

Les premiers OPTECAB ont été réalisés en 2000 sur l'IVA par les équipes allemandes de Mohr et Schueler (17, 19, 41, 42). Depuis, certaines équipes pratiquent des doubles revascularisations artérielles (43) Pour réaliser le pontage, un stabilisateur endoscopique est introduit par un port xiphoïdien. Le stabilisateur est fixé à un bras assujéti à la table d'opération. Le modèle employé s'appelle Octopus TE (Medtronic, Minneapolis, MN).



Figure 6 : Stabilisateur Octopus TE

Ce système combine les modes de stabilisation par pression et succion. Il possède également une ligne d'irrigation pour laver le site d'anastomose. Après sa mise en place, l'opérateur procède à l'occlusion du vaisseau cible par des fils de strangulation. La réalisation de l'anastomose présente plusieurs difficultés. Le chirurgien n'a pas d'assistant pour lui présenter le pédicule mammaire. Pour palier à ce problème le pédicule peut être fixé sur le fascia pré thoracique ou être exposé par un 4^e bras robotique. Bien qu'étant une solution élégante, le 4^e bras rajoute un encombrement stérique de la cavité qui peut nuire à la mobilité des instruments.

La réalisation du surjet est délicate et sa difficulté est majorée par le grandissement (9). La durée de réalisation d'une anastomose (temps de suture) est d'environ 20 minutes, ce qui représente 3 à 4 fois le temps de suture en chirurgie conventionnelle. La procédure TECAB à cœur battant pour revasculariser l'IVA peut être effectuée en moins de deux heures par une équipe entraînée. Le taux de conversion reste cependant élevé ($\approx 30\%$) et reflète bien des difficultés techniques de réalisation de l'anastomose (9, 25). Les laboratoires travaillent à l'élaboration de systèmes d'anastomose automatique et semi-automatique. Actuellement aucun système n'est dédié à l'endoscopie. Nous citerons à titre d'exemple le Ventrica (Ventrica Inc, Fremont, CA). Ce système est un coupleur magnétique qui a été testé avec succès chez l'animal (44). Son utilisation exige des parois de vaisseaux quasi normales ainsi qu'une taille $> 2\text{mm}$ de diamètre, ce qui limite son utilisation clinique (45).

L'absence de CEC et donc de décharge ventriculaire, limite l'espace de travail malgré l'insufflation continue de CO_2 . Cependant, la pression intra-thoracique peut être augmentée au delà de la valeur seuil de 12 mmHg dans des conditions de remplissage cardiaque adapté et de contractilité non altérée (46). Les protocoles d'anesthésie adaptés à cette chirurgie particulière sont mis en place par chaque équipe. Outre les particularités de la ventilation uni pulmonaire (47), la fonction myocardique est perturbée par l'hyperpression intra-thoracique. La tolérance myocardique à l'ischémie est moindre en chirurgie endoscopique que par sternotomie à cœur battant (48). La survenue d'anomalies électriques du segment ST, d'extrasystoles ou de troubles du rythme après l'occlusion du vaisseau cible doit conduire à convertir la procédure en MIDCAB.

2.2.2.2 MIDCAB

Le MIDCAB représente l'étape intermédiaire avant la réalisation de TECAB, ainsi que la procédure élective de conversion des TECAB (23, 25). Après prélèvement d'une ou des deux AMI, les bras du robot sont retirés et un abord thoracique antérieur de 6 à 8 cm dans le 5^e EIC est pratiqué. Après l'exposition du péricarde et le repérage du vaisseau cible, le pontage est réalisé sous vision directe avec l'aide d'un stabilisateur conventionnel et l'occlusion temporaire de la coronaire (usage de shunt selon les équipes). Certains centres ont utilisé cette technique couplée à une CEC (22). Dans ce cas, l'intérêt est discuté car l'investissement financier est très lourd et les avantages

opératoires ne sont pas prouvés (durée d'intervention, risque opératoire...). Par contre, cette technique à cœur battant, permet de multiples revascularisations artérielles (double mammaire, greffon en Y). L'utilisation de systèmes d'exposition du massif cardiaque par succion apicale peut être utilisé afin d'exposer les territoires latéral et inférieur (49). Dans cette situation, des systèmes d'anastomose semi-automatique ont également été employés avec succès (45). La série publiée par Loulmet *et al* et confirme la validité de cette technique (50). Ils ont réalisé en moyenne 2,6 pontages artériels (AMID, AMID, artères radiales) par patient. Les voies d'abord employées ont été la mini-thoractomie antérieure gauche ou l'abord abdominal avec d'excellents résultats à un mois. Seulement 2 patients sont restés hospitalisés plus de trois jours et la mortalité péri opératoire a été nulle. La dernière série publiée émane d'une équipe texane qui rapporte 150 interventions de revascularisation artérielle (51). Ils ont réalisé 2,6 ponts par patient en usant de clips en nitinol pour les anastomoses au travers d'une thoracotomie antérolatérale gauche. Malgré un recul insuffisant pour comparer avec les techniques classiques, les résultats en terme de faisabilité, morbi-mortalité et durée d'hospitalisation sont encourageants. Les récents travaux font de cette technique une stratégie à part entière qui doit être évoquée chez les patients sélectionnés.

2.2.3 Revascularisation hybride

Cette tactique récente combine une revascularisation chirurgicale de l'AMIG sur l'IVA avec l'angioplastie percutanée (APC) des autres lésions coronaires (52). Elle peut être réalisée en un temps opératoire mais la plupart du temps elle est en deux temps. L'utilisation d'antiagrégants plaquettaires à haute dose (surtout avec les stents actifs) contre indique un geste chirurgical non urgent. En conséquence la lésion la plus menaçante est traitée en premier. La faisabilité de cette procédure a été démontré en 1996 (53). La supériorité de la revascularisation artérielle antérieure versus APC est encore confirmée par les études les plus récentes (54). De plus une revue des complications es pontages datant de 2003 rapporte des taux de mortalité pour la revascularisation chirurgicale isolée compris entre 1,2 et 1,7 % (55). Le frein au développement de cette stratégie est d'ordre logistique et nécessite, outre un plateau technique combiné, la collaboration active des cardiologues, qui sont les premiers à prendre en charge les patients (56). Cette approche thérapeutique limite les préjudices chirurgicaux tout en assurant le pontage de référence sur l'IVA (57). Dans un exercice

routinier et concomitant, on pourrait en attendre des bénéfices tant pour les patients (douleur, durée d'hospitalisation...) que pour le système de soin (coût) (58). Aucune grande étude n'est encore disponible sur ce sujet, mais cette problématique est au premier plan de la revascularisation du 21^e siècle.

2.3 Chirurgie valvulaire

2.3.1 Valve mitrale

La chirurgie valvulaire mitrale est le second champ d'action du STDV en chirurgie cardiaque. En 1998, Carpentier *et al* et Falk *et al* ont publié indépendamment la première plastie mitrale réalisée avec un prototype de STDV. La technique initiale a combiné une mini thoracotomie antérieure droite (4-7 cm) à la mise en place de ports pour les instruments (14, 15, 59). En 2000, l'équipe de Mohr a rapporté son expérience d'annuloplastie mitrale simple ou combinée à des plasties tricuspides ou des ablations radiofréquences (« Mini Maze ») (60). La même année, l'équipe de Chitwood a réalisé la première annuloplastie complexe (61). Ils ont ensuite accompli avec succès dix opérations comprenant : des résections quadrangulaires, des plasties de glissement, des transpositions de cordages, des plasties de cordages et des réductions d'anneaux. (62). L'année suivante Mohr *et al* a publié 17 plasties mitrales avec les gestes complexes sus cités et également des plasties d'Alfieri, de Whooler ainsi que des décalcifications d'anneaux (17). Après avoir publié ses 38 premières plasties (63), et riche d'une expérience au delà de 100 cas (64), l'équipe de Chitwood a publié la première étude multicentrique nord-américaine (65). Ces travaux, ne montrent pas de problèmes majeurs en terme de morbi-mortalité spécifique à la technique. Au contraire, elle s'avère bénéfique pour le patient et le système de soin, avec un taux de réopération à un mois de 5,4 % (66). Le remplacement valvulaire mitral prothétique est également pratiqué mais moins mis en avant car il requiert une moindre technicité (1, 17, 63, 67). Comme pour les pontages, des systèmes de suture sont développés afin d'alléger le temps et la technique opératoire. Des clips en nitinol ayant une mémoire de forme ont été testés avec succès chez l'animal et chez l'homme (68-70).

La dernière publication importante est une étude cas-témoin (n = 25 par groupe) comparant la technique robotique versus sternotomie pour des insuffisances simples par prolapsus de P2 (71). Les temps opératoires ont été de 30 à 50 % plus long dans le groupe robot (p < 0,05) alors que la durée d'hospitalisation a été significativement plus

courte dans le groupe robot (7j vs 9j). Cette étude ne remet pas en cause le «gold-standard» de cette chirurgie, mais confirme les capacités du STDV. Dans les publications de méthode, les auteurs s'accordent à penser que l'amélioration technologique des systèmes de CEC périphérique et de clampage aortique (endo-aortique ou trans-thoracique) sont nécessaires afin d'alléger la technique chirurgicale (temps de mise en place) et de diminuer les complications iatrogènes (dissection aortique, lésions myocardiques, mauvaise tolérance hémodynamique...)(72, 73).

2.3.2 Valve aortique

Seulement deux papiers, de Folliguet *et al*, concernant le premier « case report » et une série de 5 patients ont été publiés à ce jour (74, 75). La procédure décrite consiste en la mise en place d'une CEC périphérique et d'un clampage trans-thoracique. L'abord chirurgical thoracique (trocarts et mini thoracotomie) est antérolatéral droit. L'exclusion pulmonaire est du même côté. Les résultats de cette première série ont été favorables (pas de conversion ni de mortalité péri opératoire). Cependant, la pauvreté de la littérature suggère l'existence de difficultés techniques inhérentes à l'usage d'un système de télémanipulation (espace de travail pré sternal étroit, difficultés de clampage et de cardioplégie...). De plus, cette intervention élémentaire de chirurgie cardiaque offre d'excellents résultats avec la technique classique et ses variantes mini invasives (76). Dans ce domaine, le STDV n'a pas été en mesure d'apporter de meilleure méthode chirurgicale ou des résultats supérieurs à ceux de la chirurgie conventionnelle.

2.4 Chirurgie de l'aorte

2.4.1 Aorte thoracique

La première publication, en 2002, a rapporté une étude sur l'animal sain (77). Des anastomoses termino-terminales et une pose de patch sans CEC ont été réalisées au niveau de l'aorte thoracique descendante de petits moutons (n = 5). Cette étude de faisabilité sur l'animal sain a suggéré aux auteurs l'intérêt du STDV pour la prise en charge des pathologies de l'aorte thoracique descendante sans assistance circulatoire en pédiatrie (coarctation de l'aorte, interruption de l'arche aortique). A notre connaissance, aucune autre publication ne concerne la prise en charge des pathologies de l'aorte thoracique.

2.4.2 Aorte abdominale

Peu d'équipes semblent s'investir dans cette nouvelle approche technique. Les quelques publications (n = 4) ne concernent que la prise en charge des pathologies occlusives de l'aorte abdominale sous rénale. L'équipe hollandaise de Wisselink a publié en 2004 une étude comparative sur l'animal sain (cochons femelles) versus coelioscopie et a démontré la supériorité de la technique robotique (78). L'année suivante, ils ont rapporté leurs premières 8 interventions chez l'homme (79). Le STDV a été utilisé pour la dissection et l'anastomose proximale, les sutures fémorales ont été réalisées par abord des Scarpas. Les temps opératoires ont été largement supérieurs à ceux de leur expérience des techniques conventionnelles (> 400 min). Deux patients ont nécessité une conversion pour hémorragie. Les auteurs ont conclu que l'exercice de cette technique requiert une grande expérience qui représente actuellement un frein à son expansion.

Une publication française en 2004 a rapporté l'expérience clinique de 5 interventions du même type (80). Les temps opératoires ont été moindres (~ 188 min). Un patient a nécessité une conversion en raison d'un conflit entre les bras du robot. Les conclusions des auteurs sont plus optimistes et mettent en avant le confort et la dextérité qu'apporte le STDV. La même année, un cas (même intervention) a été publié par une équipe américaine (81). L'intervention a duré 8 h et les suites ont été extrêmement simple (sortie à J4). Les auteurs sont arrivés aux mêmes conclusions que les précédents : le STDV permet une aisance chirurgicale supérieure aux techniques laparoscopiques tout en apportant les avantages des procédures mini invasives. L'expansion de cette technique et l'élargissement à la prise en charge des pathologies anévrysmales nécessite des avancées dans le domaine des systèmes clampage et de suture automatique (82).

2.5 Chirurgie des défauts septaux

En 2000, l'équipe d'Alfieri a publié les deux premiers cas de fermeture de communication inter auriculaire (CIA) isolée (83). Durant les deux années suivantes, leur série de 6 puis 7 cas est parue (84, 85). Les interventions ont été réalisées sous CEC périphérique (Heartport®). Quatre trocarts ont été placés sur l'hémithorax droit. Après ligature des veines caves supérieure et inférieure, une atriotomie droite a été réalisée.

Les fermetures des ASD ont été accomplies par points séparés (1 cas) ou surjets (6 cas). Aucune conversion n'a été nécessaire et les résultats à un mois ont été excellents.

En 2001, Argenziano *et al* ont publié un cas de fermeture de CIA chez une femme de 33 ans (86). La procédure a été complétée sous CEC périphérique avec 4 trocarts. La fermeture a été réalisée par un double surjet. Le temps de clampage aortique a été de 43 min. La patiente est sortie au troisième jour et le contrôle à un mois a été bon.

En 2003, l'équipe de Dogan a publié sa série de 10 fermetures d'ASD chez des adultes dont une avec un patch (87). La durée de CEC a été d'environ 160 min. Le contrôle d'étanchéité a été réalisé en per-opératoire par échographie trans-oesophagienne. Les suites opératoires ont été simples. La même année, Resley *et al* ont décrit un cas de fermeture de CIA avec un patch de glutaraldehyde. La technique et les temps opératoires ont été équivalents. Le patient est sorti au deuxième jour.

La plus grande et dernière série publiée relate l'expérience de 17 fermetures de CIA (88). Les patients ont été opérés de 2001 à 2004. Leur apprentissage de la technique totalement endoscopique a été effectué en deux temps. La première étape a consisté à opérer via une mini thoracotomie droite. Des instruments endoscopiques ont servi chez 11 patients (8 fermetures directes et 3 patches). Après une période d'entraînement en laboratoire, 6 patients ont été opérés par le STDV de manière totalement endoscopique (5 fermetures directes et 1 patch). Le temps de clampage est passé de 240 à 160 min dans le groupe STDV alors qu'il est resté stable dans le groupe mini thoracotomie.

La faisabilité de la technique n'est plus à démontrer. Une étude comparative de qualité de vie entre la fermeture d'ASD par STDV (n = 16) versus mini thoracotomie ou sternotomie a montré la supériorité de la technique robotique (89).

2.6 Chirurgie de resynchronisation cardiaque

2.6.1 Arythmie chronique par fibrillation auriculaire

L'arythmie chronique par fibrillation auriculaire (ACFA) est la dysrythmie la plus fréquente avec une prévalence de 0,5 %. Son incidence augmente avec l'âge pour atteindre 10 à 12 % chez les octogénaires (90). La technique chirurgicale de référence est la procédure Cox-Maze (91). Cette technique invasive (sternotomie médiane et

double atriotomies) consiste en la cryoablation des circuits de réentrée autour des veines pulmonaires. Bien que les résultats de cette technique soient bons, sa complexité et morbidité (saignement post-opératoire) ont limité son application à la chirurgie combinée de la valve mitrale. Les sources d'énergie utilisées sont la radiofréquence, la cryothérapie et les micro-ondes. Des systèmes flexibles ont été développés afin d'autoriser des techniques mini-invasives (92).

2.6.1.1 Ablation épiscopardique

Cette technique est dédiée à la chirurgie isolée de l'ACFA. Le premier travail publié est une étude de faisabilité chez le chien (86). Depuis deux cas ont été publiés en 2004 par Loumet *et al* (93) et Gerosa *et al* (94). Les techniques ont été similaires. Après l'exclusion du poumon droit, trois trocarts ont été placés dans l'hémithorax droit. Les veines pulmonaires ont été isolées par énergie micro-onde. Un câble spécifique (Flex® 10, Afx, Inc) a été placé autour des 4 veines pulmonaires afin de créer une lésion en boîte. Les interventions décrites ont été rapides et les suites simples. Le rythme sinusal a été restauré et maintenu à un an et trois mois chez les deux patients. L'intérêt de cette opération est de s'affranchir de la CEC. Des travaux supplémentaires sont nécessaires pour valider l'efficacité et la reproductibilité de cette technique qui pourrait devenir un traitement de première intention devant les procédures intraveineuses (95).

2.6.1.2 Ablation endocardique

L'ablation par voie intra auriculaire gauche est pratiquée lors de gestes combinés sur la valve mitrale. Quatre publications existent sur ce sujet dont deux émanant de l'équipe de Chitwood. Dans la première, le système Flex® est utilisé par voie endocavitaire (96). Le câble a été positionné autour des veines pulmonaires. Les suites ont été simples et le rythme est redevenu sinusal. L'année suivante, la première série de 16 patients a été publiée (97). La technique d'ablation décrite est en deux temps. Une première ablation épiscopardique est pratiquée comme précédemment décrit. Après avoir accédé à l'oreillette gauche, trois lésions endocardiques sont réalisées avec un Flex® 4 : autour de l'auricule gauche (avant sa ligature), de l'auricule gauche aux veines pulmonaires gauche, des veines pulmonaires inférieures vers l'anneau mitral. Le rythme sinusal a été retrouvé chez 80 % de patients à 6 semaines et 73 % à 6 mois. La cure d'ACFA combinée à la chirurgie mitrale n'a ajouté que 42 ± 16 min de CEC et 1,3 j de d'hospitalisation supplémentaire par rapport à la chirurgie mitrale isolée. La dernière publication décrit

une technique d'ablation par radiofréquence (Cardioblate XL unipolar pen, Medtronic Inc, Minneapolis, MN) chez deux patients (98). Une chirurgie mitrale a été combinée. Le retour en rythme sinusal a été effectif chez les deux patients. L'ensemble de ces résultats est en faveur de la faisabilité et de l'efficacité de cette technique combinée.

2.6.2 Resynchronisation bi-ventriculaire

Environ 30 % des patients en insuffisance cardiaque présentent une dysynchronie ventriculaire secondaire aux altérations de conduction intra ventriculaire (99). La resynchronisation bi-ventriculaire (RSBV) a prouvé son effet bénéfique sur la fonction ventriculaire, l'adaptation à l'effort et la qualité de vie (100). La mise en place des électrodes est classiquement réalisée de manière veineuse percutanée. Le ventricule gauche est accessible par le sinus veineux coronaire. Cependant, les variations anatomiques du sinus sont responsables de 10 à 15 % d'échecs de pose avec cette technique (100, 101). Le déplacement secondaire des électrodes rajoute 5 à 10 % d'échec (102). De plus, la resynchronisation est optimisée par le positionnement de l'électrode du ventricule gauche (VG) sur son mur postérieur, ce qui n'est réalisé que dans 1/3 des cas en percutané.

La technique de pose de l'électrode VG par le STDV est une alternative à la chirurgie par mini-thoracotomie. Cette chirurgie présente un accès limité au mur postérieur du VG, contrairement à la technique robotique (103). Après la mise en place des électrodes auriculaires et ventriculaire droite, le STDV est installé par 3 trocarts postéro-latéraux gauche et permettent un accès direct au mur postérieur. Cette technique a montré sa faisabilité dans plusieurs études. Jansens *et al* l'ont réalisée avec succès chez 13/15 patients de leur série (104). Deux patients ont nécessité une conversion par mini-thoracotomie et les résultats à 4 mois ont été bons notamment en ce qui concerne les seuils de stimulation. Leur temps de pose de l'électrode est passé de 40 à 15 min en 10 mois de pratique. DeRose *et al* ont publié en 2003 leur série de 10 patients (105). Les temps d'intervention ont été diminués de 50 % entre les 5 premiers et les 5 derniers patients. Les seuils de stimulation ont été satisfaisants et seulement deux complications ont été rapportées (plaie du VG et pneumopathie post-opératoire). Les résultats à 6 mois ont été satisfaisants chez 8/10 patients. Une publication de Mair *et al* présente les techniques et résultats de 3 approches mini-invasives (106). Les patients opérés avec le

STDV (n = 33) ont présenté des résultats satisfaisants et comparables aux autres approches par mini-thoracotomie.

Bien que les patients présentent des insuffisances cardiaques patentes, aucune complication de l'hyperpression intra-thoracique gauche due à l'insufflation de CO₂ n'a été rapportée (trouble du rythme, arrêt cardiaque). La technique robotique, semble apporter des résultats en mesure de supplanter la technique percutanée (seuils de stimulation, efficacité, morbidité).

2.7 Discussion

En moins de 10 ans, les progrès en chirurgie cardiaque robotique ont été considérables. D'une part, tous les domaines de cette spécialité ont été explorés. D'autre part, des résultats patents ont permis d'identifier les domaines d'intérêt du STDV. Nous citerons en particulier : la chirurgie coronaire à cœur battant (MIDCAB et OPTECAB), la chirurgie de la valve mitrale, des CIA et la chirurgie de resynchronisation. Après une période de méfiance et de critique, la chirurgie robotique a trouvé sa place dans notre arsenal thérapeutique. Dans certains centres, ces techniques sont devenues les pratiques de référence pour les patients sélectionnés.

Les améliorations des techniques et temps opératoires ne relèvent pas uniquement des courbes d'apprentissage mais autant des progrès technologiques des outils utilisés (systèmes de clampage aortique, de décharge ventriculaire à cœur battant, de suture automatique ...) et du STDV (retour de force, quatrième bras ...).

Une des limites au développement de la chirurgie robotique est d'ordre pécuniaire. Effectivement, l'investissement initial ainsi que son entretien font du STDV un outil encore inaccessible à de nombreux centres (5 appareils en France). Cependant, une étude récente a mis en avant l'absence de surcoût de la chirurgie mitrale et des CIA par STDV versus sternotomie classique (107). La qualité de vie post-opératoire a également été démontrée supérieure avec le STDV pour les CIA (89). Nous pouvons penser qu'à moyen terme le coût global de prise en charge sera meilleure avec le STDV, surtout si ce dernier a un rendement optimal.

Dans un futur proche, des programmes d'entraînement permettront l'apprentissage et favoriseront l'expansion de ces techniques. Il existe d'ores et déjà des programmes de formation dans des centres expérimentés (108). L'accès et la multiplication de ces centres sont les garants de la pérennité de la chirurgie robotique. Le concept des simulateurs devrait émerger et permettre un entraînement sur le système sans patient, afin de faciliter la formation des jeunes chirurgiens.

« Ce qu'on voulait faire, c'est en le faisant qu'on le découvre. »
Alain

3 EXPERIENCE NANCEIENNE

3.1 Introduction

La chirurgie coronaire a toujours démontré d'excellents résultats, surtout lorsque le greffon AMIG est utilisé sur l'IVA (109). Sa supériorité de perméabilité à long terme par rapport à l'angioplastie percutanée est régulièrement confirmée (54), mais sa morbi-mortalité reste supérieure. Les deux principaux écueils de la chirurgie conventionnelle sont l'usage de la CEC et le traumatisme chirurgical imposé par la sternotomie. Afin d'optimiser le rapport efficacité/invasivité de la chirurgie coronaire, l'essentiel des progrès ont concerné deux spécificités : le cœur battant et l'approche mini-invasive. La chirurgie à cœur battant s'est imposée comme une méthode alternative pouvant épargner des effets délétères de la CEC sur les fonctions d'organes et le saignement (110-113). La technique MIDCAB a permis de combiner les avantages de la revascularisation chirurgicale à ceux des techniques percutanées en minimisant le traumatisme chirurgical (114).

Le STDV apporte une vision 3-D, une dextérité et une ergonomie chirurgicale unique. Ce système est utilisé en chirurgie coronaire depuis 1999 (16). Notre centre a acquis cet outil en 2000 pour une utilisation multidisciplinaire (chirurgies cardiaque, urologique, digestive, cancérologique).Après une période d'entraînement sur l'animal, nous avons débuté notre expérience clinique en 2001 sous couvert d'un PHRC de 21 mois. Les interventions réalisées ont été des pontages AMIG-IVA à cœur battant par les techniques MIDCAB et TECAB.

La coronarographie est l'examen de référence pour le contrôle des pontages, mais cette procédure invasive comporte une morbidité non négligeable (115). L'utilisation du scanner multi coupe ou tomodensitométrie (TDM) à 64 barrettes pour le contrôle des pontages artériels a montré son efficacité et sa reproductibilité (116). Cet examen non invasif et accessible apporte une résolution spatiale suffisante pour évaluer la perméabilité et l'anatomie du pontage dans son trajet global.

L'objectif de notre travail a été de réaliser une étude descriptive de notre expérience de mono pontage AMIG-IVA à cœur battant assisté par le STDV avec un contrôle par TDM coronaire (TDMC).

3.2 Patients et méthodes

3.2.1 Patients, période et lieu de l'étude

Nous avons inclus tous les patients ayant bénéficié d'une revascularisation myocardique par mono pontage artériel AMIG-IVA à cœur battant, totalement ou partiellement assistée par le STDV.

Les patients sélectionnés ont présenté une lésion de l'IVA avec indication chirurgicale isolée ou non. En cas de lésion coronaire associées, un traitement hybride en deux temps a été réalisé. Les contre-indications spécifiques à la technique ont été : les antécédents de chirurgie thoracique et de pleurésie (brides pulmonaires) et l'insuffisance respiratoires sévère et irréversible.

Les patients ont été opérés de novembre 2001 à décembre 2005 dans le service de chirurgie cardio-vasculaire du CHRU de Nancy.

Les évaluations cliniques et radiologiques ont été réalisées de janvier à mars 2006 dans les services de radiologie et de chirurgie cardio-vasculaire du CHRU de Nancy.

3.2.2 Procédure chirurgicale

3.2.2.1 Anesthésie

Les patients ont reçu une prémédication par anxiolytiques, la veille et 1h avant l'intervention. Les patients opérés avant le mois de juin 2005 ont reçu la veille une perfusion de corticoïde (solumédrol, 2 mg/kg). Cette thérapeutique a eu pour objectif de diminuer les effets toxiques de l'ischémie reperfusion. Cette stratégie a été interrompue devant la diminution des temps d'exclusion pulmonaire.

En salle d'opération, les patients ont été monitorés en continu pour : l'électrocardiogramme (ECG, 5 dérivations) et la saturation périphérique en dioxygène. La pression artérielle a été mesurée de manière non invasive avant l'induction puis de manière sanglante au moyen d'un cathéter radial. Les patients ont été équipés d'une voie veineuse centrale (triple et jugulaire gauche afin d'éviter le risque de créer un pneumothorax droit) et d'une sonde urinaire de type Foley®. Une couverture chauffante a été utilisée pour prévenir l'hypothermie.

Après mise en place d'une voie veineuse périphérique, l'induction anesthésique a été pratiquée par association d'un morphinique (sufentanyl), de deux hypnotiques (hypnovel et etomidate) d'un curare (cisatracurium). L'entretien a été assuré par perfusion continue à la seringue électrique de sufentanyl, d'etomidate et de nimbox.

L'intubation sélective a été réalisée avec une sonde de Carlens® sans ergot (Fig. 7). Son bon positionnement a été vérifié par fibroscopie. Le respirateur a été réglé en mode assisté contrôlé avec un volume courant : $V_t = 6-8 \text{ mL/kg}$, une fréquence : $F = 12-16$ cycles par minute et un rapport inspiration / expiration de 1/3 à 1/2 du temps de cycle. La FiO_2 a été adaptée à la lecture des gaz du sang. En cas de ventilation unilatérale, le mode de ventilation en pression positive permanente a été requis sur le poumon gauche ($P = 2-10 \text{ cm d'eau}$ et $FiO_2 = 100 \%$). Le maintien de pression sur le poumon exclu a permis de limiter les atelectasies. En fin d'intervention, une sonde d'intubation classique a été mise en place après retrait de la sonde de Carlens®.



Figure 7 : Intubation par sonde de Carlens®

3.2.2.2 Installation du patient

Les patients ont été installés en décubitus dorsal avec un billot sous l'omoplate gauche pour relever l'hémithorax gauche de 30 degrés (Fig. 8). L'épaule gauche a été portée dans le vide pour l'effacer. Sa chute doit être mesurée pour ne pas entraîner de lésion d'extension du plexus brachial (11). Des patches externes de défibrillation ont été placés sur le thorax. Un membre inférieur et les deux Scarpas ont été conservés dans le champ opératoire. Les sites d'introduction des trocarts et de thoracotomie ont été marqués de la manière suivante (Fig. 9) :

- Bras gauche : 7^e EIC, ligne axillaire antérieure
- Bras de caméra : 4^e EIC, ligne axillaire antérieure
- Bras droit : 3^e EIC, ligne axillaire antérieure
- Thoracotomie antérieure : dans le 4^e EIC chez l'homme et sur la ligne sous mammaire chez la femme.

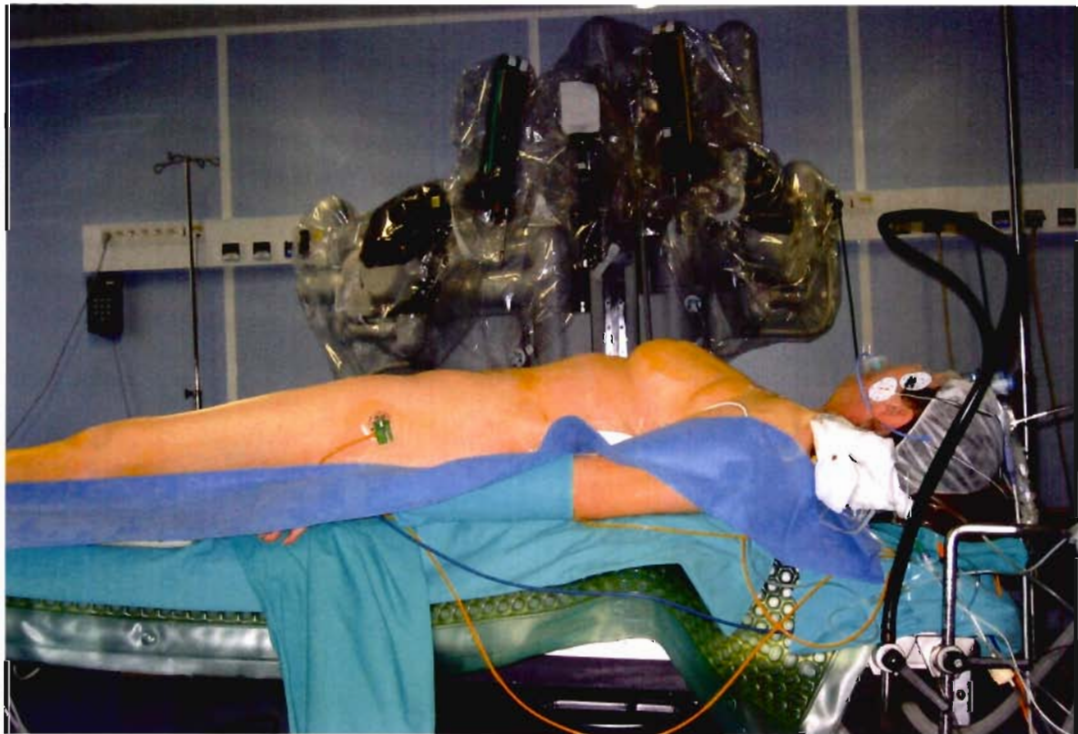


Figure 8 : Installation du patient



Figure 9 : Sites d'abords des trocars (gauche) et de la thoracotomie antérieure (droite) et patches de défibrillation externe

3.2.2.3 Prélèvement mammaire

Après exclusion pulmonaire gauche, la caméra angulée de 30 degrés vers le haut a été insérée par le trocart du 4^e EIC par l'aide habillé stérilement. Le trocart de la caméra a également permis d'insuffler le CO₂ en continu pour obtenir une pression intra thoracique de 8 à 12 mmHg.

Le premier temps a consisté en l'exploration de la cavité thoracique gauche afin de constater la bonne exclusion pulmonaire et l'absence d'adhérence pleurale. L'optique a ensuite été fixée au bras central du STDV et les deux autres trocars ainsi que les instruments ont été installés sous contrôle visuel.

Ensuite, le chirurgien a pris le contrôle des instruments derrière la console. Après repérage du trajet de l'AMIG, son prélèvement au bistouri électrique a été effectué de sa partie proximale jusqu'à sa bifurcation distale. L'utilisation d'une aiguille transfixiée dans le 4^e EIC a permis de s'assurer de la longueur suffisante du greffon.

3.2.2.4 Anastomose AMIG-IVA

✕ Endoscopique

En cas de procédure TECAB, l'optique de 30 degrés a été tournée de 180 degrés pour être orientée vers le bas. Le péricarde a été incisé au bistouri électrique sur sa face antérieure selon un trajet parallèle et antérieur au nerf phrénique. Après une exploration attentive du cœur, l'IVA et le site d'anastomose ont été identifiés.

L'AMIG a ensuite été clampée (clips distaux, clamp amovible proximal) et coupée. Sa partie distale a été préparée à l'anastomose et fixée au péricarde afin d'éviter sa

mobilisation et sa rotation avant la suture. Un stabilisateur par compression a été introduit par une incision xiphœidienne et placé sur le site d'anastomose. L'héparine non fractionnée a été injectée par voie centrale à la posologie de 100 UI/kg.

Des ligatures temporaires ont été placées autour de l'IVA, de part et d'autre du site anastomotique. Une canule de rinçage introduite en percutané à l'aplomb de l'anastomose a permis de laver l'artériotomie pendant la suture. Cette dernière a été réalisée avec un fil de Prolène 8/0 (Ethicon, Somerville, NJ). Après mise en charge, l'AMIG a été fixée au myocarde par deux points. L'héparine a ensuite été antagonisée au 2/3 par de la protamine. Les instruments ont été retirés sous contrôle visuel et le poumon gauche a été re-expansé manuellement. Deux drains thoraciques aspiratifs ont été introduits par les orifices des l'instruments gauche et de la caméra puis les incisions ont été suturées.

✱ *Par mini-thoracotomie*

En cas de procédure MIDCAB, les instruments ont été retirés sous contrôle visuel et le poumon gauche a été re-expansé à la fin du prélèvement mammaire. La thoracotomie antérieure dans le 4^e EIC a permis de récupérer l'AMIG et de préparer son extrémité distale. Le péricarde a été ouvert verticalement et sa traction a permis d'exposer le cœur. En cas de saillie du poumon gauche dans le champ, la ventilation uni-pulmonaire a été reprise. Un stabilisateur par compression fixé sur l'écarteur thoracique (de type Geister®) a été placé sur le site d'anastomose après repérage de l'IVA (Fig. 10). L'héparine a été injectée avant la ligature temporaire de l'IVA.

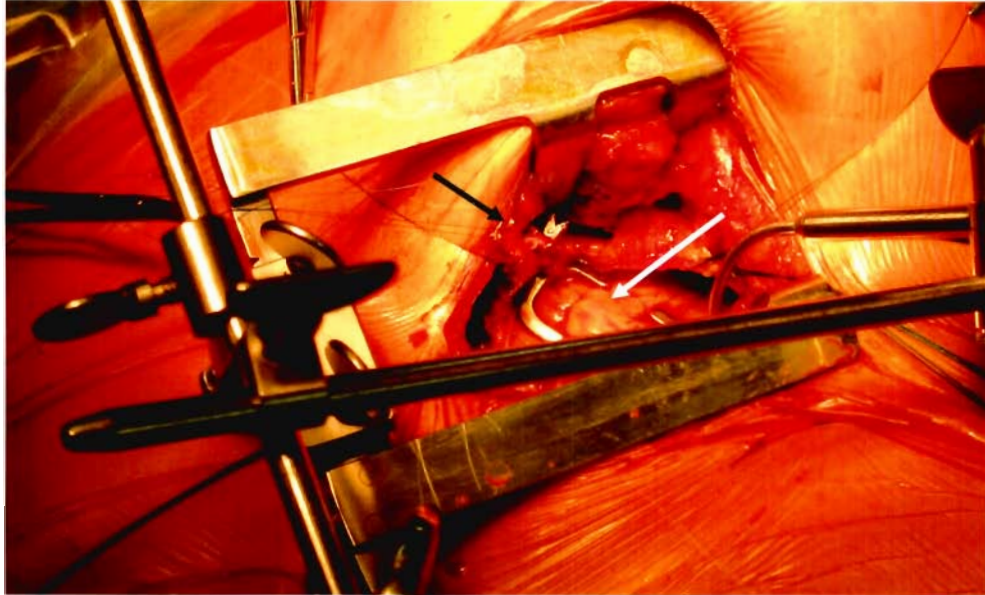


Figure 10 : Stabilisation de l'IVA

AMIG clampée et exposée pour l'anastomose (flèche noire)
Site d'anastomose stabilisé (flèche blanche)

L'artériotomie a été maintenue exsangue par une canule soufflant de l'air. La suture a été réalisée avec un fil de Prolène 8/0. Après mise en charge, l'AMIG a été fixée au myocarde par deux points. L'héparine a ensuite été antagonisée au 2/3 par de la protamine. Deux drains thoraciques aspiratifs ont été introduits par les orifices inférieurs et les incisions ont été suturées (Fig. 11).

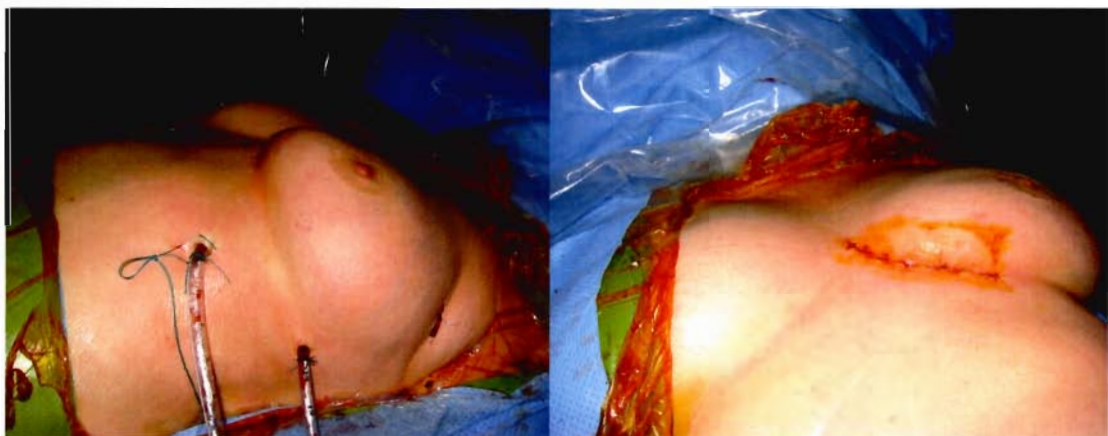


Figure 11 : Drainage aspiratif et sutures cutanées

3.2.3 Révision 2005

3.2.3.1 Recueil des données

Dans les dossiers des patients nous avons pris en compte les données suivantes :

* *Les caractéristiques des patients*

- Age, sexe

* *Les données cliniques préopératoires*

- Fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG)
- Nombre et type (occlusion/sténose) des lésions coronaires
- Prise en charge hybride (chirurgie et angioplastie transluminale)
- Epreuves fonctionnelles respiratoires

* *Les données relatives à l'intervention et ses suites*

- Temps de présence au bloc opératoire
- Temps d'exclusion pulmonaire gauche
- Durée du prélèvement de l'AMIG : temps écoulé entre la pose des trocarts et la fin du prélèvement
- Durée de réalisation du pontage : temps écoulé entre l'incision de thoracotomie et la mise en charge de l'AMIG
- Les complications opératoires et post-opératoires : rythmiques, respiratoires, viscérales et hémodynamiques
- Durée de ventilation mécanique assistée post-opératoire
- Durée de séjour en réanimation
- Durée d'hospitalisation
- Débit du pontage (échographie doppler mammaire)

3.2.3.2 Convocation des patients et révision clinique

Les patients ont été avertis de notre projet par courrier fin décembre 2005 (Annexe 1). Ils ont ensuite été contactés par téléphone. Au cours de cet entretien, un rendez-vous au CHU leur a été proposé pour réaliser une TDMC. Ce rendez vous leur a été confirmé par courrier (Annexe 2). En cas d'impossibilité de réaliser une TDMC, la fiche de révision clinique (Annexe 4) a été complétée par téléphone. Cette fiche de

révision clinique a permis : d'évaluer le statut fonctionnel à distance de l'intervention, de recenser les évènements cardiaques post opératoires et d'apprécier les impressions des patients à l'égard de cette technique.

3.2.3.3 Coroscanner

Les contre-indications à la réalisation d'un scanner cardiaque ont été l'allergie à l'iode l'insuffisance rénale.

Les examens ont été réalisés dans un scanner 64 barrettes (Light Speed Velocity, General Electric medical system, Milwaukee, WI). Pour l'examen, les patients ont été équipés des éléments suivants : une voie veineuse périphérique, de l'oxygène aux lunettes à 1,5 L/min et trois électrodes pour le couplage à l'ECG. Les examens ont comporté les séquences suivantes (durée ~15 min) :

1- Topogramme de face et de profil/

2- Smartscore : acquisition hélicoïdale avec synchronisation prospective de l'ECG sur l'aire cardiaque en inspiration profonde bloquée. Cette séquence permet d'évaluer le degré de calcification du réseau coronaire selon les scores d'Agatston et volumique.

3- Acquisition principale : acquisition hélicoïdale avec synchronisation rétrospective de l'ECG (cœur en diastole) en inspiration profonde bloquée, après injection de 120 mL produit de contraste iodé (optimisation de la dose en systole) Iomeron® 400 (Bracco Altana Pharma GmbH, Constance, Allemagne). L'hélice se lance automatiquement lorsque le contraste de l'artère pulmonaire égale celui de l'aorte (optimisation du contraste intra cardiaque). Les modes d'acquisition varient selon la fréquence cardiaque du patient. L'épaisseur des coupes obtenues est de 0,625 mm.

4- Acquisition tardive : acquisition hélicoïdale avec synchronisation prospective de l'ECG en diastole, en inspiration profonde bloquée, à 10 min de la précédente. Cette séquence permet d'analyser les défauts de perfusion myocardique (hypodensité dans les zones lésées).

Le post-traitement de tous les examens a été effectué par un seul radiologue au moyen du programme CardIQ Function® (General Electric Healthcare). Les informations obtenues ont permis de compléter la fiche de révision radiologique (Annexes 3 et 3bis).

3.2.3.4 Analyse des résultats

Les données quantitatives ont été présentées par leurs valeurs moyennes et écarts types ou par leur médiane. Les courbes de survie ont été obtenues par analyse selon la méthode de Kaplan-Meyer.

3.3 Résultats

3.3.1 Les patients

Notre étude comporte 71 patients. Leurs caractéristiques avant l'intervention sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 1: Caractéristiques des patients avant l'intervention

Caractéristiques des patients (n = 71)	
Age (ans)	63,8 ± 10,5 (35,6 / 82,6)
Sexe (hommes / femmes) (%)	77,5 / 22,5
Antécédent d'IDM (%)	50,7
FEVG (%)	54,6 ± 9,9 (31 / 80)
Atteinte coronaire (mono / bi / tritronculaire) (%)	52,1 / 39,4 / 8,5
Type de lésion (occlus / sténose) (%)	35,2 / 64,8
Stent préexistant: IVA / Autre coronaire (%)	18,3 / 31
Procédure hybride (%)	25,4
Moyennes ± ET (min / max)	

L'antécédent de stenting a concerné environ la moitié des patients. Plus de 18 % des patients ont été porteurs d'une resténose intra-stent de l'IVA.

La prévalence des facteurs de risque de cette population est présentée sur la figure suivante :

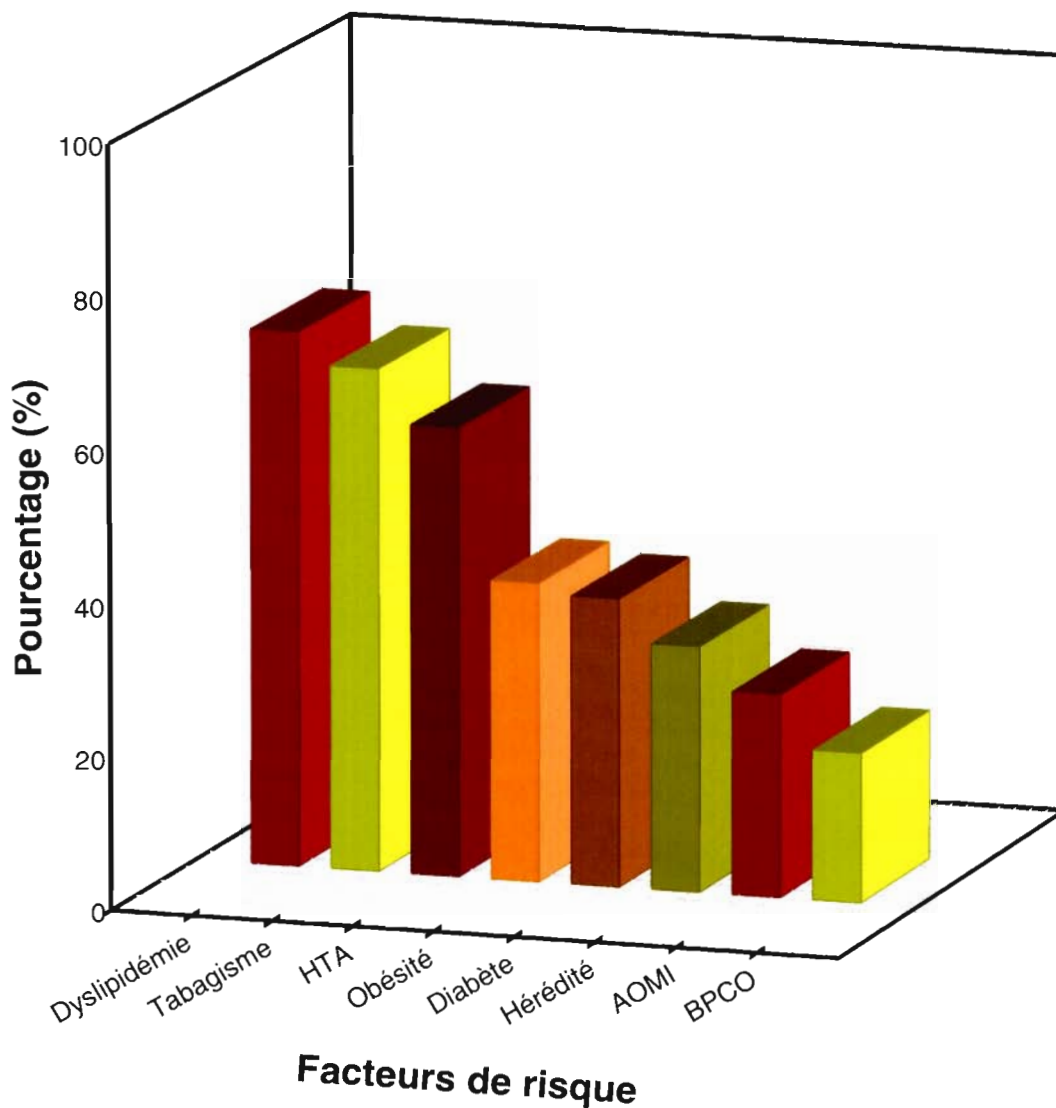


Figure 12 : Prévalence des facteurs de risque cardio-vasculaire

HTA : hypertension artérielle, AOMI : artériopathie oblitérante des membres inférieurs, BPCO : broncho-pneumopathie obstructive

3.3.2 Les interventions

3.3.2.1 Les durées

Les durées des principales phases des interventions sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Durées des phases des interventions

Durées (min)	MIDCAB (n = 68)	TECAB (n = 3)
Présence au bloc opératoire	281 ± 86 (170 / 610)	386 ± 50 (340 / 440)
Exclusion pulmonaire	94 ± 48 (40 / 260)	238 ± 3 (235 / 240)
Prélèvement AMIG	57 ± 15 (30 / 100)	77 ± 47 (40 / 130)
Réalisation du pontage	39 ± 12 (24 / 80)	51 ± 24 (24 / 69)

Moyennes ± ET (min / max), durée du prélèvement de l'AMIG : temps écoulé entre la pose des trocarts et la fin du prélèvement, durée de réalisation du pontage : temps écoulé entre l'incision de thoracotomie et la mise en charge de l'AMIG

Les courbes d'apprentissage des quatre phases précitées ont été représentées par des courbes de régression linéaire. La pente de la droite témoigne du gain par l'apprentissage. Ces informations sont exposées sur la figure suivante :

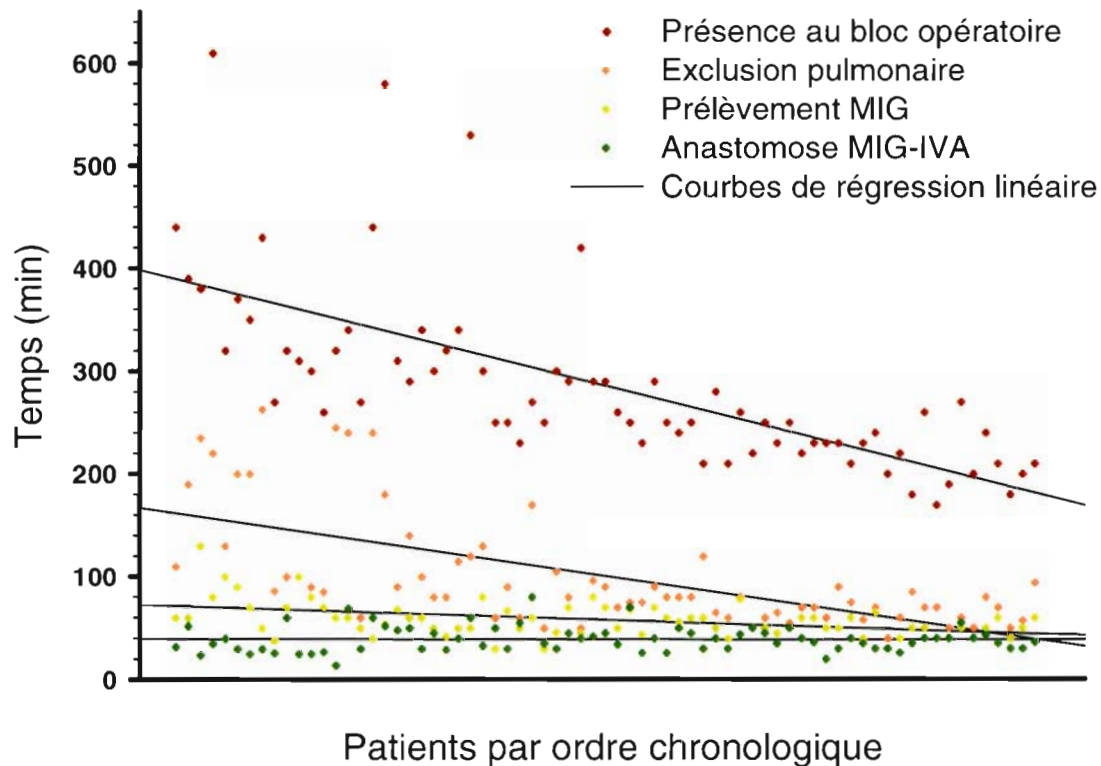


Figure 13 : Durées des temps opératoires et régressions linéaires

3.3.2.2 Les complications per-opératoires

La mortalité opératoire a été nulle. Les complications sont présentées dans le tableau 3. Elles ont concerné 10 patients (14,1 %).

Tableau 3 : Complications per-opératoires

Complications	n	%
Hypoxie	4	5,6
Troubles du rythme	4 [2 FV, 1 TS, 1 FA]	5,6
Réfection d'anastomose	2	2,8
Plaie MIG	1	1,4

F : fibrillation ventriculaire, TS : tachycardie sinusale, FA : fibrillation auriculaire

L'hypoxie a été définie par une désaturation artérielle en oxygène. L'hypoxie et les troubles du rythme ont été traités médicalement (choc électrique externe pour FV). Aucune de ces complications n'a empêché la réalisation des pontages par mini thoracotomie antérieure. La plaie de l'AMIG est survenue au début de notre expérience (février 2002), et n'a pas contrarié la réalisation du pontage. Le taux de conversion par sternotomie est de 2,8 %.

3.3.3 Les suites opératoires

3.3.3.1 Les durées

Les durées des principaux événements des suites opératoires sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Durées des suites opératoires

Durées (n = 71)	Valeurs
Ventilation assistée (h)	5 ; 22 ± 72 (0 / 432)
Séjour en réanimation (j)	1,0 ; 3,2 ± 6,2 (1 / 42)
Hospitalisation (j)	6,0 ; 8,5 ± 7,3 (4 / 42)

Médiane ; moyennes ± ET (min / max)

Trois patients (4,2 %) ont été hospitalisés plus de 15 j dans notre service, et 35 d'entre eux sont restés moins d'une semaine (49,3 %).

3.3.3.2 Les complications

La mortalité hospitalière a été nulle. Les complications post-opératoires ont concerné 36 patients (50,7 %). Un patient (1,4 %) a présenté un choc septique, un autre (1,4 %) une défaillance multi-viscérale. Les autres complications sont classées dans les chapitres suivants et par système..

× Pulmonaires

Les complications pulmonaires ont concerné 24 patients (33,8 %), et représentent 2/3 des complications post opératoires. Les hypoxies post opératoires ont été traitées par ventilation non invasive sauf un patient qui a été réintubé. La chronologie de survenue de ces complications au cours de notre expérience est visible sur la figure suivante :

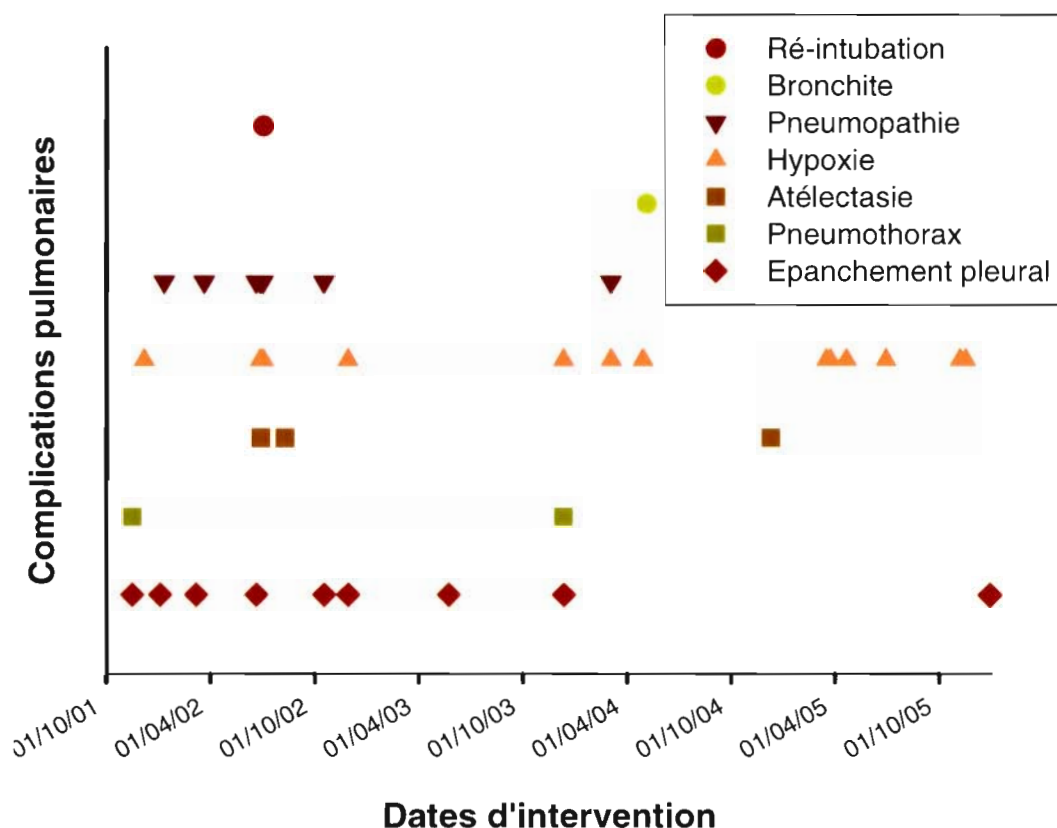


Figure 14 : Chronologie des complications pulmonaires

Tableau 5 : Complications pulmonaires

Complications	n	%
Hypoxie	13	18,6
Epanchement pleural	9	12,7
Pneumopathie	8	11,3
Atélectasie	3	4,2
Pneumothorax	2	2,8
Réintubation	1	1,4
Paralysie phrénique	1	1,4

✖ *Pariétales*

Dans notre série nous avons constaté 5 infections de cicatrice de thoracotomie (7 %). Elles se sont toutes développées chez des patients diabétiques (1 insulino-dépendant, 2 non-insulino-dépendants et 2 insulino-requérants). Ce qui correspond à 18,5 % des diabétiques. Toutes ces infections ont été superficielles et jugulées médicalement. Elles n'ont pas retardé la sortie des patients et ont été traitées en mode ambulatoire (soins locaux ± antibiotiques per os).

* *Cardio-circulatoires*

Les complications cardio-circulatoires ont concerné 25 patients (35,2 %). Elles sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Complications cardio-circulatoires

Complications cardio-circulatoires	n	%
Transfusion sanguine	12	16,9
Fibrillation Auriculaire	8	11,2
Bas débit cardiaque	5	7
Hémothorax gauche	4	5,6
Hémothorax gauche et reprise chirurgicale	3	4,2
Epanchement péricardique	2	2,8

Les épanchements péricardiques ont été traités médicalement. Sept FA ont été réduites médicalement. Un seul hémothorax a nécessité une reprise chirurgicale pour hémostase et décaillotage. Aucune complication thromboembolique n'a été rapportée.

* *Rénales*

Les complications rénales ont concerné 4 patients (5,6 %). Trois d'entre eux ont présenté une insuffisance rénale transitoire traitée médicalement. Un patient a dû être hémofiltré et a conservé une insuffisance rénale modérée (1,4 %).

* *Neurologiques*

Aucun accident vasculaire cérébral n'a été constaté. Le seul événement neurologique rapporté a été la désorientation temporo-spatiale. Cela a concerné 4 patients (5,6 %), et a été résolu en quelques jours.

3.3.3.3 *Etat cardiaque lors de la sortie d'hospitalisation*

Tous les patients ont eu un contrôle attestant la perméabilité de leur pontage avant la sortie d'hospitalisation (TDMC, coronarographie ou doppler de l'AMIG). La FEVG

moyenne a été évaluée à $56 \pm 8 \%$ avant la sortie des patients. Le débit moyen de l'AMIG a été apprécié par doppler à 120 ± 55 mL/min.

3.3.4 Le contrôle clinique

3.3.4.1 *Survie*

Le contrôle clinique a pu être réalisé chez tous les survivants soit 63 personnes (88,7 %). Parmi les 8 décès, 6 ont été causés par des événements non cardiaques authentifiés. Les causes de décès extra cardiaques sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Causes de décès non cardiaque

n	Cause de Décès	Distance de l'intervention (j)	Age lors du Décès (an)
1	AVC	1179	77
2	EP	1165	59,5
3	SDRA	1050	77,8
4	Mort subie	663	54,6
5	Choc septique	642	62,4
6	SDRA	672	78

AVC : accident vasculaire cérébral, EP : embolie pulmonaire, SDRA : syndrome de défaillance respiratoire aigue

Un patient a subi un IDM fatal dans le territoire inférieur au décours d'une cure chirurgicale d'un anévrisme de l'aorte abdominale (J 341). Il était porteur d'une lésion de la coronaire droite qualifiée de non significative en pré opératoire de la chirurgie robotique. Un patient a été victime de mort subie durant la période de révision clinique, une semaine avant son contrôle par TDMC (J 1131). Aucune autopsie n'a été pratiquée.

Aucune réintervention cardiaque n'a été réalisée à distance de l'intervention robotique.

Le suivi moyen a été de 888 ± 427 j

La fonction de survie globale est présentée sur la figure suivante :

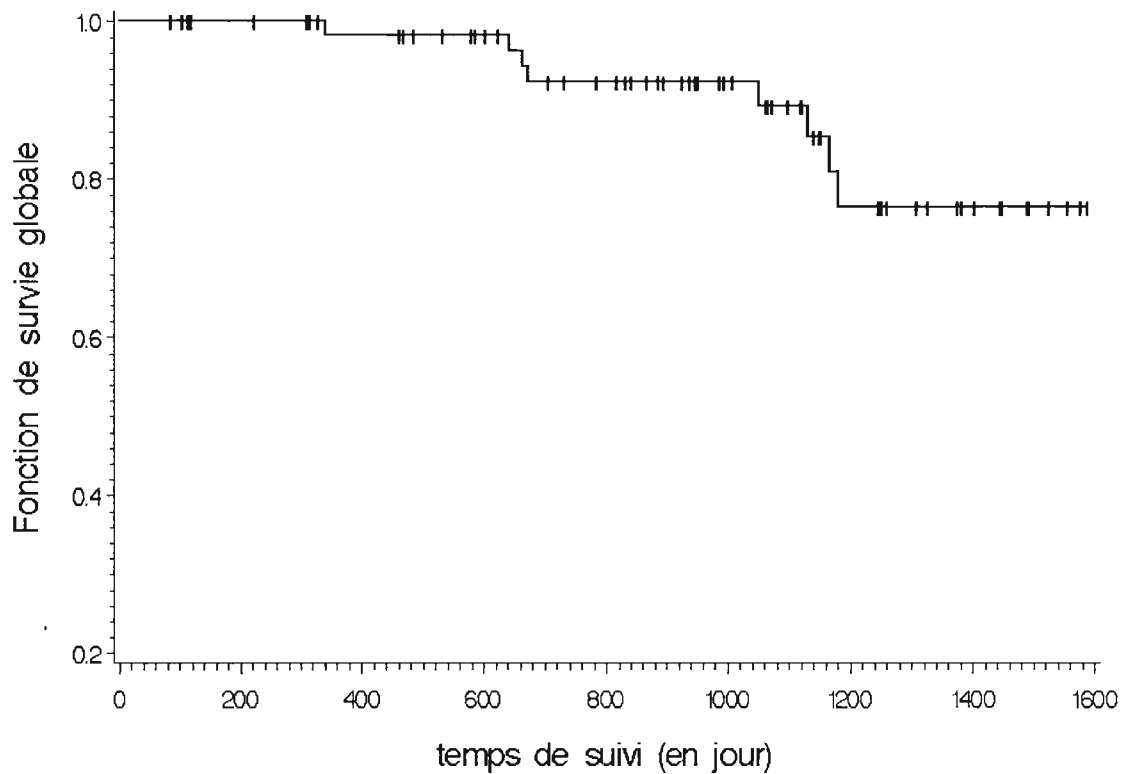


Figure 15 : Fonction de survie globale

Pour toutes les courbes de survie, les traits verticaux représentent les patients vivants au moment du contrôle clinique. Et les décès sont représentés par une marche d'escalier de la courbe. Pour la survie globale, les évènements péjoratifs ont été rares avant la 4^e année.

La fonction de survie ne comprenant que les décès d'origine cardiaque ($n = 2$) est présentée sur la figure suivante :

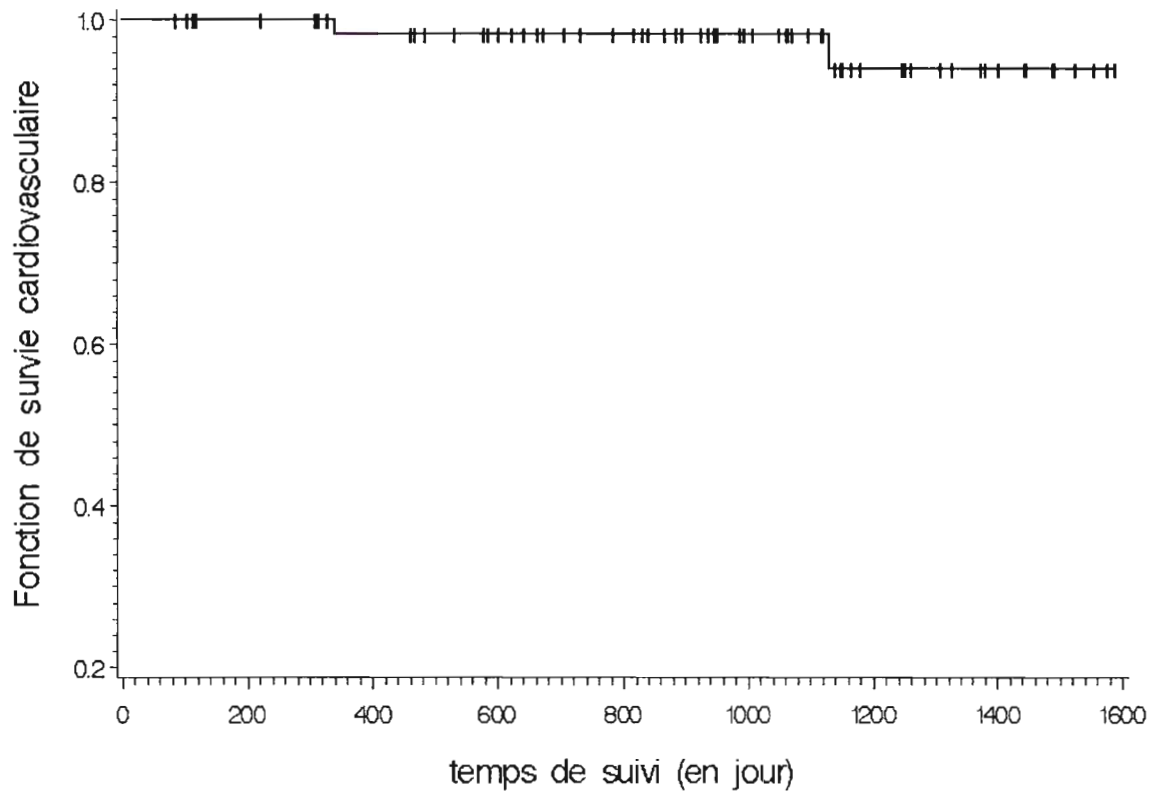


Figure 16 : Fonction de survie cardio-vasculaire

Les décès d'origine cardiaque ont été rares et sont survenus au cours des 2^e et 4^e années post opératoires.

La fonction de survie d'événements cardiaques (hospitalisation en cardiologie, récurrence d'angor et pose de stent) est présentée sur la figure suivante :

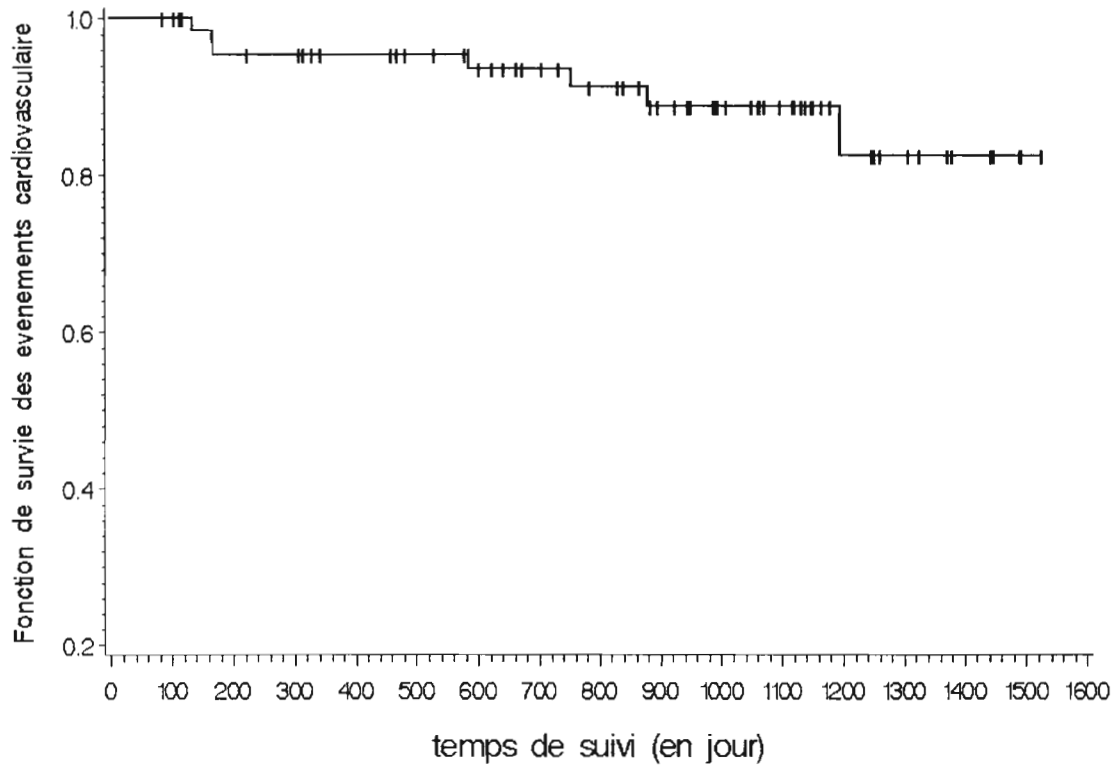


Figure 17 : Fonction de survie des évènements cardio-vasculaires

Seulement deux patients ont présenté un angor dans le territoire antérieur. Les autres raisons d'hospitalisations ont été : les troubles du rythme (FA n = 1) et l'angor dans d'autres coronaires que l'IVA (traitement médical n = 1 et stenting n = 3)

3.3.4.2 Lieu de sortie

Les lieux de sortie d'hospitalisation des patients sont présentés sur la figure suivante :

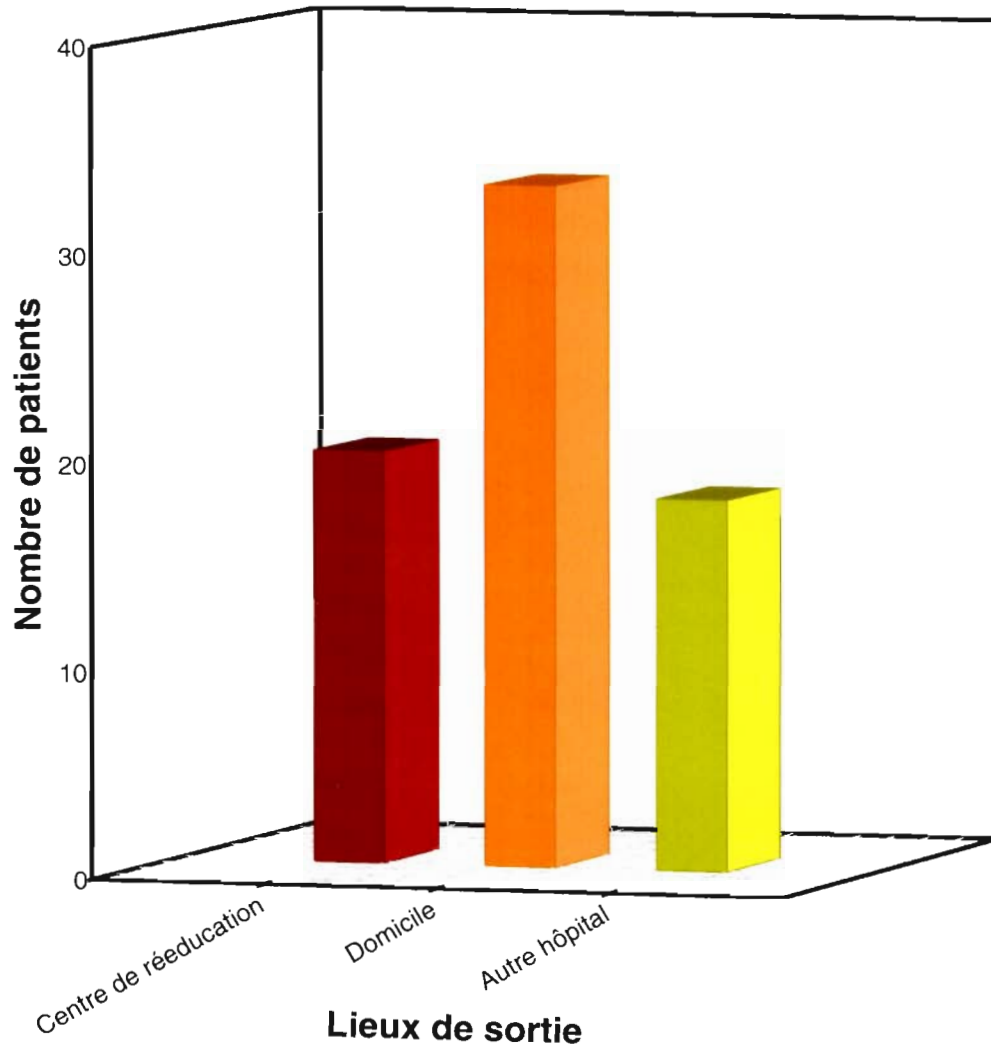


Figure 18 : Lieux de sortie d'hospitalisation

Presque la moitié des patients sont rentrés à leur domicile après l'intervention.

3.3.4.3 Appréciation de la récupération

L'appréciation de la récupération post-opératoire a été évaluée par une question subjective dont les réponses sont exposées dans la figure suivante :

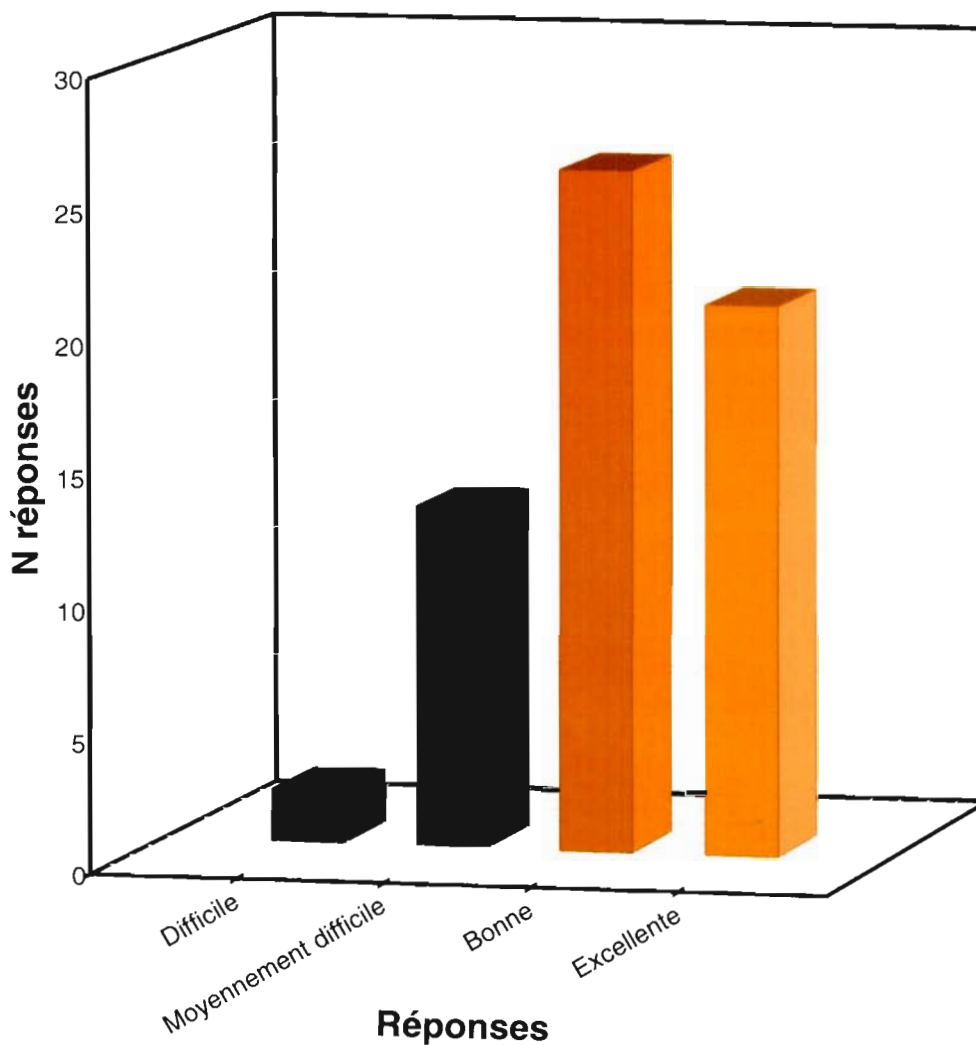


Figure 19 : Appréciation de la récupération

Trois quarts des patients ont été satisfaits des suites opératoires.

3.3.4.4 Statut social

Cette population se compose de 47 retraités (66,2 %) et de 16 personnes en âge de travailler (33,8 %). Les retraités sont actifs à 97,9 % (une personne opérée en novembre 2005 n'a pas encore recouvré toute ses activités).

Une personne (6,25 %) n'a pas repris son activité professionnelle (nécessité de reconversion professionnelle). Les actifs ont repris leur travail après $3,3 \pm 2,7$ mois d'arrêt de travail.

3.3.4.5 Evènements cardiaques et statut fonctionnel

Les évènements cardiaques depuis les interventions et le statut fonctionnel recensés chez les 63 patients contrôlés sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Evènements cardiaques et statut fonctionnel

Evènements et statut	n	%
Hospitalisation en cardiologie	6	9,5
IDM	0	0
Pose de stent	3	4,8
Stade NYHA I / II / III / IV	46 / 17 / 0 / 0	73 / 27 / 0 / 0
Angor lors du contrôle clinique	3	4,8

Les motifs d'hospitalisation en cardiologie ont été : la récurrence d'angor dans 5 cas (7,9 %) et une FA paroxystique résolutive (1,6 %). Deux des poses de stent ont été réalisées chez des patients au traitement hybride (une procédure de novo et une resténose intra stent).

Les stents ont été posés dans des coronaires autres que l'IVA. Une sténose précoce de l'anastomose a été identifiée et une lésion latérale a été diagnostiquée chez un autre patient. Ces deux incidents ont été traités médicalement.

3.3.5 Le contrôle radiologique

Le contrôle par TDMC a été pratiqué chez 49 patients (77,8 %). Les raisons de non réalisation de l'examen sont exposées dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Motifs de non réalisation du scanner

Motifs	n	%
Allergie à l'iode	6	9,5
Insuffisance rénale	1	1,6
Déménagement hors région	3	4,8
Angoisse	1	1,6
Autre traitement en cours	1	1,6
Refus non motivé	2	3,2

Seulement deux patients (3,3 %) ont refusé de réaliser une TDMC.

3.3.5.1 Les cœurs

* Les données générales

Les 49 TDMC ont été réalisés sans prémédication. Aucun incident n'a été noté au cours de la réalisation des examens. Les données générales des examens sont reportées dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Données générales des TDMC

Données	Valeurs (n = 49)
Fréquence cardiaque (cpm)	66 ± 12
FA (n)	1
FEVG (%)	62 ± 13
Dominance droite/gauche/codominance (%)	79,9 / 8,2 / 12,2

Moyenne ± ET

✘ *Les pontages*

Toutes les anastomoses ont été réalisées en aval de la lésion de l'IVA.

Les scores calciques permettent de quantifier les calcifications coronaires. Ces dernières sont liées à l'évolution de la maladie athéromateuse. Le score d'Agatston est corrélé à un risque de lésion coronaire. Le score volumique est utilisé dans le cadre du suivi de l'évolution de la maladie coronaire. Les scores calciques de l'IVA pré et post anastomoses sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Scores calciques de l'IVA

Scores	IVA pré anastomose	IVA post anastomose
Agatston (UH)	449 ± 518	7 ± 31
Volumique (UH)	336 ± 386	6 ± 27
N valeurs > 0	46	4
Moyenne ± ET		

Les qualités d'examen pour les différents segments de l'IVA sont reportées dans le tableau 12. Le niveau 1 est non interprétable, le niveau 2 présente des artefacts mais est interprétable, le niveau 3 est optimal.

Tableau 12 : Qualité d'examen de l'IVA

Qualité d'examen	IVA pré anastomose	Site d'anastomose	IVA post-anastomose
3	27 (55,1)	34 (69,4)	44 (89,8)
2	10 (20,4)	12 (24,5)	4 (8,2)
1	12 (24,5)	3 (6,1)	1 (2)
Nombre d'examens (%)			

Chez un patient l'anastomose a été placée sur la première diagonale qui rétroperfuse l'IVA. Parmi les 49 pontages contrôlés, trois (6,1 %) sont occlus. Parmi ces trois patients seulement deux sont symptomatiques. Un pontage présente une dissection de l'IVA distale post anastomose. Dans ce cas l'AMIG rétroperfuse l'IVA pré anastomose et l'IVA distale est perfusée par la coronaire droite. Les figures suivantes montrent les

images obtenues par TDMC. Nous présentons des images d'un pontage normal, des trois pontages occlus, de la dissection de l'IVA distale ainsi que du pontage placé sur la diagonale.

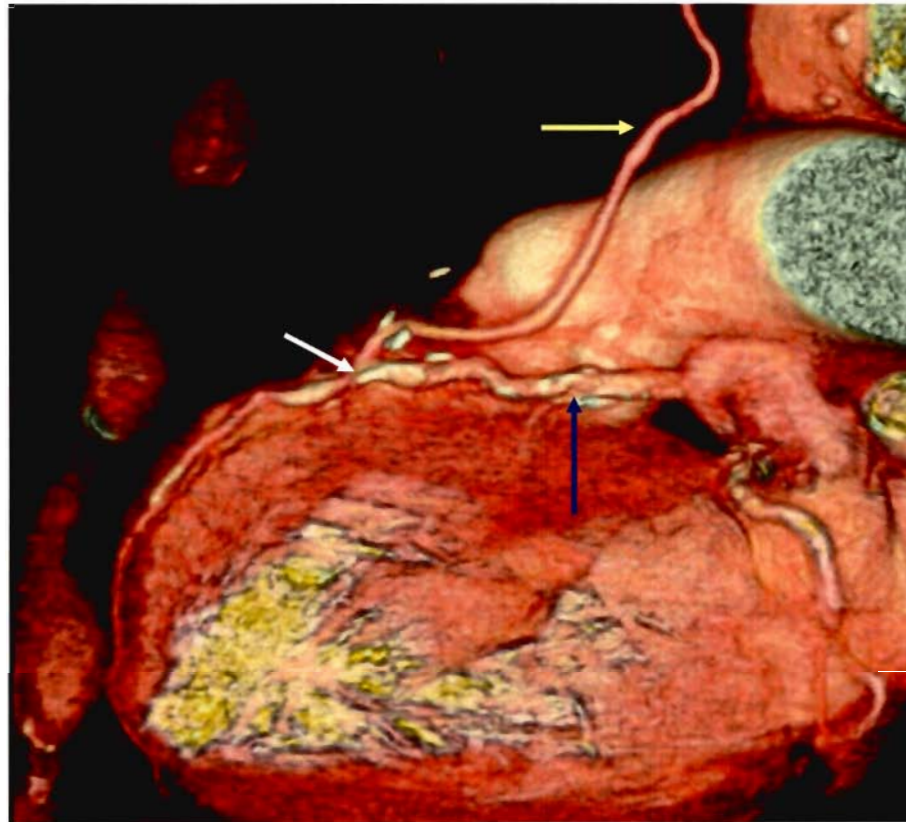


Figure 20 : Pontage normal en trois dimensions

AMIG : flèche jaune
IVA et sténose : flèche bleue
Anastomose : flèche blanche

La figure 20 montre une vue latérale gauche en 3-D d'un pontage perméable. L'AMIG est opacifiée sur tout son trajet (flèche jaune) ainsi que l'IVA. La flèche bleue est centrée sur la lésion responsable de la symptomatologie. Les plaques calcifiées apparaissent en blanc sur l'IVA.

Le cliché suivant présente une vue thoracique du premier pontage occlus. L'image de gauche représente une vue de la face externe de la paroi thoracique antérieure en coupe frontale. L'image de droite représente le même patient mais en coupe coronale. Dans ces deux images l'AMID perméable est pointée par une flèche orange et l'AMIG occluse (non injectée de contraste) dans son trajet est repérée par une flèche blanche.



Figure 21 : Occlusion de l'AMIG (flèche blanche) et AMIG perméable (flèche orange)

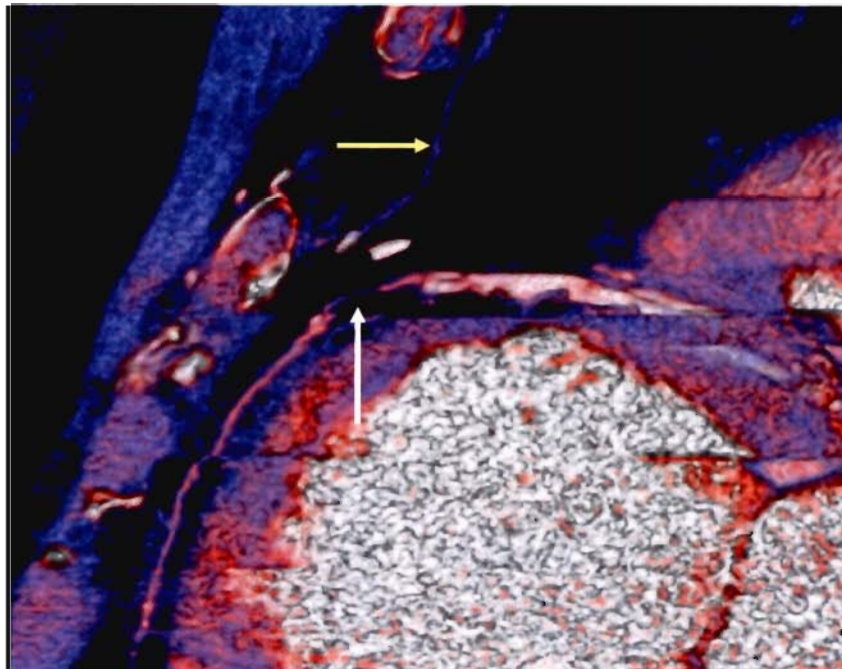


Figure 22 : Image 3D d'un pontage occlus (1)

La figure précédente présente une vision 3D de l'occlusion du second pontage. La flèche jaune montre l'AMIG qui n'est pas opacifiée par le contraste (couleur bleue). La flèche blanche montre le site d'anastomose qui est thrombosé (couleur bleue). L'IVA de part et d'autre paraît perfusée (couleur rose).

La figure 23, montre en trois dimensions, vue d'en haut, l'AMIG occluse (flèche jaune), ainsi que l'IVA post-anastomose (flèche blanche). L'IVA pré anastomose est encore perméable (flèche orange).



Figure 23 : Image 3D d'un pontage occlus (2)

La dissection de l'IVA distale avec rétro perfusion de l'IVA proximale est présentée sur la figure 24. Cette coupe sagittale montre les vaisseaux perméables : IVA pré anastomose (flèche bleue), AMIG (flèche rouge) et IVA distale (flèche orange).

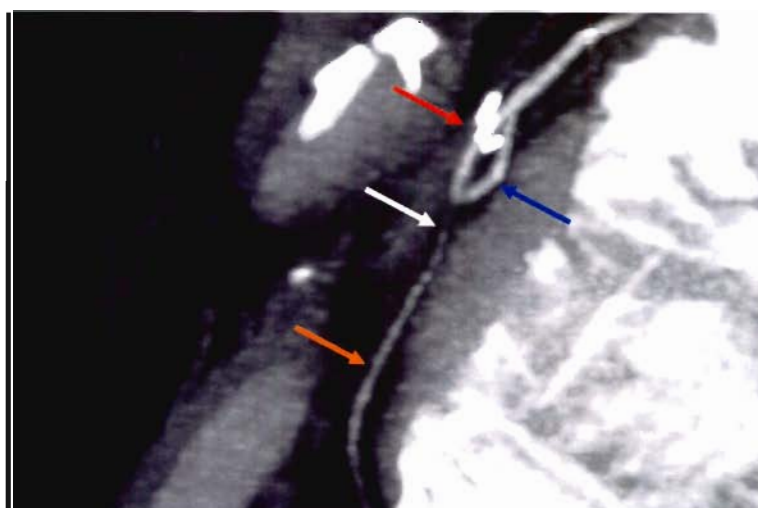


Figure 24 : Dissection de l'IVA distale (flèche blanche)

Par contre la portion en distal de l'anastomose (1 à 2 cm) n'est pas opacifiée, car il existe une dissection dans cette zone (flèche blanche).

L'image suivante représente le pontage implanté sur la première diagonale. L'IVA est marquée par une flèche bleue. L'anastomose sur la diagonale est proche de l'IVA. Le pontage est perméable.

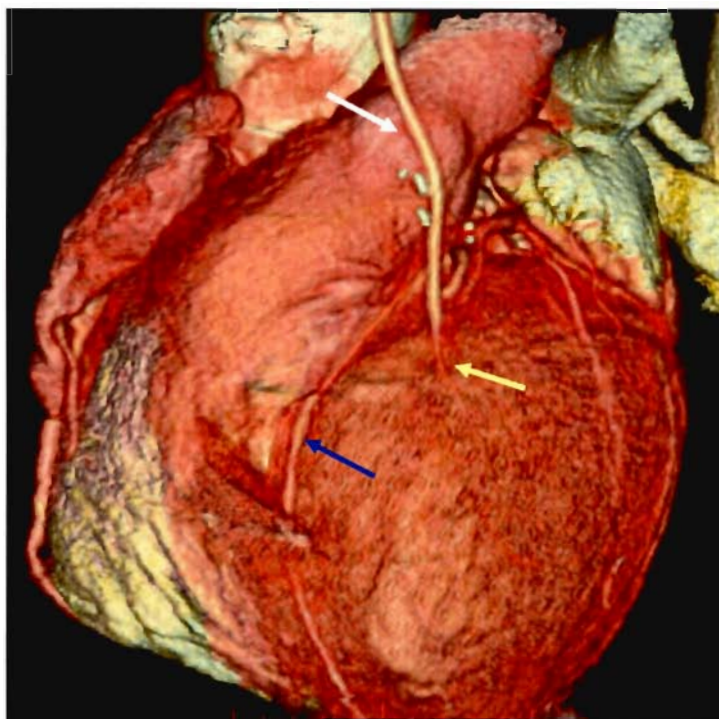


Figure 25 : Pontage AMIG (flèche blanche) Diagonale (flèche jaune)

Nous avons étudié l'anatomie et le réseau d'aval pour chaque pontage. La qualification du réseau d'aval a été semi subjective. Elle a été fondée sur l'analyse de la taille de l'IVA d'aval par rapport à celle de l'AMIG. Les résultats sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau 13 : Anatomie et réseau d'aval des pontages

Caractéristiques	Anatomie			Réseau d'aval		
	N	T	B	B	G	M
n	34	7	7	36	11	2
%	69,4	14,3	14,3	73,5	22,4	4,1

Anatomie ; N: normal, T: traction, B : boucle

Réseau d'aval ; B : bon, G : grêle, M : mauvais

Les figures suivantes montrent les deux particularités anatomiques des pontages : la boucle de l'AMIG (excès de longueur de l'AMIG) et la traction de l'IVA (défaut de longueur de l'AMIG ou adhérence pariétale tractrice). Ces variations anatomiques n'ont pas été mises en relation avec des défauts de fonctionnement des pontages. Cependant, elles soulignent une des difficultés de cette technique ; l'adaptation de la longueur du greffon avec une vision indirecte (TECAB) ou limitée (MIDCAB).

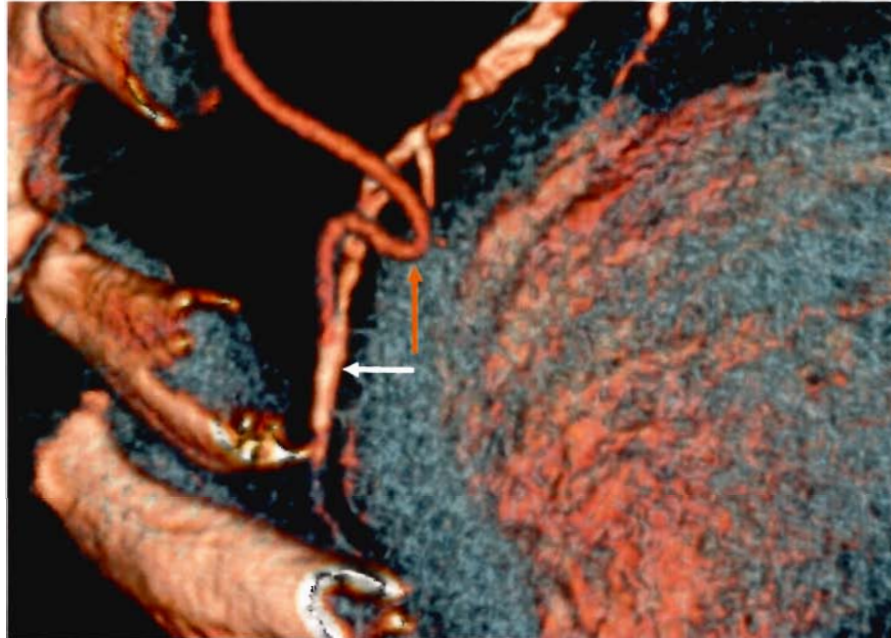


Figure 26 : Boucle de l'AMIG (flèche blanche) et IVA (flèche orange)



Figure 27 : Boucle de l'AMIG (flèche blanche) et traction de l'IVA (flèche bleue)

3.3.5.2 Les poumons

Les seules anomalies retrouvées sur les TDMC sont des lésions d'atélectasies du lobe pulmonaire supérieur gauche. Elles sont présentes chez 77,6 % des patients. Ces lésions sont sous segmentaires et représentent des alvéoles collabées. Elles n'ont aucune conséquence clinique mais témoignent de séquelles post ventilation uni pulmonaire.

3.3.5.3 Les parois

Les lésions pariétales authentifiées au scanner, outre les séquelles de sternotomie (n = 1), concernent les cartilages costo-sternaux. Ces fractures sont à attribuer à l'écarteur thoracique. Elles ont été retrouvées chez 40,8 % des patients et sont non déplacées. La figure suivante représente un gril costal de face en trois dimensions. Le trait de fracture est pointé par la flèche blanche.

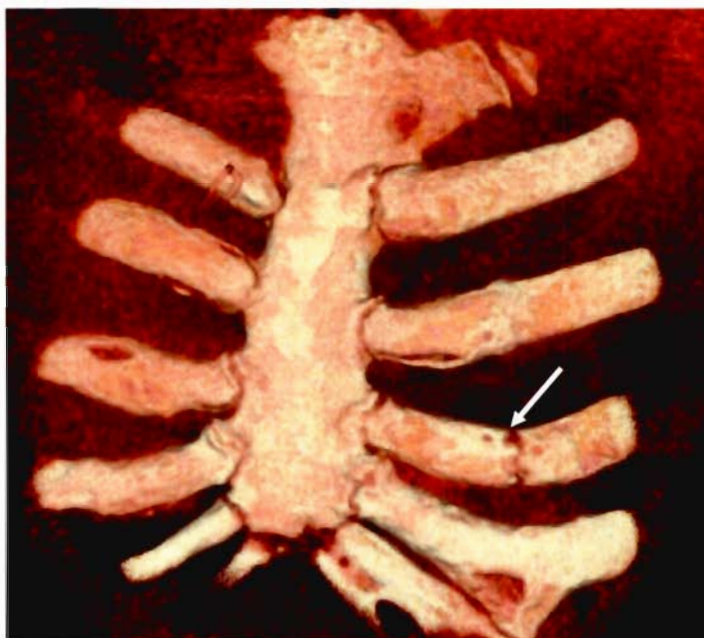


Figure 28 : Fracture du 4^e cartilage costo-sternal gauche

3.4 Discussion

Notre expérience de chirurgie cardiaque robotique a débuté en novembre 2001. Cette nouvelle technologie nous a permis de modifier notre approche thérapeutique des lésions chirurgicales de l'IVA. Après une période d'apprentissage, la revascularisation mini invasive et à cœur battant avec prélèvement endoscopique de l'AMIG est devenu un acte routinier. Fin décembre 2005 nous avons réalisé 71 pontages AMIG-IVA.

Les caractéristiques des patients (facteurs de risque, âge, sex ratio) sont comparables à celles rapportées dans la base de données de chirurgie cardio-vasculaire de la Société Française de Chirurgie Thoracique et Cardio-vasculaire (premier rapport 2002). Près d'un patient sur cinq a présenté une resténose intra stent de l'IVA. Dans notre série, la mortalité hospitalière a été nulle. Tous les pontages ont été contrôlés avant la sortie et aucune occlusion n'a été retrouvée. Les évènements cardiaques post opératoire ont concerné 9,5 % des patients et aucun IDM ni réintervention n'ont été rapportés.

La survie globale est bonne comme en témoigne la courbe de la figure 15. Les trois premières années comportent peu d'évènements néfastes. Les fonctions de survie cardio-vasculaire ainsi que de survenue d'évènements cardio-vasculaires sont également très favorables (fig. 16 et 17). Ces trois courbes s'accordent sur la faiblesse de survenue d'évènements péjoratifs dans les trois premières années post-opératoires. Ceci pourrait être un argument pertinent pour envisager une surveillance plus rapprochée après les trois premières années post opératoires.

Les décès d'origine cardiaque ne représentent que 2,8 % des patients et 25 % des décès totaux (n = 8). Tous les patients vivants ont été contactés et 77,8 % d'entre eux ont eu une TDMC. Le taux de perméabilité des pontages en TDMC est de 93,9 % avec un suivi moyen de 888 j. Ces résultats sont très encourageants. Malgré un recul insuffisant pour les comparer aux techniques de référence, ils sont en faveur de l'efficacité de cette procédure.

Dans notre centre, le STDV est installé dans une salle dédiée à son usage. Chaque spécialité chirurgicale participant au programme de chirurgie robotique a un jour d'exploitation du STDV dans la semaine. Le personnel médical et paramédical a reçu une formation spécifique avant de débiter la phase clinique. A mesure de notre

pratique, les temps opératoires se sont raccourcis, à tel point qu'en fin d'année dernière nous avons pu réaliser deux interventions MIDCAB dans la même journée. L'optimisation d'utilisation du STDV est une nécessité afin de rentabiliser le système et de maintenir les compétences des personnes intervenantes. Les temps opératoires moyens (Tab. 2) sont comparables à ceux de la littérature (17). D'après les courbes de régression linéaire de la figure 13, les temps opératoires qui ont été diminués avec la pratique sont la durée de présence au bloc opératoire (de 400 à 200 min) et la durée d'exclusion pulmonaire (de 170 à 50 min). Ces temps dépendent du travail commun de l'équipe opératoire. Ils sont conditionnés par la maîtrise du système et de son installation. En revanche, les durées de prélèvement mammaire (57 ± 15 min) et de réalisation de l'anastomose (39 ± 12 min) ont été peu modifiées. Ces deux dernières phases dépendent du chirurgien. En l'occurrence, elles ont été pratiquées par un chirurgien expérimenté et coutumier de cet exercice. Et les principes de prélèvement de l'AMIG endoscopique et de réalisation d'anastomose en thoracotomie à cœur battant sont les mêmes qu'en technique conventionnelle. Cette observation montre que l'acquisition d'une nouvelle technique chirurgicale et sa bonne pratique concernent en premier lieu l'équipe opératoire et non uniquement le chirurgien. Actuellement, le temps d'intervention de cette procédure est proche de celui de la technique classique à cœur battant.

La seule complication qui n'a pas été diminuée par cette technique concerne la fonction respiratoire. Les complications respiratoires ont représenté 2/3 des complications post opératoires. L'hypoxie est au premier plan. L'évaluation préopératoire de la fonction respiratoires et son altération sévère représentent une contre indication à la technique robotique. La bonne gestion de son évolution se déroule au cours des trois phases pré, per et post opératoires. En préopératoire, la kinésithérapie peut s'avérer utile afin de préparer les poumons et le patient à l'intervention. Cela est nécessaire chez les patients avec des fonctions respiratoires dans les limites de la normale, les obèses, les personnes âgées et les tabagiques. De plus l'acquisition préopératoire des mouvements respiratoires adaptés facilite la compliance à la kinésithérapie post-opératoire.

Au cours de l'intervention, quatre éléments conditionnent la récupération de la fonction respiratoire : la durée d'exclusion pulmonaire, le mode de ventilation, la re-

expansion manuelle sous contrôle visuel et le drainage thoracique. Au début de notre expérience, les temps d'exsufflation ont fréquemment dépassé les 2 h. Actuellement le temps d'exsufflation est de l'ordre de 50 min. Nous avons le sentiment qu'en deçà d'une heure d'exclusion les séquelles sont minimales. C'est pourquoi nous avons interrompu le traitement systématique par corticoïde. De plus, le mode de ventilation a été adapté au cours de notre apprentissage. Après avoir pratiqué une exsufflation complète, nous avons introduit l'usage de la ventilation à pression continue afin de minimiser les atélectasies. L'équipe de l'hôpital Broussais a décrit l'usage de la jet ventilation comme alternative à l'exclusion pulmonaire (117). Le principe est le même : maintenir un volume aérien intra alvéolaire afin de minorer son collapsus. Cependant, l'insufflation intra thoracique de CO₂ limite les bienfaits de la ventilation à pression continue. En fin d'intervention, la réexpansion pulmonaire manuelle sous contrôle visuel permet de lever les atélectasies distales. Ces dernières n'ont pas une grande importance sur l'hématose mais représentent des foyers septiques potentiels et favorisent la persistance d'épanchements pleuraux. Mais la vision du massif pulmonaire étant réduite, il est difficile de s'assurer de la bonne réexpansion des zones distales (77,6 % d'atélectasies sous segmentaires du LSG au TDMC). Enfin l'efficacité du drainage thoracique liquide et aérien dépend du bon positionnement des deux drains. Un doit être situé sur le diaphragme, derrière le cœur (drain coudé, aspiration liquide), et l'autre doit se diriger vers l'apex pulmonaire gauche (drain droit, aspiration d'air).

En post-opératoire, le drainage aspiratif se poursuit 24 à 48 h selon la radiographie pulmonaire et le rendement de l'aspiration. Après l'extubation, la ventilation non invasive est systématique, de même que la prise en charge par kinésithérapie respiratoire. Sur la figure 13, nous remarquons que les complications pulmonaires se sont nettement raréfiées à partir de janvier 2004, excepté pour l'hypoxie. Ceci atteste de l'amélioration de notre prise en charge de la fonction respiratoire. Cependant, la persistance d'hypoxies post extubation témoigne de la nécessité de poursuivre nos réflexions sur la gestion de la fonction respiratoire. Bien que ces hypoxies n'aient pas entraîné de réintubation, elles peuvent prolonger le séjour en réanimation et alourdir la prise en charge. Les patients ayant subi une hypoxie après janvier 2004 (n = 6) ont présenté au moins une des caractéristiques suivantes : âge > 75 ans, obésité, indice de Tiffeneau < 75 % ou durée d'exclusion pulmonaire > 60 min. Les améliorations nécessitent les compétences d'une équipe multidisciplinaire (réanimateurs, chirurgiens, infirmiers et kinésithérapeutes) ainsi que la participation active des patients.

Cette procédure mini invasive semble présenter des diminutions des taux des autres complications. Une récente étude multicentrique américaine, concernant plus de 7000 interventions de revascularisation par sternotomie à cœur battant nous a servi de comparaison (118). Les transfusions sanguines ont été moins fréquentes dans notre série (16,9 % versus 32,6 %) ainsi que l'insuffisance rénale (1,4 % versus 5,6 %). Les FA post opératoires ont également été moins fréquentes (11,2 % versus 20 à 22,5 %) (118, 119). La survenue de complications neurologiques majeures ainsi que la désorientation temporo-spatiale sont diminuées à cœur battant (120) (121). Dans notre série aucun événement majeur n'a été rapporté et seulement 5,6 % des patients ont été désorientés temporairement et sans séquelles. Enfin, le taux d'infection pariétale a été faible et n'a concerné que les sujets diabétiques (7 % d'infections concernant 18,5 % des diabétiques). Aucune infection profonde n'a été notée et toutes ont été traitées médicalement. Ces améliorations sont le fait de l'absence de CEC (diminution des mécanismes d'inflammation, moindre héparinisation) et de la minimisation du traumatisme chirurgical (respect de la ceinture thoracique, pas de fracture osseuse, abord péricardique limité...).

La durée de séjour en réanimation est moindre en cas de procédure MIDCAB et à cœur battant (122). Dans notre étude les patients ont séjourné en moyenne $3,2 \pm 6,2$ j en réanimation et $8,5 \pm 7,3$ j à l'hôpital, pour des médianes respectivement à 1 j et 6 j. Cette dernière durée pourrait être encore réduite à moins de 4 j, comme dans cette série new-yorkaise publiée en 2005 (50). Ceci souligne le problème de la filière de soin post opératoire en France. Le personnel para médical ainsi que les patients doivent être éduqués à ces prises en charge hospitalières plus courtes. Contrairement aux suites d'une sternotomie, les patients ont rapidement recouvré une autonomie autorisant un retour directement à domicile (46,5 % des patients). La rééducation en externe n'a été préconisée que chez les personnes jeunes et en activité. Les autres patients se sont auto rééduqués en reprenant leurs activités antérieures à leur mesure.

La revascularisation mini invasive de l'IVA ou de ses branches par l'AMIG semble être la solution chirurgicale la moins traumatique disponible actuellement (123). Lorsqu'elle est combinée avec l'angioplastie percutanée dans les autres territoires, cette stratégie hybride autorise une revascularisation complète combinant les avantages des deux techniques. Dans notre étude 25,4 % des patients ont bénéficié de cette stratégie.

Nous pensons que les limites d'accessibilité des coronaires en MIDCAB ainsi que les résultats acceptables des stents dans les territoires latéraux ou inférieurs font de la prise en charge hybride une tactique amenée à se développer.

Une des originalités de notre travail a été de contrôler les pontages par TDMC. La technique de référence pour le contrôle des pontages est la coronarographie. Néanmoins, cette technique invasive comporte des complications non négligeables : IDM, AVC, FA, dissection aortique... (morbidity 1,8 % et mortalité 0,1 %) (124, 125). Depuis l'apparition des scanners multi coupe synchronisés à l'ECG, la résolution spatiale a été améliorée. Actuellement, les scanners 64 barrettes offrent une résolution spatiale infra millimétrique. Une étude comparative récente a montré à partir de 125 greffons que la sensibilité du TDMC pour le contrôle de pontage (artériel et veineux) est de 96 % versus 98 % pour l'angiographie (126). Un autre intérêt de cet examen est qu'il apporte en complément des informations sur l'environnement du pontage (127). Ceci présente un intérêt en post-opératoire précoce, afin de dépister les complications. Ainsi qu'en post-opératoire tardif pour suivre concomitamment l'évolution de la maladie coronaire (scores calciques).

Parmi les 49 contrôles par TDMC, nous avons décelé trois occlusions et une dissection d'aval. Notre taux de perméabilité est de 93,9 % à 2,4 ans de recul moyen. Ces résultats sont encourageants. Dans une série de Diegeler et al (128), comportant 271 patients opérés de MIDCAB avec prélèvement de l'AMIG par colonne vidéoscopique, la perméabilité à 6 mois a été de 91,5 % à la coronarographie. De plus, dans notre série le taux de conversion est de 2,8 % alors qu'elle est de 6 % dans la série de Diegeler. Certains détracteurs du MIDCAB robot assisté soutiennent qu'une colonne vidéoscopique est suffisante pour prélever l'AMIG. Nos résultats sont en faveur du contraire.

Le TDMC nous a également permis d'examiner le bon positionnement du pontage. L'analyse des scores calciques de l'IVA pré et post anastomose a permis deux vérifications. D'une part, tous les pontages ont été placés en aval des zones calcifiées, et donc en aval de la lésion coupable. D'autre part, l'évolution de la maladie coronaire semble être jugulée par les traitements médicaux (post anastomose : seulement 4 valeurs > 0, et moyennes 6-7 fois moindres) (tab. 11). Les qualités d'examens de niveau 2 et 3 autorisent une analyse fiable. Les données du tableau 12 concordent avec celle du

tableau 11. L'IVA pré anastomose est moins analysable que sa portion distale en raison des calcifications.

Les TDMC ont également permis d'identifier les difficultés de cette technique en vision limitée. Les conséquences observées ont été : les boucles (n = 7), les tractions (n = 7) et l'erreur de site d'implantation (diagonale au lieu d'IVA, un cas). Les boucles et tractions résultent d'une inadéquation de longueur du greffon. Ces variations n'ont entraîné aucun défaut de perméabilité. L'implantation de l'AMIG sur la diagonale témoigne de la difficulté d'identification du vaisseau cible par la réduction du champ visuel.

Le calcul de la FEVG par TDMC se fait par soustraction des volumes ventriculaires en diastole et systole. Nous n'avons pas retrouvé de publication comparant les mesures échographiques et tomographiques de la FEVG. Nous n'avons pas trouvé non plus de corrélation entre les données des contrôles échographiques post-opératoires et celles des TDMC de la révision 2005.

La perfusion myocardique a été également observée 10 min après l'injection du produit de contraste. Nous n'avons pas d'examen de référence pour vérifier la pertinence de nos résultats dans ce domaine. L'imagerie par résonance magnétique est en train de s'imposer comme l'outil adapté pour l'étude du myocarde (129). La comparaison avec cette modalité pourrait avoir un intérêt.

L'environnement du pontage a également été examiné. Nous avons décelé les fractures non déplacées des cartilages costo-sternaux dans 40,8 % des examens. Ces fractures ne sont pas corrélées aux douleurs post opératoires et n'entraînent pas de troubles fonctionnels. Nous avons également observé des atélectasies sous segmentaires chez 77,6 % des patients contrôlés. Par ailleurs, nous n'avons décelé aucune autre anomalie péricardique, pleurale ou pulmonaire.

Au cours des entretiens du contrôle clinique, nous avons pu constater l'enthousiasme et la confiance que suscite cette approche technologique chez les patients. La grande participation à cette étude en est le témoin (aucun perdu de vue, 77,8 % de contrôles par TDMC, seulement deux refus non motivés). La technique par sternotomie fait redouter les douleurs post opératoires et les problèmes de cicatrisation (infection et préjudice esthétique) (130). La grande majorité des patients ont eu une récupération post-opératoires bonne ou excellente (66,2 %). Environ 50 % d'entre eux ont pu regagner

leur domicile en post opératoire. Seuls deux patients se sont plaints de suites difficiles (2,8 %). Chez les actifs (n = 16), la reprise d'activité professionnelle a été effective après $3,3 \pm 2,7$ mois en moyenne. Les durées d'arrêt de travail ont varié d'une semaine (activité libérale) à 10 mois (salarié). Le patient qui n'a pas retrouvé d'activité professionnelle témoigne de la difficulté de reconversion après une intervention cardiaque. Notre système de santé impose des reconversions pour tout métier « physique » (chauffagiste, taxi ou manœuvre de chantier...) après ce type d'opération. Dans quelle mesure reste-t-on malade après une revascularisation chirurgicale ?

Enfin, une dernière remarque issue des entretiens cliniques et qui n'a pas été anticipée dans le questionnaire concerne l'impuissance sexuelle. Spontanément, une dizaine d'hommes nous ont confié leurs problèmes d'érection depuis l'intervention. Certes, la plupart des patients sont sous bêtabloquants, qui sont souvent responsables de cet effet secondaire. Les patients nous ont d'ailleurs laissé entendre la réticence de certains cardiologues à substituer leur traitement à une autre classe thérapeutique. Les études sont formelles, ce traitement prolonge la survie en post-infarctus. Cependant, le souhait des patients n'est pas de survivre mais de continuer à vivre. En sus, l'intervention cardiaque confronte ces personnes de manière plus ou moins abrupte à leur mort. Ceci paraît avoir un rôle important dans la genèse de ces troubles qui sont symptomatiques de l'angoisse et de la dépression. Notre prise en charge globale bénéficierait peut être d'un accompagnement psychologique adapté.

Dans notre centre, l'utilisation du STDV pour le traitement mini invasif des lésions de l'IVA a montré sa faisabilité et son efficacité. Nos résultats rejoignent ceux de la littérature (114). L'approche mini invasive semble diminuer les complications post-opératoires, le préjudice esthétique ainsi que les durées d'hospitalisation et de convalescence, tout en apportant des résultats de grande qualité en terme de perméabilité, complications et convalescence. Le TDMC a confirmé son grand intérêt pour le contrôle non invasif des pontages. Nous pensons que cette intervention a sa place parmi les techniques de revascularisation myocardique chirurgicale et hybride chez les patients sélectionnés.

4 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Dans notre centre, l'apprentissage de la chirurgie cardiaque robotique s'est articulé autour d'une intervention : la revascularisation mini invasive AMIG-IVA à cœur battant. Les premiers résultats reportés dans ce travail, en terme de faisabilité, reproductibilité, morbi-mortalité et perméabilité à moyen terme sont très satisfaisants et rejoignent également ceux de la littérature. Le scanner cardiaque est un outil performant et non invasif qui permet de contrôler la perméabilité des pontages.

Les perspectives d'évolution de la chirurgie cardiaque robotique dans notre service sont les suivants :

- Prélever l'AMID et revasculariser le territoire latéral en MIDCAB.
- Acquérir un stabilisateur endoscopique autorisant la revascularisation totalement endoscopique avec une puis les deux artères mammaires.
- Etendre l'usage du STDV à la chirurgie de resynchronisation myocardique et mitrale.





5 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Jones BA, Krueger S, Howell D, Meinecke B, Dunn S. Robotic mitral valve repair: a community hospital experience. *Tex Heart Inst J* 2005;32(2):143-6.
2. Rininsland HH. Basics of robotics and manipulators in endoscopic surgery. *Endosc Surg Allied Technol* 1993;1(3):154-9.
3. Awad H, Wolf RK, Gravlee GP. The future of robotic cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2002;16(4):395-6.
4. Kypson AP, Nifong LW, Chitwood WR, Jr. Robotic cardiac surgery. *J Long Term Eff Med Implants* 2003;13(6):451-64.
5. Calafiore AM, Giammarco GD, Teodori G, Bosco G, D'Annunzio E, Barsotti A, et al. Left anterior descending coronary artery grafting via left anterior small thoracotomy without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1996;61(6):1658-63; discussion 1664-5.
6. Stevens JH, Burdon TA, Peters WS, Siegel LC, Pompili MF, Vierra MA, et al. Port-access coronary artery bypass grafting: a proposed surgical method. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;111(3):567-73.
7. Stevens JH, Burdon TA, Siegel LC, Peters WS, Pompili MF, St Goar FG, et al. Port-access coronary artery bypass with cardioplegic arrest: acute and chronic canine studies. *Ann Thorac Surg* 1996;62(2):435-40; discussion 441.
8. Pompili MF, Stevens JH, Burdon TA, Siegel LC, Peters WS, Ribakove GH, et al. Port-access mitral valve replacement in dogs. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;112(5):1268-74.
9. Wimmer-Greinecker G, Deschka H, Aybek T, Mierdl S, Moritz A, Dogan S. Current status of robotically assisted coronary revascularization. *Am J Surg* 2004;188(4A Suppl):76S-82S.
10. Czibik G, D'Ancona G, Donias HW, Karamanoukian HL. Robotic cardiac surgery: present and future applications. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2002;16(4):495-501.
11. Rayman R. Robot-assisted cardiac surgery. *Semin Laparosc Surg* 2004;11(2):73-9.
12. Tabaie HA, Reinbolt JA, Graper WP, Kelly TF, Connor MA. Endoscopic coronary artery bypass graft (ECABG) procedure with robotic assistance. *Heart Surg Forum* 1999;2(4):310-5; discussion 315-7.

13. Coste-Maniere E, Adhami L, Mourgues F, Carpentier A. Planning, simulation, and augmented reality for robotic cardiac procedures: The STARS system of the ChIR team. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2003;15(2):141-56.
14. Carpentier A, Loulmet D, Aupecle B, Kieffer JP, Tournay D, Guibourt P, et al. [Computer assisted open heart surgery. First case operated on with success]. *C R Acad Sci III* 1998;321(5):437-42.
15. Carpentier A, Loulmet D, Aupecle B, Berrebi A, Relland J. Computer-assisted cardiac surgery. *Lancet* 1999;353(9150):379-80.
16. Loulmet D, Carpentier A, d'Attellis N, Berrebi A, Cardon C, Ponzio O, et al. Endoscopic coronary artery bypass grafting with the aid of robotic assisted instruments. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;118(1):4-10.
17. Mohr FW, Falk V, Diegeler A, Walther T, Gummert JF, Bucarius J, et al. Computer-enhanced "robotic" cardiac surgery: experience in 148 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;121(5):842-53.
18. Dogan S, Aybek T, Andressen E, Byhahn C, Mierdl S, Westphal K, et al. Totally endoscopic coronary artery bypass grafting on cardiopulmonary bypass with robotically enhanced telemanipulation: report of forty-five cases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002;123(6):1125-31.
19. Kappert U, Cichon R, Tugtekin SM, Schueler S. Closed chest coronary artery bypass on the beating heart. *Heart Surg Forum* 2001;4(1):89-90.
20. Cichon R, Kappert U, Schneider J, Schramm I, Gulielmos V, Tugtekin SM, et al. Robotic-enhanced arterial revascularization for multivessel coronary artery disease. *Ann Thorac Surg* 2000;70(3):1060-2.
21. Kappert U, Schneider J, Cichon R, Gulielmos V, Matschke K, Tugtekin SM, et al. Wrist-enhanced instrumentation: moving toward totally endoscopic coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2000;70(3):1105-8.
22. Kappert U, Cichon R, Gulielmos V, Schneider J, Schramm I, Nicolai J, et al. Robotic-enhanced Dresden technique for minimally invasive bilateral internal mammary artery grafting. *Heart Surg Forum* 2000;3(4):319-21.
23. Kappert U, Schneider J, Cichon R, Gulielmos V, Tugtekin SM, Nicolai J, et al. Development of robotic enhanced endoscopic surgery for the treatment of coronary artery disease. *Circulation* 2001;104(12 Suppl 1):I102-7.
24. Vassiliades TA, Jr. Technical aids to performing thoracoscopic robotically-assisted internal mammary artery harvesting. *Heart Surg Forum* 2002;5(2):119-24.

25. Bonatti J, Schachner T, Bernecker O, Chevtchik O, Bonaros N, Ott H, et al. Robotic totally endoscopic coronary artery bypass: program development and learning curve issues. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;127(2):504-10.
26. Garcia-Ruiz A, Gagner M, Miller JH, Steiner CP, Hahn JF. Manual vs robotically assisted laparoscopic surgery in the performance of basic manipulation and suturing tasks. *Arch Surg* 1998;133(9):957-61.
27. Falk V, Gummert JF, Walther T, Hayase M, Berry GJ, Mohr FW. Quality of computer enhanced totally endoscopic coronary bypass graft anastomosis--comparison to conventional technique. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999;15(3):260-4; discussion 264-5.
28. Boyd WD, Desai ND, Kiaii B, Rayman R, Menkis AH, McKenzie FN, et al. A comparison of robot-assisted versus manually constructed endoscopic coronary anastomosis. *Ann Thorac Surg* 2000;70(3):839-42; discussion 842-3.
29. Aybek T, Dogan S, Andressen E, Mierdl S, Westphal K, Moritz A, et al. Robotically enhanced totally endoscopic right internal thoracic coronary artery bypass to the right coronary artery. *Heart Surg Forum* 2000;3(4):322-4.
30. Dogan S, Aybek T, Westphal K, Mierdl S, Moritz A, Wimmer-Greinecker G. Computer-enhanced totally endoscopic sequential arterial coronary artery bypass. *Ann Thorac Surg* 2001;72(2):610-1.
31. Kappert U, Cichon R, Schneider J, Schramm I, Schuler S. Closed chest bilateral mammary artery grafting in double-vessel coronary artery disease. *Ann Thorac Surg* 2000;70(5):1699-701.
32. Dogan S, Aybek T, Khan MF, Neidhart G, Auch-Schwelk W, Moritz A, et al. Totally endoscopic bilateral internal thoracic artery bypass grafting in a young diabetic patient. *Med Sci Monit* 2002;8(12):CS95-7.
33. Argenziano M, Katz M, Bonatti J, Srivastava S, Murphy D, Poirier R, et al. Results of the prospective multicenter trial of robotically assisted totally endoscopic coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2006;81(5):1666-74; discussion 1674-5.
34. Herzog C, Dogan S, Diebold T, Khan MF, Ackermann H, Schaller S, et al. Multi-detector row CT versus coronary angiography: preoperative evaluation before totally endoscopic coronary artery bypass grafting. *Radiology* 2003;229(1):200-8.
35. Budde RP, Meijer R, Bakker PF, Borst C, Grundeman PF. Endoscopic localization and assessment of coronary arteries by 13 MHz epicardial ultrasound. *Ann Thorac Surg* 2004;77(5):1586-92.

36. Trapp WG, Bisarya R. Placement of coronary artery bypass graft without pump oxygenator. *Ann Thorac Surg* 1975;19(1):1-9.
37. Laborde F, Abdelmeguid I, Piwnica A. Aortocoronary bypass without extracorporeal circulation: why and when? *Eur J Cardiothorac Surg* 1989;3(2):152-4; discussion 154-5.
38. Pfister AJ, Zaki MS, Garcia JM, Mispireta LA, Corso PJ, Qazi AG, et al. Coronary artery bypass without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1992;54(6):1085-91; discussion 1091-2.
39. Fanning WJ, Kakos GS, Williams TE, Jr. Reoperative coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1993;55(2):486-9.
40. Buffolo E, Branco JN, Gerola LR, Aguiar LF, Teles CA, Palma JH, et al. Off-pump myocardial revascularization: critical analysis of 23 years' experience in 3,866 patients. *Ann Thorac Surg* 2006;81(1):85-9.
41. Falk V, Diegeler A, Walther T, Jacobs S, Raumans J, Mohr FW. Total endoscopic off-pump coronary artery bypass grafting. *Heart Surg Forum* 2000;3(1):29-31.
42. Kappert U, Cichon R, Schneider J, Gulielmos V, Ahmadzade T, Nicolai J, et al. Technique of closed chest coronary artery surgery on the beating heart. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001;20(4):765-9.
43. Farhat F, Aubert S, Blanc P, Jegaden O. Totally endoscopic off-pump bilateral internal thoracic artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004;26(4):845-7.
44. Falk V, Walther T, Stein H, Jacobs S, Walther C, Rastan A, et al. Facilitated endoscopic beating heart coronary artery bypass grafting using a magnetic coupling device. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;126(5):1575-9.
45. Klima U, Falk V, Maringka M, Bargenda S, Badack S, Moritz A, et al. Magnetic vascular coupling for distal anastomosis in coronary artery bypass grafting: a multicenter trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;126(5):1568-74.
46. Byhahn C, Mierdl S, Meininger D, Wimmer-Greinecker G, Matheis G, Westphal K. Hemodynamics and gas exchange during carbon dioxide insufflation for totally endoscopic coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2001;71(5):1496-501; discussion 1501-2.
47. Mirzabeigi E, Johnson C, Ternian A. One-lung anesthesia update. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2005;9(3):213-26.

48. Mierdl S, Byhahn C, Dogan S, Aybek T, Wimmer-Greinecker G, Kessler P, et al. Segmental wall motion abnormalities during telerobotic totally endoscopic coronary artery bypass grafting. *Anesth Analg* 2002;94(4):774-80, table of contents.
49. Grundeman PF, Budde R, Beck HM, van Boven WJ, Borst C. Endoscopic exposure and stabilization of posterior and inferior branches using the endo-starfish cardiac positioner and the endo-octopus stabilizer for closed-chest beating heart multivessel CABG: hemodynamic changes in the pig. *Circulation* 2003;108 Suppl 1:II34-8.
50. Subramanian VA, Patel NU, Patel NC, Loulmet DF. Robotic assisted multivessel minimally invasive direct coronary artery bypass with port-access stabilization and cardiac positioning: paving the way for outpatient coronary surgery? *Ann Thorac Surg* 2005;79(5):1590-6; discussion 1590-6.
51. Srivastava S, Gadasalli S, Agusala M, Kolluru R, Naidu J, Shroff M, et al. Use of bilateral internal thoracic arteries in CABG through lateral thoracotomy with robotic assistance in 150 patients. *Ann Thorac Surg* 2006;81(3):800-6; discussion 806.
52. Farhat F, Depuydt F, Praet FV, Coddens J, Vanermen H. Hybrid cardiac revascularization using a totally closed-chest robotic technology and a percutaneous transluminal coronary dilatation. *Heart Surg Forum* 2000;3(2):119-20; discussion 120-2.
53. Angelini GD, Wilde P, Salerno TA, Bosco G, Calafiore AM. Integrated left small thoracotomy and angioplasty for multivessel coronary artery revascularisation. *Lancet* 1996;347(9003):757-8.
54. Hannan EL, Racz MJ, Walford G, Jones RH, Ryan TJ, Bennett E, et al. Long-term outcomes of coronary-artery bypass grafting versus stent implantation. *N Engl J Med* 2005;352(21):2174-83.
55. Nalysnyk L, Fahrbach K, Reynolds MW, Zhao SZ, Ross S. Adverse events in coronary artery bypass graft (CABG) trials: a systematic review and analysis. *Heart* 2003;89(7):767-72.
56. Friedrich GJ, Jonetzko P, Bonaros N, Schachner T, Danzmayr M, Bonatti J, et al. Hybrid coronary artery revascularization: logistics and program development. *Heart Surg Forum* 2005;8(4):E258-61.
57. Raja SG. Drug-eluting stents and the future of coronary artery bypass surgery: facts and fiction. *Ann Thorac Surg* 2006;81(3):1162-71.
58. Kiaii B, McClure RS, Kostuk WJ, Rayman R, Swinamer S, Dobkowski WB, et al. Concurrent robotic hybrid revascularization using an enhanced operative suite. *Chest* 2005;128(6):4046-8.

59. Falk V, Walther T, Autschbach R, Diegeler A, Battellini R, Mohr FW. Robot-assisted minimally invasive solo mitral valve operation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;115(2):470-1.
60. Autschbach R, Onnasch JF, Falk V, Walther T, Kruger M, Schilling LO, et al. The Leipzig experience with robotic valve surgery. *J Card Surg* 2000;15(1):82-7.
61. Chitwood WR, Jr., Nifong LW, Elbeery JE, Chapman WH, Albrecht R, Kim V, et al. Robotic mitral valve repair: trapezoidal resection and prosthetic annuloplasty with the da vinci surgical system. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;120(6):1171-2.
62. Kypson AP, Felger JE, Nifong LW, Chitwood WR, Jr. Robotics in valvular surgery: 2003 and beyond. *Curr Opin Cardiol* 2004;19(2):128-33.
63. Nifong LW, Chu VF, Bailey BM, Maziarz DM, Sorrell VL, Holbert D, et al. Robotic mitral valve repair: experience with the da Vinci system. *Ann Thorac Surg* 2003;75(2):438-42; discussion 443.
64. Chitwood WR, Jr. Current status of endoscopic and robotic mitral valve surgery. *Ann Thorac Surg* 2005;79(6):S2248-53.
65. Nifong LW, Chitwood WR, Pappas PS, Smith CR, Argenziano M, Starnes VA, et al. Robotic mitral valve surgery: a United States multicenter trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005;129(6):1395-404.
66. Chitwood WR, Jr., Kypson AP, Nifong LW. Robotic mitral valve surgery: a technologic and economic revolution for heart centers. *Am Heart Hosp J* 2003;1(1):30-9.
67. Tatooles AJ, Pappas PS, Gordon PJ, Slaughter MS. Minimally invasive mitral valve repair using the da Vinci robotic system. *Ann Thorac Surg* 2004;77(6):1978-82; discussion 1982-4.
68. Reade CC, Bower CE, Maziarz DM, Conquest AM, Sun YS, Nifong LW, et al. Sutureless robot-assisted mitral valve repair: an animal model. *Heart Surg Forum* 2003;6(4):254-7.
69. Felger JE, Reade CC, Nifong LW, Chitwood WR, Jr. Robot-assisted sutureless minimally invasive mitral valve repair. *Surg Technol Int* 2004;12:185-7.
70. Reade CC, Bower CE, Bailey BM, Maziarz DM, Masroor S, Kypson AP, et al. Robotic mitral valve annuloplasty with double-arm nitinol U-clips. *Ann Thorac Surg* 2005;79(4):1372-6; discussion 1376-7.
71. Folliguet T, Vanhuysse F, Constantino X, Realli M, Laborde F. Mitral valve repair robotic versus sternotomy. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006;29(3):362-6.

72. Sobieski MA, 2nd, Slaughter MS, Hart DE, Pappas PS, Tatoes AJ. Peripheral cardiopulmonary bypass with modified assisted venous drainage and transthoracic aortic crossclamp: optimal management for robotic mitral valve repair. *Perfusion* 2003;18(5):307-11.
73. Reichenspurner H, Detter C, Deuse T, Boehm DH, Treede H, Reichart B. Video and robotic-assisted minimally invasive mitral valve surgery: a comparison of the Port-Access and transthoracic clamp techniques. *Ann Thorac Surg* 2005;79(2):485-90; discussion 490-1.
74. Folliguet TA, Vanhuyse F, Magnano D, Laborde F. Robotic aortic valve replacement: case report. *Heart Surg Forum* 2004;7(6):E551-3.
75. Folliguet TA, Vanhuyse F, Konstantinos Z, Laborde F. Early experience with robotic aortic valve replacement. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005;28(1):172-3.
76. Sharony R, Grossi EA, Saunders PC, Schwartz CF, Ribakove GH, Baumann FG, et al. Propensity score analysis of a six-year experience with minimally invasive isolated aortic valve replacement. *J Heart Valve Dis* 2004;13(6):887-93.
77. Malhotra SP, Le D, Thelitz S, Hanley FL, Riemer RK, Suleman S, et al. Robotic-assisted endoscopic thoracic aortic anastomosis in juvenile lambs. *Heart Surg Forum* 2002;6(1):38-42.
78. Ruurda JP, Wisselink W, Cuesta MA, Verhagen HJ, Broeders IA. Robot-assisted versus standard videoscopic aortic replacement. A comparative study in pigs. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2004;27(5):501-6.
79. Nio D, Diks J, Linsen MA, Cuesta MA, Gracia C, Rauwerda JA, et al. Robot-assisted laparoscopic aortobifemoral bypass for aortoiliac occlusive disease: early clinical experience. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2005;29(6):586-90.
80. Desgranges P, Bourriez A, Javerliat I, Van Laere O, Losy F, Lobontiu A, et al. Robotically assisted aorto-femoral bypass grafting: lessons learned from our initial experience. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2004;27(5):507-11.
81. Killewich LA, Cindrick-Pounds LL, Gomez G. Robot-assisted laparoscopic aortic reconstruction for occlusive disease-a case report. *Vasc Endovascular Surg* 2004;38(1):83-7.
82. Alimi YS. Laparoscopic aortic surgery: recent development in instrumentation. *Acta Chir Belg* 2004;104(5):505-12.
83. Torracca L, Ismeno G, Alfieri O. Totally endoscopic atrial septal defect closure using robotic techniques: report of two cases. *Ital Heart J* 2000;1(10):698-701.

84. Torracca L, Ismeno G, Alfieri O. Totally endoscopic computer-enhanced atrial septal defect closure in six patients. *Ann Thorac Surg* 2001;72(4):1354-7.
85. Torracca L, Ismeno G, Quarti A, Alfieri O. Totally endoscopic atrial septal defect closure with a robotic system: experience with seven cases. *Heart Surg Forum* 2002;5(2):125-7.
86. Argenziano M, Oz MC, DeRose JJ, Jr., Ashton RC, Jr., Beck J, Wang F, et al. Totally endoscopic atrial septal defect repair with robotic assistance. *Heart Surg Forum* 2002;5(3):294-300.
87. Wimmer-Greinecker G, Dogan S, Aybek T, Khan MF, Mierdl S, Byhahn C, et al. Totally endoscopic atrial septal repair in adults with computer-enhanced telemanipulation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;126(2):465-8.
88. Bonaros N, Schachner T, Oehlinger A, Jonetzko P, Mueller S, Moes N, et al. Experience on the way to totally endoscopic atrial septal defect repair. *Heart Surg Forum* 2004;7(5):E440-5.
89. Morgan JA, Peacock JC, Kohmoto T, Garrido MJ, Schanzer BM, Kherani AR, et al. Robotic techniques improve quality of life in patients undergoing atrial septal defect repair. *Ann Thorac Surg* 2004;77(4):1328-33.
90. Feinberg WM, Blackshear JL, Laupacis A, Kronmal R, Hart RG. Prevalence, age distribution, and gender of patients with atrial fibrillation. Analysis and implications. *Arch Intern Med* 1995;155(5):469-73.
91. Cox JL, Schuessler RB, D'Agostino HJ, Jr., Stone CM, Chang BC, Cain ME, et al. The surgical treatment of atrial fibrillation. III. Development of a definitive surgical procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991;101(4):569-83.
92. DeRose JJ, Jr., Kypson AP. Robotic arrhythmia surgery and resynchronization. *Am J Surg* 2004;188(4A Suppl):104S-111S.
93. Loulmet DF, Patel NC, Patel NU, Frumkin WI, Santoni-Rugiu F, Langan MN, et al. First robotic endoscopic epicardial isolation of the pulmonary veins with microwave energy in a patient in chronic atrial fibrillation. *Ann Thorac Surg* 2004;78(2):e24-5.
94. Gerosa G, Bianco R, Buja G, di Marco F. Totally endoscopic robotic-guided pulmonary veins ablation: an alternative method for the treatment of atrial fibrillation. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004;26(2):450-2.
95. Garrido MJ, Williams M, Argenziano M. Minimally invasive surgery for atrial fibrillation: toward a totally endoscopic, beating heart approach. *J Card Surg* 2004;19(3):216-20.

96. Bolotin G, Kypson AP, Nifong LW, Chitwood WR, Jr. Robotically-assisted left atrial fibrillation ablation and mitral valve repair through a right mini-thoracotomy. *Ann Thorac Surg* 2004;78(4):e63-4.
97. Reade CC, Johnson JO, Bolotin G, Freund WL, Jr., Jenkins NL, Bower CE, et al. Combining robotic mitral valve repair and microwave atrial fibrillation ablation: techniques and initial results. *Ann Thorac Surg* 2005;79(2):480-4.
98. Akpınar B, Guden M, Sagbas E, Sanisoglu I, Caynak B, Bayramoglu Z. Robotic-enhanced totally endoscopic mitral valve repair and ablative therapy. *Ann Thorac Surg* 2006;81(3):1095-8.
99. Farwell D, Patel NR, Hall A, Ralph S, Sulke AN. How many people with heart failure are appropriate for biventricular resynchronization? *Eur Heart J* 2000;21(15):1246-50.
100. Abraham WT, Fisher WG, Smith AL, Delurgio DB, Leon AR, Loh E, et al. Cardiac resynchronization in chronic heart failure. *N Engl J Med* 2002;346(24):1845-53.
101. Gras D, Mabo P, Tang T, Luttikuis O, Chatoor R, Pedersen AK, et al. Multisite pacing as a supplemental treatment of congestive heart failure: preliminary results of the Medtronic Inc. InSync Study. *Pacing Clin Electrophysiol* 1998;21(11 Pt 2):2249-55.
102. Alonso C, Leclercq C, d'Allonnes FR, Pavin D, Victor F, Mabo P, et al. Six year experience of transvenous left ventricular lead implantation for permanent biventricular pacing in patients with advanced heart failure: technical aspects. *Heart* 2001;86(4):405-10.
103. Derose JJ, Jr., Belsley S, Swistel DG, Shaw R, Ashton RC, Jr. Robotically assisted left ventricular epicardial lead implantation for biventricular pacing: the posterior approach. *Ann Thorac Surg* 2004;77(4):1472-4.
104. Jansens JL, Jottrand M, Preumont N, Stoupel E, de Canniere D. Robotic-enhanced biventricular resynchronization: an alternative to endovenous cardiac resynchronization therapy in chronic heart failure. *Ann Thorac Surg* 2003;76(2):413-7; discussion 417.
105. 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* 2003;41(8):1414-9.
106. Mair H, Jansens JL, 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.

107. Morgan JA, Thornton BA, Peacock JC, Hollingsworth KW, Smith CR, Oz MC, et al. Does robotic technology make minimally invasive cardiac surgery too expensive? A hospital cost analysis of robotic and conventional techniques. *J Card Surg* 2005;20(3):246-51.
108. Chitwood WR, Jr., Nifong LW, Chapman WH, Felger JE, Bailey BM, Ballint T, et al. Robotic surgical training in an academic institution. *Ann Surg* 2001;234(4):475-84; discussion 484-6.
109. Yusuf S, Zucker D, Peduzzi P, Fisher LD, Takaro T, Kennedy JW, et al. Effect of coronary artery bypass graft surgery on survival: overview of 10-year results from randomised trials by the Coronary Artery Bypass Graft Surgery Trialists Collaboration. *Lancet* 1994;344(8922):563-70.
110. Kuduvalli M, Newall N, Stott A, Grayson AD, Fabri BM. Impact of avoiding cardiopulmonary bypass for coronary surgery on perioperative cardiac enzyme release and survival. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006.
111. Yamaguchi A, Endo H, Kawahito K, Adachi H, Ino T. Off-pump coronary artery bypass grafting attenuates proinflammatory markers. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 2005;53(3):127-32.
112. Yamada T, Ochiai R, Takeda J, Kikuchi H, Ishibashi M, Watanabe K. Off-pump coronary artery bypass attenuates transient hepatocellular damage after myocardial revascularization. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2005;19(5):603-7.
113. Raja SG, Dreyfus GD. Impact of off-pump coronary artery bypass surgery on postoperative bleeding: current best available evidence. *J Card Surg* 2006;21(1):35-41; discussion 42-3.
114. Kettering K, Dapunt O, Baer FM. Minimally invasive direct coronary artery bypass grafting: a systematic review. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2004;45(3):255-64.
115. Christiaens L, Mankoubi L, Coisne D, Bacque G, Allal J, Donal E, et al. [Coronary angiography in octogenarians. Therapeutic impact and medium-term follow-up]. *Arch Mal Coeur Vaiss* 1998;91(9):1125-31.
116. Demaria RG, Piciche M, Vernhet H, Battistella P, Rouviere P, Frapier JM, et al. Internal thoracic arterial grafts evaluation by multislice CT scan: a preliminary study. *J Card Surg* 2004;19(6):475-80.
117. D'Attellis N, Loulmet D, Carpentier A, Berrebi A, Cardon C, Severac-Bastide R, et al. Robotic-assisted cardiac surgery: anesthetic and postoperative considerations. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2002;16(4):397-400.

118. Mack MJ, Pfister A, Bachand D, Emery R, Magee MJ, Connolly M, et al. Comparison of coronary bypass surgery with and without cardiopulmonary bypass in patients with multivessel disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;127(1):167-73.
119. Zangrillo A, Landoni G, Sparicio D, Pappalardo F, Bove T, Cerchierini E, et al. Perioperative magnesium supplementation to prevent atrial fibrillation after off-pump coronary artery surgery: a randomized controlled study. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2005;19(6):723-8.
120. Zangrillo A, Crescenzi G, Landoni G, Leoni A, Marino G, Calabro MG, et al. Off-pump coronary artery bypass grafting reduces postoperative neurologic complications. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2005;19(2):193-6.
121. Bucerius J, Gummert JF, Borger MA, Walther T, Doll N, Falk V, et al. Predictors of delirium after cardiac surgery delirium: effect of beating-heart (off-pump) surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;127(1):57-64.
122. Bucerius J, Gummert JF, Walther T, Doll N, Falk V, Schmitt DV, et al. Predictors of prolonged ICU stay after on-pump versus off-pump coronary artery bypass grafting. *Intensive Care Med* 2004;30(1):88-95.
123. Davidavicius G, Van Praet F, Mansour S, Casselman F, Bartunek J, Degrieck I, et al. Hybrid revascularization strategy: a pilot study on the association of robotically enhanced minimally invasive direct coronary artery bypass surgery and fractional-flow-reserve-guided percutaneous coronary intervention. *Circulation* 2005;112(9 Suppl):I317-22.
124. Scanlon PJ, Faxon DP, Audet AM, Carabello B, Dehmer GJ, Eagle KA, et al. ACC/AHA guidelines for coronary angiography. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines (Committee on Coronary Angiography). Developed in collaboration with the Society for Cardiac Angiography and Interventions. *J Am Coll Cardiol* 1999;33(6):1756-824.
125. Bashore TM, Bates ER, Berger PB, Clark DA, Cusma JT, Dehmer GJ, et al. American College of Cardiology/Society for Cardiac Angiography and Interventions Clinical Expert Consensus Document on cardiac catheterization laboratory standards. A report of the American College of Cardiology Task Force on Clinical Expert Consensus Documents. *J Am Coll Cardiol* 2001;37(8):2170-214.
126. Yoo KJ, Choi D, Choi BW, Lim SH, Chang BC. The comparison of the graft patency after coronary artery bypass grafting using coronary angiography and multi-slice computed tomography. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;24(1):86-91; discussion 91.
127. Frazier AA, Qureshi F, Read KM, Gilkeson RC, Poston RS, White CS. Coronary artery bypass grafts: assessment with multidetector CT in the early and late postoperative settings. *Radiographics* 2005;25(4):881-96.

128. Diegeler A, Matin M, Kayser S, Binner C, Autschbach R, Battellini R, et al. Angiographic results after minimally invasive coronary bypass grafting using the minimally invasive direct coronary bypass grafting (MIDCAB) approach. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999;15(5):680-4.
129. Travin MI, Bergmann SR. Assessment of myocardial viability. *Semin Nucl Med* 2005;35(1):2-16.
130. Diegeler A, Walther T, Metz S, Falk V, Krakor R, Autschbach R, et al. Comparison of MIDCAP versus conventional CABG surgery regarding pain and quality of life. *Heart Surg Forum* 1999;2(4):290-5; discussion 295-6.



Clinique de Chirurgie Cardio-Vasculaire & Transplantations

Chef de Département : Professeur Jean-Pierre Villemot

Tél : 03.83.15.30.34 - Fax : 03.83.44.08.44

E-mail : cct@chu-nancy.fr



U. F. d'Enseignement:

Professeur P. Mathieu

Professeur Emerite

Tél : 03.83.15.30.78

Fax : 03.83.15.36.77

U.F. Bloc opératoire :

Professeur J.P. Villemot

Tél : 03.83.15.30.34

Vandoeuvre, le 14 Décembre 2005

Madame, monsieur,

U.F. Chir. Cardio-Péd. :

Professeur L. Macé

Tél : 03.83.15.30.61

Vous avez bénéficié entre 2001 et 2005, d'un pontage coronaire par chirurgie robotisée.

U.F. Consultation

Tél : 03.83.15.30.78

Comme vous l'avait expliqué monsieur le professeur Villemot, cette technologie moderne, régie par un protocole extrêmement rigoureux, implique des évaluations post opératoires afin d'être comparée aux techniques classiques.

U.F. Information :

Professeur J.P. Carteaux

Tél : 03.83.15.37.94

Elève en dernière année d'internat de chirurgie, je prépare une thèse de médecine sur ce sujet.

U.F. Réanimation :

Docteur C. Dopff

Tél : 03.83.15.30.86

Afin d'évaluer votre état de santé actuel ainsi que la fonctionnalité de votre pontage, nous souhaiterions, monsieur le professeur Villemot et moi-même, vous convoquer en consultation dans le service à Brabois au cours du premier semestre 2006. Au décours de cette consultation, vous bénéficierez d'un scanner coronaire qui authentifiera la perméabilité du pontage.

U.F. Secteur I :

Docteur B. Schjöth

Tél : 03.83.15.30.61

U.F. Secteur II :

Docteur D. Amrein

Tél : 03.83.15.30.61

Tous les frais engagés par cette consultation et le scanner seront directement réglés par l'établissement et un bon de transport vous sera adressé par courrier avant la consultation.

U.F. Transplantation :

Docteur M.F. Mattéi

Tél : 03.83.15.30.93

Je me permettrai prochainement de vous contacter par téléphone afin de confirmer votre adhésion puis nous prévoirons ensemble votre consultation. A l'occasion de cet appel, je répondrai également aux éventuelles questions soulevées par cette lettre.

Cadre Inf. Supérieur :

Mme E. Grandgirard

Tél : 03.83.15.30.87

En vous remerciant de votre compréhension, je vous prie de croire, madame, monsieur, en l'expression de mon respect.

Marion Durand

Interne des Hopitaux de Nancy

ANNEXE 2
CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE NANCY
HÔPITAUX DE BRABOIS
Rue du Morvan - 54511 VANDOEUVRE CEDEX
Tél : 03. 83. 15 .30. 30

Clinique de Chirurgie Cardio-Vasculaire & Transplantations

Chef de Département : Professeur Jean-Pierre Villemot

Tél : 03.83.15.30.34 - Fax : 03.83.44.08.44

E-mail : cct@chu-nancy.fr

U. F.

d'Enseignement:

Professeur P. Mathieu

Professeur Emerite

Tél : 03.83.15.30.78

Fax : 03.83.15.36.77

Vandoeuvre, le 22 décembre 2005

U.F. Bloc opératoire :

Professeur J.P. Villemot

Tél : 03.83.15.30.34

Madame, monsieur,

U.F. Chir. Cardio-Péd. :

Professeur L. Macé

Tél : 03.83.15.30.61

Vous trouverez ci-joint le carton de convocation pour la consultation et le scanner. Veuillez vous adresser à l'accueil de la consultation au 2^e étage à l'heure

U.F. Consultation

Tél : 03.83.15.30.78

indiquée. Les secrétaires vous indiqueront la démarche à suivre. Je vous verrai brièvement après la réalisation du scanner afin de vous poser quelques questions.

U.F. Information :

Professeur J.P. Carteaux

Tél : 03.83.15.37.94

Le bon de transport vous sera remis à l'issue de notre entretien. Pourriez vous, dans la mesure du possible, amener les derniers résultats de votre consultation chez votre cardiologue (échographie cardiaque...)?

U.F. Réanimation :

Docteur C. Dopff

Tél : 03.83.15.30.86

En vous remerciant de votre compréhension, je vous présente mes meilleurs vœux pour 2006 et vous souhaite d'excellentes fêtes de fin d'année.

U.F. Secteur I :

Docteur B. Schjörth

Tél : 03.83.15.30.61

U.F. Secteur II :

Docteur D. Amrein

Tél : 03.83.15.30.61

Marion Durand

Interne des Hopitaux de Nancy

U.F. Transplantation :

Docteur M.F. Mattéi

Tél : 03.83.15.30.93

Cadre Inf. Supérieur :

Mme E. Grandgirard

Tél : 03.83.15.30.87

ANNEXE 3 FICHE REVISION TDM

#

OPERATEUR :
NOM :
DATE TDM :

PRENOM :
DATE LECTURE :

COEUR

Fréquence Cardiaque : cpm ACFA : OUI NON Fraction d'éjection : %

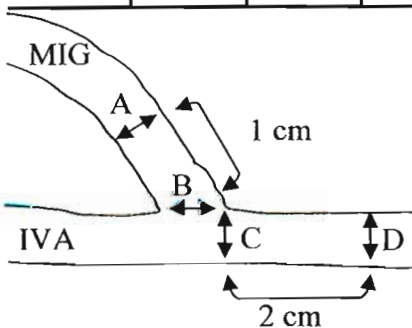
DOMINANCE : Doite Gauche

RESEAU CORONAIRE

SITE	Longueur vaisseau (mm)	Score Ca	Qualité d'examen 1 : non interprétable 2 : artefact mais interprétable 3 : optimal	Diamètre de la lumière du Vaisseau (mm)	N Sténoses (>80 %)	Stent 1 : oui 0 : non	Sténose Stent (>80 %) 1 : oui 0 : non
TCG							
IVA pré anastomose							
IVA post anastomose							
CX							
CD							
IVP							

PONTAGE

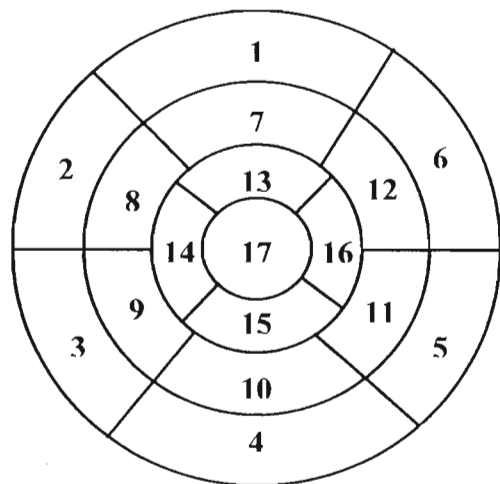
Qualité examen	Ostium MIG	A	B	C	D	Artefact M : métallique P : phase C : Ca	Anatomie T : traction B : boucle N : normal	Réseau aval B : bon G : grêle M : mauvais



REMARQUES :

ANNEXE 3bis

HYPO-PERFUSION MYOCARDIQUE



(hachurer la zone concernée dans toute l'épaisseur si > 50%
sinon hachurer sur une demi hauteur)

REMARQUES :

PERICARDE

RAS

EPANCHEMENT
Faible A Moyenne A Abondant

EPAISSISSEMENT

REMARQUES :

POUMONS

GAUCHE : ATELECTASIE : OUI NON / segmentaire sous segmentaire
LOBE :

EPAISSISSEMENT PLEURAL : OUI NON
EPANCHEMENT PLEURAL : OUI NON

DROIT : ATELECTASIE : OUI NON / segmentaire sous segmentaire
LOBE :

EPAISSISSEMENT PLEURAL : OUI NON
EPANCHEMENT PLEURAL : OUI NON

REMARQUES :

AUTRE

MEDIASTIN : INFILTRATION : OUI NON

COTES ET STERNUM : FRACTURE : OUI NON
SITE : COTE STERNUM CARTILAGE C-S

ANNEXE 4

FICHE REVISION THESE

#

NOM :	DATE CS :
PRENOM :	DATE ITV :
FDR : TABAC	SEXE: F H
CHOLESTEROL	ATD IDM: OUI NON
OBESITE	PORTEUR STENT : OUI NON
BPCO	TT HYBRIDE : (+/- 3mois) : OUI NON
HTA	LIEU DE SORTIE : dom ctre réeduc ho
HEREDITE	INF RESPI : OUI NON
DIABETE	INF PAROI : OUI NON
AOMI	



DEPUIS ITV : RECUPERATION : difficile moyen diff bonne excellente

GENE PARIETALE : OUI NON DUREE :

NB HOSPIT CARDIO : OUI NON

IDM : OUI NON

DILATATION CORONAIRE +/- STENT: OUI NON

DILATATION PONT : OUI NON

NYHA :

ANGOR :

ACFA : OUI NON POST ITV : OUI NON

PLUS DE MEDOC : OUI NON

REPRISE ACT PROFESSIONNELLE : OUI NON

QUAND :

DERNIERE CS CARDIO ET EXAMEN :

TDM PEINIBLE : OUI NON

VU

NANCY, le 25 avril 2006

Le Président de Thèse

Professeur J.P. VILLEMOT

NANCY, le 26 avril 2006

Le Doyen de la Faculté de Médecine

Par délégation

Professeur H. COUDANE

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE

NANCY, le 28 avril 2006

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY 1

Professeur J.P. FINANCE

RÉSUMÉ DE LA THÈSE

La chirurgie cardiaque assistée par le système de télémanipulation Da Vinci® (STDV) a débuté en 1998. Depuis, tous les domaines de la chirurgie cardiaque ont été investis. Dans une première partie, nous exposons une revue de la littérature des domaines d'application du STDV dans la spécialité. La seconde partie concerne une étude descriptive de notre expérience en chirurgie coronaire mini invasive.

De 2001 à 2005, 71 patients ont bénéficié d'une revascularisation robot assistée de l'IVA par l'AMIG. Le prélèvement de l'AMIG a été accompli de manière endoscopique et assisté par le STDV. Les pontages ont été réalisés à cœur battant soit de manière endoscopique soit au travers d'une mini thoracotomie antérieure gauche. Durant le premier trimestre 2006, les patients ont été contactés pour effectuer un contrôle clinique et une imagerie de leur pontage (scanner cardiaque).

Dans notre série, la mortalité hospitalière a été nulle. La prise en charge hybride a intéressé 25,7 % des patients. Les événements cardiaques post opératoire ont concerné 9,5 % des patients et aucun IDM ni ré intervention n'ont été rapportés. La survie globale est bonne. Les décès d'origine cardiaque ne représentent que 2,8 % des patients et 25 % des décès. Tous les patients vivants ont été contactés et 77,8 % d'entre eux ont eu un scanner cardiaque. Le taux de perméabilité des pontages au scanner est de 93,9 % avec un suivi moyen de 888 j.

Dans notre centre, l'utilisation du STDV pour le traitement mini invasif et à cœur battant des lésions de l'IVA a montré sa faisabilité et son efficacité. Le scanner cardiaque est un examen non invasif qui possède une sensibilité suffisante pour évaluer la perméabilité d'un pontage coronaire. L'approche mini invasive semble diminuer les complications post-opératoires autres que respiratoires, le préjudice esthétique ainsi que les durées d'hospitalisation et de convalescence, tout en apportant des résultats fonctionnels de grande qualité. Nous pensons que cette intervention a sa place parmi les techniques de revascularisation myocardique chirurgicale et hybride chez les patients sélectionnés.

TITRE EN ANGLAIS

ROBOTIC CARDIAC SURGERY, STATE OF THE ART AND A FRENCH EXPERIENCE, about 71 cases

THÈSE : MÉDECINE SPÉCIALISÉE – ANNÉE 2006

MOTS CLEFS :

Chirurgie cardiaque robotique, Pontage AMIG-IVA, Scanner cardiaque, Cœur battant, Procédure hybride

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'U.F.R. :

Faculté de Médecine de Nancy
9, avenue de la Forêt de Haye
54 505 VANDOEUVRE LES NANCY Cedex
