

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG
FACULTÉ DE MÉDECINE, MAÏEUTIQUE ET SCIENCES DE LA SANTÉ

ANNÉE : 2023

N° : 71

THÈSE
PRÉSENTÉE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Diplôme d'État

Mention : MEDECINE CARDIO-VASCULAIRE

Par

Jérémie, Sylvain, Pierre HENRY
Né le 27/01/1995 à Clermont-Ferrand (63)

SURVIE ET FACTEURS PREDICTIFS DE MORTALITE A LONG
TERME APRES REVASCULARISATION CORONARIENNE ISOLEE
PAR PONTAGE CORONARIEN

Président de Thèse : Professeur Jean-Philippe MAZZUCOTELLI

Directeur de Thèse : Professeur Michel KINDO

LISTE DES MEMBRES DU JURY

Président :

Professeur Jean-Philippe MAZZUCOTELLI

Membres :

Professeur Michel KINDO (Directeur de Thèse)

Professeur Olivier MOREL

Professeur Patrick OHLMANN

NOME DO CURSO	ET	Disciplinas obrigatórias em créditos/Características	Score máximo do Conselho Nacional dos Institutos
QUÍMICA		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Geral/Química Analítica / OP	44,00 - Biologia celular e fisiologia / Ecologia
QUÍMICA FÍSICA		- 75h de ECTS - Laboratório de Física Geral / Física Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA ORGÂNICA		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Orgânica / Química Experimental / OP	43,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA INORGÂNICA		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Inorgânica / Química Experimental / OP	43,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA ANALÍTICA		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Analítica / Química Experimental / OP	47,00 - Genética (temas biológicos)
QUÍMICA AMBIENTAL		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Ambiental / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA DE COORDENAÇÃO		- 75h de ECTS - Laboratório de Química de Coordenação / Química Experimental / OP	42,00 - Análise de água e alimentos
QUÍMICA FARMACÉUTICA		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (C)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular / OP
QUÍMICA FARMACÉUTICA (E)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (G)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (H)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (I)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (J)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (K)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (L)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (M)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (N)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (O)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (P)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (Q)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (R)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (S)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (T)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (U)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (V)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (W)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (X)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (Y)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular
QUÍMICA FARMACÉUTICA (Z)		- 75h de ECTS - Laboratório de Química Farmacéutica / Química Experimental / OP	47,00 - Microbiologia molecular e celular

F1 - PROFESSEURS ÉMÉRITES

- de 1941 à 1946 (en vertu de l'Article 19)
 OSMOND Pierre (Médecin et Océanographe) et
 MOULLE Jean Louis (Océanographe et Océanographe et Océanographe)
- pour l'année 2001 (en vertu de l'Article 19)
 BERTHOUD Jean (Médecin et Océanographe et Océanographe)
 BERTHOUD Jean (Médecin et Océanographe et Océanographe)
 BERTHOUD Jean (Médecin et Océanographe et Océanographe)
 BERTHOUD Jean (Médecin et Océanographe et Océanographe)
 BERTHOUD Jean (Médecin et Océanographe et Océanographe)
 BERTHOUD Jean (Médecin et Océanographe et Océanographe)
 BERTHOUD Jean (Médecin et Océanographe et Océanographe)
 BERTHOUD Jean (Médecin et Océanographe et Océanographe)
- pour l'année 2002 (en vertu de l'Article 19)
 BERTHOUD Jean (Médecin et Océanographe et Océanographe)
 BERTHOUD Jean (Médecin et Océanographe et Océanographe)
 BERTHOUD Jean (Médecin et Océanographe et Océanographe)
 BERTHOUD Jean (Médecin et Océanographe et Océanographe)
- pour l'année 2003 (en vertu de l'Article 19)
 BERTHOUD Jean (Médecin et Océanographe et Océanographe)
 BERTHOUD Jean (Médecin et Océanographe et Océanographe)

F2 - PROFESSEUR DES UNIVERSITÉS ASSOCIÉ (mi-temps)

• 2003-2004 : 1000
 • 2005-2006 : 1000
 • 2007-2008 : 1000

F3 - PROFESSEURS CONVENTIONNÉS DE L'UNIVERSITÉ

• 2003-2004 : 1000
 • 2005-2006 : 1000
 • 2007-2008 : 1000
 • 2009-2010 : 1000
 • 2011-2012 : 1000
 • 2013-2014 : 1000
 • 2015-2016 : 1000
 • 2017-2018 : 1000
 • 2019-2020 : 1000

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des maîtres de cette école, de mes chers condisciples, je promets et je jure au nom de l'Être suprême d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

Ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

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

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

REMERCIEMENTS

A mon maître et président,

Professeur MAZZUCOTELLI, pour m'avoir ouvert les portes de votre service de chirurgie cardiaque, et m'avoir fait découvrir le versant chirurgical de la cardiologie, tout aussi passionnant que son versant médical.

A mes maîtres et juges,

Professeur OHLMANN, pour m'avoir accueilli dans votre pôle de cardiologie à Strasbourg, et m'avoir ainsi permis de me former dans cette spécialité que j'aime tant. Je vous remercie également pour l'attention dont vous avez toujours su fait preuve à mon égard, tout au long de cet internat.

Professeur MOREL, pour m'avoir accueilli, jeune interne, dans votre unité. Votre rigueur au travail, nécessaire à un bon exercice de la cardiologie, est un apprentissage précieux. Je vous remercie d'avoir accepté d'être juge de ce travail universitaire, connaissant votre intérêt pour la recherche médicale.

A mon maître et directeur,

Professeur KINDO, pour la confiance que vous m'avez accordée en acceptant de diriger cette thèse. Votre implication, vos bons conseils et votre engouement pour la recherche universitaire m'ont permis de prendre un réel plaisir à la réalisation de ce travail. Veuillez trouver ici l'expression de mes sincères remerciements. Enfin je vous exprime mon respect et mon admiration pour la rigueur et l'organisation mise en place en service de chirurgie cardiaque, allant d'une prise en charge complète des patients, à la gestion des équipes médicales et paramédicales.

A mes amis et collègues,

A mes amis de toujours en Auvergne, pour tout ce que l'on a vécu ensemble depuis la maternelle (!), c'est toujours le même plaisir de vous retrouver lors de mes - trop courts - retours à Clermont-Ferrand.

A tous mes amis d'externat, désormais répartis ailleurs en France. Merci pour tous ces bons moments que l'on aura eus ensemble, et qui auront été des bouffées d'air frais pendant ces 6 années.

A tous mes amis découverts ici en Alsace. J'aurais tellement de choses à vous dire. J'ai une pensée pour chacun d'entre vous, sans qui ces années d'internat n'auraient pas pu être si belles. Je souhaite que l'on ait encore de nombreuses années pour profiter de ces amitiés.

A tous mes co-internes et séniors, du CHU et d'ailleurs. Merci pour tout votre soutien, vos apprentissages, et surtout votre patience (!) pendant ces 4 années. Travailler avec vous est un plaisir qui, je l'espère, continuera de nombreuses années.

A ma famille,

A mes parents, merci pour tout ce que l'on a vécu tous les cinq. Vous qui m'avez toujours soutenu et encouragé (supporté !) depuis toutes ces années. J'espère que vous êtes fiers de la personne que je suis devenu.

A mes sœurs Julie et Jade, pour tout l'amour que l'on s'est toujours tant donné. Rien ne compte plus à mes yeux que vous deux.

A mon grand-père Gérard, la personne que tu es a toujours été un modèle, j'espère que tu es fier de moi comme je l'ai toujours été de toi.

A mes grands-mères, qui j'en suis sûr, sont très fières de leur petit-fils.

A tous mes cousins, cousines, oncles et tantes de la famille Henry, merci pour toutes ces Ascensions qui nous ont fait partager tant de souvenirs, et permis d'avoir cette famille aussi grande qu'unie.

A mes cousins, ma cousine, mon oncle et mes tantes de la famille Remize, pour tous ces merveilleux Noël et toutes ces vacances en Lozère que, j'espère, nous partagerons encore longtemps.

A la personne avec qui je partage désormais mon quotidien, et dont je ne me vois plus vivre autrement qu'avec elle.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ABRÉVIATIONS	17
LISTE DES ILLUSTRATIONS	19
1 INTRODUCTION.....	22
2 RAPPELS.....	24
2.1 RECOMMANDATIONS POUR LA REVASCULARISATION MYOCARDIQUE	24
2.1.1 <i>Recommandations européennes</i>	24
2.1.2 <i>Recommandations américaines de l'AHA</i>	27
2.2 SURVIE A LONG TERME DE LA REVASCULARISATION PAR PONTAGE CORONARIEN.....	31
2.3 FACTEURS PREDICTIFS DE MORTALITE A LONG TERME APRES REVASCULARISATION CORONARIENNE CHIRURGICALE	34
3 OBJECTIFS	37
4 MATERIELS ET METHODES.....	37
4.1 SCHEMA DE L'ETUDE	37
4.2 RECUEIL DES DONNEES	37
4.3 DEFINITION DES VARIABLES.....	38
4.4 DEFINITION DES CRITERES DE JUGEMENT	39
4.5 ANALYSE STATISTIQUE	40
5 RESULTAS.....	41
5.1 DONNEES PREOPERATOIRES	41
5.2 DONNEES OPERATOIRES	44
5.3 SURVIE ET FACTEURS DE RISQUE DE MORTALITE.....	46
6 DISCUSSION	64
CONCLUSION.....	72
7 BIBLIOGRAPHIE	74

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ACT : angioplastie coronaire transluminale
AD : anastomose distale
AGE : artère gastro-épiploïque
AHA : *American Heart Association*
AMID : artère mammaire interne droite
AMIG : artère mammaire interne gauche
AOMI : artériopathie oblitérante des membres inférieurs
AR : artère radiale
AVC : accident vasculaire cérébral
BCPIA : ballon de contre-pulsion intra aortique
BPCO : broncho-pneumopathie chronique obstructive
CA : clampage aortique
CCS : Canadian Cardiovascular Society
CEC : circulation extra corporelle
CHU : centre hospitalo-universitaire
CNIL : commission nationale de l'informatique et des libertés
CVF : capacité vitale forcée
DFG : débit de filtration glomérulaire
ECMO : *extracorporeal membrane oxygenation*
EPO : érythropoïétine
ESC : European Society of Cardiology
FEVG : fraction d'éjection du ventricule gauche.
Hb : hémoglobine
HD : hémodynamique
HR : *hazard ratio*
aHR : *ajusted hazard ratio*
HTA : hypertension artérielle
IDM : infarctus du myocarde
INSEE : institut national de la statistique et des études économiques
IPS : index de pression systolique

IRC : insuffisance rénale chronique
IVA : interventriculaire antérieure
IVP : interventriculaire postérieure
LdLc : *low density lipoprotein cholesterol*
MACE : *major adverse cardiovascular event*
MDRD : *modification in the diet of renal disease*
NSTEMI : *non ST elevation myocardial infarction*
NYHA : New-York heart association
OMS : organisation mondiale de la santé
PAC : pontage aorto-coronarien
RAACC : réhabilitation accélérée après chirurgie cardiaque
RVG : rétro ventriculaire gauche
SCA : syndrome coronarien aigu
STEMI : *ST elevation myocardial infarction*
SYNTAX : *Synergy Between PCI with TAXUS and Cardiac Surgery*
STS : society of thoracic surgeon
TC : tronc commun
VEMS : volume expiratoire maximal par seconde
VG : ventricule gauche
VSI : veine saphène interne

LISTE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

Figure 1 : Survie actuarielle après pontage coronarien.....	46
Figure 2 : Odds ratio des facteurs prédictifs pré- et peropératoires de mortalité en analyse multivariée	48
Figure 3 : Survie actuarielle en fonction de l'âge	49
Figure 4 : Survie actuarielle en fonction de l'existence d'un diabète	50
Figure 5 : Survie actuarielle en fonction de l'existence d'une BPCO	51
Figure 6 : Survie actuarielle en fonction de l'existence d'un antécédent d'AVC.....	52
Figure 7 : Survie actuarielle en fonction de la présence d'une artériopathie périphérique	53
Figure 8 : Survie actuarielle en fonction de l'existence d'une dyspnée \geq stade III de la NYHA.....	54
Figure 9 : Survie actuarielle en fonction de la fonction rénale préopératoire.....	55
Figure 10 : Survie en fonction de la FEVG préopératoire	56
Figure 11 : Survie en fonction de l'existence d'une anémie préopératoire	57
Figure 12 : Survie en fonction du nombre d'anastomose distale.....	58
Figure 13 : Survie en fonction de la durée de CEC	59
Figure 14 : Survie en fonction du nombre de facteurs de risque associés	61

TABLEAUX

Tableau 1 : Recommandations de la chirurgie de revascularisation coronarienne dans l'angor stable et l'ischémie silencieuse.....	25
Tableau 2 : Recommandations de la chirurgie de revascularisation coronarienne dans le syndrome coronarien aigu avec élévation du segment ST	25
Tableau 3 : Recommandations de la chirurgie de revascularisation coronarienne dans le syndrome coronarien aigu sans élévation du segment ST	26
Tableau 4 : Recommandations de la chirurgie de revascularisation coronarienne dans l'insuffisance cardiaque	27
Tableau 5 : Recommandations de la chirurgie de revascularisation coronarienne dans le syndrome coronarien aigu avec élévation du segment ST	28
Tableau 6 : Recommandations de la chirurgie de revascularisation coronarienne dans le syndrome coronarien aigu sans élévation du segment ST	29
Tableau 7 : Recommandations de la chirurgie de revascularisation coronarienne dans la cardiopathie ischémique stable à FEVG conservée	30
Tableau 8 : Recommandations de la chirurgie de revascularisation coronarienne dans la cardiopathie ischémique stable à FEVG altérée.....	30
Tableau 9 : Survie à long terme après revascularisation par pontage coronarien.....	33
Tableau 10 : Facteurs prédictifs de mortalité à long terme après revascularisation par PAC, exprimés avec Hazard Ratio et IC à 95%.....	36
Tableau 11 : Données préopératoires cliniques et paracliniques	44
Tableau 12 : Données opératoires	46
Tableau 13 : Facteurs prédictifs pré- et peropératoire de mortalité en analyse multivariée	47

Tableau 14 : Survie actuarielle en fonction de l'âge.....	49
Tableau 15 : Survie actuarielle en fonction de l'existence d'un diabète	50
Tableau 16 : Survie actuarielle en fonction de l'existence d'une BPCO.....	51
Tableau 17 : Survie actuarielle en fonction de l'existence d'un antécédent d'AVC ...	52
Tableau 18 : Survie actuarielle en fonction de la présence d'une artériopathie périphérique	53
Tableau 19 : Survie actuarielle en fonction de l'existence d'une dyspnée \geq stade III de la NYHA	54
Tableau 20 : Survie actuarielle en fonction de la fonction rénale préopératoire	55
Tableau 21 : Survie en fonction de la FEVG préopératoire.....	56
Tableau 22 : Survie en fonction de l'existence d'une anémie préopératoire	57
Tableau 23 : Survie en fonction du nombre d'anastomose distale	58
Tableau 24 : Survie en fonction du nombre de la durée de la CEC.....	59
Tableau 25 : Survie en fonction du nombre de facteurs de risque associés.....	61
Tableau 26 : Comparaison des facteurs de risque indépendants de mortalité à long terme avec les données de la littérature	63

1 INTRODUCTION

Les maladies cardiovasculaires représentent la première cause de mortalité dans le monde selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), notamment dans les pays développés. La cardiopathie ischémique est la première cause de mortalité avec 16% des décès mondiaux entre 2000 et 2019, et une incidence en forte augmentation de 2 à 8,9 millions de morts en 2019 (1, 2). La prise en charge de la cardiopathie ischémique est donc un enjeu de santé publique majeur.

Le traitement historique de la cardiopathie ischémique s'est développé dans les années 1960 avec une approche d'abord chirurgicale. Parmi les différentes chirurgies, la chirurgie de pontage aorto-coronarien (PAC) s'est imposée comme la référence après les succès des premiers PAC réalisées par Favaloro (3) et Johnson (4) au début des années 1970. Par la suite, l'avènement de l'angioplastie coronarienne transluminale (ACT) après le succès de la première angioplastie par Grüntzig (5, 6) en 1977 ; ainsi que l'amélioration des pratiques chirurgicales et péri-opératoires (7, 8); et le développement des thérapeutiques médicamenteuses (9, 10) ont permis une baisse de la mortalité globale de la cardiopathie ischémique.

Concernant la chirurgie de PAC et malgré l'amélioration des prises en charge chirurgicales, il persiste une mortalité à 1 an de 2 à 9% (10) selon les centres en fonction du type de chirurgie (greffons utilisés, nombre de pontage réalisé), de l'expertise du centre, des comorbidités et de la fragilité des patients (9). Les principaux facteurs de risques préopératoires sont identifiés et connus : l'âge avancé, une fraction d'éjection du ventricule gauche altérée, une altération de la fonction rénale, une chirurgie en urgence ou encore des patients en état d'instabilité hémodynamique. L'identification de ces facteurs de risque ont permis le développement de scores prédictif de mortalité hospitalière dont les deux principaux sont le score STS (11–13) et l'EuroSCORE (12, 14, 15).

En revanche la survie à long terme - à 10 ans - après revascularisation par PAC ou par ACT est moins rapportée dans la littérature. L'étude de la survie à long terme après revascularisation par PAC paraît particulièrement importante depuis les dernières recommandations européennes de 2018 sur les stratégies de revascularisation myocardique (16), la chirurgie de PAC ayant fait preuve d'une meilleure efficacité pronostic à long terme dans la coronaropathie stable. Plusieurs grandes séries réalisées

ces 25 à 30 dernières années font état d'une survie à 10 ans entre 70 et 85% (17–22). Des facteurs de risques de mortalité à long termes sont également décrit. Certains sont clairement identifiés comme l'âge avancée, la broncho pneumopathie chronique obstructive (BPCO) ou l'insuffisance rénale chronique, mais d'autre sont discordant entre les études comme le sexe féminin (23) ou l'impact d'une revascularisation multi-artérielle (24).

Ainsi, l'objectif de notre étude est d'évaluer la survie à long terme après revascularisation coronarienne isolée par pontages coronariens sous CEC et de déterminer les facteurs pré- et peropératoires prédictifs de mortalité.

2 RAPPELS

2.1 Recommandations pour la revascularisation myocardique

2.1.1 Recommandations européennes

Les dernières recommandations européennes concernant les indications de pontages coronariens dans la maladie coronaire ont été publiées en 2018 par l'ESC. Elles sont rapportées dans les tableaux de 1 à 4.

2.1.1.1 Revascularisation dans l'angor stable et l'ischémie silencieuse

La revascularisation coronarienne est indiquée à visée pronostique dans l'angor stable et l'ischémie silencieuse en cas de sténose significative du tronc commun ou de l'IVA proximale, d'une atteinte bi- ou tri-tronculaire avec une altération de la FEVG <35%, d'une ischémie silencieuse supérieure à 10% de la masse ventriculaire gauche, ou encore d'une sténose significative résiduelle sur un tronc. Une revascularisation est également recommandée à visée symptomatique en cas d'angor résiduel malgré un traitement médical optimal et en présence d'une sténose hémodynamiquement significative.

La technique de revascularisation préférentielle doit être discutée dans une « *Heart Team* » en fonction de la sévérité de l'atteinte, des caractéristiques et du souhait du patient.

Chez le patient mono- ou bi-tronculaire avec atteinte de l'IVA, un traitement par PAC ou par angioplastie est recommandé en première intention. En l'absence d'atteinte de l'IVA un traitement par angioplastie est plus recommandé qu'une chirurgie de PAC.

Un traitement par PAC est recommandé en première intention devant l'angioplastie en cas de patient diabétique et tri-tronculaire indépendamment du score SYNTAX. Toujours chez le tri-tronculaire, en l'absence de diabète la chirurgie de pontage est recommandée en première intention en cas de score SYNTAX moyen ou élevé, ou au même niveau que l'angioplastie en cas de score SYNTAX bas.

Enfin en cas d'atteinte du tronc commun avec un score SYNTAX bas, l'angioplastie ou le PAC sont tous deux recommandés en première intention. La chirurgie de pontage sera préférée en cas de score SYNTAX moyen ou élevé (16).

Recommandations	Classe	Niveau
Atteinte monotronculaire :		
Sans atteinte de l'IVA proximale	IIb	C
Avec atteinte de l'IVA proximale	I	A
Atteinte bitronculaire :		
Sans atteinte de l'IVA proximale	IIb	C
Avec atteinte de l'IVA proximale	I	B
Atteinte du tronc commun :		
Score SYNTAX bas, moyen ou élevé	I	A
Atteinte tritronculaire :		
Sans diabète, score SYNTAX bas, moyen ou élevé	I	A
Avec diabète, score SYNTAX bas, moyen ou élevé	I	A

Tableau 1 : Recommandations de la chirurgie de revascularisation coronarienne dans l'angor stable et l'ischémie silencieuse

IVA, artère interventriculaire antérieure ; SYNTAX bas (0-22) ; SYNTAX moyen (23-32) ; SYNTAX élevé (≥33)

2.1.1.2 Revascularisation dans le syndrome coronarien aigu avec élévation du segment ST (STEMI)

En phase aiguë de STEMI la méthode de revascularisation de référence est l'ACT (16). Une revascularisation par chirurgie de pontage coronarien n'est à considérer qu'en cas d'échec de traitement par angioplastie avec ischémie d'un large territoire myocardique.

Recommandations	Classe	Niveau
Une revascularisation par PAC doit être considéré chez les patients avec ischémie aigue d'un large territoire myocardique, si un traitement par ACT ne peut être réalisé.	IIa	C

Tableau 2 : Recommandations de la chirurgie de revascularisation coronarienne dans le syndrome coronarien aigu avec élévation du segment ST

PAC, pontage aorto-coronarien ; ACT, angioplastie coronaire transluminale

2.1.1.3 Revascularisation dans le syndrome coronarien aigu sans élévation du segment ST (NSTEMI)

Il n'existe pas d'études randomisées évaluant la revascularisation par chirurgie de pontage coronarien et l'angioplastie coronaire chez les patients en phase aiguë de NSTEMI. Des analyses de sous-groupe de grands essais randomisés et une méta-analyse suggèrent une meilleure survie à long terme chez les patients traités par PAC après une phase de stabilisation de la phase aiguë (20, 25–27), notamment en cas d'atteinte pluri-tronculaire ou de patient diabétique (28). Cette stratégie de stabilisation rapproche la prise en charge d'un NSTEMI de celle d'une coronaropathie stable. Les cas complexes relèvent d'une discussion en « heart team » (16) avec aide du score SYNTAX (29).

Recommandations	Classe	Niveau
Comme dans la maladie coronarienne stable, la stratégie de revascularisation (PAC ou ACT) doit être basée sur le statut clinique, les comorbidités et la sévérité de l'atteinte coronarienne évaluée avec le score SYNTAX.	I	B

Tableau 3 : Recommandations de la chirurgie de revascularisation coronarienne dans le syndrome coronarien aigu sans élévation du segment ST

PAC, pontage aorto-coronarien ; ACT, angioplastie coronaire transluminale

2.1.1.4 Revascularisation de l'insuffisance cardiaque à FEVG < 35%

Une revascularisation coronarienne est indiquée chez le patient atteint d'insuffisance cardiaque à FEVG altérée de cause ischémique, avec une survie supérieure au traitement médical seul (30, 31). Il n'existe pas d'étude randomisée comparant une revascularisation par PAC et par angioplastie. Une revascularisation par PAC est associée à une meilleure survie à long terme qu'un traitement médical seul (30). Chez les diabétiques une revascularisation par PAC plutôt que par ACT serait associée à une meilleure survie à long terme et à une plus forte diminution des MACE (32, 33). Une revascularisation par PAC est préférable chez les patients jeunes, et/ou diabétique, et/ou avec une atteinte coronarienne pluri-tronculaire sévère (16).

Recommandations	Classe	Niveau
Une revascularisation est recommandée chez les patients avec une dysfonction systolique sévère du VG et une atteinte coronarienne accessible à un traitement invasif.	1	B
Une revascularisation par PAC est la stratégie de première intention pour les patients avec une atteinte coronarienne pluri-tronculaire et un risque opératoire acceptable.	1	B

Tableau 4 : Recommandations de la chirurgie de revascularisation coronarienne dans l'insuffisance cardiaque

VG, ventricule gauche ; PAC, pontage aorto-coronarien

2.1.2 Recommandations américaines de l'AHA

Plus récemment l'American Heart Association (AHA) a publié en 2021 ses recommandations sur les différentes stratégies de revascularisation par pontages coronariens et par angioplastie coronarienne transluminale dans la maladie coronaire (34). Ces recommandations, rapportées dans les tableaux 5 à 8, diffèrent légèrement par rapport aux recommandations européennes.

2.1.2.1 Recommandations dans le syndrome coronarien aigu avec élévation du segment ST (STEMI)

Comme dans les recommandations européennes, la revascularisation par ACT est le traitement de références. Une revascularisation par pontage est également à considérer en cas d'échec de l'angioplastie avec persistance d'un large territoire myocardique ischémié.

La chirurgie de pontage est recommandée en cas de STEMI chez un patient en instabilité hémodynamique ou en choc cardiogénique si une angioplastie n'est pas réalisable. En cas de STEMI avec complication mécanique : rupture de muscle papillaire, rupture de parois libre, ou communication interventriculaire ; une chirurgie de pontage est également indiquée dans le même temps que la chirurgie réparatrice. Enfin une revascularisation complémentaire par PAC est raisonnable après traitement de la lésion coupable par ACT chez le patient atteint d'une coronaropathie tritronculaire complexe (34).

Recommandations	Classe	Niveau
Traitement de la lésion coupable		
Une revascularisation par PAC est indiquée en cas d'impossibilité de traitement par ACT chez un patient en STEMI, quel que soit le délai, et en situation d'instabilité hémodynamique ou de choc cardiogénique.	I	B
Une revascularisation par PAC est indiquée chez un patient en STEMI, avec complication mécanique relevant d'une chirurgie réparatrice : rupture de muscle papillaire, rupture de parois libre, ou communication interventriculaire.	I	B
Une revascularisation par PAC doit être considérée chez les patients avec ischémie aiguë d'un large territoire myocardique, si un traitement par ACT ne peut être réalisé.	IIa	B
Traitement des lésions serrées non coupable		
Après traitement de la lésion coupable par ACT et en cas d'atteinte pluri-tronculaire complexe, une revascularisation complémentaire par PAC est raisonnable.	IIa	C

Tableau 5 : Recommandations de la chirurgie de revascularisation coronarienne dans le syndrome coronarien aigu avec élévation du segment ST

ACT, angioplastie coronaire transluminale ; PAC, pontage aorto-coronarien ; STEMI, ST elevation myocardial infarction

2.1.2.2 Recommandations dans le syndrome coronarien aigu sans élévation du segment ST (NSTEMI)

Les recommandations américaines du NSTEMI sont globalement similaires à celles européennes avec une indication à une revascularisation coronarienne invasive, sans supériorité d'une technique par rapport à l'autre. Une approche individualisée des cas complexes est recommandée avec discussion en « *Heart Team* ». Une chirurgie de PAC est un traitement raisonnable en cas d'échec d'ACT et d'ischémie persistante, d'instabilité hémodynamique, ou d'occlusion d'une artère perfusant un large territoire myocardique.

Recommandations	Classe	Niveau
Chez les patients présentant un NSTEMI avec échec de l'ACT et ischémie persistante, instabilité hémodynamique, ou occlusion d'une artère perfusant un large territoire myocardique, une revascularisation par PAC paraît raisonnable.	IIa	B

Tableau 6 : Recommandations de la chirurgie de revascularisation coronarienne dans le syndrome coronarien aigu sans élévation du segment ST

ACT, angioplastie coronaire transluminale ; PAC, pontage aorto-coronarien ; NSTEMI, non-ST elevation myocardial infarction

2.1.2.3 Revascularisation de la maladie coronaire stable à FEVG conservée

Comme dans les recommandations européennes la revascularisation coronarienne est indiquée, par PAC ou par ACT, à visée symptomatique chez les patients présentant un angor réfractaire au traitement médical et en la présence d'une sténose coronarienne significative.

L'indication de la revascularisation coronarienne à visée pronostic en cas d'atteinte du tronc commun (TC) est indiquée. Dans ce cas, une revascularisation par PAC est supérieure à l'angioplastie, notamment en cas de maladie coronaire complexe. Une des principales différences avec les recommandations européennes est le faible niveau de recommandation (classe IIb) d'une revascularisation coronarienne à visée pronostic dans la maladie coronarienne à FEVG >50% sans atteinte du TC. Ainsi une revascularisation par PAC pourrait être considérée chez les patients tri-tronculaires, tandis que le bénéfice d'une ACT est incertain. De même l'intérêt pronostic de la revascularisation d'une atteinte de l'IVA proximale pourrait être indiquée avec un bénéfice incertain. En l'absence d'atteinte de l'IVA proximale chez le patient mono- ou bi-tronculaire une revascularisation n'est pas recommandée.

Concernant les diabétiques, les recommandations américaines et européennes restent proches : un traitement par PAC doit être préférée à l'ACT dès lors que l'atteinte coronarienne implique l'IVA chez un patient accessible à la chirurgie. L'IVA doit être revascularisée avec l'artère mammaire interne gauche (AMIG).

Recommandations	Classe	Niveau
Atteinte du tronc commun	I	B
Atteinte monotronculaire ou bitronculaire :		
Avec atteinte de l'IVA proximale	IIb	B
Sans atteinte de l'IVA proximale	III	B
Atteinte tritronculaire :		
Sans atteinte de l'IVA proximale	IIb	B
Avec atteinte de l'IVA proximale	IIb	B
Diabétique avec atteinte pluri-tronculaire impliquant l'IVA	I	A

Tableau 7 : Recommandations de la chirurgie de revascularisation coronarienne dans la cardiopathie ischémique stable à FEVG conservée

IVA, artère interventriculaire antérieure

2.1.2.4 Revascularisation de l'insuffisance cardiaque à FEVG altérée

Les recommandations américaines sont similaires aux européennes. La revascularisation coronarienne par PAC est indiquée à visée pronostic chez le patient atteint d'insuffisance cardiaque à FEVG sévèrement altérée (<35% et porteur d'une coronaropathie pluri-tronculaire accessible à un traitement chirurgical. Elle peut également être envisagé en cas de FEVG modérément altérée (35 à 50%) avec pontage de l'IVA par l'AMIG. Les patients non accessibles à un traitement par PAC doivent être discutés en « *Heart Team* ».

Recommandations	Classe	Niveau
Chez le patient avec atteinte pluri-tronculaire, altération sévère de la FEVG (<35%) et accessible à un traitement par chirurgie, une revascularisation par PAC est recommandée	I	B
Chez le patient avec atteinte pluri-tronculaire, altération modérée de la FEVG (35%-50%) et accessible à un traitement par chirurgie, une revascularisation par PAC peut être réalisée.	IIa	B

Tableau 8 : Recommandations de la chirurgie de revascularisation coronarienne dans la cardiopathie ischémique stable à FEVG altérée

FEVG, fraction d'éjection du ventricule gauche ; PAC, pontage aorto-coronarien

2.2 Survie à long terme de la revascularisation par pontage

coronarien

Le tableau 9 rapporte les principaux résultats en termes de survie à court, moyen et long termes de grandes séries et études réalisées ces 30 dernières années. Des publications portant sur des séries de patients inclus au-delà d'une trentaine d'années n'ont pas été retenus pour ce travail devant des critères de population différents (patient en moyenne 10 ans plus jeune), et des différences de prise en charge péri-opératoires plus marquées impactant la survie globale.

Seules les études SYNTAX, FREEDOM, BEST, NOBLE, EXCEL, ART et PRECOMBAT sont prospectives, les autres publications sont réalisées à partir de registres nationaux américains (35–38) et européens (17–19). Aucune de ces études prospectives n'inclues de chirurgie en urgences ou semi-urgences. Les autres études rapportant des interventions en urgences, rapportent environ 25% du total des patients opérés en urgences [Kirmani, Locker (19, 37)]. Dans les études rapportant une majorité d'intervention en urgences - de 50 à 75% - [Johannesdottir, Tranbaugh, et Grau (17, 36, 38)], ces chiffres élevés sont principalement dû au grand nombre d'intervention en semi-urgence.

Nous n'avons pas retrouvé de publications rapportant la survie à long terme après chirurgie de PAC isolées. Néanmoins les études de registres semblent plus représentatives de la pratique clinique dû à l'absence de critères d'inclusion ou d'exclusion. Les sept études prospectives citées ici présentent des critères d'inclusion ou d'exclusion sélectionnant la population étudiée :

- SYNTAX : lésion serrée tri-tronculaire et/ou lésion serrée du TC.
- FREEDOM : diabétique, lésion serrée bi- ou tri-tronculaire sans atteinte du TC.
- BEST : lésion serrée bi- ou tri-tronculaire sans atteinte du TC.
- NOBLE : lésion serrée du TC, pas plus de 3 lésions complexes associées, pas de patient à haut risque pour des PAC ou une ACT.
- EXCEL : lésion serrée du TC avec SYNTAX bas ou modéré.
- ART : lésion serrée pluri-tronculaire nécessitant au moins 2 PAC.
- PRECOMBAT : lésion serrée du TC systématique.

Etude/auteur (ref)	N	Age moyen (ans)	Opération en urgence (%)	Nbr. A distale	Nbr. A distale artère	Double M. (%)	Suivi moyen (mois)	Mortalité Hospitalière (%)	Survie 5 ans (%)	Survie 10 ans (%)
SYNTAX (20,21,39)	897	65 ± 9,8	Non : pas d'IDM	-	-	-	134 [91-145]	3,5	94,6	76
FREEDOM (40)	947	63,1 ± 9,2	Non précisé	2,9 ± 0,8	-	-	45,6 [30-59] median	1,7	89,1	-
BEST (41,42)	442	64,9 ± 9,4	Non : pas de STEMI	3,1 ± 0,9	2,1 ± 1,1	-	54 median	-	95	80,1
NOBLE (43)	603	66,2 ± 9,4	Non : pas de STEMI	2,3	-	8	37 [24-60] median	1	91	<i>En cours</i>
EXCEL (10,44)	5765	63,7 ± 9,9	Non : pas d'IDM	-	-	18,7	44 [±16]	1,4	90,8	<i>En cours</i>
ART (22,45,46)	3102	63,6 ± 9,0	Non : pas d'IDM	3	-	50	-	1,2	91,5	79,3
PRECOMBAT (47)	300	62,7 ± 9,5	Non : pas de STEMI	-	-	-	-	-	92,1	-
Wu et al. (35)	13212	66,1 ± 10,8	Non : pas d'IDM	-	-	-	45 [43-54] median	-	78,5	-
Kirmani et al. (19)	1974 (sans CEC)	65,1 ± 9,5	Oui (27,5)	-	-	-	88 median	0,7	-	84,8
	8319 (avec CEC)	64,8 ± 9,6	Oui (28,9)	-	-	-	88 median	1,3	-	75,8
Benedetto et al. (18)	3107 (RI)	66,5 ± 9,5	Non	2,45	-	18,2	-	-	-	69,9
	3107 (RC)	66,7 ± 9,0	Non	3,13	-	17,2	-	-	-	72,3

Johannesdottir et al.(17)	1507	65,9 ± 9,0	Oui (50,5)	3,5 ± 1	-	-	82 [0-162]	-	89,9	75
Tranbaugh et al.(36)	862 (avec AR)	60,8 ± 8,1	Oui (77,6)	3,6 ± 0,9	2,3	-	-	0,12	93,9	83,1
	862 (sans AR)	60,8 ± 9,2	Oui (75,5)	3,6 ± 1,0	1,0	-	-	0,24	88,7	74,3
Locker et al.(37)	1153 (AMIG + VSI)	59 ± 10	Oui (26,2)	-	-	0	91 [± 55]	0,8	93	80
	1153 (multi artériel)	59 ± 9	Oui (24,3)	-	-	86	91 [± 55]	0,9	96	83
Grau et al.(38)	928 (AMIG + VSI)	62,1 ± 9	Oui (56,4)	3,4	-	0	108 [± 60]	1,1	91	79
	928 (AMIG + AMID)	60,9 ± 9	Oui (54,3)	3,6	-	100	108 [± 60]	0,8	96	89
Moyenne¹	49 168	64,65						1,21	86,42	76,99

Tableau 9 : Survie à long terme après revascularisation par pontage coronarien

AMID, artère mammaire interne droite ; AMIG, artère mammaire interne gauche ; AR, artère radiale ; CEC, circulation extra-corporelle ; Double M, double mammaire interne ; IDM, infarctus du myocarde ; RI, revascularisation incomplète ; RC, revascularisation complète ; STEMI, ST elevation myocardial infarction ; VSI, veine saphène interne.

¹ : L'âge moyen, la mortalité hospitalière à 30 jours et la survie à 5 et 10 ans sont pondérés au nombre de patient.

2.3 Facteurs prédictifs de mortalité à long terme après revascularisation coronarienne chirurgicale

Le tableau 10 rapport les principaux facteurs de risque de mortalité à long terme après revascularisation par PAC. Ceux-ci sont en grande partie commun aux facteurs de risque de mortalité à court terme après PAC à savoir l'âge avancé, un IMC élevé, l'insuffisance rénale chronique, la BPCO, le diabète, l'artériopathie périphérique, ou un antécédent d'AVC.

Certains facteurs de risques sont discordants entre les publications, dont le plus notable d'entre eux est le sexe féminin. Plusieurs publications font état d'un surrisque de mortalité à long terme chez les femmes revascularisées par PAC isolées (48, 49). A l'inverse de nombreuses études ne retrouvent pas de sex-ratio en défaveur des femmes (17, 50–54), voire retrouve un surrisque chez les hommes (55). L'âge et les comorbidités des patientes apparaissent comme deux facteurs confondant majeurs (54). Dans la grande majorité des études, les femmes présentent un âge moyen plus important que les hommes, et ont plus de comorbidités cardiovasculaires et extracardiaques. Ainsi, si en analyse univariée un sex-ratio en faveur d'un surrisque de mortalité à long terme chez les femmes est souvent retrouvé, il disparaît en analyse multivariée (51, 53, 54, 56).

L'anémie préopératoire est également rapportée comme étant un facteur de risque de mortalité à long terme (53, 57, 58). L'anémie postopératoire n'est en revanche pas retrouvé comme facteur de risque dans les analyses multivariées.

Auteur \ FdR	Age	FEVG ≤ 50%	IRC (stade ≥ 3)	Diabète	BPCO	IMC	AOMI	AVC	Anémie		Instabilité HD	Atteinte du TC	Avec AMIG	Sexe féminin	Insuffisance cardiaque
									Pré- opérateur	Post- opérateur					
Johannesdottir et al. (17)	1,05 [1,03- 1,07]	2,17* [1,40- 3,35]	1,86 [1,34- 2,57]	2,18 [1,6- 2,97]	1,49 [1,002- 2,22]	-	-	-	-	-	-	-	-	Non	-
O'Boyle et al. (59)	1,05 [1,047- 1,059]	1,40 [1,27- 1,54] 2,34** (2,05- 2,38]	5,32# [3,63- 7,79]	1,20 [1,15- 1,26]	-	0,99° [0,979- 0,999]	1,24 [1,08- 1,41]	-	-	-	-	-	0,69 [0,61- 0,78]	-	-
Wu et al. (52)	1,06 [1,05- 1,06]	1,84* [1,54- 2,19] 1,35** [1,21- 1,51]	2,75 [2,15- 3,24]	1,53 [1,36- 1,73]	1,46 [1,35- 1,49]	1,35°° [1,03- 1,77]	-	1,45 [1,32- 1,59]	-	-	1,72 [1,19- 2,50]	1,17 [1,07- 1,29]	-	Non	1,43 [1,25- 1,65]
Gao et al. (60)	-	1,33*** [1,28- 1,38]	1,70 [1,63- 1,77]	1,92 [1,73- 2,14]	1,29 [1,23- 1,33]	1,37°°° [1,23- 1,52]	1,36 [1,30- 1,42]	1,29 [1,24- 1,35]	-	-	-	1,11 [1,07- 1,16]	-	0,79 [0,64- 0,99]	-

Oprea et al. (57)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,29 [1,15- 1,44]	Non	-	-	-	-	-
									1,50 [1,25-1,79]						
Warwick et al. (58)	1,04 [1,0,3- 1,04]	1,49 [1,35- 1,65] 2,41** [2,09- 2,79]	4,06 [3,03- 6,56]	1,27 [1,12- 1,45]	-	0,98° [0,97- 0,99]	1,22 [1,06- 1,41]	Oui (non précisé)	1,04 [1,01- 1,07]	-	-	-	1,62 [1,41- 1,85]	1,13 [1,01- 1,26]	-
Zafirir et al. (53)	1,04 [1,03- 1,06]	-	1,67 [1,30- 2,14]	1,51 [1,20- 1,90]	-	Non	1,52 [1,18- 1,97]	-	1,59 [1,25- 2,02]	-	-	-	-	Non	2,24 [1,74- 2,88]

Tableau 10 : Facteurs prédictifs de mortalité à long terme après revascularisation par PAC, exprimés avec Hazard Ratio et IC à 95%

AOMI, artériopathie oblitérante des membres inférieurs ; AVC, accident vasculaire cérébral ; BPCO, broncho-pneumopathie chronique obstructive ; FEVG, fraction d'éjection du ventricule gauche ; HD, hémodynamique ; HR, *hazard ratio* ; IC, intervalle de confiance ; IMC, indice de masse corporel ; IRC, insuffisance rénale chronique ; TC, tronc commun

* ≤ 30% ; ** ≤ 40% ; *** ≤ 54%

dialysé

° IMC non précisé ; °° IMC > 40 ; °°° Indice de surface corporelle

3 OBJECTIFS

L'objectif de notre étude était d'évaluer la survie à long terme après revascularisation coronarienne isolée par pontages coronariens sous CEC et de déterminer les facteurs pré- et per-opératoires prédictifs de mortalité.

4 MATERIELS ET METHODES

4.1 Schéma de l'étude

De Janvier 2009 à Décembre 2022, 4092 patients ont été opérés d'une chirurgie de revascularisation coronarienne isolée par pontages coronariens sous CEC dans le Service de Chirurgie Cardio-Vasculaire, Transplantation et Assistance Cardiaques des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg.

Le suivi moyen était de $6,2 \pm 3,8$ ans. Pendant cette période, 927 patients (22,7%) sont décédés.

Deux groupes ont été définis en fonction du statut du patient au 31 décembre 2022 :

- **Groupe vivant : 3165 patients,**
- **Groupe décédé : 927 patients.**

Il s'agit d'une étude rétrospective et monocentrique.

4.2 Recueil des données

Les données pré-, per- et postopératoires ont été collectées prospectivement dans une base de données (ASTRE, Access, Microsoft®). Cette base de données est validée comme outil informatique des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg depuis 2000 et de ce fait répond à la Charte des Patients hospitalisés aux Hôpitaux Universitaires de Strasbourg. Une déclaration à la CNIL a été faite en 2000. Tous les patients reçoivent une notice d'information et signe un consentement libre et éclairé concernant l'enregistrement de leurs données et l'utilisation de ces données à des fins de recherche.

La base de données de l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE) a été interrogée avec réalisation d'un appariement des patients inclus dans notre étude grâce à l'application MatchID (<https://deces.matchid.io/link>).

4.3 Définition des variables

L'anémie préopératoire a été définie selon les critères de l'Organisation Mondiale de la Santé : Hb <13g/dL pour les hommes et <12g/dL pour les femmes.

Le débit de filtration glomérulaire (DFG) a été calculé selon la formule MDRD. La classification en 6 stades de la fonction rénale a été utilisée en fonction de la DFG : stade 1 : >90 mL/min/1,73m² ; stade 2 : 60-89 mL/min/1,73m² ; stade 3a : 45-59 mL/min/1,73m² ; stade 3b : 30-44 mL/min/1,73m² ; stade 4 : 15-29 mL/min/1,73m² et stade 5 : <15 mL/min/1,73 m² ou dialysé.

L'indice de masse corporel (IMC) a été calculé selon la formule : poids/taille². La population a été divisée en 6 groupes : maigre IMC < à 18,5 ; normal entre 18.5 et 24.9 ; surpoids entre 25 et 29.9 ; obésité modérée (ou grade 1) entre 30 et 34.9 ; obésité sévère (ou grade II) entre 35 et 39.5 ; et obésité morbide (ou grade III) > 40.

La fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG) a été mesurée en échocardiographie transthoracique en pré- et postopératoire. Elle est déclinée en 3 stades : FEVG conservée ≥ 50%, modérément altérée 49 à 40%, et altérée < 40%.

L'EuroSCORE II est un score prédictif préopératoire de mortalité hospitalière à 30 jours au décours d'une chirurgie cardiaque (61), dérivé de l'EuroSCORE (62). Les patients sont répartis en 3 groupes : risque faible <2%, risque intermédiaire 2 à 4% et risque élevé >4%.

La classification de la dyspnée selon la New-York Heart Association (NYHA) est divisée en 4 stades : stade 1, absence de dyspnée au repos ou à l'effort ; stade 2, dyspnée apparaissant pour des efforts importants, supérieurs à ceux de l'activité quotidienne ; stade 3, dyspnée apparaissant pour des efforts inférieurs à une activité quotidienne ; et stade 4, dyspnée au repos s'aggravant au moindre effort.

La classification de l'angor selon la Canadian Cardiovascular Society (CCS) est divisée en 4 stades. Stade 1 : angor uniquement à l'effort intense, rapide ou prolongé ; stade 2 : angor à la marche rapide, en cote, à la montée de 2 étages ou plus, dans le

froid, contre le vent ou après stress émotionnel ; stade 3 : angor à la marche sur terrain plat ou monter de 1 étage ; et stade 4 : angor à la moindre activité physique voire au repos.

La bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) est définie comme une obstruction bronchique non réversible après administration de bronchodilatateur. L'obstruction bronchique correspond à un rapport de Tiffeneau $< 70\%$ mesuré en spirométrie par le rapport du volume expiratoire maximal par seconde (VEMS) sur la capacité vitale forcée (CVF).

Le statut diabétique était défini selon les critères de l'OMS par la présence à 2 reprises d'une glycémie à jeun depuis 8 heures $\geq 1,26\text{g/L}$, ou $\geq 2\text{g/L}$, 2 heures après la prise de 75g de glucose per os.

L'hypertension artérielle (HTA) correspondait à une pression artérielle systolique et diastolique, mesurée à plusieurs reprises au repos $>$ à 140/90mmhg.

La dyslipidémie était définie par un taux de *low density lipoprotein cholesterol* (LdLc) supérieur aux cibles définies par l'ESC en 2019 selon le risque SCORE du patient (63). Les cibles selon le risque sont : risque bas $<1,16\text{g/L}$, risque modérée $<1\text{g/L}$, risque élevé $<0,7\text{g/L}$ et risque très élevé ou prévention secondaire $<0,55\text{g/L}$.

L'artériopathie périphérique regroupe principalement deux atteintes artérielles : celles des membres inférieurs avec l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs (AOMI), définie par un rapport des index de pression systoliques (IPS) entre la cheville et le bras $<0,90$; ainsi qu'une atteinte des troncs supra-aortique avec la présence d'au moins une lésion significative sur une artère carotide ou vertébrale.

La coronaropathie était évaluée lors d'une coronarographie préopératoire. Une atteinte tronculaire était définie par la présence d'au moins une sténose significative sur une artère du réseau de l'artère IVA, ou de l'artère circonflexe ou de l'artère coronaire droite.

4.4 Définition des critères de jugement

Le critère de jugement principal était la mortalité définie comme les décès survenant à l'issue de la chirurgie quel que soit le délai. Elle incluait donc la mortalité hospitalière.

4.5 Analyse statistique

L'analyse statistique a été faite avec le logiciel SPSS® (SPSS 22.0, Chicago, IL, USA). Les variables continues sont exprimées en moyenne avec la déviation standard et ont été testées par le test *t* de Student. Les variables dichotomiques ont été analysées par le test du Chi-deux de Pearson ou, si l'effectif de l'échantillon était ≤ 5 , par le test exact de Fisher.

L'analyse des facteurs statistiquement associés à la survenue d'un décès a été réalisée en univarié. Les variables significatives en analyse univariée ont été retenues pour l'analyse multivariée. L'analyse multivariée a été effectuée selon le modèle de régression logistique de Cox. La méthode d'élimination progressive (Backward LR) des variables a été retenue.

Les courbes de survie actuarielle ont été déterminées par la méthode de Kaplan-Meier. Les comparaisons des courbes de survie actuarielle ont été réalisées par le test du Log Rank. Les critères de comparaison de la survie actuarielle ont été : l'âge, le diabète, la BPCO, l'AVC, l'artériopathie périphérique, une dyspnée \geq stade III de la NYHA, la fonction rénale, la FEVG, l'anémie préopératoire, le nombre d'anastomose distale, la durée de CEC et le nombre de facteurs de risque de mortalité associés. Seuls les résultats avec un P inférieur à 0,05 ont été considérés comme statistiquement significatifs.

5 RESULTAS

5.1 Données préopératoires

Les données préopératoires sont rapportées au niveau du Tableau 11.

La population était en moyenne plus âgée dans le groupe décédé, avec une plus forte proportion de patients de plus de 80 ans ($P < 0,0001$). On ne retrouvait pas de sex ratio entre les groupes ($P = 0,596$). Parmi les facteurs de risque cardiovasculaire l'HTA, et le diabète (insulino-requérant ou non) avaient une prévalence significativement plus élevée dans le groupe décédé ($P < 0,001$). L'IMC, la dyslipidémie et le tabagisme actif ne différaient pas significativement entre les groupes (respectivement $P = 0,149$, $P = 0,529$ et $P = 0,054$).

Il n'y avait pas de différence d'antécédent de syndrome coronarien aigu, d'angioplastie coronarienne ou d'infarctus du myocarde entre les deux populations (respectivement $P = 0,144$, $P = 0,914$ et $P = 0,059$). La chirurgie redux était plus élevée dans le groupe décédé ($P = 0,003$) bien que l'échantillon de patient soit faible avec 56 patients au total. Les patients du groupe décédé étaient significativement plus souvent atteints de BPCO, d'artériopathie périphérique ou ayant un antécédant d'AVC ($P < 0,0001$). La chirurgie en urgence était significativement plus fréquente dans la population décédée ($P < 0,0001$); et pour les patients en situation d'instabilité hémodynamique : choc cardiogénique ($P = 0,001$), sous ECMO ($P = 0,008$), sous ballon de contre-pulsion intra-aortique ($P < 0,0001$) ou sous ventilation mécanique ($P < 0,0001$). On retrouvait également dans le groupe décédé un plus fort taux de patient cliniquement symptomatique avec une dyspnée NYHA ≥ 3 ou un angor CCS à 4 ($P < 0,0001$).

Biologiquement une anémie préopératoire était significativement plus souvent présente dans le groupe décédé ($P < 0,0001$), avec un taux d'hémoglobine en moyenne inférieur de 1g/dL ($P < 0,0001$). L'insuffisance rénale était également plus souvent retrouvée dans ce groupe ($P < 0,0001$).

La fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG) était plus souvent modérément altérée à altérée dans la population de patient décédé ($P < 0,0001$).

Les deux groupes présentaient une atteinte coronarienne de sévérité similaire, à l'exception de l'occlusion chronique de la coronaire droite moins fréquente dans le groupe vivant (P=0,001).

Enfin l'EuroSCORE II était plus élevé dans la population du groupe décédé (P<0,0001).

Variables	Population globale N=4092	Groupe Vivant N=3165	Groupe Décédé N=927	P
Age (années)	65,9±9,5	64,8±9,4	69,6±8,9	<0,0001
Age ≥ 80 ans	265 (6,5)	150 (4,7)	115 (12,4)	<0,0001
Sexe féminin	690 (16,9)	539 (17,0)	151 (16,3)	0,596
IMC (kg/m ²)	28,0±4,5	27,9±4,4	28,2±4,9	0,131
Classe IMC :				0,149
< 18,5	22 (0,5)	17 (0,5)	5 (0,6)	
18,5 – 24,9	1051 (26,1)	810 (25,9)	241 (26,8)	
25 – 29,9	1742 (43,3)	1370 (43,8)	372 (41,3)	
30 – 34,9	910 (22,6)	704 (22,5)	206 (22,9)	
35 – 39,9	245 (6,1)	190 (6,1)	55 (6,1)	
> 40	57 (1,4)	36 (1,2)	21 (2,3)	
Tabagisme	2173 (53,1)	1655 (52,3)	518 (55,9)	0,054
Hypertension artérielle	2952 (72,1)	2242 (70,8)	710 (76,6)	0,001
Dyslipidémie	2892 (70,7)	2229 (70,4)	663 (71,5)	0,529
Diabète	1597 (39,0)	1145 (36,2)	452 (48,8)	<0,0001
Diabète sous insuline	529 (12,9)	784 (24,8)	284 (30,6)	<0,0001
BPCO	230 (5,6)	125 (3,9)	105 (11,3)	<0,0001
Antécédent AVC	264 (6,5)	170 (5,4)	94 (10,1)	<0,0001
Artériopathie périphérique	1195 (29,2)	783 (24,7)	412 (44,4)	<0,0001
Chirurgie reux	56 (1,4)	34 (1,1)	22 (2,4)	0,003
Angioplastie coronarienne	1096 (26,8)	849 (26,8)	247 (26,6)	0,914
IDM	986 (24,1)	741 (23,4)	245 (26,4)	0,059
Stade ≥ 3 NYHA	528 (12,9)	349 (11,0)	179 (18,3)	<0,0001

Stade 4 CCS	304 (7,4)	209 (6,6)	95 (10,2)	<0,0001
SCA ST+	403 (9,8)	349 (9,4)	99 (10,7)	0,144
Choc cardiogénique	32 (0,8)	17 (0,5)	15 (1,6)	0,001
Ventilation mécanique	29 (0,7)	11 (0,3)	18 (1,9)	<0,0001
Urgence	424 (10,4)	285 (9,0)	139 (15,0)	<0,0001
BCPIA	103 (2,5)	58 (1,8)	45 (4,9)	<0,0001
ECMO	7 (0,2)	2 (0,1)	5 (0,5)	0,008
Biologie :				
Hb (g/dl)	13,8±1,6	14,1±1,5	13,1±1,8	<0,0001
Anémie préopératoire	831 (20,3)	494 (15,9)	337 (37,7)	<0,0001
DFG (ml/min/1,73m ²)	82,7±26,0	85,1±24,1	74,6±30,5	<0,0001
Classe DFG :				<0,0001
≥ 90	1495 (37,2)	1247 (39,9)	248 (27,6)	
60 – 89	1888 (47,0)	1488 (47,7)	400 (44,5)	
45 – 59	367 (9,1)	253 (8,1)	114 (12,7)	
30 – 44	143 (3,6)	89 (2,9)	54 (6,0)	
15 – 29	50 (1,2)	22 (0,7)	28 (3,1)	
< 15 et/ou dialyse	78 (1,9)	23 (0,7)	55 (6,1)	
Échographie :				
FEVG (%)	57,8±10,9	58,9±10,1	54,3±12,6	<0,0001
Classe FEVG :				<0,0001
≥ 50%	3354 (82,0)	2702 (86,2)	652 (71,3)	
41 – 49%	339 (8,3)	22 (7,1)	117 (12,8)	
≤ 40%	356 (8,7)	211 (6,7)	145 (15,9)	
Coronarographie :				
Atteinte :				0,319
Mono-tronculaire	209 (5,1)	164 (5,2)	45 (4,9)	
Bi-tronculaire	930 (22,7)	735 (23,2)	195 (21,0)	
Tri-tronculaire	2953 (72,2)	2266 (71,6)	687 (74,1)	
Sténose Tc ≥ 70%	1038 (25,4)	779 (24,6)	259 (27,9)	0,071
Occlusion IVA	527 (12,9)	409 (12,9)	118 (12,7)	0,877
Occlusion circonflexe	395 (9,7)	305 (9,6)	90 (9,7)	0,948

Occlusion coronaire droite	968 (23,7)	712 (22,5)	256 (27,6)	0,001
EuroSCORE 2 (%)	2,4±4,6	1,9±3,5	4,0±6,9	<0,0001
Classe EuroSCORE II :				<0,0001
< 2%	2901 (70,9)	2557 (77,3)	454 (49,0)	
2-4%	750 (18,3)	490 (15,5)	260 (28,0)	
> 4%	441 (10,8)	228 (7,2)	213 (23,0)	

Tableau 11 : Données préopératoires cliniques et paracliniques

Les variables continues sont exprimées en moyenne avec la déviation standard et les variables dichotomiques sont rapportées en nombre et (%).

IMC, indice de masse corporelle ; Hb, hémoglobine ; BPCO, bronchopneumopathie chronique obstructive ; AVC, accident vasculaire cérébral ; IDM, infarctus du myocarde ; NYHA, dyspnée selon classification de la New-York Heart Association classification ; CCS, angor selon la classification de la Canadian Cardiovascular Society ; SCA, syndrome coronarien aigu ; BCPIA, ballon de contre-pulsion intra-aortique ; ECMO, *extracorporeal membrane oxygenation* ; Anémie préopératoire, <12g/dl chez la femme et <13 g/dl chez l'homme ; DFG, débit de filtration glomérulaire calculé selon la formule MDRD ; FEVG, fraction d'éjection ventriculaire gauche ; Tc, tronc commun ; IVA, artère interventriculaire antérieure ; EuroSCORE II, mortalité prédite à 30 jours par l'EuroSCORE II.

5.2 Données opératoires

Les données opératoires sont rapportées au niveau du Tableau 12.

Concernant les données peropératoire, la température centrale mesurée par la température vésicale était significativement plus élevée dans le groupe vivant ($P<0,0001$). La pose d'une ECMO peropératoire était, plus fréquente dans le groupe décédé ($P<0,0001$). La durée de la CEC était significativement augmentée dans le groupe décédé comparativement aux groupe vivant ($P<0,0001$) alors que la durée de clampage aortique ne différait pas entre les 2 groupes.

Le nombre d'anastomose distale moyen était significativement plus élevé dans le groupe vivant ($P<0,0001$), avec une augmentation significative du nombre d'anastomose distale par greffon artériel ($P<0,0001$) et une diminution du nombre d'anastomose distale par greffon veineux ($P=0,016$). La réalisation de pontage double mammaire était significativement plus élevée dans le groupe vivant ($P<0,0001$), sans différence du nombre de pontage tout-artériel entre les deux groupes ($P=0,113$). Le nombre de pontage avec utilisation de l'AMIG ne différaient pas entre les groupes

(P=0,716) mais un plus grand nombre d'anastomose distale avec cette dernière était significativement retrouvé dans le groupe vivant (P<0,0001). L'utilisation de l'AMID était significativement plus élevée dans le groupe vivant (P<0,0001), avec un plus grand nombre d'anastomose distale avec celle-ci (P=0,010). L'utilisation de l'artère gastro-épiploïque était significativement plus fréquente dans le groupe vivant (P=0,013). L'utilisation d'une artère radiale était marginale dans notre centre avec 2 pontages sur 4092. Enfin, le nombre de pontage aorto-coronarien réalisé par patient était significativement plus élevé dans le groupe vivant (P<0,0001). On retrouvait plus de mono-, double- et triple-pontage dans le groupe décédé que dans le groupe vivant, puis une inversion à partir du quadruple-pontage et plus.

Variabes	Population globale N=4092	Groupe Vivant N=3165	Groupe Décédé N=927	P
Durée CEC (min)	112,7±40,2	111,2±40,0	118,1±40,6	<0,0001
Durée CA (min)	85,6±33,0	85,5±86,1	86,1±32,2	0,658
T° vésicales (C°)	34,4±1,5	34,5±1,5	34,0±1,4	<0,0001
ECMO peropératoire	24 (0,6)	10 (0,3)	14 (1,5)	<0,0001
Nbr. AD (a/pt)	3,2±1,1	3,2±1,1	3,1±1,1	<0,0001
Nbr. AD artérielles (a/pt)	2,6±0,9	2,7±0,9	2,4±0,9	<0,0001
Nbr. AD veineuses (a/pt)	0,6±0,7	0,5±0,7	0,6±0,7	0,016
Double mammaire	3311 (80,9)	2609 (82,4)	702 (75,7)	<0,0001
Tout artériel	2177 (53,2)	1705 (53,9)	473 (50,9)	0,113
AMIG	4031 (98,5)	3119 (98,5)	912 (98,4)	0,716
Nbr. AD AMIG (a/pt)	1,6±0,6	1,6±0,6	1,5±0,6	<0,0001
AMID	3344 (81,7)	2632 (83,2)	712 (76,8)	<0,0001
Nbr. AD AMID (a/pt)	1,2±0,5	1,2±0,5	1,2±0,4	0,010
AGE	142 (3,5)	122 (3,9)	20 (2,2)	0,013
Artère radiale	2 (0,0)	0	2 (0,2)	0,051
Type PAC :				<0,0001
PAC x 1	197 (4,8)	136 (4,3)	61 (6,6)	
PAC x 2	890 (21,7)	668 (21,1)	222 (23,9)	

PAC x 3	1316 (32,2)	994 (31,4)	322 (34,7)	
PAC x 4	1130 (27,6)	914 (28,9)	216 (23,3)	
PAC x 5	429 (10,5)	338 (10,7)	91 (9,8)	
PAC x \geq 6	130 (3,2)	115 (3,6)	15 (1,6)	

Tableau 12 : Données opératoires

Les variables continues sont exprimées en moyenne avec la déviation standard et les variables dichotomiques sont rapportées en nombre et (%).

CEC, circulation extracorporelle ; CA, clampage aortique ; Nbr. AD, nombre d'anastomose distale ; a/pt, anastomoses par patient ; AMIG, artère mammaire interne gauche ; AMID, artère mammaire interne droite ; AGE, artère gastro-épiploïque ; PAC, pontage aorto-coronarien

5.3 Survie et facteurs de risque de mortalité

La mortalité hospitalière était de 2,1% (87 patients). Le ratio de la mortalité observée sur la mortalité prédite par l'EuroSCORE II était de 0,8.

Lors du suivi moyen de $6,2 \pm 3,8$ ans (0,0-13,9 ans), 927 patients (22,7%) sont décédés. La survie actuarielle dans la population globale à 1 an, 3 ans, 5 ans, 7 ans, 10 ans et 12 ans étaient de $95,5 \pm 0,3\%$, $91,0 \pm 0,5\%$, $86,3 \pm 0,6\%$, $80,1 \pm 0,7\%$, $70,3 \pm 1,0\%$ et $62,5 \pm 1,2\%$, respectivement (Figure 1).

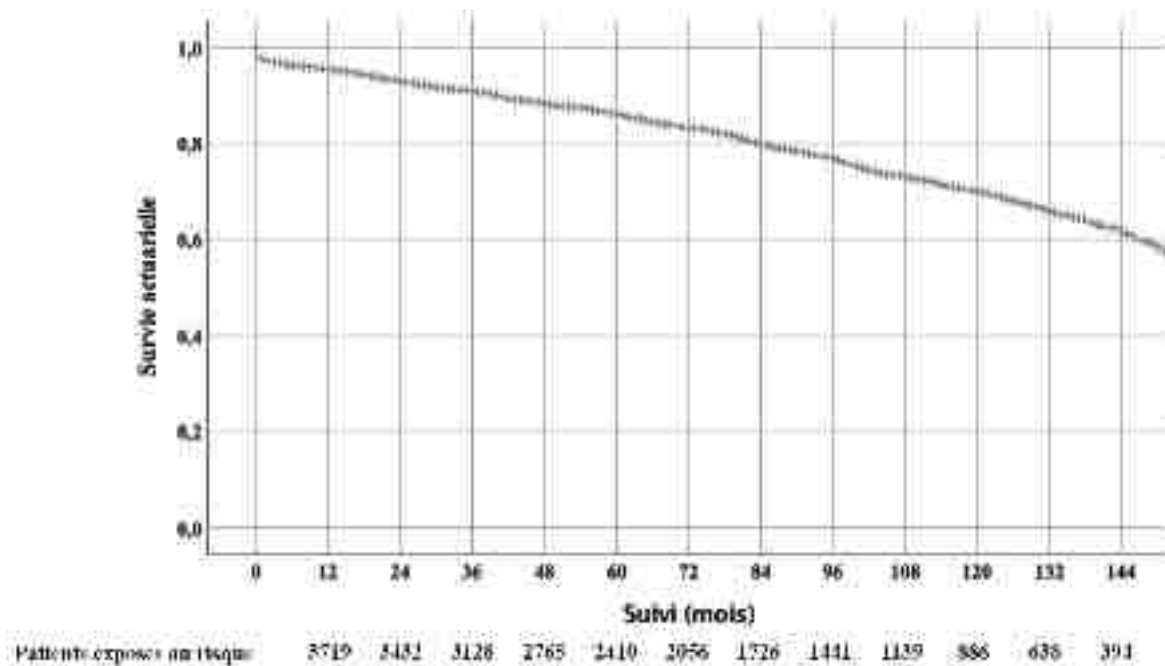


Figure 1 : Survie actuarielle après pontage coronarien

Les facteurs prédictifs pré- et peropératoires de mortalité en analyse multivariée étaient : l'âge, le diabète, la BPCO, l'antécédent d'AVC, l'artériopathie périphérique, la dyspnée \geq stade III de la NYHA, la DFG préopératoire, la FEVG préopératoire, l'anémie préopératoire, le nombre d'anastomose distale et la durée de la CEC (Tableau 13 et Figure 2).

Variable	Odds ratio	IC 95%	P
Age	1,048	1,038-1,059	<0,0001
Diabète	1,338	1,130-1,584	0,001
BPCO	2,151	1,574-2,938	<0,0001
AVC	1,424	1,052-1,959	0,022
Artériopathie périphérique	1,835	1,545-2,180	<0,0001
Dyspnée \geqstade III de la NYHA	1,371	1,090-1,724	0,007
DFG préopératoire	0,995	0,992-0,999	0,007
FEVG préopératoire	0,973	0,966-0,981	<0,0001
Anémie préopératoire	2,138	1,771-2,581	<0,0001
Nombre d'anastomose distale	0,758	0,693-0,829	<0,0001
Durée de la CEC	1,007	1,004-1,009	<0,0001

Tableau 13 : Facteurs prédictifs pré- et peropératoire de mortalité en analyse multivariée

BPCO, bronchopneumopathie chronique obstructive ; AVC, accident vasculaire cérébral ; NYHA, New-York Heart Association ; DFG, débit de filtration glomérulaire ; FEVG, fraction d'éjection ventriculaire gauche ; CEC, circulation extracorporelle.

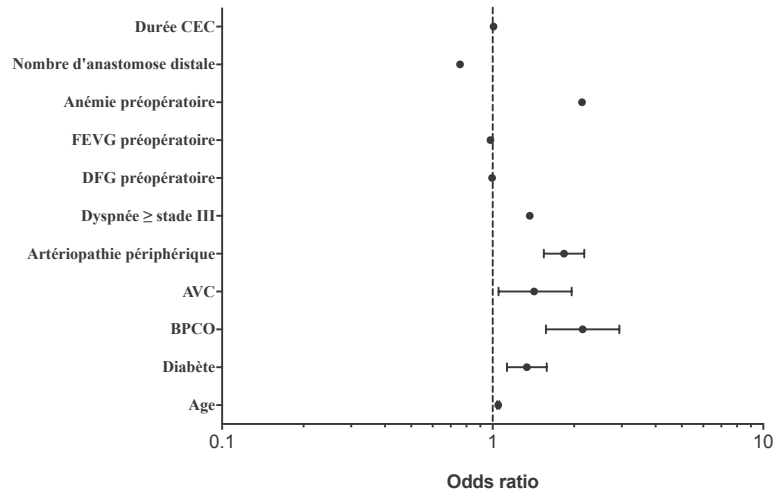


Figure 2 : Odds ratio des facteurs prédictifs pré- et peropératoires de mortalité en analyse multivariée

BPCO, bronchopneumopathie chronique obstructive ; AVC, accident vasculaire cérébral ; NYHA, New-York Heart Association ; DFG, débit de filtration glomérulaire ; FEVG, fraction d'éjection ventriculaire gauche ; CEC, circulation extracorporelle.

La survie actuarielle en fonction de l'âge est rapportée dans le Tableau 14 et la Figure 3 (Log Rank Test <0,0001).

	N	Survie à 5 ans (%)	Survie 10 ans (%)	Survie moyenne (mois)
Age <50 ans	229 (5,6)	97,5±1,1	89,4±2,6	156,9±2,3
Age 50-59 ans	756 (18,5)	92,2±1,0	81,9±1,8	144,9±1,8
Age 60-69 ans	1532 (37,4)	88,8±0,9	73,7±1,6	136,2±1,8
Age 70-79 ans	1310 (32,0)	81,3±1,2	60,7±1,8	118,5±1,8
Age ≥80 ans	265 (6,5)	73,7±2,9	40,7±4,3	97,4±4,1

Tableau 14 : Survie actuarielle en fonction de l'âge

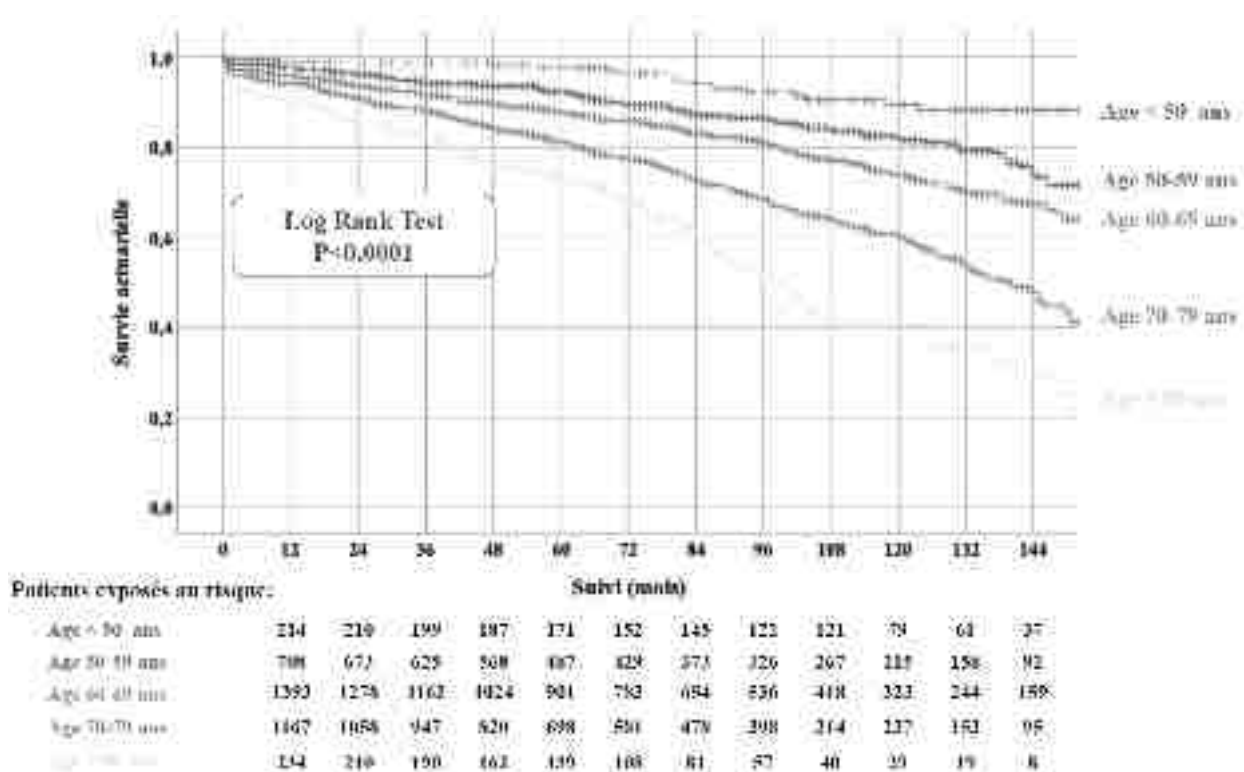


Figure 3 : Survie actuarielle en fonction de l'âge

La survie actuarielle en fonction de l'absence de diabète, de DNID et de diabète sous insuline est rapportée dans le Tableau 15 et la Figure 4 (Log Rank Test <0,0001).

	N	Survie à 5 ans (%)	Survie 10 ans (%)	Survie moyenne (mois)
Absence	2495 (61,0)	88,7±0,7	74,8±1,2	137,0±1,1
DNID	1068 (26,1)	84,8±1,2	65,9±1,9	125,3±1,9
DID / DNID-IR	529 (12,9)	77,7±2,0	56,2±3,0	114,7±3,0

Tableau 15 : Survie actuarielle en fonction de l'existence d'un diabète

DNID, diabète non insulino-dépendant ; DID, diabète insulino-dépendant ; DNID-IR, DNID insulino-requérant.

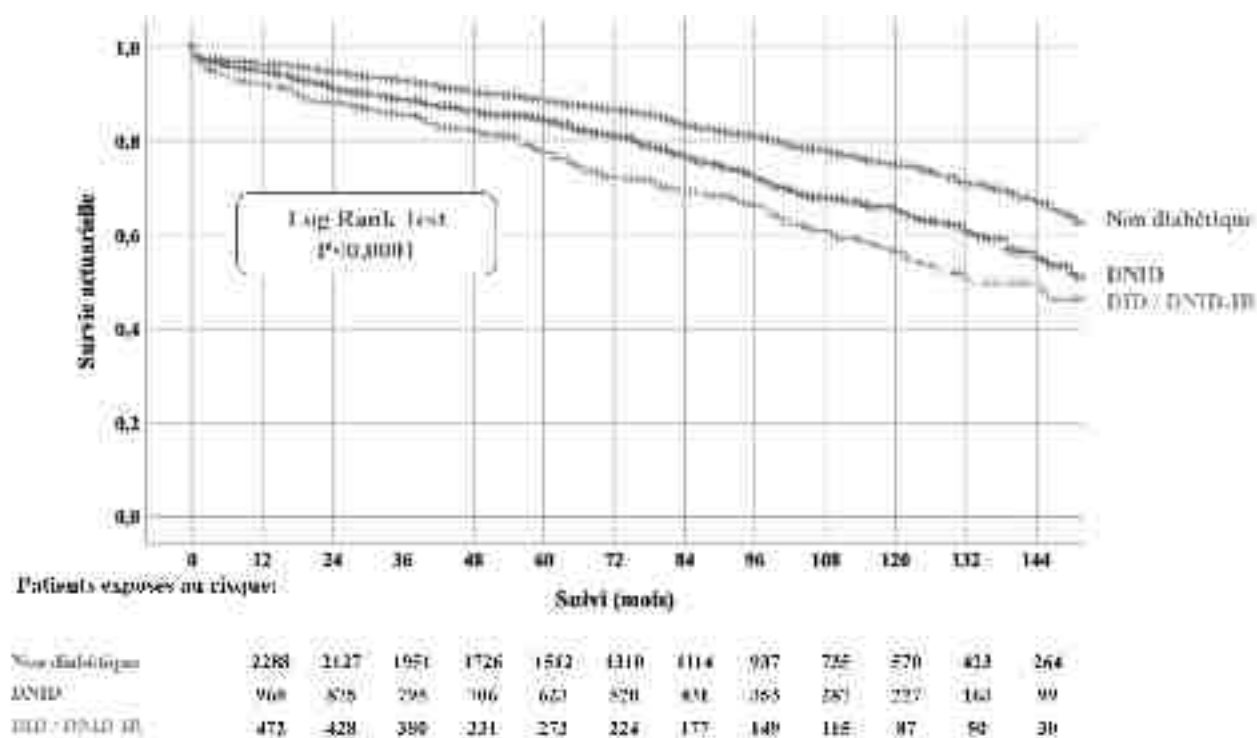


Figure 4 : Survie actuarielle en fonction de l'existence d'un diabète

DNID, diabète non insulino-dépendant ; DID, diabète insulino-dépendant ; DNID-IR, DNID insulino-requérant.

La survie actuarielle en fonction de l'absence ou de la présence d'une BPCO est rapportée dans le Tableau 16 et la Figure 5 (Log Rank Test <0,0001).

	N	Survie à 5 ans (%)	Survie 10 ans (%)	Survie moyenne (mois)
Absence	3862 (94,4)	87,5±0,6	71,4±1,0	133,2±0,9
BPCO	230 (5,6)	67,2±3,2	52,3±3,8	100,1±4,5

Tableau 16 : Survie actuarielle en fonction de l'existence d'une BPCO
BPCO, bronchopneumopathie chronique obstructive.

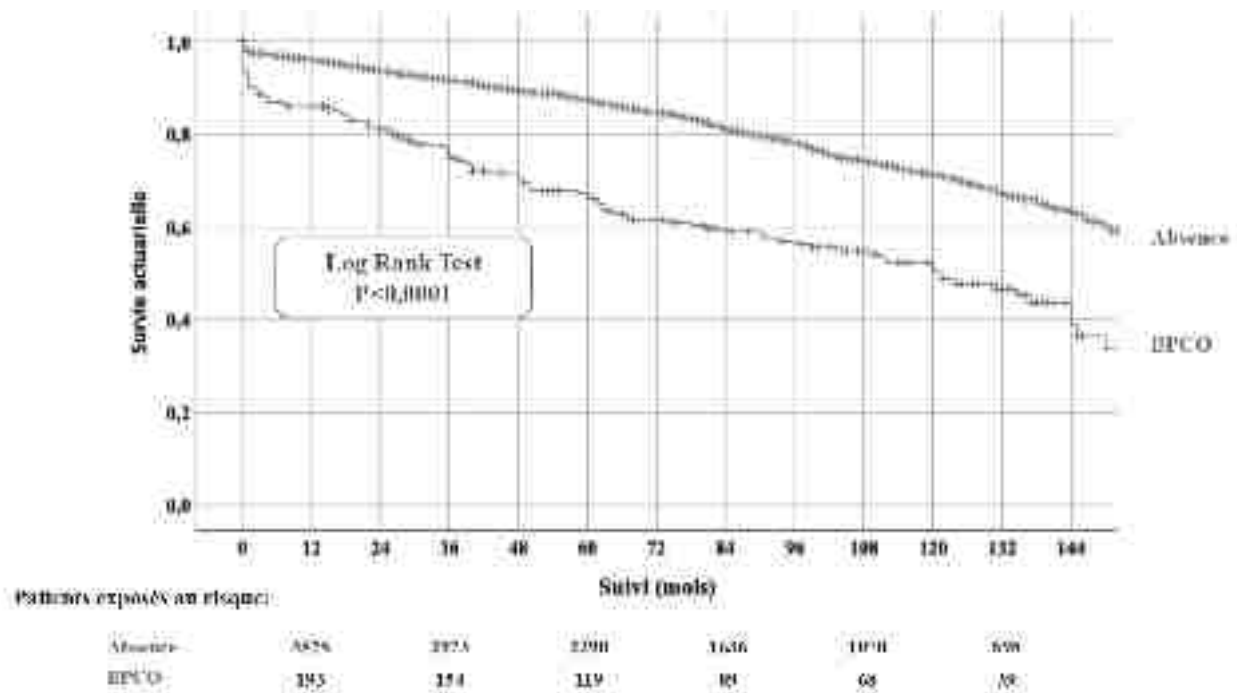


Figure 5 : Survie actuarielle en fonction de l'existence d'une BPCO
BPCO, bronchopneumopathie chronique obstructive.

La survie actuarielle en fonction de l'absence ou de la présence d'un antécédent d'AVC est rapportée dans le Tableau 17 et la Figure 6 (Log Rank Test <0,0001).

	N	Survie à 5 ans (%)	Survie 10 ans (%)	Survie moyenne (mois)
Absence	3828 (93,5)	87,0±0,6	71,4±1,0	132,6±1,0
AVC	264 (6,5)	76,2±2,8	56,1±3,9	112,7±4,1

Tableau 17 : Survie actuarielle en fonction de l'existence d'un antécédent d'AVC
AVC, accident vasculaire cérébral.

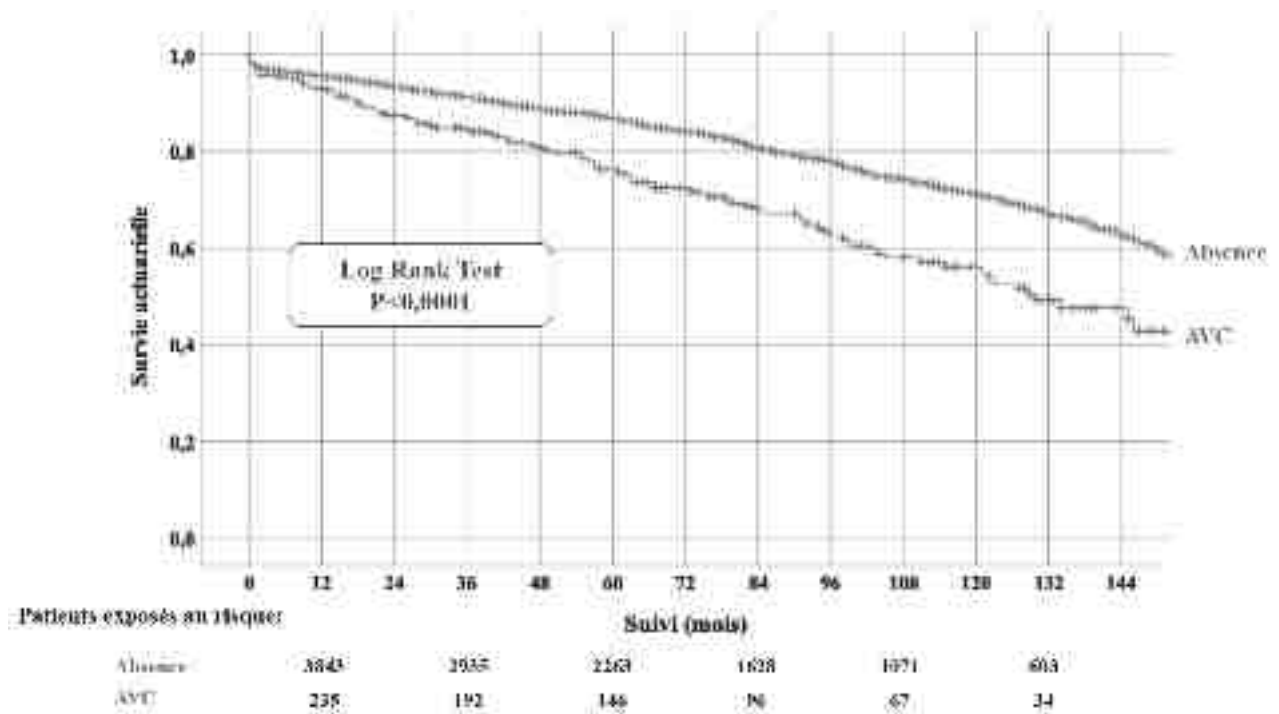


Figure 6 : Survie actuarielle en fonction de l'existence d'un antécédent d'AVC
AVC, accident vasculaire cérébral.

La survie actuarielle en fonction de l'absence ou de la présence d'une artériopathie périphérique est rapportée dans le Tableau 18 et la Figure 7 (Log Rank Test <0,0001).

	N	Survie à 5 ans (%)	Survie 10 ans (%)	Survie moyenne (mois)
Absence	2897 (70,8)	89,4±0,6	76,3±1,1	138,9±1,0
Artériopathie	1195 (29,2)	78,7±1,3	56,2±1,9	112,7±1,9

Tableau 18 : Survie actuarielle en fonction de la présence d'une artériopathie périphérique

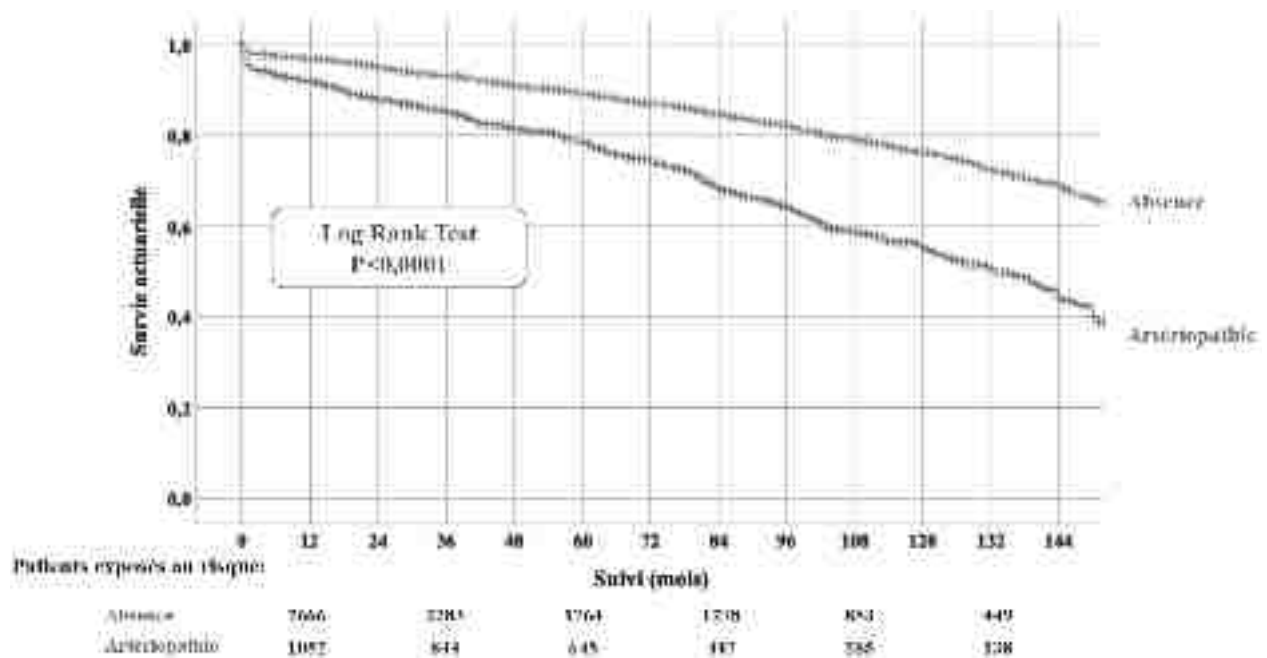


Figure 7 : Survie actuarielle en fonction de la présence d'une artériopathie périphérique

La survie actuarielle en fonction d'une dyspnée \leq stade II ou d'une dyspnée \geq stade III est rapportée dans le Tableau 19 et la Figure 8 (Log Rank Test $<0,0001$).

Dyspnée	N	Survie à 5 ans (%)	Survie 10 ans (%)	Survie moyenne (mois)
\leq stade II	3564 (87,1)	87,4 \pm 0,6	72,2 \pm 1,0	133,6 \pm 1,0
\geq stade III	528 (12,9)	79,4 \pm 1,8	58,9 \pm 2,7	116,4 \pm 0,9

Tableau 19 : Survie actuarielle en fonction de l'existence d'une dyspnée \geq stade III de la NYHA

NYHA, New-York Heart Association.

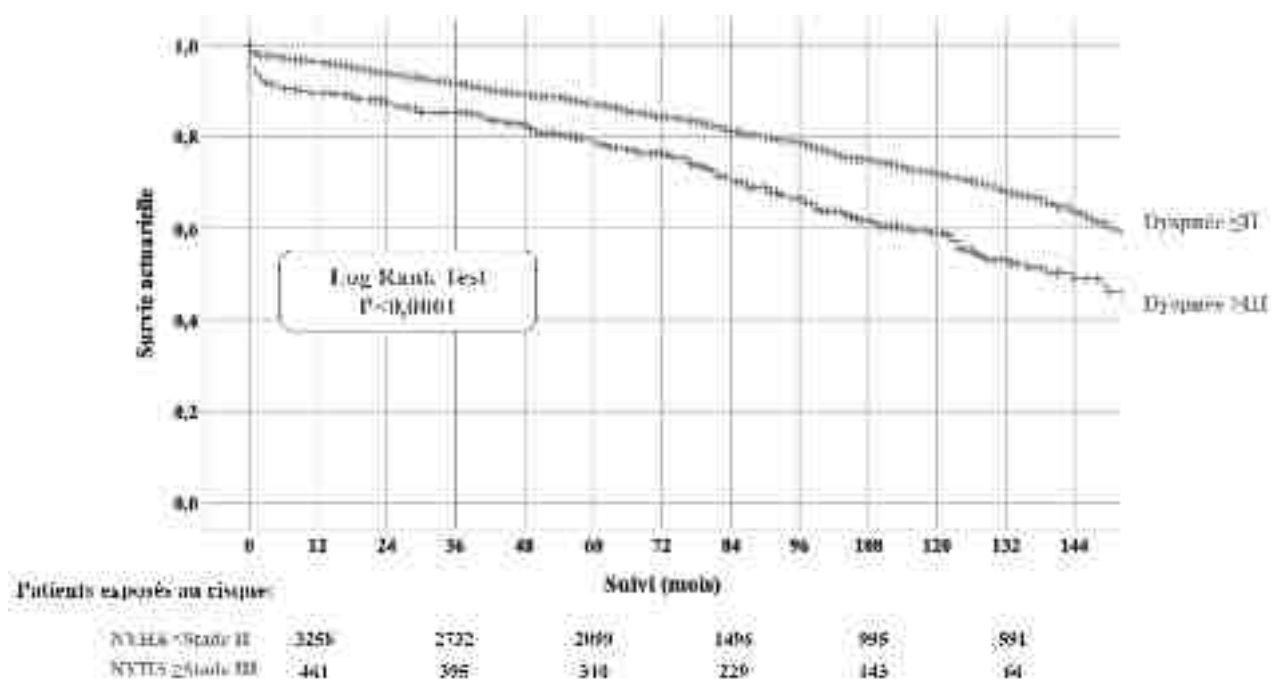


Figure 8 : Survie actuarielle en fonction de l'existence d'une dyspnée \geq stade III de la NYHA

NYHA, New-York Heart Association.

La survie actuarielle en fonction du stage de la fonction rénale préopératoire est rapportée dans le Tableau 20 et la Figure 9 (Log Rank Test <0,0001).

Classification fonction rénale	N	Survie à 5 ans (%)	Survie 10 ans (%)	Survie moyenne (mois)
Stade 1	1495 (36,5)	89,9±0,9	77,0±1,5	140,1±1,4
Stade 2	1888 (46,1)	87,8±0,8	72,4±1,4	133,2±1,4
Stade 3a	367 (9,0)	81,7±2,2	61,8±3,3	119,4±3,1
Stade 3b	143 (3,5)	79,1±3,6	49,2±5,7	106,8±5,4
Stade 4	50 (1,2)	57,3±7,4	27,9±9,4	76,3±9,4
Stade 5	78 (1,9)	42,2±5,9	19,8±5,7	61,3±6,8

Tableau 20 : Survie actuarielle en fonction de la fonction rénale préopératoire

Classification de la fonction rénale : stade 1: >90 mL/ min/1,73 m² ; stade 2: 60-89 mL/min/1,73 m²; stade 3a: 45-59 mL/ min/1,73 m²; stade 3b: 30-44 mL/min/1,73 m²; stade 4: 15-29 mL/ min/1,73 m² et stade 5 : <15 mL/min/1,73 m² et/ou dialysé.

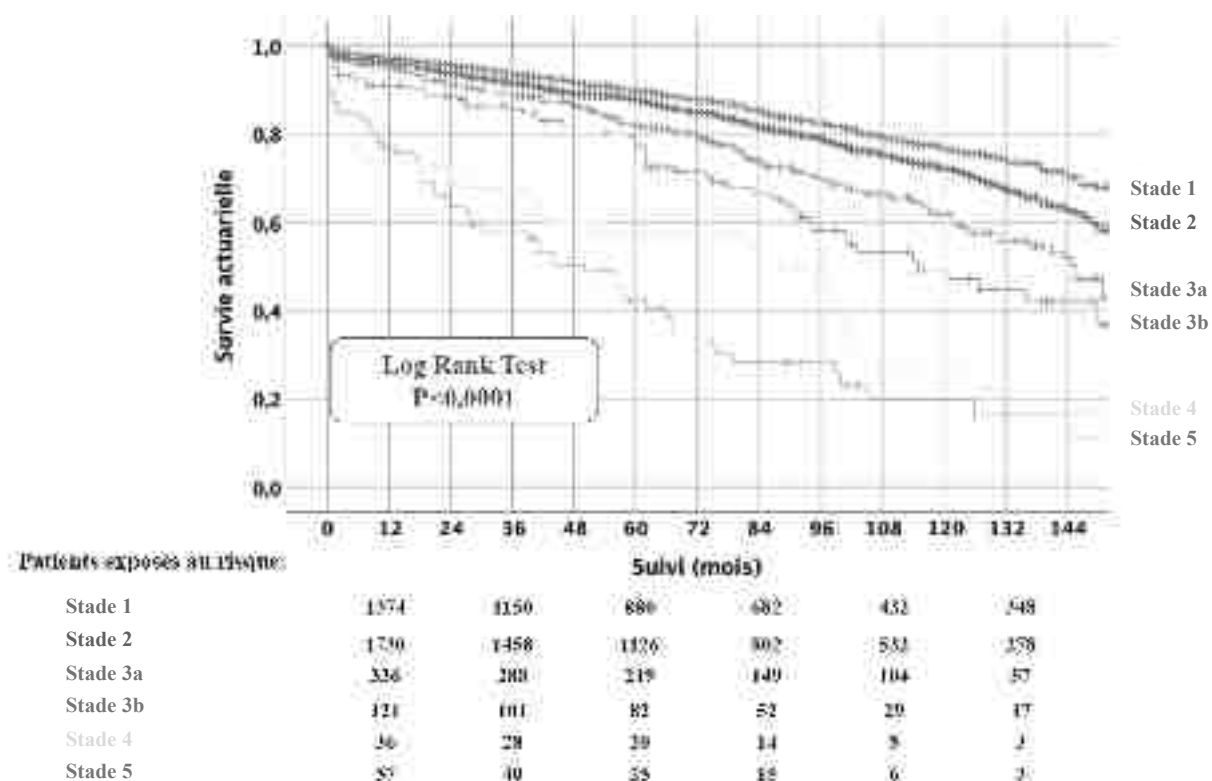


Figure 9 : Survie actuarielle en fonction de la fonction rénale préopératoire

Classification de la fonction rénale : stade 1: >90 mL/ min/1,73 m² ; stade 2: 60-89 mL/min/1,73 m²; stade 3a: 45-59 mL/ min/1,73 m²; stade 3b: 30-44 mL/min/1,73 m²; stade 4: 15-29 mL/ min/1,73 m² et stade 5 : <15 mL/min/1,73 m² et/ou dialysé.

La survie actuarielle en fonction de la FEVG préopératoire (≥50%, 41-49%, ≤40%) est rapportée dans le Tableau 21 et la Figure 10 (Log Rank Test <0,0001).

FEVG	N	Survie à 5 ans (%)	Survie 10 ans (%)	Survie moyenne (mois)
≥ 50%	3354 (82,0)	89,0±0,6	73,7±1,0	135,8±1,0
41-49 %	339 (8,3)	76,8±2,5	55,5±3,5	115,4±3,5
≤ 40%	356 (8,7)	71,2±2,5	55,2±3,1	106,8±3,7

Tableau 21 : Survie en fonction de la FEVG préopératoire

FEVG, fraction d'éjection ventriculaire gauche.

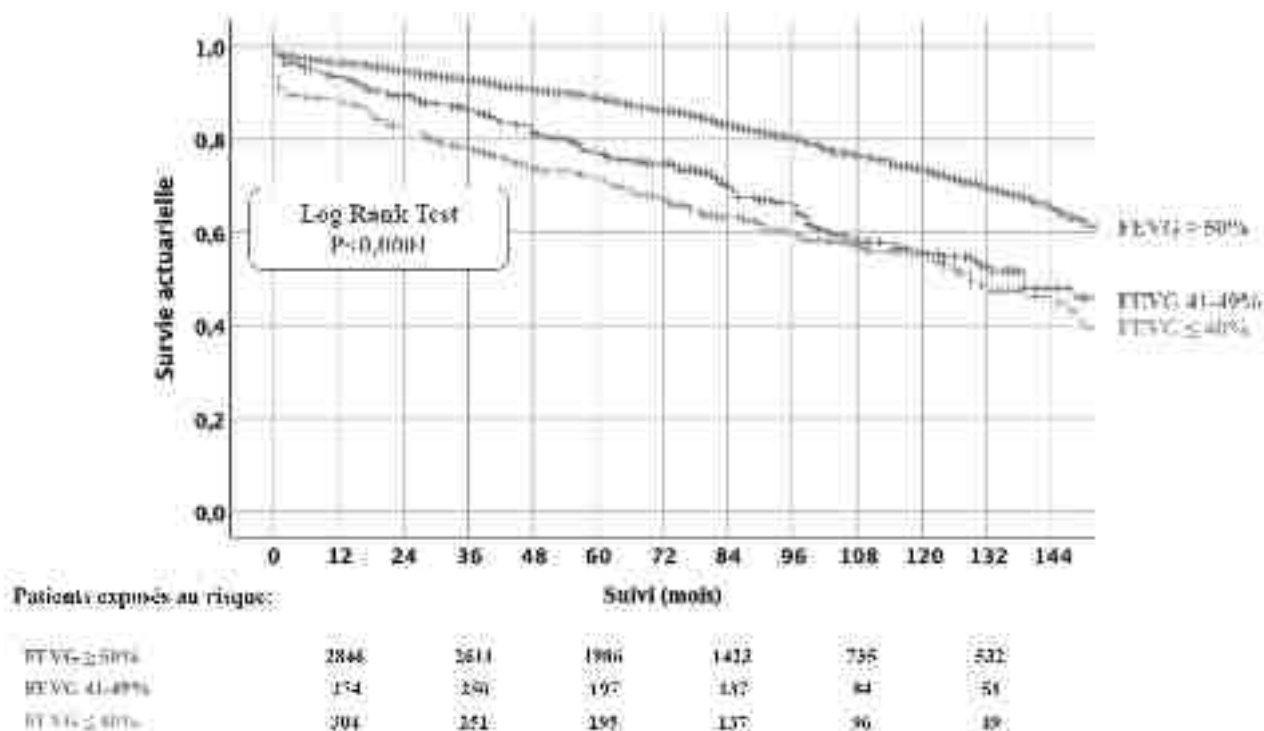


Figure 10 : Survie en fonction de la FEVG préopératoire

FEVG, fraction d'éjection ventriculaire gauche.

La survie actuarielle en fonction de l'absence ou de la présence d'une anémie préopératoire est rapportée dans le Tableau 22 et la Figure 11 (Log Rank Test <0,0001).

	N	Survie à 5 ans (%)	Survie 10 ans (%)	Survie moyenne (mois)
Absence	3165 (77,3)	90,3±0,6	76,4±1,0	138,9±1,0
Anémie	831 (20,3)	72,4±1,6	50,3±2,2	105,3±2,8

Tableau 22 : Survie en fonction de l'existence d'une anémie préopératoire

Anémie préopératoire, selon les critères de l'Organisation Mondiale de la Santé : Hb <13g/dL pour les hommes et <12g/dL pour les femmes.

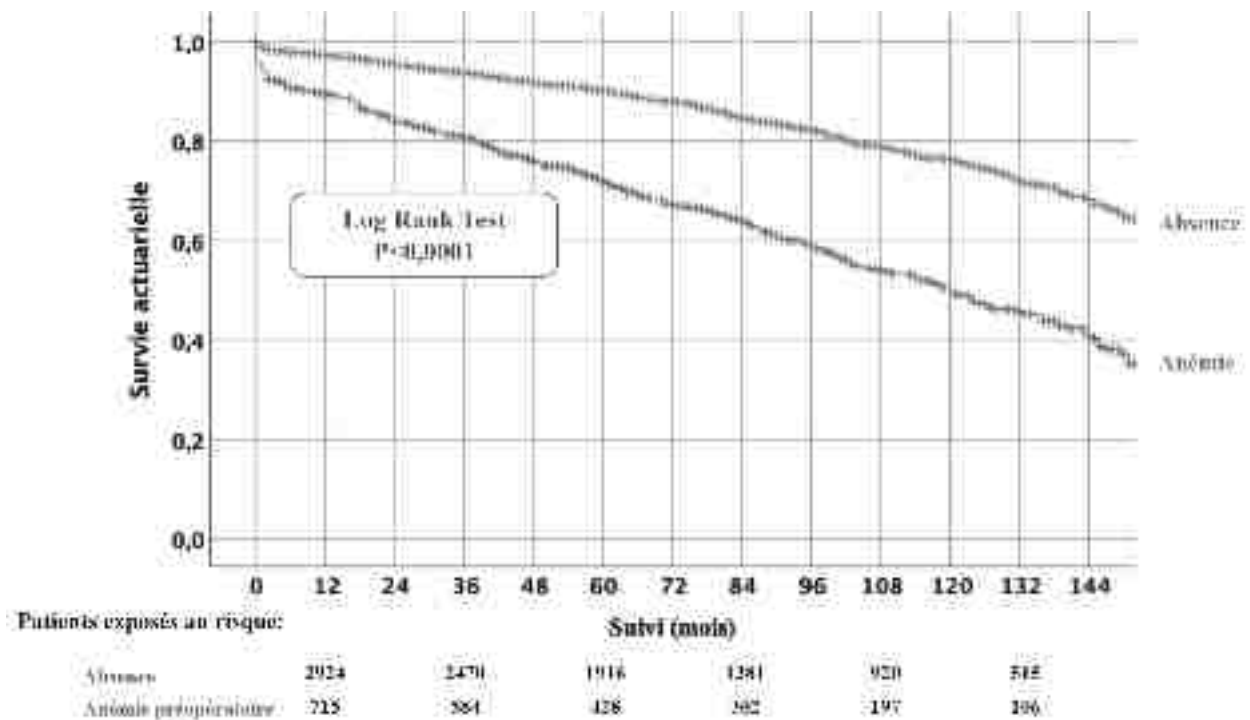


Figure 11 : Survie en fonction de l'existence d'une anémie préopératoire

Anémie préopératoire, selon les critères de l'Organisation Mondiale de la Santé : Hb <13g/dL pour les hommes et <12g/dL pour les femmes.

La survie actuarielle en fonction du nombre d'anastomose distale est rapportée dans le Tableau 23 et la Figure 12 (Log Rank Test =0,009).

Nbr. Anastomose distale	N	Survie à 5 ans (%)	Survie 10 ans (%)	Survie moyenne (mois)
PAC x1	197 (4,8)	82,7±2,9	63,8±4,2	121,1±4,5
PAC x2	890 (21,7)	86,7±1,2	70,6±1,9	131,9±1,9
PAC x3	1316 (32,2)	85,4±1,0	68,0±1,7	128,7±1,7
PAC x4	1130 (27,6)	88,0±1,1	72,7±1,9	134,9±1,8
PAC x5	429 (10,5)	84,6±1,9	70,0±3,1	129,9±3,3
PAC x ≥6	130 (3,2)	89,7±2,8	83,2±4,5	138,4±4,2

Tableau 23 : Survie en fonction du nombre d'anastomose distale

PAC, nombre de pontages coronariens ou anastomoses distales réalisés.

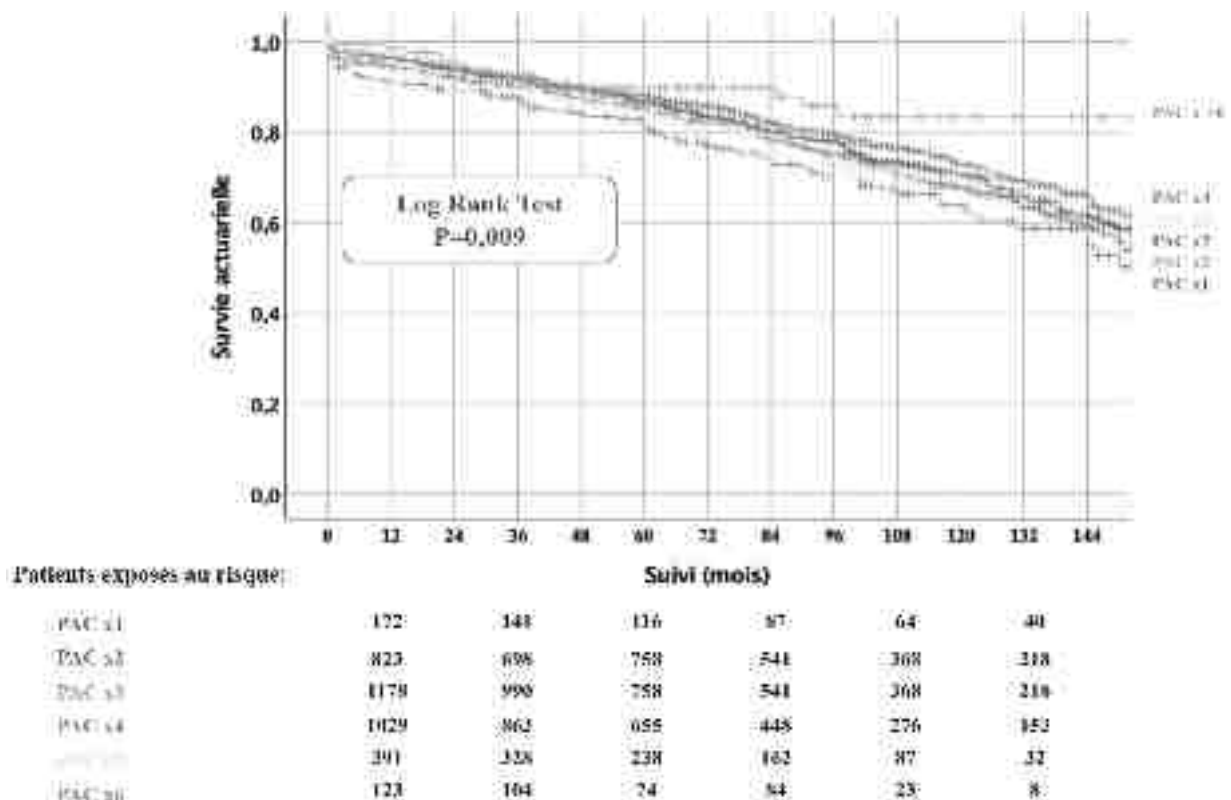


Figure 12 : Survie en fonction du nombre d'anastomose distale

PAC, nombre de pontages coronariens ou anastomoses distales réalisés.

La survie actuarielle en fonction de la durée de CEC (<110 minutes et ≥110 minutes) est rapportée dans le Tableau 24 et la Figure 13 (Log Rank Test =0,002). La valeur seuil de 110 minutes correspond à la valeur médiane de la durée de CEC dans la population globale.

Durée CEC	N	Survie à 5 ans (%)	Survie 10 ans (%)	Survie moyenne (mois)
<110 min	1994 (49,7)	88,9±0,8	71,9±1,4	135,0±1,3
≥110 min	2018 (50,3)	84,4±0,9	69,4±1,3	128,7±1,5

Tableau 24 : Survie en fonction du nombre de la durée de la CEC
CEC, circulation extracorporelle.

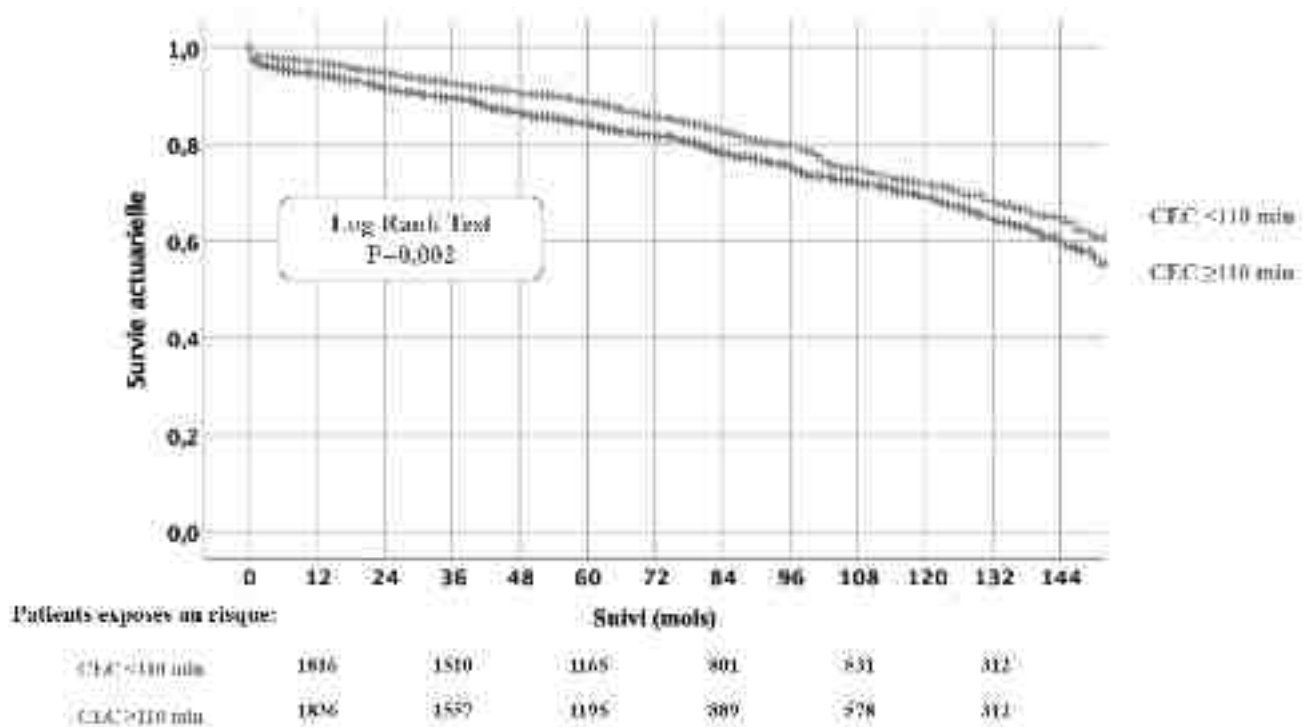


Figure 13 : Survie en fonction de la durée de CEC
CEC, circulation extracorporelle.

Afin d'étudier l'impact sur la survie de l'association des 11 variables significativement associée au risque de mortalité en analyse multivariée (Tableau 13), nous avons déterminées pour les variables continues des valeurs seuil à partir de la médiane de ces valeurs pour :

- l'âge supérieur à 66 ans,
- la DFG inférieure à 60 ml/min/1,73m²,
- la FEVG inférieure à 50%,
- le nombre d'anastomose distale inférieure ou égale à 3,
- le temps de CEC supérieure à 110 minutes.

En moyenne, les patients avaient 3,0±1,6 facteurs de risque de mortalité.

La distribution de l'association de ces facteurs de risques de mortalité dans notre population était :

- 0 facteur : 65 patients (1,6%),
- 1 facteur : 592 patients (14,5%),
- 2 facteurs : 892 patients (21,8%),
- 3 facteurs : 971 patients (23,7%),
- 4 facteurs : 641 patients (15,7%),
- 5 facteurs : 391 patients (9,6%),
- 6 facteurs : 213 patients (5,2%),
- 7 facteurs : 85 patients (2,1%),
- 8 facteurs : 23 patients (0,6%),
- 9 facteurs : 6 patients (0,1%),
- 10 facteurs : 2 patients (0,0%).

La survie actuarielle en fonction du nombre de facteur de risque est rapportée dans le Tableau 25 et la Figure 14 (Log Rank Test <0,0001).

Nbr. de FDR de mortalité associé	N	Survie à 5 ans (%)	Survie 10 ans (%)	Survie moyenne (mois)
0	65 (1,6)	98,5±1,5	98,5±1,5	156,5±2,4
1	592 (14,5)	96,8±0,8	88,6±2,0	155,7±1,6
2	892 (21,8)	93,2±0,9	85,3±1,6	149,0±1,6
3	971 (23,7)	89,8±0,1	74,3±2,0	136,7±1,8
4	641 (15,7)	83,8±1,6	62,6±2,5	122,6±2,4
5	391 (9,6)	78,2±2,2	51,0±3,4	110,2±3,3
≥ 6	329 (8,0)	56,9±2,9	33,2±3,2	79,8±3,6

Tableau 25 : Survie en fonction du nombre de facteurs de risque associés
FDR, facteur de risque de mortalité à long terme.

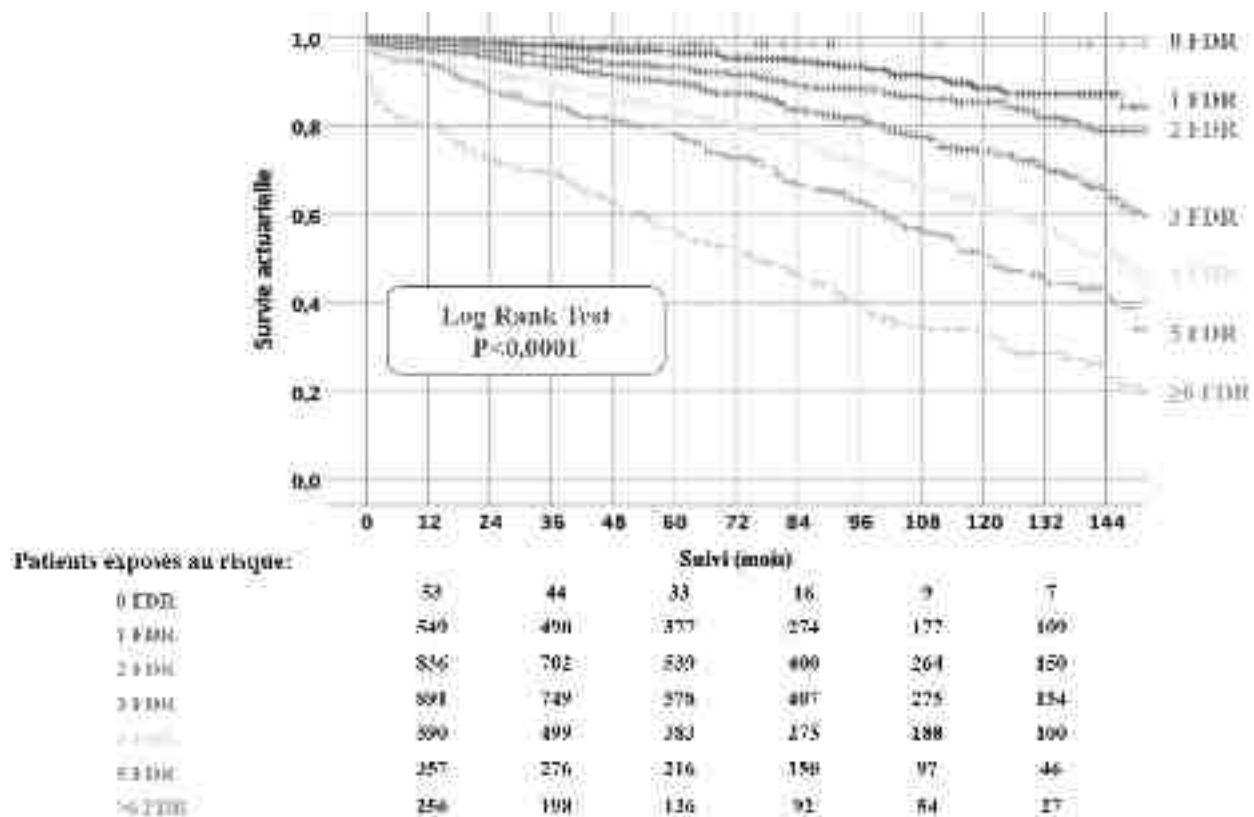


Figure 14 : Survie en fonction du nombre de facteurs de risque associés
FDR, facteur de risque de mortalité à long terme.

Le Tableau 26 compare les facteurs de risques indépendants de mortalité à long terme retrouvés dans notre étude, entre les données de la littérature et notre travail. Sur les onze facteurs de risque, seule l'anémie préopératoire n'est pas représentée car jamais rapportée dans les publications mentionnées.

Comparativement aux populations étudiées dans la littérature, les patients opérés de chirurgie de PAC isolée en service de chirurgie cardiaque au CHU de Strasbourg ont en moyenne : un âge plus avancé, une plus forte prévalence du diabète, de l'insuffisance rénale chronique, de l'artériopathie périphérique et d'un antécédent d'AVC. En revanche la prévalence de la BPCO est moindre. Concernant les données opératoires, les temps moyens de CEC semblent plus longs à Strasbourg et le nombre moyen d'anastomose distales moins important. Les données sur la FEVG préopératoire sont plus difficilement comparables du fait de leur hétérogénéité. De même le faible nombre d'étude rapportant le stade NYHA préopératoire rend son interprétation moins pertinente.

Études	FDR	Age (ans)	Diabétique (%)	BPCO (%)	IRC ≤ stade 3 (%)	AVC (%)	Artériopathie périphérique (%)	FEVG (%)		NYHA ≥3 (%)	Temps moyen de CEC (min)	Nombre moyen d'anastomoses distales
								Moyenne	<50%			
SYNTAX (39)		65,0	24,6	-	-	4,8	6,5	-	2,5 (<30)	-	-	-
BEST (41)		64,9	42	1,4	1,6	7,5	2,7	59,9	-	-	-	3,1
ART (46)		63,6	23,7	-	-	2,9	7,1	-	-	21,6	-	-
Kirmani et al. (19)		64,9	22,6	-	0,9	-	-	-	21,7	-	-	-
Benedetto et al. (18)		66,6	19,3	8,7	-	3,9	11,5	-	30	31,1	-	-
Johannesdottir et al. (17)		65,9	16,4	7,1	13,1	-	-	-	33,3	-	90	3,5
Tranbaugh et al. (36)		60,8	37,4	20,9	-	5,7	14,8	48	-	5	91	3,6
Locker et al. (37)		59,0	18,9	-	2,0	-	14,2	58	-	-	-	-
Grau et al. (38)		61,5	10,9	<1,9	1,6	1,6	4,8	-	-	-	-	3,5
CHU de Strasbourg		65,9	39	5,6	15,8	6,5	29	57,8	17	12,9	112	3,2

Tableau 26 : Comparaison des facteurs de risque indépendants de mortalité à long terme avec les données de la littérature

AVC, accident vasculaire cérébral ; BPCO, broncho pneumopathie chronique obstructive ; CEC, circulation extra corporelle ; CHU, centre hospitalier universitaire ; FDR, facteur de risque indépendant de mortalité à long terme ; FEVG, fraction d'éjection du ventricule gauche ; IRC, insuffisance rénale chronique ; NYHA, New-York Heart Association

Les valeurs des facteurs de risque de mortalité sont surlignées en ■ lorsque supérieures à notre étude, et en ■ lorsque inférieures.

Les valeurs de notre étude sont surlignées en ■ lorsque supérieures à la majorité des données de la littérature, et en ■ lorsque inférieures.

6 DISCUSSION

Les résultats de notre étude évaluant la mortalité et les facteurs de risque à long terme après revascularisation coronarienne par pontage coronarien, ont relevé cinq points importants : 1/ une survie à long terme comparable aux données de la littérature, et ce, malgré l'inclusion de tous les patients ; 2/ l'importance d'une revascularisation extensive afin de prévenir la mortalité à long terme, en lien avec la relation entre le nombre d'anastomose distale, l'utilisation de greffons artériels et la survie ; 3/ l'identification des facteurs de risques usuels de mortalité à long terme, à savoir : âge, diabète, BPCO, AVC, artériopathie périphérique, dyspnée \geq NYHA III, DFG et FEVG préopératoire ; 4/ l'incidence élevée de l'anémie associée à une diminution significative de la survie à long terme ; 5/ l'association entre la durée de CEC et l'augmentation de la mortalité à long terme, sans impact du temps de clampage.

Premièrement, la survie à long terme est comparable aux données de la littérature. La survie à moyen terme est à 86,3% à 5 ans, comparable à la moyenne des données de la littérature à 86,4%. En revanche, dans ce travail, la mortalité à long terme est à 70,3% à 10 ans, inférieure aux données de la littérature en moyenne à 77,0%. Néanmoins, trois éléments doivent faire pondérer cette comparaison.

Notre population, comme rapportée dans le Tableau 26, est en moyenne plus âgée, et a plus de comorbidités que la plupart des études internationales auxquelles elle est comparée. L'âge moyen est de 65,9 ans contre 64,7 ans, et la proportion de diabète, d'artériopathie périphérique, d'AVC, et d'insuffisance rénale chronique est plus importante dans notre population de patient. La plus forte prévalence de ces différentes maladies que nous avons identifiées comme des facteurs de risque de mortalité à long terme, entraîne une diminution attendue de l'espérance de vie à long terme. Le nombre moyen d'anastomoses distales moins important que dans la littérature et un temps de CEC plus long peuvent également avoir impacté négativement la survie à long terme. Le deuxième élément important est l'inclusion dans notre étude de la totalité des patients opérés d'une chirurgie de PAC isolée durant les 13 dernières années au CHU de Strasbourg. La population est donc

représentative de la pratique clinique réelle ce qui n'est pas le cas de toutes les autres études. Une différence notable réside dans l'inclusion de chirurgies en urgence. Comme détaillé dans les rappels, aucun des grands essais prospectifs SYNTAX, BEST, NOBLE, EXCEL, ART ou PRECOMBAT n'incluent de chirurgies en urgence. Ces dernières représentent dans notre population 969 patients soit 23,7% de la totalité des interventions. Il s'agit d'interventions sur des patients instables, et dont la survie à long terme est inférieure à des patient bénéficiant d'une chirurgie de PAC programmée (64). Enfin, la totalité des grands essais prospectifs précédemment cités ainsi que l'étude FREEDOM ont des critères d'inclusion et d'exclusion concernant l'atteinte coronarienne initiale, que nous avons également détaillés précédemment. L'inclusion ou l'exclusion de patients avec une atteinte mono-, bi- ou tri-tronculaire, avec une atteinte du tronc commun, ou avec des lésions complexes rend ces populations moins comparables avec une étude en population générale comme dans ce travail. Notamment, l'exclusion de patient avec une atteinte du tronc commun, rapportée comme un facteur de risque de mortalité à long terme (35, 60), peut conduire à une surestimation de la survie à long terme dans des essais tels que BEST ou FREEDOM.

Deuxièmement, une revascularisation extensive et avec des greffons artériels semble prévenir la mortalité à long terme.

Bien qu'une revascularisation complète soit un objectif de longue date de la chirurgie de PAC, notamment lors d'atteintes tri-tronculaires (65), son bénéfice à long terme demeure incertain avec des résultats contradictoires (18, 66–69). Les résultats de ce travail sont en faveur de l'intérêt d'une stratégie de revascularisation extensive, avec une multiplication des anastomoses distales, notamment par greffons artériels. En effet, les deux groupes présentaient une atteinte coronarienne initiale de sévérité comparable, sans différence significative du nombre d'atteinte mono-, bi- ou tri-tronculaire, ou d'atteinte du tronc commun. La seule différence était l'occlusion chronique de la coronaire droite, significativement plus fréquente dans le groupe décédé que dans le groupe vivant (27.9% versus 22.5%, $P < 0.001$).

La stratégie de revascularisation impactait significativement le pronostic vital à long terme. Le nombre de PAC était significativement différent entre les deux groupes, avec un plus grand nombre de quadruple, quintuple et sextuple PAC ou plus,

dans le groupe vivant. Ainsi, le nombre moyen d'anastomoses distales dans le groupe vivant était plus élevé que dans le groupe décédé (3.2 vs 3.1, $P < 0.0001$). Ces anastomoses distales plus nombreuses étaient significativement plus souvent réalisées avec des greffons artériels (2.7 vs 2.4, $P < 0.0001$) et moins souvent avec des greffons veineux ($P = 0.016$). Le taux d'utilisation de l'AMIG, quasi maximal à 98,5%, ne différait pas entre les deux groupes, ce qui est le reflet des recommandations qui préconisent une utilisation systématique de cette dernière, anastomosée sur l'IVA. Néanmoins le nombre d'anastomoses distales avec l'AMIG était significativement plus élevé dans le groupe vivant (1.6 vs 1.5, $P < 0.0001$). Il en était de même avec l'AMID ($P = 0.010$) qui, elle, était plus souvent utilisée dans le groupe vivant (83% vs 76%, $P < 0.0001$) réalisant ainsi un plus grand nombre de pontage double mammaire dans ce groupe. L'AGE était aussi significativement plus souvent utilisée dans le groupe vivant ($P = 0.013$), mais dans des proportions moindres que l'AMID avec seulement 3,5% du total des PAC. Il est à noter que le nombre de pontage tout artériel, particulièrement élevé à 53%, ne différait pas entre les deux groupes.

Ces résultats suggèrent qu'une revascularisation extensive est un facteur protecteur de mortalité à long terme. L'utilisation de greffons artériels (AMIG et AMID, plus ou moins l'AGE), ainsi que la multiplication des anastomoses distales avec ces greffons, semblent également être des facteurs protecteurs importants. L'absence de différence du nombre de pontage tout artériel entre les deux groupes, malgré la réalisation significativement différente d'anastomoses distales artérielles et veineuses, peut s'expliquer par la volonté de maximiser le nombre d'anastomoses distales. Ces dernières sont prioritairement réalisées en exploitant le plus de greffons artériels et avec un maximum d'anastomoses distales ; puis, s'il persiste des lésions non revascularisées, en utilisant un greffon veineux avec lequel seront donc réalisées moins d'anastomoses.

Troisièmement, les facteurs de risques usuels de mortalité à long terme ont été identifiés dans notre étude, à savoir : l'âge, le diabète, la BPCO, l'AVC, l'artériopathie périphérique, la dyspnée \geq stade III, la DFG et la FEVG préopératoire. Ces facteurs de risques sont déjà décrits comme augmentant la mortalité hospitalière à 30 jours, et la mortalité à moyen terme à 5 ans. Ces facteurs de risques sont persistants dans la durée, ce qui est cohérent avec leur mécanisme physiopathologique. Il s'agit

de maladies chroniques, sans traitements curatifs, et avec une progression dans le temps. Les formes les plus sévères de ces maladies comme le diabète insulino-requérant, l'IRC stade IV ou V, ou encore la FEVG sévèrement altérée sont également des facteurs de risques de mortalité à long terme plus marqués. Ces maladies témoignent d'un état général du patient plus altéré, avec des atteintes d'organe multiples rénales, artérielles, pneumologiques, cardiologiques, ou encore neurologiques.

Les onze facteurs de risques indépendants de mortalité à long terme retrouvés dans notre étude (les huit précédents cités, ainsi que l'anémie préopératoire, le nombre d'anastomoses distales et la durée de CEC) ont un effet cumulatif, comme montré dans le Tableau 25 et la Figure 14. La survie à dix ans est divisée par 3 entre un patient avec 0 facteur de risque et un patient avec 6 facteurs de risque ou plus. Dans notre population, les trois quarts des patients ont entre 1 et 4 facteurs de risque, et la moitié des patients entre 2 et 3. Comme évoqué au début de cette discussion, la population de patient étudiée ici présente en moyenne plus de facteurs de risque que la plupart des études internationales.

Il est intéressant de noter que le sexe féminin n'est pas retrouvé comme un facteur de risque de mortalité à long terme dans notre étude. Comme évoqué précédemment, ce facteur de risque est débattu selon les auteurs (48–55). Lors d'analyses non ajustées, le sexe féminin est fréquemment identifié comme un facteur de risque ; mais il n'est plus retrouvé lors d'analyses multivariées ajustées sur les facteurs de risques décrits précédemment. En effet, il apparaît qu'en moyenne, les femmes bénéficiant d'une chirurgie de PAC sont plus âgées et ont plus de comorbidités. Cette différence peut s'expliquer par une présentation clinique initiale souvent plus atypique chez les femmes, conduisant à un retard diagnostique et un retard de prise en charge de la coronaropathie qui est alors plus avancée.

Quatrièmement, l'anémie avait une incidence élevée et était associée à une diminution significative de la survie à long terme. Il s'agit d'un évènement connu et rapporté dans la littérature (53, 57, 58, 70, 71). A la différence des autres facteurs de risques préopératoires mentionnés précédemment, il s'agit d'un élément accessible à un bilan étiologique et à un traitement en amont de la chirurgie. Les mécanismes entraînant cette diminution de la survie seraient à préciser et sont probablement multiples. En effet, la seule correction de la valeur de l'hémoglobine par transfusion

pré- ou peropératoire n'est pas associée à une diminution de la mortalité. Au contraire il est rapporté une surmortalité à 30 jours (72). Cette surmortalité s'observe même pour des faibles volumes transfusionnels de 1 à 2 culots (73). Ces résultats sont pris en compte dans les recommandations de 2017 publiées par les associations européennes des anesthésistes et des chirurgiens cardio-thoraciques (EACTA/EACTS) sur la stratégie de gestion du sang en chirurgie cardiaque (74). Une transfusion n'est pas indiquée à titre systématique en préopératoire (classe III, grade C). Il ne s'agit d'un traitement légitime qu'en cas de chirurgie en urgence ou d'anémie engageant le pronostic vital.

Ainsi, au-delà de la valeur de l'hémoglobine, l'anémie préopératoire pourrait être un marqueur de fragilité globale, reflétant son association avec d'autres comorbidités : dénutrition, carences vitaminiques, carence martiale, dysthyroïdie, insuffisance rénale chronique, maladie inflammatoire, néoplasie profonde, ou encore hémopathie. L'insuffisance rénale chronique peut être un facteur confondant majeur puisque pourvoyeuse d'anémie. Néanmoins, notre analyse étant ajustée sur l'insuffisance rénale chronique, les différences de taux d'anémie préopératoire entre les deux groupes ne peuvent être dues uniquement à cette dernière. Cela corrobore l'hypothèse d'une anémie multifactorielle, marqueur d'une fragilité globale.

Le dépistage de l'anémie en préopératoire d'une chirurgie de PAC paraît important de par son fort impact pronostic à long terme (Odds Ratio à 2,14 dans notre étude), et de son accessibilité à un traitement. Le dépistage systématique d'une carence en vitamine B9, B12, d'une carence martiale, d'une dysthyroïdie, d'une dénutrition et d'un syndrome inflammatoire biologique sont des éléments simples et peu coûteux à réaliser en service de chirurgie cardiaque. En fonction des étiologies trouvées, un traitement systématique pourrait être mis en place avant toute chirurgie de PAC programmée : supplémentation d'une hypothyroïdie, compléments nutritionnel oraux, apport de vitamine B9 ou B12, supplémentation martiale, ou encore injection d'érythropoïétine (EPO).

Actuellement les bénéfices d'une supplémentation martiale IV sont incertains, l'étude PROTECT (75) rapporte une diminution de l'anémie postopératoire *versus* placebo chez des patients non-anémiques en préopératoire. Il n'est pas rapporté de bénéfice sur la mortalité à long terme. Les recommandations de l'EACTA/EACTS indiquent qu'une supplémentation martiale *per os* ou IV pourrait être considérée chez

des patients modérément à sévèrement anémiques (classe IIb, grade C) (74). Enfin, l'administration d'EPO préopératoire avec supplémentation martiale devrait être considérée dans l'anémie non carencielle afin de diminuer le nombre de transfusions postopératoires (classe IIa, grade B). Des recommandations d'experts de l'HAS ont été publiées en 2022 sur la gestion personnalisée du capital sanguin avant chirurgie (76). En ce qui concerne la chirurgie cardiaque, ces recommandations stipulent que tous les patients doivent bénéficier d'un dépistage de l'anémie préopératoire par carence martiale, et qu'une supplémentation par fer IV et par EPO doit être réalisée en présence d'une anémie ferriprive.

Au service de chirurgie cardiaque du CHU de Strasbourg, une stratégie de dépistage de l'anémie et de la carence martiale a été mise en place, avec traitement par supplémentation en fer intraveineux et administration d'EPO.

La durée de CEC était associée à une augmentation de la mortalité à long terme alors que le temps de clampage aortique (CA) ne variait pas entre les 2 groupes. La durée de CEC comme facteur prédictif isolé de mortalité à long terme est plutôt en faveur de la nécessité d'une assistance cardiaque prolongée en sortie de CEC du fait d'une dysfonction ventriculaire. Le fait que la durée du clampage aortique ne soit pas un facteur de risque de mortalité plaide en faveur de la revascularisation coronarienne extensive. En effet, le nombre total moyen d'anastomoses distales est supérieur dans le groupe survivant (3,2 contre 3,1 dans le groupe décédé, $P < 0,0001$), sans différence significative sur la durée de clampage aortique ($P = 0,658$). Cela conforte la stratégie de revascularisation extensive, qui augmente la survie à long terme, sans allongement significatif du temps chirurgical. L'augmentation significative de la durée de CEC dans le groupe décédé, sans différence de la durée de CA témoigne d'une augmentation du temps de CEC qui n'est pas en rapport avec le temps de réalisation des anastomoses. Cette augmentation est probablement due à des difficultés de sortie de CEC et serait le marqueur de la nécessité d'une assistance cardiaque prolongée. Ce résultat est cohérent avec la plus forte prévalence d'une altération de la fonction cardiaque trouvée dans le groupe décédé ($P < 0,0001$).

Enfin, notre étude comporte plusieurs limites. Tout d'abord le caractère monocentrique implique que nos résultats sont le reflet des techniques chirurgicales d'un unique centre et peut donc en limiter l'extrapolation. Cependant, la concordance entre les facteurs de risque de mortalité à long terme retrouvés ici, et ceux rapportés dans la littérature, est en faveur de données reproductibles et représentatives.

Dans notre centre, les chirurgies de PAC sont réalisées avec CEC. La chirurgie coronarienne à cœur battant est utilisée de manière exceptionnelle. Cette approche chirurgicale est débattue (77, 78). Ses avantages seraient une réduction des complications postopératoires de la CEC notamment des hémorragies graves, des AVC ou encore de l'insuffisance rénale aiguë (79). A l'inverse, le taux de revascularisation incomplète serait plus important du fait des difficultés opératoires induites par les mouvements cardiaques, avec une répercussion sur la mortalité à long terme (78, 80–82). Les études de mortalité à long terme que nous avons rapportées incluent toutes, dans des proportions très variables (de 3 à 64%), des chirurgies de PAC à cœur battant. Cela peut rendre nos résultats moins comparables, notamment concernant la survie à long terme avec ces études ayant un fort taux de chirurgie à cœur battant.

Le taux de revascularisation complète n'a pas pu être mesuré dans ce travail. Néanmoins, nos résultats sont concordants avec le caractère protecteur sur la survie à long terme d'une revascularisation complète. La sévérité de l'atteinte coronarienne initiale est similaire entre les deux groupes, mais le nombre d'anastomose distal est significativement supérieure dans le groupe de patients vivants (3,2 contre 3,1).

Le réseau de l'artère coronaire bénéficiant d'un pontage, qu'il soit artériel ou veineux, n'est pas discriminé notamment entre le réseau coronaire droit et le réseau circonflexe. Seul le nombre total d'artères pontées est comptabilisé. Cela dit, des études comme celle de Rankin et al. (67) sur la survie à très long terme, ne rapportent pas de différences entre la revascularisation préférentielle de l'une ou l'autre de ces artères, pourvu que les deux lésions coronaires principales soient revascularisées. De plus, dans l'objectif de mieux étudier l'impact positif sur la survie à long terme de la revascularisation par greffon artériel, une mesure du taux « d'artérialisation » de chaque chirurgie de PAC mixte (greffons artériels et veineux) aurait pu être pertinente. Dans le groupe survivant, un ratio d'anastomoses distales artérielles sur anastomoses distales veineuses significativement plus élevé, pourrait être un argument

supplémentaire en faveur d'une stratégie de revascularisation avec des greffons artériels.

Enfin, la survie à long terme après chirurgie de PAC est influencée par de nombreux facteurs extra-chirurgicaux dont certains ont un impact important. Ces derniers n'ont pas été relevés dans ce travail qui s'intéressait aux facteurs de risque pré- et peropératoire. Nous pouvons citer l'impact du suivi cardiologique des patients opérés de PAC, et notamment l'optimisation et l'observance de leur traitement cardioprotecteur. Le maintien à dix ans d'un traitement par statine semble être un très fort facteur protecteur de la survie à long terme avec un *hazard ratio* ajusté (aHR) de 0.53 ($P < 0,001$) dans l'étude de Pan et al (83). De même, Björklund et al (84) retrouve que la poursuite d'un traitement par inhibiteur du système rénine-angiotensine-aldostérone (aHR de 0.78, $P < 0,001$), ou d'un inhibiteur plaquettaire (aHR 0.74, $P < 0,001$) sont aussi des facteurs protecteurs de la survie à long terme.

CONCLUSION

La chirurgie de revascularisation coronarienne est la chirurgie cardiaque la plus fréquemment réalisée. De nombreuses études ont permis ces dernières décennies de déterminer : les techniques de référence pour la réalisation de pontage coronarien, les greffons associés à une amélioration de la survie et les patients bénéficiant d'une revascularisation chirurgicale.

La chirurgie de revascularisation coronarienne est le traitement de référence dans la maladie coronaire stable chez tous les patients présentant un risque opératoire acceptable. La mortalité à long terme est inférieure au traitement par angioplastie coronaire percutanée. Elle est également recommandée chez les patients avec un score SYNTAX modéré ou élevé, les diabétiques, ou ceux présentant une atteinte tritronculaire ou de l'IVA proximale.

La stratégie de revascularisation coronarienne du service de chirurgie cardiaque du CHU de Strasbourg repose sur une revascularisation extensive sous CEC en privilégiant l'utilisation des artères thoraciques internes.

L'objectif de cette étude rétrospective était de déterminer la survie à long terme et les facteurs prédictifs pré- et peropératoires de mortalité des patients présentant une coronaropathie, bénéficiant d'une chirurgie isolée de pontage coronarien.

Cette étude a confirmé le bénéfice à long terme de cette stratégie de revascularisation extensive avec utilisation des greffons artériels, avec une survie actuarielle dans la population globale à 10ans de $70,3\pm 1,0\%$ comparable aux données de la littérature, en incluant tous les contextes de revascularisation : en programmé et en urgence. Cette survie à 10 ans s'explique en partie par la réalisation, dans notre centre, de plus de 80% de pontage avec utilisation des deux artères mammaires et plus de 50% de pontage « tout-artériel ».

Les facteurs de risques usuels de mortalité à long terme ont été identifiés dans notre étude, à savoir : l'âge, le diabète, la BPCO, l'HTA, l'AVC, l'artériopathie périphérique, la dyspnée \geq stade III de la NYHA, le DFG, la FEVG préopératoire, et la chirurgie en urgence. Il est à noter que le sexe féminin, en revanche, n'a pas été identifié comme un facteur de risque de mortalité à long terme, à la différence de

nombreuses études publiées. L'association graduelle de ces facteurs de risques était associée à une diminution progressive et significative de la survie à long terme.

Notre étude a identifié l'anémie préopératoire comme un facteur prédictif majeur de mortalité à long terme. Des recherches plus approfondies doivent être réalisées pour déterminer son mécanisme exact. Il pourrait s'agir d'un marqueur de fragilité globale, ou bien être révélateur d'une étiologie organique profonde, telle qu'une hémopathie ou une néoplasie. A la différence des autres facteurs de risque préopératoires usuels non modifiables, l'anémie est accessible à un traitement dès la période préopératoire après réalisation d'un bilan étiologique de première intention. Une stratégie de dépistage de l'anémie et de la carence martiale a été mise en place dans notre service avec traitement de l'anémie par supplémentation en fer par voie intra-veineuse et administration d'érythropoïétine. Les bénéfices sur la survie à long terme de cette stratégie devront être évalués.

Vu et approuvé

Strasbourg, le 16/05/2023

Le président du jury de thèse


Professeur Jean-Philippe MAZZUCOTELLI
Professeur Jean-Philippe MAZZUCOTELLI
HOPITAUX UNIVERSITAIRES DE STRASBOURG
Nouvel Hôpital Civil
Service de Chirurgie Cardio - Vasculaire
Tél : 03 69 55 07 02
67 10 7865 7

Vu et approuvé

Strasbourg, le 09 MAI 2023

Doyen de la Faculté de Médecine, Maïeutique et
Sciences de la Santé

Professeur Jean SIBILLIA



7 BIBLIOGRAPHIE

1. World Health Organization. WHO methods and data sources for country-level causes of death 2000-2019 [Internet]. Geneva: WHO; 2020 déc. Disponible sur: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/gho-documents/global-health-estimates/ghe2019_cod_methods.pdf?sfvrsn=37bcfacc_5
2. World Health Organization. WHO methods and data sources for life tables 1990-2019 [Internet]. Geneva: WHO; 2020 déc. Disponible sur: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/gho-documents/global-health-estimates/ghe2019_life-table-methods.pdf?sfvrsn=c433c229_5
3. Surgical treatment of coronary arteriosclerosis. *The Lancet*. sept 1971;298(7725):642-3.
4. Johnson WD, Flemma RJ, Lepley D, Ellison EH. Extended Treatment of Severe Coronary Artery Disease: A Total Surgical Approach. *Annals of Surgery*. sept 1969;170(3):460-70.
5. Grüntzig AR, Senning Å, Siegenthaler WE. Nonoperative Dilatation of Coronary-Artery Stenosis: Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty. *N Engl J Med*. 12 juill 1979;301(2):61-8.
6. Smilowitz NR, Feit F. The History of Primary Angioplasty and Stenting for Acute Myocardial Infarction. *Curr Cardiol Rep*. janv 2016;18(1):5.
7. ElBardissi AW, Aranki SF, Sheng S, O'Brien SM, Greenberg CC, Gammie JS. Trends in isolated coronary artery bypass grafting: An analysis of the Society of Thoracic Surgeons adult cardiac surgery database. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. févr 2012;143(2):273-81.
8. Diodato M, Chedrawy EG. Coronary Artery Bypass Graft Surgery: The Past, Present, and Future of Myocardial Revascularisation. *Surgery Research and Practice*. 2014;2014:1-6.
9. Post PN, Kuijpers M, Ebels T, Zijlstra F. The relation between volume and outcome of coronary interventions: a systematic review and meta-analysis. *European Heart Journal*. 2 août 2010;31(16):1985-92.
10. Head SJ, Milojevic M, Daemen J, Ahn JM, Boersma E, Christiansen EH, et al. Mortality after coronary artery bypass grafting versus percutaneous coronary intervention with stenting for coronary artery disease: a pooled analysis of individual patient data. *The Lancet*. mars 2018;391(10124):939-48.
11. Edwards FH, Clark RE, Schwartz M. Coronary artery bypass grafting: The Society of Thoracic Surgeons National Database experience. *The Annals of Thoracic Surgery*. janv 1994;57(1):12-9.
12. Sullivan PG, Wallach JD, Ioannidis JPA. Meta-Analysis Comparing Established Risk Prediction Models (EuroSCORE II, STS Score, and ACEF Score)

for Perioperative Mortality During Cardiac Surgery. *The American Journal of Cardiology*. nov 2016;118(10):1574-82.

13. Hattler BG, Madia C, Johnson C, Armitage JM, Hardesty RL, Kormos RL, et al. Risk stratification using the society of thoracic surgeons program. *The Annals of Thoracic Surgery*. nov 1994;58(5):1348-52.

14. Nashef SAM, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. juill 1999;16(1):9-13.

15. Roques F. Risk factors and outcome in European cardiac surgery: analysis of the EuroSCORE multinational database of 19030 patients. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 1 juin 1999;15(6):816-23.

16. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *European Heart Journal*. 7 janv 2019;40(2):87-165.

17. Johannesdottir H, Arnadottir LO, Adalsteinsson JA, Axelsson TA, Sigurdsson MI, Helgadóttir S, et al. Favourable long-term outcome after coronary artery bypass grafting in a nationwide cohort. *Scandinavian Cardiovascular Journal*. 2 nov 2017;51(6):327-33.

18. Benedetto U, Gaudino M, Di Franco A, Caputo M, Ohmes LB, Grau J, et al. Incomplete revascularization and long-term survival after coronary artery bypass surgery. *International Journal of Cardiology*. mars 2018;254:59-63.

19. Kirmani BH, Guo H, Ahmadyur O, Bittar MN. Long-term survival following on-pump and off-pump coronary artery bypass graft surgery: a propensity score-matched analysis. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 1 déc 2019;56(6):1147-53.

20. Mohr FW, Morice MC, Kappetein AP, Feldman TE, Stähle E, Colombo A, et al. Coronary artery bypass graft surgery versus percutaneous coronary intervention in patients with three-vessel disease and left main coronary disease: 5-year follow-up of the randomised, clinical SYNTAX trial. *The Lancet*. févr 2013;381(9867):629-38.

21. Thuijs DJFM, Kappetein AP, Serruys PW, Mohr FW, Morice MC, Mack MJ, et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary artery bypass grafting in patients with three-vessel or left main coronary artery disease: 10-year follow-up of the multicentre randomised controlled SYNTAX trial. *The Lancet*. oct 2019;394(10206):1325-34.

22. Taggart DP, Benedetto U, Gerry S, Altman DG, Gray AM, Lees B, et al. Bilateral versus Single Internal-Thoracic-Artery Grafts at 10 Years. *N Engl J Med*. 31 janv 2019;380(5):437-46.

23. Saxena A, Dinh D, Smith JA, Shardey G, Reid CM, Newcomb AE. Sex differences in outcomes following isolated coronary artery bypass graft surgery in

Australian patients: analysis of the Australasian Society of Cardiac and Thoracic Surgeons cardiac surgery database. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 1 avr 2012;41(4):755-62.

24. Torregrossa G, Amabile A, Williams EE, Fonceva A, Hosseinian L, Balkhy HH. Multi-arterial and total-arterial coronary revascularization: Past, present, and future perspective. *J Card Surg*. mai 2020;35(5):1072-81.

25. Chang M, Lee CW, Ahn JM, Cavalcante R, Sotomi Y, Onuma Y, et al. Comparison of Outcome of Coronary Artery Bypass Grafting Versus Drug-Eluting Stent Implantation for Non-ST-Elevation Acute Coronary Syndrome. *The American Journal of Cardiology*. août 2017;120(3):380-6.

26. Shahian DM, O'Brien SM, Filardo G, Ferraris VA, Haan CK, Rich JB, et al. The Society of Thoracic Surgeons 2008 Cardiac Surgery Risk Models: Part 3—Valve Plus Coronary Artery Bypass Grafting Surgery. *The Annals of Thoracic Surgery*. juill 2009;88(1):S43-62.

27. Windecker S, Stortecky S, Stefanini GG, daCosta BR, Rutjes AW, Di Nisio M, et al. Revascularisation versus medical treatment in patients with stable coronary artery disease: network meta-analysis. *BMJ*. 23 juin 2014;348(jun23 8):g3859-g3859.

28. Ramanathan K, Abel JG, Park JE, Fung A, Mathew V, Taylor CM, et al. Surgical Versus Percutaneous Coronary Revascularization in Patients With Diabetes and Acute Coronary Syndromes. *Journal of the American College of Cardiology*. déc 2017;70(24):2995-3006.

29. Palmerini T, Genereux P, Caixeta A, Cristea E, Lansky A, Mehran R, et al. Prognostic Value of the SYNTAX Score in Patients With Acute Coronary Syndromes Undergoing Percutaneous Coronary Intervention. *Journal of the American College of Cardiology*. juin 2011;57(24):2389-97.

30. Velazquez EJ, Lee KL, Jones RH, Al-Khalidi HR, Hill JA, Panza JA, et al. Coronary-Artery Bypass Surgery in Patients with Ischemic Cardiomyopathy. *N Engl J Med*. 21 avr 2016;374(16):1511-20.

31. Wolff G, Dimitroulis D, Andreotti F, Kołodziejczak M, Jung C, Scicchitano P, et al. Survival Benefits of Invasive Versus Conservative Strategies in Heart Failure in Patients With Reduced Ejection Fraction and Coronary Artery Disease: A Meta-Analysis. *Circ: Heart Failure*. janv 2017;10(1):e003255.

32. Nagendran J, Bozso SJ, Norris CM, McAlister FA, Appoo JJ, Moon MC, et al. Coronary Artery Bypass Surgery Improves Outcomes in Patients With Diabetes and Left Ventricular Dysfunction. *Journal of the American College of Cardiology*. févr 2018;71(8):819-27.

33. Bangalore S, Guo Y, Samadashvili Z, Blecker S, Hannan EL. Revascularization in Patients With Multivessel Coronary Artery Disease and Severe Left Ventricular Systolic Dysfunction: Everolimus-Eluting Stents Versus Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Circulation*. 31 mai 2016;133(22):2132-40.

34. Lawton JS, Tamis-Holland JE, Bangalore S, Bates ER, Beckie TM, Bischoff JM, et al. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for Coronary Artery Revascularization: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* [Internet]. 18 janv 2022 [cité 5 mars 2023];145(3). Disponible sur: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000001039>
35. Wu C, Camacho FT, Zhao S, Wechsler AS, Culliford AT, Lahey SJ, et al. Long-Term Mortality of Coronary Artery Bypass Graft Surgery and Stenting With Drug-Eluting Stents. *The Annals of Thoracic Surgery*. avr 2013;95(4):1297-305.
36. Tranbaugh RF, Dimitrova KR, Friedmann P, Geller CM, Harris LJ, Stelzer P, et al. Radial Artery Conduits Improve Long-Term Survival After Coronary Artery Bypass Grafting. *The Annals of Thoracic Surgery*. oct 2010;90(4):1165-72.
37. Locker C, Schaff HV, Dearani JA, Joyce LD, Park SJ, Burkhart HM, et al. Multiple Arterial Grafts Improve Late Survival of Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Graft Surgery: Analysis of 8622 Patients With Multivessel Disease. *Circulation*. 28 août 2012;126(9):1023-30.
38. Grau JB, Ferrari G, Mak AWC, Shaw RE, Brizzio ME, Mindich BP, et al. Propensity matched analysis of bilateral internal mammary artery versus single left internal mammary artery grafting at 17-year follow-up: validation of a contemporary surgical experience. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 1 avr 2012;41(4):770-6.
39. Serruys PW, Morice MC, Kappetein AP, Colombo A, Holmes DR, Mack MJ, et al. Percutaneous Coronary Intervention versus Coronary-Artery Bypass Grafting for Severe Coronary Artery Disease. *N Engl J Med*. 5 mars 2009;360(10):961-72.
40. Farkouh ME, Domanski M, Sleeper LA, Siami FS, Dangas G, Mack M, et al. Strategies for Multivessel Revascularization in Patients with Diabetes. *N Engl J Med*. 20 déc 2012;367(25):2375-84.
41. Park SJ, Ahn JM, Kim YH, Park DW, Yun SC, Lee JY, et al. Trial of Everolimus-Eluting Stents or Bypass Surgery for Coronary Disease. *N Engl J Med*. 26 mars 2015;372(13):1204-12.
42. Ahn JM, Kang DY, Yun SC, Ho Hur S, Park HJ, Tresukosol D, et al. Everolimus-Eluting Stents or Bypass Surgery for Multivessel Coronary Artery Disease: Extended Follow-Up Outcomes of Multicenter Randomized Controlled BEST Trial. *Circulation*. 22 nov 2022;146(21):1581-90.
43. Mäkikallio T, Holm NR, Lindsay M, Spence MS, Erglis A, Menown IBA, et al. Percutaneous coronary angioplasty versus coronary artery bypass grafting in treatment of unprotected left main stenosis (NOBLE): a prospective, randomised, open-label, non-inferiority trial. *The Lancet*. déc 2016;388(10061):2743-52.
44. Stone GW, Kappetein AP, Sabik JF, Pocock SJ, Morice MC, Puskas J, et al. Five-Year Outcomes after PCI or CABG for Left Main Coronary Disease. *N Engl J*

Med. 7 nov 2019;381(19):1820-30.

45. Taggart DP, Altman DG, Gray AM, Lees B, Gerry S, Benedetto U, et al. Randomized Trial of Bilateral versus Single Internal-Thoracic-Artery Grafts. *N Engl J Med*. 29 déc 2016;375(26):2540-9.

46. Taggart DP, Altman DG, Gray AM, Lees B, Nugara F, Yu LM, et al. Randomized trial to compare bilateral vs. single internal mammary coronary artery bypass grafting: 1-year results of the Arterial Revascularisation Trial (ART). *European Heart Journal*. 2 oct 2010;31(20):2470-81.

47. Ahn JM, Roh JH, Kim YH, Park DW, Yun SC, Lee PH, et al. Randomized Trial of Stents Versus Bypass Surgery for Left Main Coronary Artery Disease. *Journal of the American College of Cardiology*. mai 2015;65(20):2198-206.

48. Alam M, Lee VV, Elayda MA, Shahzad SA, Yang EY, Nambi V, et al. Association of gender with morbidity and mortality after isolated coronary artery bypass grafting. A propensity score matched analysis. *International Journal of Cardiology*. juill 2013;167(1):180-4.

49. Fu S peng, Zheng Z, Yuan X, Zhang S ju, Gao H wei, Li Y, et al. Impact of Off-Pump Techniques on Sex Differences in Early and Late Outcomes After Isolated Coronary Artery Bypass Grafts. *The Annals of Thoracic Surgery*. avr 2009;87(4):1090-6.

50. Kytö V, Sipilä J, Tornio A, Rautava P, Gunn J. Sex-Based Outcomes After Coronary Artery Bypass Grafting. *The Annals of Thoracic Surgery*. déc 2021;112(6):1974-81.

51. Abreu A, Máximo J, Leite-Moreira A. Long-term survival of female versus male patients after coronary artery bypass grafting. Leone A, éditeur. *PLoS ONE*. 23 sept 2022;17(9):e0275035.

52. Wu C, Camacho FT, Wechsler AS, Lahey S, Culliford AT, Jordan D, et al. Risk Score for Predicting Long-Term Mortality After Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Circulation*. 22 mai 2012;125(20):2423-30.

53. Zafirir B, Leviner DB, Saliba W, Sharoni E. Prognostic Interplay of Chronic Kidney Disease, Anemia, and Diabetes in Coronary Bypass Surgery. *The Annals of Thoracic Surgery*. janv 2021;111(1):94-101.

54. Den Ruijter HM, Haitjema S, Van Der Meer MG, Van Der Harst P, Rouleau JL, Asselbergs FW, et al. Long-term outcome in men and women after CABG; results from the IMAGINE trial. *Atherosclerosis*. juill 2015;241(1):284-8.

55. Nuru A, Weltzien JAH, Sandvik L, Tønnessen T, Bjørnstad JL. Short- and long-term survival after isolated coronary artery bypass grafting, the impact of gender and age. *Scandinavian Cardiovascular Journal*. 2 nov 2019;53(6):342-7.

56. Wu C, Camacho FT, Wechsler AS, Lahey S, Culliford AT, Jordan D, et al.

Risk Score for Predicting Long-Term Mortality After Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Circulation*. 22 mai 2012;125(20):2423-30.

57. Oprea AD, Del Rio JM, Cooter M, Green CL, Karhausen JA, Nailor P, et al. Pre- and postoperative anemia, acute kidney injury, and mortality after coronary artery bypass grafting surgery: a retrospective observational study. *Can J Anesth/J Can Anesth*. janv 2018;65(1):46-59.

58. Warwick R, Mediratta N, Shaw M, McShane J, Pullan M, Chalmers J, et al. Red cell distribution width and coronary artery bypass surgery. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. juin 2013;43(6):1165-9.

59. O'Boyle F, Mediratta N, Fabri B, Pullan M, Chalmers J, McShane J, et al. Long-term survival after coronary artery bypass surgery stratified by EuroSCORE. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 1 juill 2012;42(1):101-7.

60. Gao D, Grunwald GK, Rumsfeld JS, Schooley L, MacKenzie T, Shroyer ALW. Time-Varying Risk Factors for Long-Term Mortality After Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *The Annals of Thoracic Surgery*. mars 2006;81(3):793-9.

61. Chalmers J, Pullan M, Fabri B, McShane J, Shaw M, Mediratta N, et al. Validation of EuroSCORE II in a modern cohort of patients undergoing cardiac surgery. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. avr 2013;43(4):688-94.

62. Nashef S. Validation of European System for Cardiac Operative Risk Evaluation (EuroSCORE) in North American cardiac surgery. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. juill 2002;22(1):101-5.

63. Mach F, Baigent C, Catapano AL, Koskinas KC, Casula M, Badimon L, et al. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk. *European Heart Journal*. 1 janv 2020;41(1):111-88.

64. Biancari F, Onorati F, Rubino AS, Mosorin MA, Juvonen T, Ahmed N, et al. Outcome of Emergency Coronary Artery Bypass Grafting. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. avr 2015;29(2):275-82.

65. Bell MR, Gersh BJ, Schaff HV, Holmes DR, Fisher LD, Alderman EL, et al. Effect of completeness of revascularization on long-term outcome of patients with three-vessel disease undergoing coronary artery bypass surgery. A report from the Coronary Artery Surgery Study (CASS) Registry. *Circulation*. août 1992;86(2):446-57.

66. Rastan AJ, Walther T, Falk V, Kempfert J, Merk D, Lehmann S, et al. Does Reasonable Incomplete Surgical Revascularization Affect Early or Long-Term Survival in Patients With Multivessel Coronary Artery Disease Receiving Left Internal Mammary Artery Bypass to Left Anterior Descending Artery? *Circulation* [Internet]. 15 sept 2009 [cité 17 avr 2023];120(11_suppl_1). Disponible sur: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.842005>

67. Rankin JS, Tuttle RH, Wechsler AS, Teichmann TL, Glower DD, Califf RM.

Techniques and Benefits of Multiple Internal Mammary Artery Bypass at 20 Years of Follow-Up. *The Annals of Thoracic Surgery*. mars 2007;83(3):1008-15.

68. Sandoval Y, Brilakis ES, Canoniero M, Yannopoulos D, Garcia S. Complete Versus Incomplete Coronary Revascularization of Patients With Multivessel Coronary Artery Disease. *Curr Treat Options Cardio Med*. mars 2015;17(3):8.

69. Garcia S, Sandoval Y, Roukoz H, Adabag S, Canoniero M, Yannopoulos D, et al. Outcomes After Complete Versus Incomplete Revascularization of Patients With Multivessel Coronary Artery Disease. *Journal of the American College of Cardiology*. oct 2013;62(16):1421-31.

70. Hogan M, Klein AA, Richards T. The impact of anaemia and intravenous iron replacement therapy on outcomes in cardiac surgery. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. févr 2015;47(2):218-26.

71. Koch CG, Li L, Duncan AI, Mihaljevic T, Loop FD, Starr NJ, et al. Transfusion in Coronary Artery Bypass Grafting is Associated with Reduced Long-Term Survival. *The Annals of Thoracic Surgery*. mai 2006;81(5):1650-7.

72. Colson PH, Gaudard P, Meunier C, Seguret F. Impact of Red Blood Cell Transfusion on In-hospital Mortality of Isolated Coronary Artery Bypass Graft Surgery: A Retrospective Observational Study of French Nationwide 3-year Cohort. *Annals of Surgery* [Internet]. 28 juin 2022 [cité 1 mars 2023]; Publish Ahead of Print. Disponible sur: <https://journals.lww.com/10.1097/SLA.0000000000005488>

73. Paone G, Likosky DS, Brewer R, Theurer PF, Bell GF, Cogan CM, et al. Transfusion of 1 and 2 Units of Red Blood Cells Is Associated With Increased Morbidity and Mortality. *The Annals of Thoracic Surgery*. janv 2014;97(1):87-94.

74. Pagano D, Milojevic M, Meesters MI, Benedetto U, Bolliger D, Von Heymann C, et al. 2017 EACTS/EACTA Guidelines on patient blood management for adult cardiac surgery. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 1 janv 2018;53(1):79-111.

75. Johansson PI, Rasmussen AS, Thomsen LL. Intravenous iron isomaltoside 1000 (Monofer[®]) reduces postoperative anaemia in preoperatively non-anaemic patients undergoing elective or subacute coronary artery bypass graft, valve replacement or a combination thereof: a randomized double-blind placebo-controlled clinical trial (the PROTECT trial). *Vox Sang*. oct 2015;109(3):257-66.

76. Gestion du capital sanguin en pré, per et post opératoire et en obstétrique. HAS [Internet]. 12 sept 2022; Disponible sur: https://has-sante.fr/jcms/p_3193968/fr/gestion-du-capital-sanguin-en-pre-per-et-post-operatoire-et-en-obstetrique

77. Park SJ, Jo AJ, Kim HJ, Cho S, Ko MJ, Yun SC, et al. Real-World Outcomes of On- vs Off-pump Coronary Bypass Surgery: Result From Korean Nationwide Cohort. *The Annals of Thoracic Surgery*. juin 2022;113(6):1989-98.

78. Nicolini F, Fortuna D, Contini GA, Pacini D, Gabbieri D, Zussa C, et al. Comparison between off- and on-pump coronary artery bypass grafting: long-term results of a real-world registry. *Eur J Cardiothorac Surg.* sept 2016;50(3):528-35.
79. Dominici C, Salsano A, Nenna A, Spadaccio C, El-Dean Z, Bashir M, et al. Neurological outcomes after on-pump vs off-pump CABG in patients with cerebrovascular disease. *J Card Surg.* oct 2019;34(10):941-7.
80. Chikwe J, Lee T, Itagaki S, Adams DH, Egorova NN. Long-Term Outcomes After Off-Pump Versus On-Pump Coronary Artery Bypass Grafting by Experienced Surgeons. *Journal of the American College of Cardiology.* sept 2018;72(13):1478-86.
81. Kim JB, Yun SC, Lim JW, Hwang SK, Jung SH, Song H, et al. Long-Term Survival Following Coronary Artery Bypass Grafting. *Journal of the American College of Cardiology.* juin 2014;63(21):2280-8.
82. Filardo G, Grayburn PA, Hamilton C, Hebel RF, Cooksey WB, Hamman B. Comparing Long-Term Survival Between Patients Undergoing Off-Pump and On-Pump Coronary Artery Bypass Graft Operations. *The Annals of Thoracic Surgery.* août 2011;92(2):571-8.
83. Pan E, Nielsen SJ, Mennander A, Björklund E, Martinsson A, Lindgren M, et al. Statins for secondary prevention and major adverse events after coronary artery bypass grafting. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* déc 2022;164(6):1875-1886.e4.
84. Björklund E, Nielsen SJ, Hansson EC, Karlsson M, Wallinder A, Martinsson A, et al. Secondary prevention medications after coronary artery bypass grafting and long-term survival: a population-based longitudinal study from the SWEDEHEART registry. *European Heart Journal.* 1 mai 2020;41(17):1653-61.

DÉCLARATION SUR L'HONNEUR



Faculté de médecine
maïeutique et sciences de la santé
Université de Strasbourg

Document avec signature originale devant être joint :

- à votre mémoire de D.E.S.
- à votre dossier de demande de soutenance de thèse

Nom : HENRY Prénom : Jérémie

Ayant été informé(e) qu'en m'appropriant tout ou partie d'une œuvre pour l'intégrer dans mon propre mémoire de spécialité ou dans mon mémoire de thèse de docteur en médecine, je me rendrais coupable d'un délit de contrefaçon au sens de l'article L335-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle et que ce délit était constitutif d'une fraude pouvant donner lieu à des poursuites pénales conformément à la loi du 23 décembre 1901 dite de répression des fraudes dans les examens et concours publics.

Ayant été avisé(e) que le président de l'université sera informé de cette tentative de fraude ou de plagiat, afin qu'il saisisse la juridiction disciplinaire compétente.

Ayant été informé(e) qu'en cas de plagiat, la soutenance du mémoire de spécialité et/ou de la thèse de médecine sera alors automatiquement annulée, dans l'attente de la décision que prendra la juridiction disciplinaire de l'université

J'atteste sur l'honneur

Ne pas avoir reproduit dans mes documents tout ou partie d'œuvre(s) déjà existante(s), à l'exception de quelques brèves citations dans le texte, mises entre guillemets et référencées dans la bibliographie de mon mémoire.

A écrire à la main : « J'atteste sur l'honneur avoir connaissance des suites disciplinaires ou pénales que j'encours en cas de déclaration erronée ou incomplète ».

J'atteste sur l'honneur avoir connaissance des suites disciplinaires ou pénales que j'encours en cas de déclaration erronée ou incomplète

Signature originale :

Henry
A Strasbourg, le 22/05/2023

Photocopie de cette déclaration devant être annexée en dernière page de votre mémoire de D.E.S. ou de Thèse.

SURVIE ET FACTEURS PREDICTIFS DE MORTALITE A LONG TERME APRES REVASCULARISATION CORONARIENNE ISOLEE PAR PONTAGE CORONARIEN

Introduction : L'objectif de l'étude était de déterminer la survie à long terme et les facteurs prédictifs pré- et peropératoires de mortalité des patients présentant une coronaropathie bénéficiant d'une chirurgie isolée de revascularisation par pontage coronarien.

Matériels et Méthodes : De janvier 2009 à décembre 2022, 4092 patients ont bénéficié d'une revascularisation coronarienne isolée. L'âge moyen était de $65,9 \pm 9,5$ ans et l'EuroSCORE II de $2,4 \pm 4,6\%$. Il s'agissait d'une atteinte mono-, bi-, et tri-tronculaire dans 3,1%, 22,7% et 72,2% des cas, respectivement. Une sténose serrée du tronc commun était présente dans 25,4% des cas. L'intervention a été réalisée en urgence dans 10,4% des cas. Le nombre d'anastomose distale totale, avec une artère et avec une veine étaient de $3,2 \pm 1,1\%$, $2,6 \pm 0,9\%$ et $0,6 \pm 0,7\%$ respectivement. Les 2 artères mammaires ont été utilisées dans 80,9% des cas.

Le critère de jugement principal était la mortalité déterminée à partir du registre INSEE. Le suivi moyen était de $6,0 \pm 3,7$ ans. Une analyse multivariée a été réalisée pour identifier les facteurs de risque de mortalité selon le modèle de régression logistique de Cox. Les courbes de survie actuarielle ont été déterminées par la méthode de Kaplan-Meier. Les comparaisons des courbes de survie actuarielle ont été réalisées par le test du Log Rank.

Résultats : La mortalité hospitalière était de 2,1% (87 patients) et la mortalité globale au cours du suivi de 22,7%. La survie globale à 1, 5 et 10 ans étaient de $95,5 \pm 0,3\%$, $86,3 \pm 0,7\%$ et $70,3 \pm 1,0\%$ respectivement. Les facteurs prédictifs de mortalité à long terme étaient : l'âge (OR=1,048 ; $P < 0,0001$), le diabète (OR=1,338 ; $P = 0,001$), l'insuffisance respiratoire (OR=2,151 ; $P < 0,0001$), un antécédent d'AVC (OR=1,424 ; $P = 0,022$), une dyspnée stades 3-4 NYHA (OR=1,371 ; $P = 0,007$), l'artériopathie périphérique (OR=1,835 ; $P < 0,0001$), l'anémie préopératoire (OR=2,138 ; $P < 0,0001$), le débit de filtration glomérulaire préopératoire (OR=0,995 ; $P = 0,007$), la FEVG (OR=0,973 ; $P < 0,0001$), le nombre d'anastomose distale (OR=0,758 ; $P < 0,0001$) et la durée de CEC (OR=1,007 ; $P < 0,0001$). La survie à 5 ans et 10 ans sans et avec une anémie préopératoire étaient de $90,3 \pm 0,6\%$ versus $72,4 \pm 2,1\%$ et $76,4 \pm 1,0\%$ versus $50,3 \pm 2,2\%$ ($P < 0,0001$).

Conclusions : La chirurgie de revascularisation coronarienne extensive avec utilisation des artères mammaires est associée dans notre expérience à une survie à long terme comparable aux données rapportées dans la littérature. Parmi les facteurs prédictifs de mortalité habituels après pontage coronarien chez le patient tritonculaire, l'anémie préopératoire est fréquente et est significativement associée à une réduction de la survie à long terme. Elle doit donc être systématiquement dépistée et traitée.

Rubrique de classement : Chirurgie Thoracique et Cardio-Vasculaire

Mots-clés : Chirurgie Cardiaque, Revascularisation coronarienne, Survie, Survie à long terme, Facteurs prédictifs de mortalité

Président : Professeur Jean-Philippe MAZZUCOTELLI

Assesseurs :

Professeur Michel KINDO (Directeur de Thèse)

Professeur Olivier MOREL

Professeur Patrick OHLMANN

Adresse de l'auteur : Service de Chirurgie Cardio-Vasculaire, Greffe et Assistance Cardiaques (Chef de service : Professeur JP. Mazzucotelli), Nouvel Hôpital Civil, 1, place de l'Hôpital, 67000 Strasbourg

