

**Faculté de médecine et médecine dentaire**

**« Bénéfice d'un pontage par deux artères mammaires internes versus une seule chez les patients de plus de 70 ans soumis à une revascularisation myocardique élective.**

Auteur : Adrien DELROISSE  
Promoteur : Dr S. MASTROBUONI  
Lecteur(s) : Pr S. PIERARD, Pr L. de KERCHOVE, Dr F. MAES  
Année académique 2018-2019  
Master en médecine à finalité spécialisée

# TABLE DES MATIERES

---

---

<b>TABLE DES MATIERES .....</b>	<b>2</b>
<b>ABREVIATIONS .....</b>	<b>3</b>
<b>RESUME SCIENTIFIQUE .....</b>	<b>4</b>
<b>SCIENTIFIC SUMMARY .....</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>6</b>
INTRODUCTION THÉORIQUE GÉNÉRALE .....	6
<i>Localisation du coeur.....</i>	6
<i>Anatomie générale du coeur.....</i>	6
<i>Vascularisation cardiaque.....</i>	7
<i>Pathologie coronarienne.....</i>	8
<i>Technique chirurgicale.....</i>	9
<i>Indications de revascularisation.....</i>	10
<i>Anatomie des greffons.....</i>	11
INTRODUCTION SPECIFIQUE.....	12
<b>OBJECTIFS.....</b>	<b>13</b>
<b>MATÉRIEL.....</b>	<b>13</b>
<b>MÉTHODES.....</b>	<b>14</b>
<b>RESULTATS.....</b>	<b>17</b>
<b>DISCUSSION.....</b>	<b>33</b>
PERSPECTIVES D'AVENIR.....	36
LIMITES ET BIAIS.....	37
CONCLUSION.....	38
<b>BIBLIOGRAPHIE [41] .....</b>	<b>40</b>

## ABBREVIATIONS

---

- BIMA : bilateral internal mammary artery
- SIMA: single internal mammary artery
- IVA: artère inter-ventriculaire antérieure
- ACSD: adult cardiac surgery data
- IM: infarctus du myocarde
- IC: insuffisance cardiaque
- ESC: European Society of Cardiology
- ART: Artery Revascularization Trial
- MACE: major adverse cardiovascular event

# RESUME SCIENTIFIQUE

---

**INTRODUCTION.** La revascularisation myocardique par double artère mammaire interne semble être une solution plus avantageuse qu'une seule artère mammaire plus veine saphène. Cependant, les études sur le sujet déjà menées sont controversées et semblent conflictuelles, et ce d'autant plus dans les populations d'âge avancé.

**METHODE.** Analyse rétrospective d'un groupe de 449 patients ayant subi une opération de revascularisation myocardique élective aux Cliniques Universitaires de Saint-Luc Woluwé de 2011 à 2015. Regroupement des patients en deux groupes suivant le type de greffon reçu : deux artères mammaires (groupe BIMA, n= 125 ; 27,84%) versus une artère mammaire plus un greffon saphène (groupe SIMA, n= 324 ; 72,16%). Estimation des degrés de comparabilité entre les deux groupes par « T de Student » ou « Test de Mann-Whitney » pour les variables continues et « Chi-Square » ou « Test exact de Fisher » pour les variables catégoriques. Utilisation des courbes de « Kaplan-Meier » pour l'analyse de la survie et des événements pendant le suivi et « Régression de Cox » pour les tests de corrélation.

**RESULTATS.** Après exclusion de 84 patients ne respectant pas les critères d'inclusion, 365 patients restaient disponibles pour analyse et ont été répartis selon le greffon : SIMA (n=255 ; 69,86%) et BIMA (n=110 ; 30,14%). Les deux groupes sont similaires pour la majorité des données préopératoires incluant les plaintes d'angor et de dyspnée, les antécédents chirurgicaux, les historiques d'IM, les comorbidités de départ à l'exception de la présence de BPCO. Cette dernière est plus souvent représentée dans le groupe SIMA (8,27% vs 1,82% ; p=0,03) et ce malgré la présence plus importante de fumeurs dans le groupe BIMA (55,05% vs 39,22% ; p=0,02). Les deux groupes diffèrent également de par leur genre avec une majorité d'hommes pour le groupe BIMA (85,45% vs 75,29% ; p=0,04), leur âge avec une population plus vieille dans le groupe SIMA ( $77,5 \pm 0,3$  vs  $73,7 \pm 0,3$  ; p<0,01) et leur poids avec un BMI plus conséquent dans le groupe BIMA (p=0,04 ;  $28,7 \pm 0,7$  vs  $26,4 \pm 0,3$  ; p<0,01). Pour l'analyse des résultats postopératoires, nous pouvons remarquer, avec des médianes de survies de 62 mois (SIMA, IQR : 45-77) et de 55 mois (BIMA, IQR : 45-71), un taux de survie moindre pour le groupe SIMA à 7 ans (72,66% vs 86,27% ; p=0,04). Par ailleurs, nous observons une incidence plus importante de fibrillation auriculaire en postopératoire immédiat chez le groupe BIMA (20,34% vs 7,94%, p=0,03).

**CONCLUSION.** L'incidence d'arythmie de type fibrillation auriculaire en postopératoire immédiat apparaît être plus importante dans la population opérée par double apport artériel, mais cette dernière est associée à une meilleure survie à 7 ans. La mortalité péri-opératoire et le risque d'ostéite sont bas dans les deux groupes.

# SCIENTIFIC SUMMARY

---

**INTRODUCTION.** Myocardial revascularization by double internal mammary artery seems to be a more advantageous solution than a single mammary artery plus saphenous vein. However, the studies already conducted on the subject are controversial and seem to be conflicting, especially in older populations.

**METHOD.** Retrospective analysis of a group of 449 patients who underwent an elective myocardial revascularization operation at the University Clinics of Saint-Luc Woluwé from 2011 to 2015. Grouping of patients into two groups according to the type of graft received: two mammary arteries (BIMA group, n= 125; 27.84%) versus one mammary artery plus one saphenous graft (SIMA group, n= 324; 72.16%). Estimation of the degrees of comparability between the two groups by "Student t" or "Mann-Whitney test" for continuous variables and "chi-square" or "exact fisher test" for categorical variables. Use of "Kaplan-Meier" curves for survival and event analysis during monitoring and "Cox regression" for correlation tests.

**RESULTS.** After excluding 84 patients who did not meet the inclusion criteria, 365 patients remained available for analysis and were allocated according to the graft: SIMA (n=255; 69.86%) and BIMA (n=110; 30.14%). The two groups are similar for the majority of preoperative data including angina and dyspnea complaints, surgical history, MI histories, initial co-morbidities except for the presence of COPD. The latter is more present in the SIMA group (8.27% vs 1.82%; p=0.03) despite the greater presence of smokers in the BIMA group (55.05% vs 39.22%; p=0.02). The two groups also differ in gender with a majority of men in the BIMA group (85.45% vs. 75.29%; p=0.04), age with an older population in the SIMA group ( $77.5 \pm 0.3$  vs.  $73.7 \pm 0.3$ ; p<0.01) and weight with a higher BMI in the BIMA group (p=0.04;  $28.7 \pm 0.7$  vs.  $26.4 \pm 0.3$ ; p<0.01). For the analysis of postoperative results, we can note, with median survival rates of 62 months (SIMA, IQR: 45-77) and 55 months (BIMA, IQR: 45-71), a lower survival rate for the 7-year SIMA group (72.66% vs 86.27%; p=0.04). In addition, we observe a higher incidence of atrial fibrillation in the immediate postoperative period in the BIMA group (20.34% vs 7.94%, p=0.03).

**CONCLUSION.** The incidence of atrial fibrillation arrhythmia in immediate postoperative care appears to be higher in the population operated on by double arterial supply, but this last one is associated with a better survival at 7 years. Perioperative mortality and risk of osteitis are low in both groups.

# INTRODUCTION

---

## INTRODUCTION THÉORIQUE GÉNÉRALE

---

Le cœur est le muscle qui permet l'envoi du sang dans la périphérie du corps humain. Si ce muscle est défaillant, il ne permet pas le bon fonctionnement des organes et tissus présents dans l'entièreté de l'organisme. Ce muscle, le myocarde, peut être lésé notamment suite à un manque de perfusion du cœur lui-même. La perfusion du cœur se fait au départ des artères coronaires, une droite et une gauche, qui démarrent quasiment à la sortie du cœur, au niveau des sinus coronaires. Si une de ces artères est bouchée, ou une de ses collatérales ou terminales, le manque d'apport sanguin au myocarde et par conséquent le manque d'oxygène et de nutriments empêchent le cœur de fonctionner correctement. Si une de ces situations arrive, le cœur en souffrance doit être soigné. A partir de là, plusieurs techniques de soin sont disponibles, en fonction de la gravité et de la durée d'ischémie myocardique.

---

## LOCALISATION DU COEUR

---

Le cœur est un organe situé dans le médiastin antérieur à son étage inférieur. Il est donc situé derrière le plastron sterno-costal, entre les deux poumons. Il est posé sur le diaphragme, toutefois soutenu par le ligament phréno-péricardique.

---

## ANATOMIE GÉNÉRALE DU COEUR

---

Le cœur est un organe creux au centre de l'appareil circulatoire. Il fait passer le sang désoxygéné des tissus périphériques vers la circulation pulmonaire de par sa partie droite. Le sang une fois réoxygéné dans les poumons arrive au cœur gauche et pourra être renvoyé en périphérie pour nourrir tous les tissus. Le cœur est donc fonctionnellement divisé en une partie gauche et une partie droite. Chacune de ces parties comportera une oreillette, qui recueille le sang et l'envoie dans les ventricules, plus musclés, permettant un envoi plus costaud dans la circulation pulmonaire pour le cœur droit et dans la circulation systémique pour le cœur gauche. Les ventricules sont donc animés de contraction via les

cellules musculaires qui le composent: les cardiomyocytes. L'influx permettant la contraction est généré par le système cardionecteur au départ du nœud sino-atrial.

La paroi du cœur est divisée en trois portions différentes, de l'extérieur vers l'intérieur: l'épicaarde, le myocarde et enfin l'endocarde.

Le cœur est dans son entièreté recouvert d'une séreuse, le péricarde, qui englobe également les troncs des gros vaisseaux.

La partie interne du cœur est intéressante puisque son anatomie particulière est indispensable à son bon fonctionnement. Chaque oreillette est séparée de son ventricule par une valve, système anti-reflux empêchant le sang de revenir de la grosse cavité vers la plus petite. Cela permet également d'envoyer une quantité de sang plus adéquate dans la circulation. La valve atrio-ventriculaire gauche se nomme la valve mitrale, et la droite la tricuspide. Il y a également deux valves que l'on nomme sigmoïdes entre le ventricule et les vaisseaux sortants du cœur : l'aorte pour le cœur gauche, point de départ de la circulation systémique, et le tronc pulmonaire pour le cœur droit, morceau initial de la circulation pulmonaire. La sigmoïde gauche sera la valve aortique et la droite la pulmonaire.

---

## VASCULARISATION CARDIAQUE

---

Tout d'abord, la vascularisation myocardique et ses branches dérivées.

Le cœur est nourri par les artères coronaires, artères situées dans l'épicaarde et qui ont donc un trajet superficiel. Celles-ci occuperont les divers sillons présents à la surface du cœur. Elles donneront deux types de collatérales, les branches marginales ou diagonales en surface et les branches septales ou perforantes, plus profondes. Il est utile de spécifier que la perfusion coronaire et donc myocardique se fait en diastole, quand l'orifice valvulaire aortique est fermé. Le sang emprisonné dans l'aorte vient en partie butter contre la valve, le seul trajet possible est donc de s'engouffrer dans les orifices coronaires. L'artère coronaire droite naît du bord droit de l'aorte et rentre directement dans le sillon coronaire, qu'elle suivra jusqu'au bord droit du cœur. A partir de cet endroit, la "cru", elle se divisera en deux branches, une branche marginale aiguë qui longera le bord droit du cœur et s'épuisera quelques instants avant l'apex, permettant l'irrigation de la face antérieure du ventricule droit, et une branche qui se divisera presque instantanément en deux terminales: l'artère interventriculaire postérieure qui se placera dans le sillon interventriculaire postérieur et qui nourrira la face diaphragmatique du cœur et l'artère rétroventriculaire qui donnera l'artère du nœud atrio-ventriculaire permettant l'irrigation du nœud conducteur. Il existe également une petite collatérale

immédiatement à la sortie du sinus coronaire qui se nomme l'artère du nœud sino-atrial et permettant la perfusion du nœud conducteur principal. La coronaire gauche, quant à elle, démarre du sinus de Valsalva gauche. Elle se fraie un chemin en passant à gauche du tronc pulmonaire, passe sous l'auricule gauche et va se positionner dans le sillon interventriculaire antérieur. A ce moment, elle se divise en deux branches, la branche la plus antérieure portant le nom d'artère interventriculaire antérieure et la branche plus à gauche qui va se placer dans le sillon coronaire portant le nom d'artère circonflexe. Celle-ci suit le sillon jusqu'au bord gauche du cœur et donne deux branches, la première continuant le trajet de la circonflexe dans le sillon coronaire et la dernière qui suit le bord gauche du cœur ; il s'agit de l'artère marginale obtuse, qui parfois peut être multiple. Il est à noter qu'une des variantes anatomiques assez courante est la naissance de l'artère interventriculaire postérieure : dans la majorité des cas elle naît donc de la coronaire droite, mais elle peut aussi provenir de la coronaire gauche. C'est un fait assez théorique car il y a une notion de dominance associée à cette artère. En effet, on parlera de dominance gauche ou droite en fonction de la coronaire qui fournira cette branche artérielle.

En résumé, la coronaire droite vascularise l'oreillette droite, le ventricule droit et le tiers postérieur du septum, tandis que l'artère coronaire gauche irrigue l'oreillette gauche, le ventricule gauche et les trois quarts supérieurs du septum inter-ventriculaire.

L'explication du réseau artériel myocardique étant « général » ici, l'anatomie des branches marginales et septales n'a pas été spécifiée. De plus, le réseau veineux n'a pas été expliqué étant donné le pauvre lien avec à la technique chirurgicale en question.

---

## PATHOLOGIE CORONARIENNE

---

Comme énoncé précédemment, le cœur peut être la source de pathologies. Dans le cas présent, c'est la pathologie des artères coronaires qui nous intéresse. Les artères coronaires sont donc susceptibles de se boucher et de causer une ischémie des tissus en aval de l'occlusion. L'occlusion d'une de ces artères donne ce qu'on appelle « l'infarctus du myocarde ». Un des signes précurseurs mais pas systématique toutefois est l'angine de poitrine, douleur ressentie comme une oppression thoracique, suite à un effort dans un premier temps et pouvant arriver au repos dans les cas plus graves. C'est un signe annonciateur d'une pathologie coronaire, mais pas le seul. En effet, la pathologie coronaire peut se présenter sans douleur mais avec d'autres symptômes potentiels, tels que les œdèmes des membres inférieurs ou encore l'essoufflement (OAP dans les cas graves), ce qui fait penser à une insuffisance cardiaque, possible d'emblée. L'infarctus du myocarde, sans rentrer dans les détails, peut

être divisé en deux grands types : les STEMI (ST elevation myocardial infarction) et NSTEMI (Non ST elevation myocardial infarctus), distinction faite selon un électrocardiogramme en fonction de l'élévation ou non de la portion ST. La distinction doit être faite parce que la prise en charge peut différer dans le sens où un STEMI nécessite une prise en charge urgente, et n'est donc pas le sujet de ce mémoire. De même, un NSTEMI peut nécessiter une revascularisation chirurgicale mais qui est également considérée comme une urgence ici. De plus, les indications chirurgicales par pontage suite à un infarctus sont souvent rares voire exceptionnelles car la prise en charge initiale est souvent la reperfusion par angioplastie percutanée primaire. Ces infarctus ne sont donc pas les meilleures indications de pontage et nous n'y prêterons peu d'attention.

Les artères coronaires généralement se bouchent de manière progressive suite à l'accumulation de lipides dans ses parois ; c'est ce qu'on appelle l'athérosclérose. Toutefois, un caillot provenant d'une plaque lointaine et qui se détache, un embolie, peut également aller occlure un de ces vaisseaux.

Les artères peuvent donc, lors de bilans cardiologiques, être repérées comme sténosées en fonction du degré possible de passage du flux sanguin. Si cette sténose est jugée significative (bouchées donc à >50%), et que la lésion produit une ischémie démontrable, elle doit faire l'objet d'un traitement: pose de stent ou chirurgie de pontage coronaire.

---

## TECHNIQUE CHIRURGICALE

---

La technique chirurgicale à détailler ici est le pontage coronaire ; la mise en place donc de réseaux chirurgicaux anastomotiques entre différents secteurs artériels afin de contourner l'endroit sténosé.

Habituellement, la voie d'abord est la sternotomie médiane. On coupe donc le sternum en deux et on écarte ces deux hémi-sternum pour avoir un accès direct au cœur. Il faut par après inciser les tissus mous et arriver jusqu'au péricarde qu'il faut inciser.

Après cela, la mise en place d'une circulation extra-corporelle est nécessaire avant d'arrêter le cœur afin de travailler à l'aise sur les vaisseaux et en même temps permettre l'oxygénation des tissus périphériques pendant la durée de l'opération. Cette circulation extra-corporelle nécessite la mise en place de canules aux niveaux des vaisseaux à détourner. Le cœur n'étant plus perfusé, l'injection d'une solution de protection dite de cardioplégie, riche en potassium, doit être faite afin d'arrêter le cœur en diastole quand la demande énergétique du tissu myocardique est très faible.

Le pontage est généralement complet, c'est-à-dire qu'on va ponter tous les territoires en défaut afin de diminuer les complications : mortalité et morbidités [1]. Les greffons disponibles sont multiples, le plus souvent on utilise en tant que greffon artériel les artères mammaires internes, facilement disponibles, mais il faut savoir que les artères gastro-épiploïques et les artères radiales sont également compatibles. Au niveau des greffons veineux, on utilise les saphènes internes.

Avant d'établir la circulation extra-corporelle, il faut aller chercher la ou les artères mammaires internes. L'autre possibilité principale est d'aller chercher la veine saphène interne, de la scinder à deux extrémités et d'aller l'utiliser comme greffon en la reliant cette fois-ci à deux secteurs artériels, ce qui n'est pas le cas de l'artère mammaire interne qui aura son apport sanguin artériel naturel à partir de l'artère sous-clavière.

---

## INDICATIONS DE REVASCULARISATION

---

Ces indications touchent exclusivement, comme énoncé plus haut, les personnes concernées par une pathologie non urgente, stable. Ces indications reprennent, sur base de l'ESC [2], les différentes indications de revascularisation coronarienne qu'elles soient chirurgicale ou percutanée.

Nous avons donc:

- Persistance de symptômes de dyspnée ou d'angor malgré un traitement médical optimal en présence d'une lésion coronarienne significative au niveau hémodynamique.
- Amélioration du pronostic en présence:
  - D'une lésion de plus de 50% du tronc commun de la coronaire gauche.
  - D'une lésion de plus de 50% de la portion proximale de l'artère IVA.
  - De lésions de plus de 50% de deux ou trois coronaires et avec une fraction d'éjection ventriculaire gauche abaissée sous 35%.
  - De la présence d'une zone ischémique de plus de 10% de la surface du ventricule gauche ou en présence d'une réserve coronaire anormale.
  - Atteinte significative de plus de 50% sur une coronaire unique restante.
- Echecs répétés d'angioplastie, indication rare mais possible.
- Indication primaire de chirurgie valvulaire mitrale ou aortique avec une lésion coronaire significative excédant 70% (décision équivalente à prendre en considération à partir d'une sténose de 50%).

- Anomalies coronariennes exposant à un risque de mort subite (par exemple trajet artériel vascularisant une portion du système cardionecteur, ou encore plus fréquemment anomalie de trajet artériel et compression de celle-ci).

---

## ANATOMIE DES GREFFONS

---

Nous nous suffirons de la description de l'anatomie de l'artère mammaire interne (ou thoracique interne) et de la grande veine saphène (ou saphène interne).

L'artère mammaire interne naît de l'artère subclavière et descend le long du sternum. Elle est séparée de la plèvre par le muscle transverse. Elle donne plusieurs collatérales, notamment les artères intercostales antérieures à destination des cinq premiers espaces intercostaux, les artères perforantes qui traversent les espaces intercostaux et vont vasculariser la peau et le sein ainsi que l'artère péricardiaco-phrénique qui suit le nerf phrénique jusqu'au diaphragme, à son terminus. Elle donne également quelques branches sans grande importance pour la vascularisation du sternum, du médiastin et du thymus.

L'artère mammaire interne se divise en deux terminales, les artères musculo-phrénique et épigastrique supérieure. Cette division se fait donc au niveau du sixième espace intercostal.

La veine saphène interne naît de la prolongation de la veine médiale du pied, elle remonte en passant devant la malléole médiane, elle longe le bord médial du genou et ensuite chemine sur la face ventro-médiale de la cuisse pour enfin aller s'aboucher dans la veine fémorale au niveau inguinal. Cette veine est superficielle.

Les perméabilités respectives des greffons mammaire interne gauche et droit sont, à 10 ans, de l'ordre de 89 à 97% en fonction du lieu d'anastomose et 80 à 90%. Pour le greffon veineux saphène, nous obtenons des perméabilités aux alentours de 50 à 60% à 10 ans [3].

## INTRODUCTION SPECIFIQUE

---

Le pontage coronarien au moyen de divers greffons est une chirurgie assez courante qui a débuté dans le début des années 60, mais avec un premier succès opératoire datant de 1964. Durant toutes ces années, de nombreuses opérations ainsi que de nombreuses études ont été réalisées, dans l'unique but de perfectionner cette technique en la rendant moins invasive, plus courte, plus efficace et surtout moins débilante.

Le pontage coronarien est une opération chirurgicale qui est de plus en plus répandue de par l'âge vieillissant de nos populations. Il s'agit d'une chirurgie qui doit se pratiquer dans bien des cas. En effet, selon l'ESC [2], réaliser un pontage fait l'objet d'une recommandation de type IA pour tous les patients atteints d'une sténose d'une coronaire gauche dominante ou possédant une maladie dite de 3 vaisseaux avec ou sans diabète associé. Pour les pathologies affectant moins de vaisseaux, nous possédons encore une recommandation IA pour les patients atteints sur un seul vaisseau mais s'il s'agit de la portion proximale de l'artère antérieure gauche descendante. Pour le reste, nous avons une recommandation IB en cas d'atteinte proximale de l'artère antérieure descendante gauche chez un patient atteint sur deux vaisseaux, IIbC si le patient possède une maladie d'un ou deux vaisseaux sans atteinte de sa portion proximale de l'artère antérieure gauche descendante.

Le problème, c'est que malgré toutes ces études il n'y a pas de réel consensus qui stipule que l'utilisation de deux greffons mammaires plutôt qu'un seul est bénéfique. Les études se sont multipliées, successivement se démentant l'une l'autre à tour de rôle. En effet, la majorité des résultats des études observationnelles semblent d'accord sur le fait qu'un pontage par BIMA paraîtrait avantageux, d'autant plus à long terme [4-14]. Cela a été mis en évidence par une méta-analyse qui montre que l'immense majorité des études observationnelles aboutissent à la même conclusion, malgré la publication de quelques résultats contradictoires [16-18]. Cependant, ces études sont soumises à un certain biais de sélection, et l'on sait que l'étude ART qui est actuellement la seule étude randomisée conséquente sur le sujet ne semble pas coïncider sur ce point [19]. Par contre, il reste à prendre en compte les différents biais eux-mêmes présents dans cette grande étude, notamment la présence de pas moins de 16% de cross-over entre les différents groupes [20]. De plus, pas moins d'un patient sur 4 possède plus de 70 ans, alors que notre étude porte justement sur cette tranche d'âge [20]. Nous effectuons cette étude en nous basant sur une population âgée, qui a donc forcément demandé aux chirurgiens qui l'a opérée une réflexion importante quant à l'utilisation du greffon. En effet, une personne âgée est par déduction une personne dotée d'une espérance de vie plus réduite. Ainsi, il convient de décider en fonction de son état général s'il y a une réelle utilité à lui proposer un pontage par double greffon mammaire interne qui est plus compliqué et plus long. C'est d'ailleurs l'un

des biais de cette étude ART puisqu'une interaction significative peut être retrouvée entre l'âge et la survie.

A présent, il y a peu de réels progrès quant à l'élaboration d'indications claires d'utilisation. Les seules choses qui semblent concorder sont qu'un greffon veineux possède une perméabilité dans le temps moindre [3], que l'artère mammaire interne gauche sur l'IVA donne d'excellents résultats à long-terme [21] et que la BIMA est également liée à un risque d'ostéite sternale plus importante [5, 6, 17, 22, 23].

## OBJECTIFS

---

Les objectifs finaux attendus sont une réponse quant au fait de choisir le greffon pour revasculariser un cœur âgé (tranche d'âge choisie >70ans). L'idée est de déterminer si l'utilisation d'un greffon mammaire unilatéral est plus délétère au long terme que l'utilisation de ces deux mêmes greffons artériels. Pour cela, nous allons comparer les suivis postopératoires des patients ayant subi un pontage coronarien en les triant selon qu'ils aient reçu un ou deux greffons artériels. Il a fallu recenser l'entièreté des complications et analyser les deux groupes de patients ainsi que la fréquence à laquelle ces complications sont survenues dans chacun des groupes.

Cette étude rétrospective repose sur une étude statistique des diverses possibilités de suivi postopératoire pour en retirer les principales variables en cause, en mettant en avant le type de greffon comme variable principale incriminante.

## MATÉRIEL

---

Il s'agit d'une étude mono-centrique rétrospective incluant les patients de plus de 70 ans ayant été pontés aux Cliniques Universitaires Saint-Luc Woluwé de 2011 à 2015 inclus (étude mono-centrique). Le principal outil à ma disposition est la connaissance des dossiers cliniques des 449 patients opérés durant ce laps de temps, comprenant leurs données préopératoires, les informations relatives à leur opération ainsi que les divers éléments disponibles sur leur suivi, qu'ils soient postopératoire immédiat ou au long terme.

# MÉTHODES

---

Nous sommes partis des données cliniques de chaque patient, nous les avons regroupées toutes et nous avons initialement classé ces patients selon le type d'opération subie, c'est-à-dire l'acquisition d'un greffon de type bi-artériel ou mono-artériel.

Nous avons donc deux possibilités:

- Les patients ayant reçu deux greffons artériels.
- Les patients ayant bénéficié d'un seul greffon artériel.

Nous avons vérifié par une analyse statistique si ces variables interféraient avec le type de greffon.

Ces différentes données sont :

- L'âge, même si la tranche d'âge est assez restreinte vu qu'elle ne commence qu'à 70 ans. Il est évident que l'âge pourrait interférer avec le type de greffon reçu. Un groupe plus jeune pourrait être en meilleure santé et bénéficier plus facilement d'un pontage bi-artériel.
- Le sexe. Les artères sont connues pour être plus à risque d'athérosclérose chez un patient masculin dû à la quantité moindre d'œstrogènes. Toutefois, à 70 ans, la ménopause est déjà installée et donc les risques se sont équilibrés malgré la différence de sexe. Il paraît donc moins judicieux de le spécifier dans cette étude mais, malgré tout, les artères auraient pu souffrir plus dans leur plus jeune temps. Un autre argument plaidant la mise en place de cette catégorie serait encore une fois sur base des œstrogènes, qui peuvent faciliter l'apparition de thromboses veineuses et donc endommager les veines saphènes qui elles ont un rôle principal dans le cadre de ce mémoire.
- Antécédents chirurgicaux cardiaques. Le patient peut déjà s'être fait opérer pour de multiples raisons, il est donc judicieux de juger chaque patient individuellement pour ne pas mettre sur le même pied d'égalité deux patients qui ont peut-être des pathologies certes identiques mais qui n'ont pas le même passé chirurgical. Un patient multi opéré peut souffrir d'autant plus d'une chirurgie longue et difficile ; ceci peut par ailleurs appuyer l'argument qui serait de préférer un greffon veineux.
- Comorbidités. Elles sont nombreuses, nous avons fait attention à:
  - Le diabète et ses angiopathies associées.
  - L'hypertension.

- Hypercholestérolémie, qui est certainement à la source de l'athérosclérose et donc sûrement la cause première de la pathologie coronaire.
- Obésité et le risque cardiovasculaire qu'elle entraîne. Nous avons utilisé le « Body Mass Index » comme variable nous permettant de comparer les sujets souffrant d'obésité des autres, en nous permettant par ailleurs de disposer d'une variable plus continue et non binaire qualifiant un type atteint d'obésité ou non.
- Pathologie pulmonaire associée, la BPCO surtout, qui est très probablement directement liée au tabagisme. Nous avons également quelques patients atteints d'asthme. Nous avons utilisé également comme variante concomitante l'historique tabagique du patient, en émettant trois possibilités : tabagisme ancien, actif ou inexistant.
- Dysfonction cardiaque, une insuffisance par exemple. Le cœur malade a possiblement plus de difficulté à récupérer. C'est pareil dans la situation d'un patient ayant un antécédent d'ischémie et/ou infarctus. Le cœur nécrosé a plus de mal à reprendre. Ces pathologies peuvent par extension être cruciales également en péri-opératoire au moment de faire reprendre le cœur, ou encore à assumer la circulation extracorporelle. A préciser que nous n'avons pas pris en compte dans notre étude des cas de patients atteints de pathologie valvulaire. Nous avons donc utilisé comme variables la Fraction d'éjection ainsi que la présence ou non (ainsi que le nombre si présence il y a) d'antécédents d'infarctus du myocarde.
- Insuffisance rénale. Le rein permettant généralement la régulation de la tension artérielle, un rein malade est sûrement néfaste à la revalidation. Nous avons ici une variable binaire nous indiquant si le patient est sujet à la dialyse ou non ; les données préopératoires récoltées, notamment le taux de créatinine, ne nous permettant pas de constituer une variable continue.
- Troubles cognitifs dans leur ensemble. La présence de troubles peut effectivement empêcher la prise en charge optimale du patient.
- La Classification CCS d'angor. Cela nous permet d'évaluer grossièrement l'intensité de la pathologie coronaire.
- La Classification NYHA de Dyspnée d'origine cardiaque, pour les mêmes raisons susmentionnées.
- L'existence ou non d'une pathologie coronarienne familiale.

Enfin, nous avons analysé les données postopératoires, qui sont dans ce cadre-ci les complications potentielles qui nous intéressent.

Nous avons donc :

- L'arrivée d'une complication quelconque. Il est important de résumer de manière globale le nombre de complications ainsi que le nombre de patients atteints.
- Les complications spécifiques :
  - La récidive d'angor.
  - La récidive de dyspnée. Ont été comptabilisés les patients ayant une dyspnée de grade NYHA supérieure ou égale à 2.
  - L'existence ou non d'une reprise chirurgicale ou d'une angioplastie percutanée.
  - Le risque d'infection.
  - L'arrivée d'infarctus du myocarde.
  - La majoration d'une insuffisance cardiaque. Il s'agit principalement de remarquer si un patient a fait une décompensation cardiaque subite, ou du moins de vérifier qu'un patient n'a pas péjoré une insuffisance cardiaque d'origine ischémique.
  - L'existence d'un AVC.
  - Les complications pulmonaires au sens large.
  - Les arythmies éventuelles.
- L'existence ou non d'un décès, toutes causes confondues.
- La durée du séjour postopératoire, ainsi que la durée du séjour complet.

Ces données ont été récoltées via les dossiers informatiques de la banque de données de la clinique pour l'entièreté des données préopératoires ainsi qu'une minorité des données postopératoires. Pour le restant d'entre elles, un contact direct avec le médecin traitant de chaque patient s'est avéré nécessaire afin de compléter cette récolte.

Nous avons utilisé diverses méthodes statistiques pour comparer tout cela. L'utilisation de la méthode du « T de Student » ou de « Mann-Whitney » a été réservée aux variables continues (BMI, Âge pour les données préopératoires et Durées de séjour pour les données postopératoires). La méthode du « Chi-Square » a été utilisée pour l'analyse des variables catégoriques (Diabète, HTA, hypercholestérolémie,...) avec un calcul plus précis par le « Test de Fisher » en cas d'effectif réduit inférieur à 5. Ces deux méthodes statistiques nous ont permis de déterminer si une interférence existait entre une variable et notre variable de comparaison qui est le type de greffon (BIMA versus SIMA).

Pour l'analyse des données de survie, nous avons utilisé la méthode de « Kaplan-Meier » pour les variables principales : décès, arrivée d'une complication au sens large, MACE, récurrence d'angor, ré-

opération, infarctus du myocarde et arythmies. Un calcul par la « Régression de Cox » a été réalisé pour les analyses de corrélation.

Les calculs statistiques nécessaires à l'étude ont été effectués par le logiciel SPSS Statistics.

Ce projet a été soumis et validé par la Commission d'Ethique Hospitalo-Facultaire de Saint-Luc UCL.

## RESULTATS

---

Premièrement, il a fallu exclure de notre base de données initiale (449 patients) les personnes ne rentrant pas dans les critères de base, à savoir une revascularisation élective. Cela nous a conduit à un total de 365 patients.

Ensuite, nous avons récolté toutes les données préopératoires.

Par après, la tâche la plus ardue a été de recenser toutes les données postopératoires. Pour une petite minorité, les dossiers de Saint-Luc assurant un suivi jusque 2018 ont pu permettre d'obtenir les informations désirées. Pour la grande majorité du groupe, il a fallu récolter auprès des médecins de famille, par appel téléphonique spécifique, l'ensemble des données qui nous importaient.

Ainsi, nous avons réussi à obtenir des données allant de l'opération jusqu'à la fin de l'année 2018 pour 186 patients sur les 365, ce qui signifie toutefois une perte de 179 patients (changement de médecin, refus de réponse du médecin, patients perdus immédiatement sans aucun moyen de les joindre pour la plupart). A signaler que la majorité des patients dans ces 179 ont été perdus dans l'immédiat, et donc ne nous permettent même pas d'assurer un suivi à court terme.

Les deux premières analyses de ce travail ont porté sur l'indépendance ou non des variables préopératoires avec la variable de regroupement qui se trouve être le type de greffon (BIMA vs SIMA). Nous avons donc décidé de poser comme hypothèse nulle  $H_0$  l'indépendance entre les variables choisies et le type de greffon.

Voici les tableaux récapitulatifs de nos résultats :

<i>Table 1 : Données préopératoires.</i>				
<b>Variable</b>	<b>Cohorte</b>	<b>SIMA</b>	<b>BIMA</b>	<b>p</b>
	<b>N= 365</b>	<b>N= 255</b>	<b>N= 110</b>	
<b>Genre ; n(%)</b>				0,04
<b>Masculin</b>	286 (78,36%)	192 (75,29%)	94 (85,45%)	
<b>CCS ; n(%)</b>				0,26
<b>0-2</b>	273 (75,41%)	185 (73,41%)	88 (80,00%)	
<b>3-4</b>	89 (24,59%)	67 (26,59%)	22 (20,00%)	
<b>NYHA ; n(%)</b>				0,60
<b>1-2</b>	313 (85,99%)	218 (85,49%)	95 (87,16%)	
<b>3-4</b>	51 (14,01%)	37 (14,51%)	14 (12,84%)	
<b>Antécédent d'infarctus du myocarde ; n(%)</b>				0,57
<b>Non</b>	273 (76,26%)	187 (75,10%)	86 (78,90%)	
<b>Un</b>	74 (20,67%)	55 (22,09%)	19 (17,43%)	
<b>Deux ou plus</b>	11 (3,07%)	7 (2,81%)	4 (3,67%)	
<b>Antécédent de revascularisation myocardique; n(%)</b>				0,07
<b>No</b>	353 (96,71%)	243 (95,29%)	110 (100%)	
<b>CABG/PACI</b>	9 (2,47%)	9 (3,70%)	0 (0%)	
<b>Antécédent de chirurgie vasculaire ou thoracique ; n(%)</b>				0,32
<b>Oui</b>	32 (8,77%)	25 (9,80%)	7 (6,36%)	
<b>Diabète et thérapeutique ; n(%)</b>				0,89
<b>Aucun</b>	254 (69,78%)	179 (70,47%)	75 (68,18%)	
<b>Thérapie Orale</b>	83 (22,80%)	57 (22,44%)	26 (23,64%)	
<b>Insuline</b>	27 (7,42%)	18 (7,09%)	9 (8,18%)	
<b>Historique tabagique ; n(%)</b>				0,02
<b>Inexistant</b>	204 (56,04%)	155 (60,78%)	49 (44,95%)	
<b>Ancien</b>	125 (34,34%)	78 (30,59%)	47 (43,12%)	
<b>Actif</b>	35 (9,61%)	22 (8,63%)	13 (11,93%)	
<b>Hypertension artérielle ; n(%)</b>				0,32

<b>Oui</b>	294 (80,55%)	209 (81,96%)	85 (77,27%)	
<b>Hypercholestérolémie ; n(%)</b>				0,54
<b>Oui</b>	304 (83,29%)	210 (82,35%)	94 (85,45%)	
<b>Histoire familiale de pathologie coronaire ; n(%)</b>				0,34
<b>Oui</b>	131 (37,11%)	53 (21,46%)	28 (26,42%)	
<b>Dialyse ; n(%)</b>				0,12
<b>Oui</b>	12 (3,29%)	11 (4,31%)	1 (0,91%)	
<b>Pathologie Pulmonaire associée ; n(%)</b>				0,03
<b>Aucune</b>	338 (92,86%)	230 (90,55%)	108 (98,18%)	
<b>BPCO</b>	23 (6,32%)	21 (8,27%)	2 (1,82%)	
<b>Autre</b>	3 (0,82%)	3 (1,18%)	0 (0%)	
<b>Dégénérescence cognitive ; n(%)</b>				0,11
<b>Oui</b>	7 (1,92%)	7 (2,75%)	0 (0%)	
<b>Fraction d'éjection ; n(%)</b>				0,59
<b>Bonne (&gt;50%)</b>	262 (83,71%)	177 (82,71%)	85 (85,86%)	
<b>Moyenne (30-49%)</b>	40 (12,78%)	28 (13,08%)	12 (12,12%)	
<b>Mauvaise (&lt;30%)</b>	11 (3,51%)	9 (4,21%)	2 (2,02%)	
<b>Âge ; moyenne <math>\pm</math> SD</b>	76,3 $\pm$ 4,4			<0,001
<b>(Années)</b>		77,5 $\pm$ 4,2	73,7 $\pm$ 3,6	
<b>BMI ; moyenne <math>\pm</math> SD</b>	27,1 $\pm$ 5,8			0,001
<b>(kg/m<sup>2</sup>)</b>		26,4 $\pm$ 5,0	28,7 $\pm$ 7,0	

La *table 1* nous permet de constater que la valeur de p est supérieure à 0,05 pour la majorité des variables. Néanmoins, en ce qui concerne l'âge, le genre, le BMI, l'historique tabagique et la présence d'une comorbidité pulmonaire préopératoire nous obtenons des valeurs de p inférieures à 0,05, ce qui nous fait rejeter l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes. Cela peut être expliqué aussi par le fait, par exemple, qu'il existe visiblement un lien entre l'âge et le fait de recevoir une ou deux artères mammaires internes. Cette conclusion peut être extrapolée aux autres variables incriminées.

Pour ce qui est de l'âge, nous observons une population plus âgée dans le groupe SIMA.

Le groupe BIMA comporte également plus d'hommes.

Le BMI diffère également avec une moyenne significativement plus élevée pour le groupe SIMA. Toutefois, il est à considérer que le BMI peut être fortement influencé par la taille de l'échantillon, plus petit, ce qui pourrait pousser plusieurs extrêmes dans cette population à augmenter de manière significative le poids moyen. Quoi qu'il en soit, les 2 moyennes de BMI calculées sont inférieures à 30 et donc n'excèdent pas la valeur à partir de laquelle on considère les patients comme obèses, ce qui signifie que malgré une différence de poids jugée significative, les deux groupes de patients sont classifiés dans la même gamme de poids et aucun impact conséquent ne peut être réellement mis en évidence. En effet, aucune démonstration n'a réellement été faite qu'un BMI à 28 soit pire qu'un BMI à 26. A l'inverse, pour des gammes de poids fortement plus élargies on pourrait trouver un impact néfaste [6, 24].

Le groupe BIMA compte pas moins de 55,05% de patients avec historiques tabagiques contre seulement 39,22% dans le groupe SIMA. Bizarrement la tendance s'inverse pour les pathologies pulmonaires avec seulement 1,82% de patients du groupe BIMA atteint contre 9,45% de patients du groupes SIMA atteints de bronchopneumopathies chroniques avec un rapport de 87,5% de BPCO pour 12,5% d'asthmatiques.

On peut remarquer que 9 patients sur tout le groupe recevant une seule artère thoracique interne ont déjà dû faire l'objet d'une revascularisation antérieure, mais pas forcément par pontage coronarien. Aussi, aucun patient du groupe BIMA n'a déjà dû supporter ce genre d'intervention.

*Table 2 : Données postopératoires.*

<b>Variable</b>	<b>Cohorte N= 186</b>	<b>SIMA N= 127</b>	<b>BIMA N= 59</b>	<b>p</b>
<b>Statut patient ; n(%)</b>				0,04
<b>Décédé</b>	42 (23,46%)	35 (27,34%)	7 (13,73%)	
<b>Complications toutes confondues ; n(%)</b>				0,87
<b>Oui</b>	75 (40,32%)	52 (40,94%)	23 (38,98%)	
<b>MACE ; n(%)</b>				0,12
<b>Oui</b>	28 (15,05%)	23 (18,11%)	5 (8,47%)	
<b>Angor ; n(%)</b>				0,13
<b>Oui</b>	19 (10,27%)	16 (12,70%)	3 (5,08%)	
<b>Revascularisation</b>				0,23

<b>Oui</b>	13 (6,99%)	11 (8,66%)	2 (3,39%)	
<b>Infection ; n(%)</b>				0,33
<b>Oui</b>	11 (5,91%)	6 (4,72%)	5 (3,39%)	
<b>Infarctus du Myocarde ; n(%)</b>				0,18
<b>Oui</b>	5 (2,69%)	5 (3,94%)	0 (0%)	
<b>Majoration d'IC ; n(%)</b>				0,28
<b>Oui</b>	9 (4,86%)	8 (6,35%)	1 (1,69%)	
<b>AVC ; n(%)</b>				1,00
<b>Oui</b>	11 (5,91%)	8 (6,30%)	3 (5,08%)	
<b>Dyspnée ; n(%)</b>				0,67
<b>Oui</b>	29 (15,59%)	21 (16,54%)	8 (13,56%)	
<b>Complications pulmonaires ; n(%)</b>				0,75
<b>Oui</b>	11 (5,91%)	7 (5,51%)	4 (6,78%)	
<b>Arythmies ; n(%)</b>				0,03
<b>Oui</b>	22 (11,89%)	10 (7,94%)	12 (20,34%)	
<b>Temps postopératoire ; moyenne <math>\pm</math> SD (Jours)</b>				0,22
		9,7 $\pm$ 5,2	11,0 $\pm$ 10,6	
<b>Temps total ; moyenne <math>\pm</math> SD (Jours)</b>				0,25
		11,6 $\pm$ 6,1	12,9 $\pm$ 11,0	
<b>Patients perdus ; n(%)</b>				0,57
<b>Oui</b>	179 (49,04%)	128 (50,20%)	51 (46,36%)	
<b>Greffons reçus ; n(%)</b>				<0,01
<b>2</b>	232 (63,56%)	186 (72,94%)	46 (41,82%)	
<b>3</b>	107 (29,32%)	45 (17,65%)	62 (56,36%)	
<b>4</b>	4 (1,10%)	2 (0,78%)	2 (1,82%)	

L'analyse des données postopératoires (*table 2*) concernaient les complications découlant de la chirurgie, et font l'objet principal de ce travail de recherche. Deux grandes données ont d'abord été comparées parmi les deux groupes : le taux de décès, toute causes confondues, et l'arrivée ou non d'une complication. On remarque d'emblée qu'il y a une dissociation entre les deux variables. On objective effectivement une différence significative parmi les deux groupes en ce qui concerne l'arrivée d'un décès avec une probabilité plus importante pour le groupe SIMA qui comporte 27,34%

de patients décédés contre 13,73% dans l'autre groupe. Inversement, il n'y a pas de différence significative quant à l'arrivée d'une quelconque complication dans les deux groupes. En détaillant toutes les complications retenues, nous avons des résultats concordants en ce qui concerne la réapparition d'angor ( $p=0,127$ ), de dyspnée ( $p=0,670$ ), l'apparition d'infection ( $p=0,329$  ; incluant les infections profondes rares et superficielles courantes), d'infarctus du myocarde ( $p=0,180$ ), d'accident vasculaire cérébral ( $p=1,000$ ), d'incident pulmonaire ( $p=0,745$  ; presque tous arrivés en postopératoire immédiat et incluant principalement des épanchements pleuraux) et d'indication de revascularisation ( $p=0,232$ ). Il est important de signaler aussi que l'arrivée des complications cardiovasculaires majeures (MACE : angor, ré-opération, IC, IM, décès) n'est pas significativement plus importante dans un groupe ou l'autre, et ce malgré une différence significative au niveau de la survie.

Une seule complication, l'arrivée d'arythmie ( $p=0,026$ ), a indiqué ne pas être concordante dans les deux groupes, avec 20,34% de cas chez les patients traités par BIMA contre 7,94% dans le groupe SIMA. Ces arythmies concernent presque exclusivement de la fibrillation auriculaire et arrivent presque systématiquement en postopératoire immédiat.

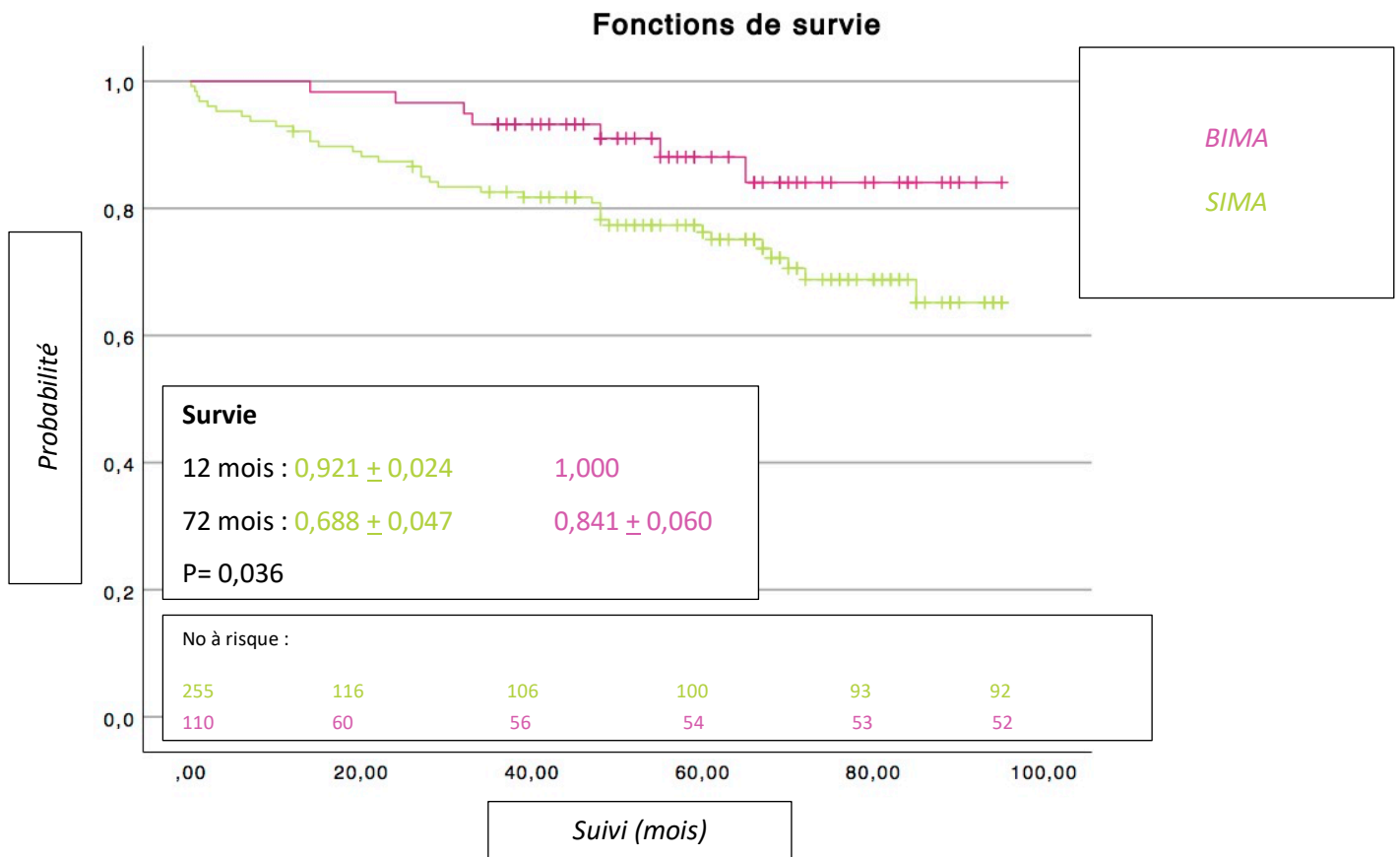
Pour ce qui est de l'analyse des variables postopératoires extérieures aux complications, on remarque des délais de séjour postopératoires et totaux globalement identiques. Par conséquent, pour ces deux variables de temps, nous pouvons accepter l'hypothèse nulle et inférer qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes (SIMA et BIMA). On remarque aussi une proportion de patients perdus non significative entre les deux groupes, avec 46,36% de patients perdus dans le groupe BIMA contre 50,20% pour le groupe SIMA. Nous obtenons un total de 179 patients perdus sur les 365 de départ, ce qui représente 49,04% de l'échantillon total.

Le Kaplan-Meier a été utilisé pour les tables de survies et pour l'occurrence d'événements pendant le suivi. Nous avons repris ici les principales courbes de survies, à savoir : décès, arrivée d'une complication au sens large, récurrence d'angor, revascularisation, IM, IC, arythmies et MACE.

Ces courbes auront pour axes : le suivi postopératoire en mois sur l'axe des abscisses, et la probabilité de ne pas avoir présenté l'événement d'intérêt en ordonnées.

Le test de Log-Rank a été utilisé pour tester si la différence de survie entre les deux groupes était significative.

## 1. Décès :

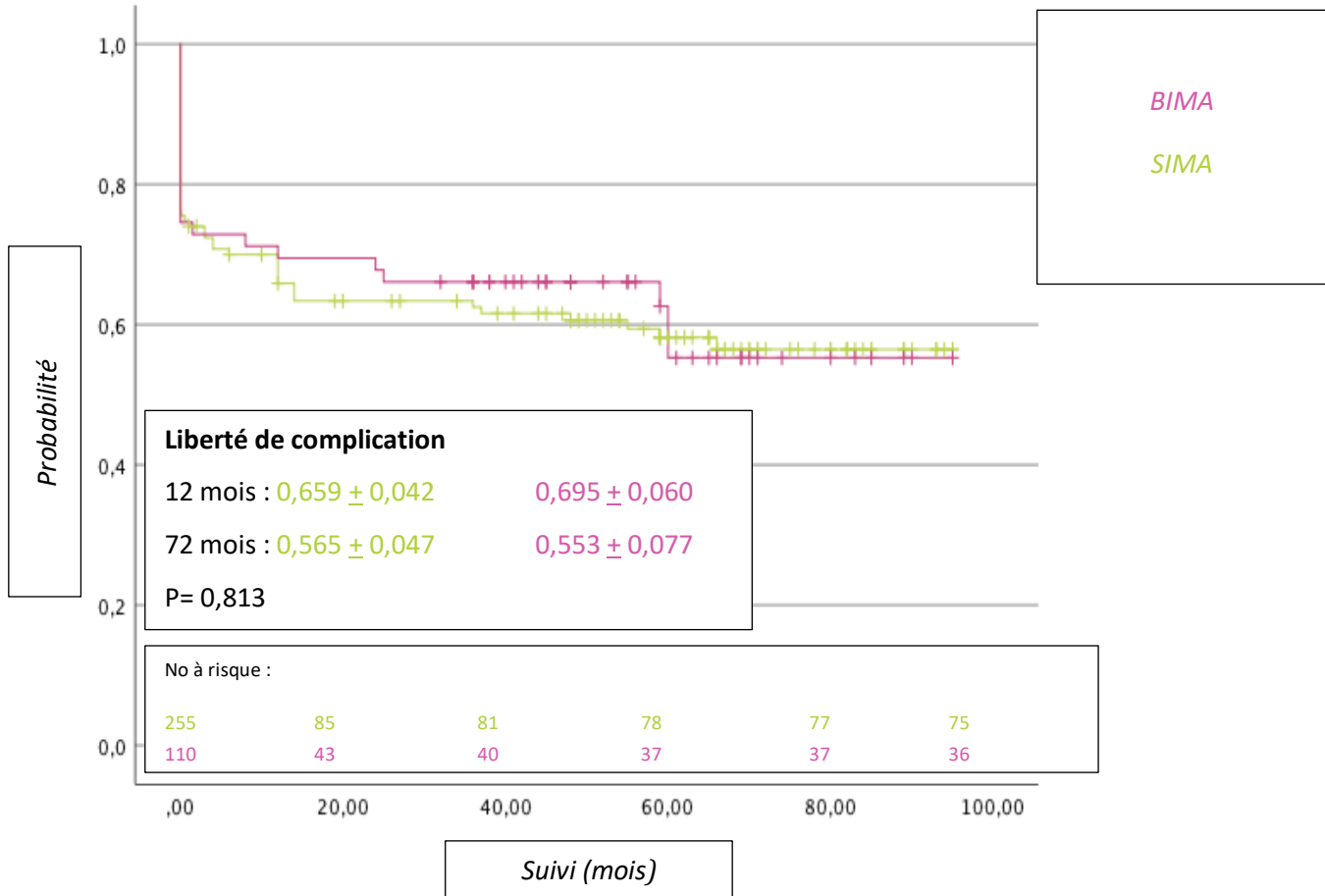


Sur cette courbe, nous pouvons observer la survenue de 35 événements dans le groupe SIMA contre 7 pour le groupe BIMA. Nous obtenons, à 1 an, une probabilité de décès de 0% dans le groupe BIMA contre 7,9% pour le groupe SIMA. A 6 ans par contre, nous avons 15,9% de chance d’être décédé pour le groupe BIMA contre 31,2% dans le groupe SIMA.

**Dans cette analyse, nous pouvons conclure à une différence significative de survie entre les deux groupes.**

## 2. Complication :

Fonctions de survie

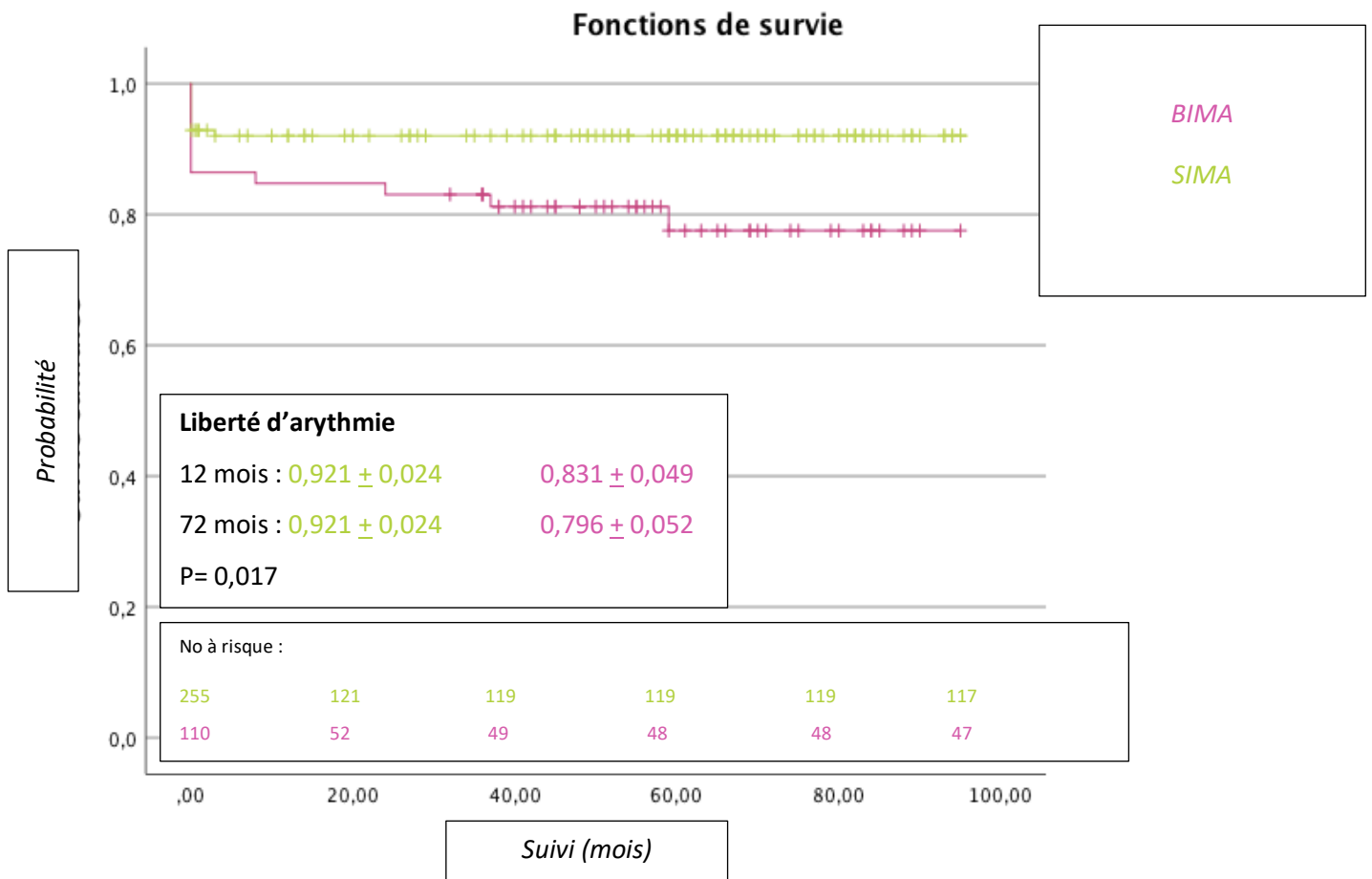


Cette courbe reprenant comme événement la survenue d'une complication au sens large du terme, nous devrions vérifier avec le calcul de toutes les complications additionnées les mêmes conclusions. Cependant, chacune de ces complications prises séparément peuvent obtenir un résultat divergent.

Cette courbe nous montre l'arrivée de 52 événements dans le temps pour le groupe ayant reçu un seul greffon artériel, contre 23 pour l'autre groupe. Nous obtenons une probabilité de complication à 1 an de 34,1% pour le groupe SIMA contre 30,5% pour l'autre groupe. A 6 ans, nous avons 43,5% dans le premier groupe contre 44,7% pour le groupe BIMA.

**Dans cette analyse, nous pouvons conclure à une différence non significative entre les deux groupes.**

### 3. Arythmie :



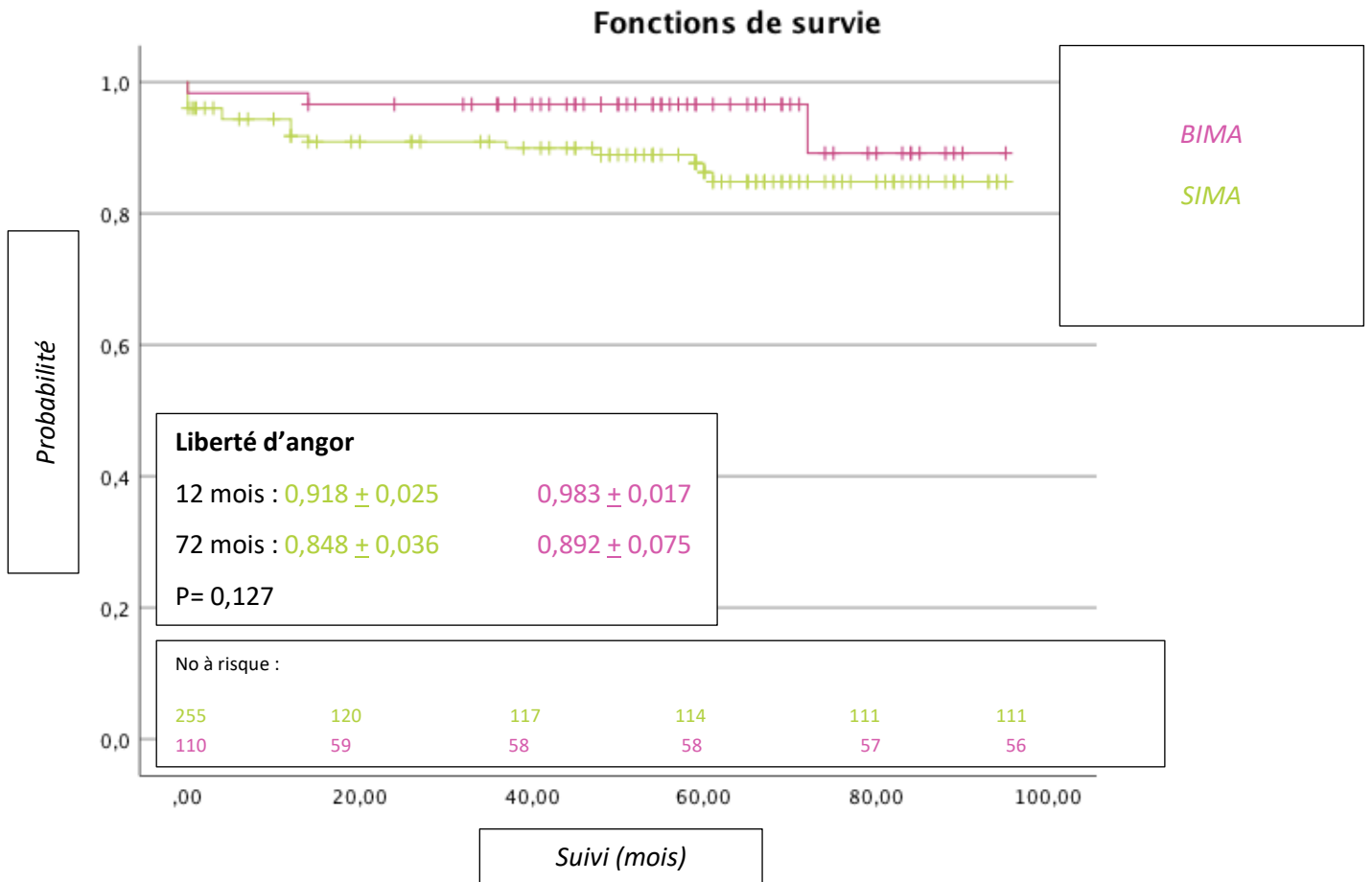
**Il existe visiblement une différence significative entre les deux groupes et la probabilité d'obtenir une arythmie.** Le nombre d'événements est de 10 pour le groupe SIMA contre 12 pour le groupe BIMA.

Un rapide calcul nous fait obtenir, à 6 ans, une probabilité de 7,94% de développer une arythmie dans le groupe SIMA contre 20,34% pour le groupe BIMA. Nous pouvons remarquer que la survie n'a pas évolué depuis le suivi à 1 an pour le groupe SIMA, mais que le risque s'est majoré pour l'autre groupe étant donné qu'à 12 mois la probabilité de développer une arythmie était à 16,9%

Nous avons donc 2,56 fois plus de chance de développer une arythmie en appartenant au groupe BIMA plutôt que l'autre.

**Ce type de conclusion n'est pas à superposer aux autres complications prises en compte.**

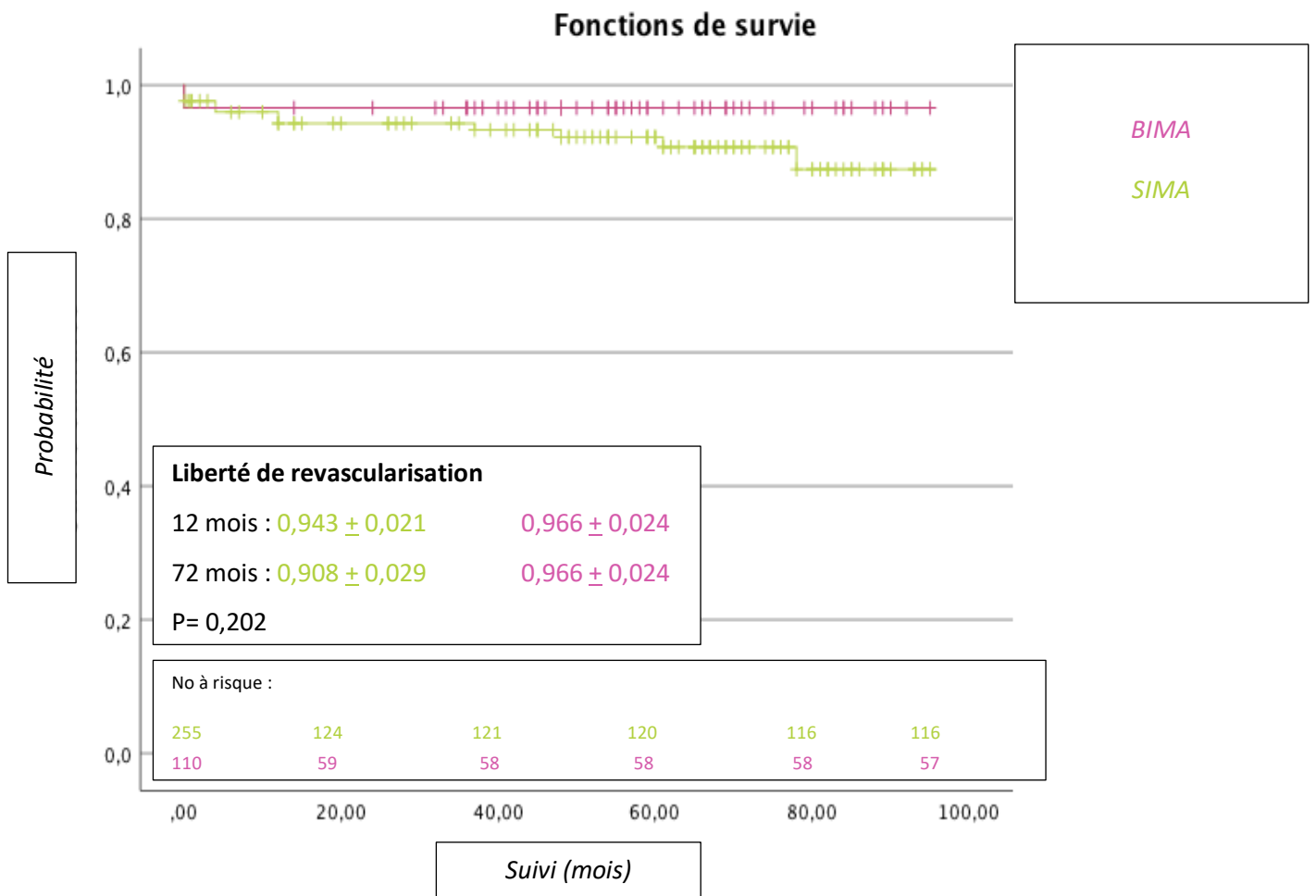
#### 4. Récidive d'angor :



Le nombre d'événements est de 16 pour 126 (SIMA) contre 3 pour 59 (BIMA). Nous obtenons des probabilités d'apparition d'angor à 1 an de 8,2% dans le groupe SIMA contre 1,7% dans le groupe BIMA. A 6 ans, les probabilités d'événement sont respectivement à 15,2% contre 10,8%.

**Nous pouvons accepter l'hypothèse selon laquelle la probabilité de récidiver une crise angoreuse est non significative entre les deux groupes.**

## 5. Revascularisation :

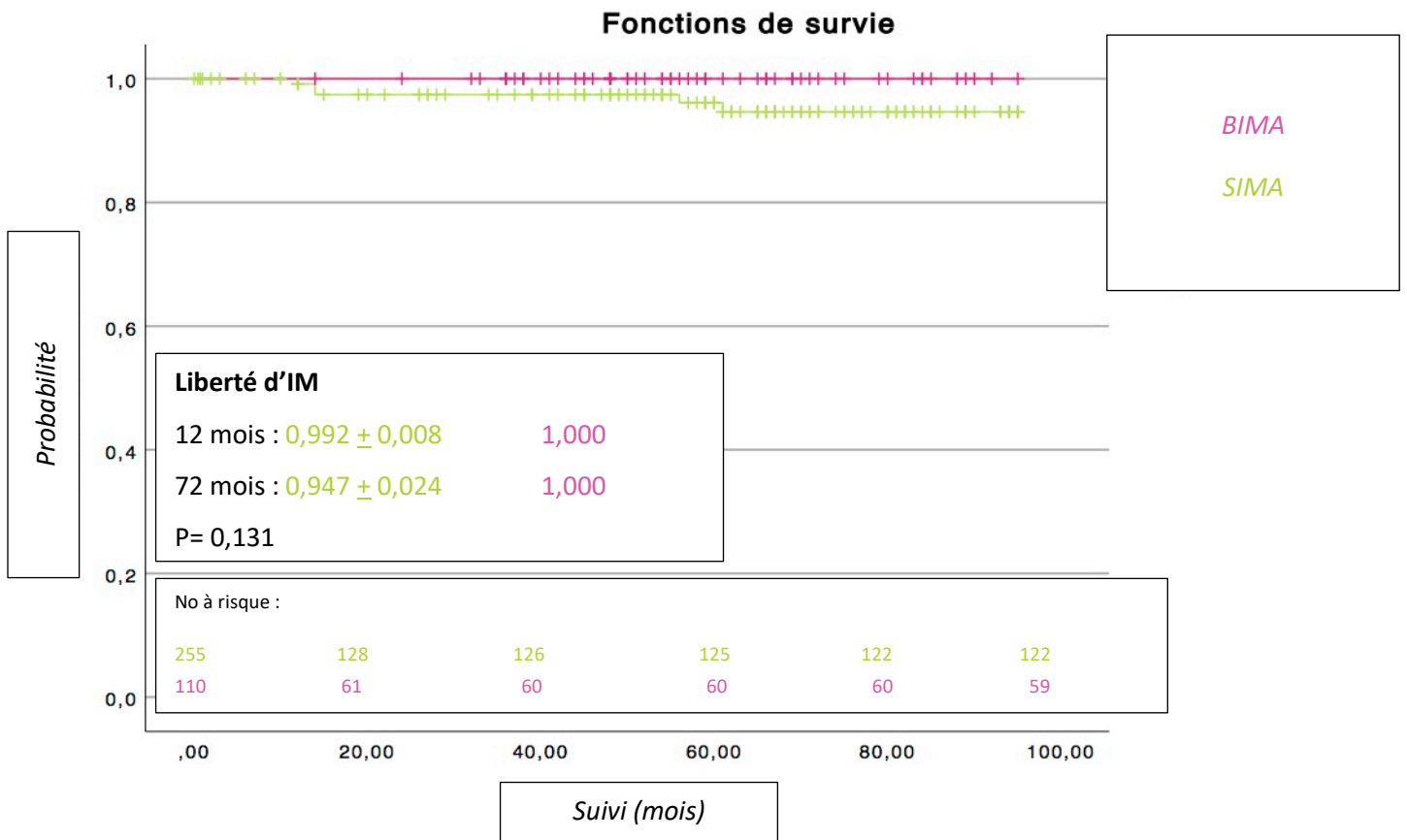


Ici, nous obtenons 11 revascularisations pour le groupe avec une artère mammaire unique contre 2 pour le groupe ayant reçu un pontage bi-artériel. Ainsi, comparativement au nombre total de patients dans les groupes, nous obtenons une probabilité d'événement à 1 an de 5,7% pour le groupe SIMA contre 3,4% pour le groupe BIMA. A 6 ans, ce risque évolue pour le groupe SIMA à 9,2% alors qu'il demeure inchangé dans l'autre groupe. A noter, au suivi maximal de 95 mois, une survie de  $0,874 \pm 0,043$  pour le groupe SIMA contre une liberté de revascularisation toujours identique pour le groupe BIMA.

**Il n'existe pas de différence significative de probabilité de revascularisation entre les deux groupes.**

On peut quand même remarquer que l'arrivée d'un événement dans le groupe BIMA se fait en postopératoire proche, sans ré-intervention au long terme dans notre échantillon.

## 6. Infarctus du myocarde :

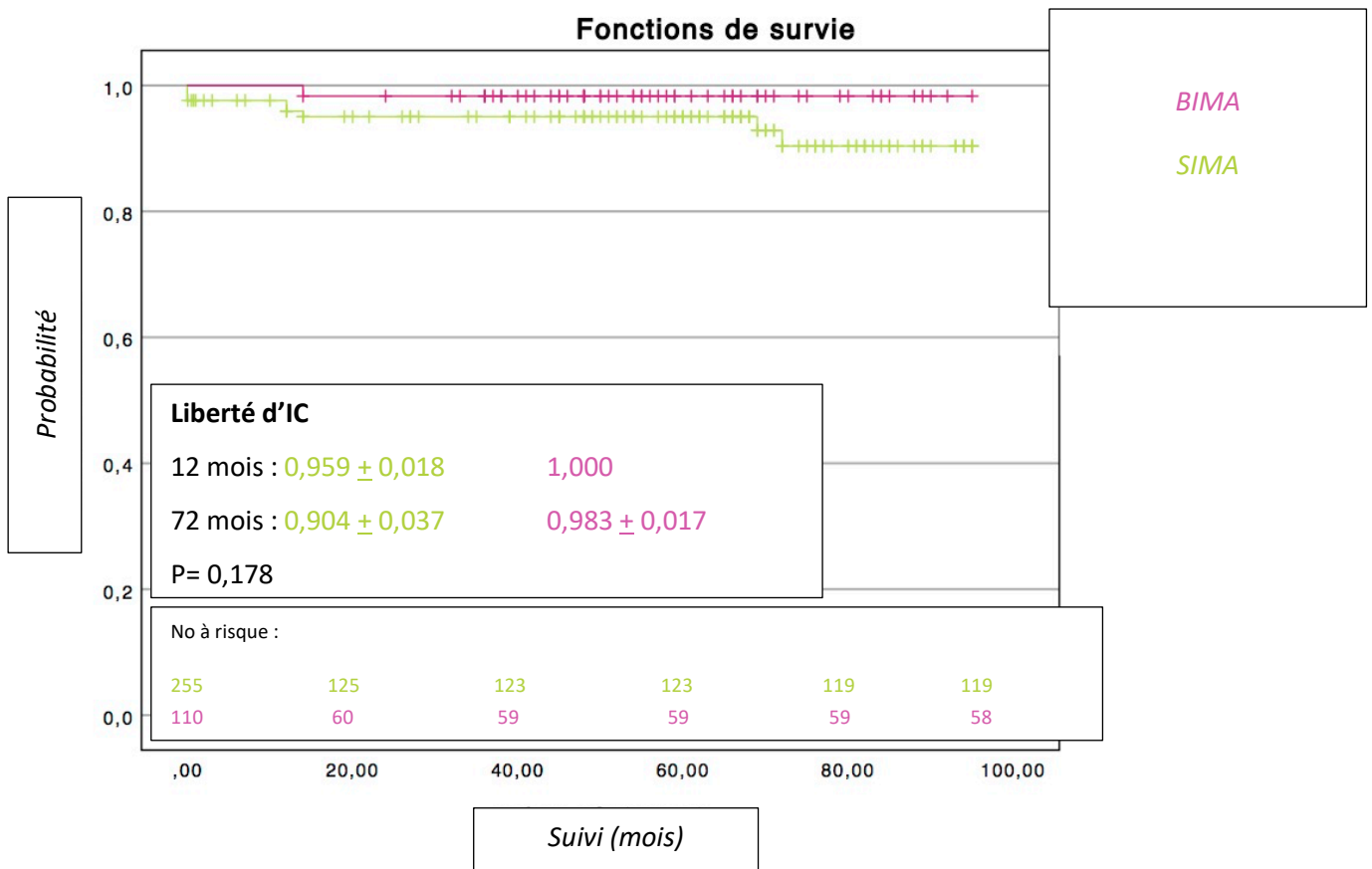


Très peu d'événements ponctuent ce graphique.

On remarque sur cette courbe que l'événement ne se produit pas dans le groupe BIMA. Autrement dit, seul le groupe SIMA possède des patients qui ont été victimes d'un infarctus du myocarde après leur revascularisation chirurgicale. 5 événements ont touché ce groupe. Dès lors, les probabilités d'événements à 1 et 6 ans restent inchangées et nulles pour le groupe BIMA, contre respectivement 0,8% et 5,3% pour le groupe SIMA.

**On peut conclure qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes**, ce qui suggère qu'il n'y ait pas de probabilité augmentée de développer un IM au long terme dans le groupe SIMA plutôt que dans l'autre groupe. Cette conclusion, malgré une absence d'événement dans le groupe avec les deux artères thoraciques internes, est très certainement dû au fait qu'il n'y a que très peu d'événements dans le groupe SIMA.

## 7. Insuffisance cardiaque aiguë :

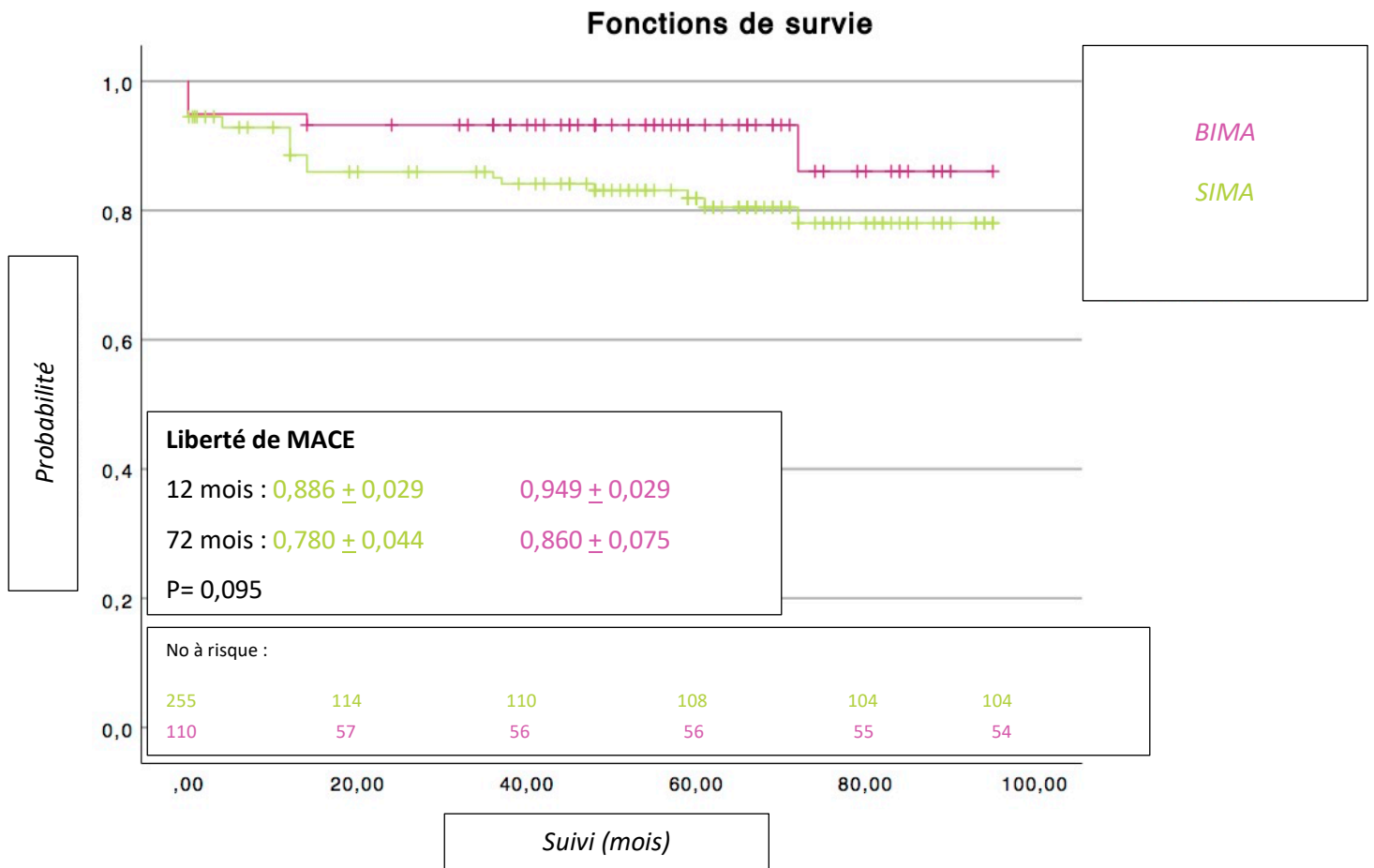


A nouveau nous pouvons observer qu'il y a peu d'événements.

Le groupe BIMA aura 1 seul patient qui souffrira d'une crise d'insuffisance cardiaque aiguë, contre 8 patients du groupe SIMA. Nous obtenons, après calcul, des probabilités d'événement à 1 et 6 ans de respectivement 4,1% et 9,6% pour le groupe SIMA contre 0% et 1,7% pour le groupe BIMA.

**On peut observer qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes.**

## 8. Major Adverse Cardiovascular Events :



Cette courbe est importante à prendre en compte, étant donné que notre courbe et nos calculs concernant la survie globale se sont révélés significatifs.

En effet, malgré une différence significative en terme d'arrivée de décès, plus importante dans le groupe SIMA, **nous pouvons remarquer qu'il n'y a pas de différence significative d'incidence de MACE entre les deux groupes**. Nous obtenons un nombre d'incidents équivalent à 23 pour le groupe SIMA contre 5 pour le groupe BIMA. Nous avons obtenu également des probabilités d'événement à 1 et 6 ans de respectivement 11,4% et 22% pour le groupe SIMA contre 5,1% et 14% pour le groupe BIMA.

Pour les variables restantes, on retiendra uniquement qu'il n'existe pas de différence puisque tous les calculs de Log-Rank se sont révélés non significatifs. En effet, nous avons obtenu des « p » égaux à 0,306 pour les infections, 0,717 pour les AVC, 0,568 pour la dyspnée et 0,735 pour les complications pulmonaires.

Des calculs supplémentaires par régression de Cox nous ont permis d'établir des liens de corrélation entre les diverses variables qui nous semblaient influencer la mortalité. Dans cette étude, les variables différentes entre les deux groupes au niveau des données préopératoires nous semblent intéressantes à analyser. Nous avons analysé l'âge et la présence de BPCO, plus importants dans le groupe SIMA, qui est celui avec la plus haute mortalité. Nous avons également répété les calculs pour le BMI, le genre (masculin) et l'historique tabagique, tous trois plus importants dans le groupe BIMA.

Voici nos résultats :

Le groupe de départ de référence est le groupe SIMA.

*Table 3 : Analyse uni-variable de corrélation.*

<b>Variabes</b>	<b>P</b>	<b>HR (95% CI)</b>
Type de greffon	0,042	0,430 (0,191 – 0,969)
Âge	0,062	1,065 (0,997 – 1,138)
Genre	0,042	0,513 (0,270 – 0,976)
BMI	0,077	0,937 (0,872 – 1,007)
Historique tabagique	0,234	0,807 (0,568 – 1,148)
BPCO	<0,001	2,829 (1,623 – 4,931)

Nous observons avec ces résultats que l'utilisation d'un greffon de type BIMA permet une survie meilleure de l'ordre de 57%, ce qui est concordant avec nos résultats étant donné que la survie est meilleure dans ce groupe.

Nous pouvons également remarquer qu'une deuxième variable est significative aux seuils de 5% : l'existence en préopératoire d'une bronchopneumopathie obstructive chronique. En effet, un patient BPCO aura 2,8 fois plus de chance de décéder dans le contexte d'un pontage cardiaque qu'un patient sain au niveau pulmonaire.

Le genre l'est également avec un avantage masculin.

Pour les autres variables d'âge, de poids, ainsi que pour l'historique tabagique, nous n'obtenons pas de chiffres significatifs.

*Table 4 : Analyse multi-variables de corrélation.*

Variabes	P	HR (95% CI)
<b>Âge</b>	0,294	1,040 (0,967 – 1,118)
<b>Type de greffon</b>	0,120	0,502 (0,211 – 1,196)
<b>BPCO</b>	0,001	2,551 (1,446 – 4,503)
<b>Type de greffon</b>	0,120	0,518 (0,226 – 1,187)
<b>BMI</b>	0,134	0,948 (0,884 – 1,017)
<b>Type de greffon</b>	0,104	0,503 (0,220 – 1,151)
<b>Genre</b>	0,111	0,588 (0,306 – 1,130)
<b>Type de greffon</b>	0,080	0,478 (0,209 – 1,093)
<b>Historique tabagique</b>	0,461	0,874 (0,612 – 1,250)
<b>Type de greffon</b>	0,064	0,457 (0,200 – 1,045)

On remarque que les données ne sont significatives pour aucune analyse multi-variable.

Effectivement, nous n'obtenons une valeur significative au seuil de 5% que pour la variable BPCO, sans qu'elle soit significative dans le calcul associé pour le type de greffon. Cela signifie uniquement qu'à type de greffon équivalent, que ce soit BIMA ou SIMA, un patient atteint d'une bronchopneumopathie obstructive chronique aura, sans que cela soit dû au hasard, une probabilité de décès instantanée 2,5 fois plus élevée qu'un patient sain.

Donc, à parité d'âge, de sexe, de BMI, d'historique tabagique ou encore de pathologie chronique pulmonaire de type BPCO, il n'y a aucun avantage à utiliser une seule artère mammaire interne ou deux artères mammaires internes.

En d'autres termes, après analyse uni-variable, nous obtenons un avantage significatif à l'utilisation de deux artères mammaires internes par rapport à l'utilisation d'une seule. Nous obtenons évidemment aussi une corrélation entre l'existence d'une pathologie pulmonaire obstructive chronique et la probabilité augmentée de décéder dans le décours d'une chirurgie de pontage ; probabilité qui se montre également majorée mais à une moindre échelle pour les patients de sexe féminin. A l'inverse, aucun lien n'a pu être fait entre la survie et l'âge, le BMI et l'historique tabagique.

Par contre, nous n'obtenons pas les mêmes résultats lors de l'analyse multi-variable. En effet, hormis une probabilité plus élevée de mortalité chez les patients BPCO à greffon équivalent, nous n'obtenons aucun avantage à l'utilisation d'un BIMA vs un SIMA à parité des autres variables.

## DISCUSSION

---

L'âge est une donnée importante à prendre en compte dans toute décision médicale, incluant bien évidemment une prise en charge chirurgicale. Il s'agit en effet bien souvent d'un des facteurs pouvant influencer le plus la décision d'opérer ou non et ainsi quel type d'opération ; l'âge étant dans la majorité des cas directement lié à la présence de fragilités. Cependant, il est prouvé par plusieurs études observationnelles qu'un pontage reste une possibilité efficace pour la population âgée et n'est pas associé à des risques forcément plus importants que la population plus jeune [14, 25-29].

Du fait d'une fragilité intensifiée chez la personne âgée, il faut adapter sa prise en charge et décider de manière objective quelle est la meilleure décision à prendre et cela, dans notre cas, implique la décision ou non de lui apporter un greffon artériel simple ou double. Il convient aussi de préciser que beaucoup de personnes plus vieilles auront encore un bon état général avec par conséquent une survie que l'on peut estimer assez longue. Dans des conditions telles, il est primordial de leur fournir une opération qui leur offrira un suivi des plus prospères et des moins difficiles possible. C'est ici qu'intervient toute l'importance de vérifier si les complications peuvent être influencées par le type de greffon.

Effectivement, les données épidémiologiques montrent qu'à partir de 70 ans, nous avons en moyenne 1,9% de probabilité de décès par an, ce qui constitue plus du double de la probabilité de décès établie sur la moyenne de tous les âges, et cette probabilité est à revoir nettement à la hausse chaque décennie avec un chiffre de 6% de probabilité de décès par an au-delà des 80 ans [30]. Il devient évident que la sélection d'un double greffon artériel assurant un suivi au très long terme doit nous faire réfléchir à deux fois quand on peut imaginer la probabilité de décès cumulé sur plusieurs années chez les personnes âgées de plus de 70 ans.

Nos résultats convergent pour la plupart. Notre analyse confirme aussi qu'il y a un biais de sélection et que pour les patients les plus âgés l'utilisation d'une seule mammaire reste assez fréquemment le choix de première intention.

Les résultats des calculs nous montrent, pour rappel, qu'il n'y a pas de différence significative pour les classifications d'angor et de dyspnée, pour les antécédents d'infarctus du myocarde (que la pathologie soit connue familiale ou non) ainsi que les antécédents chirurgicaux, qu'ils soient cardiovasculaires ou thoraciques. Les comorbidités préopératoires du type déclin cognitif, insuffisance rénale, hypertension artérielle, hypercholestérolémie et diabète (et ce peu importe la thérapie utilisée) ne semblent pas différer non plus dans les deux groupes. Il n'y a également pas de différence entre les groupes SIMA et BIMA concernant les fractions d'éjection de ces patients, ce qui semble mettre tous ces patients sur un même degré d'égalité quant à la chirurgie et sa réussite étant donné qu'une fraction d'éjection abaissée a été prouvée comme diminuant le pronostic de l'opération en plus d'engendrer un taux plus important de complications postopératoires [5, 31-34].

Par ailleurs, nous avons des différences significatives entre les deux groupes au niveau de l'âge, du genre, du BMI, de l'historique tabagique et des comorbidités pulmonaires.

Les personnes du groupe SIMA ont une moyenne d'âge plus élevée que celle du groupe BIMA de l'ordre de 4 ans. C'est une donnée dont il faut tenir compte lors de notre analyse de survie à long terme, surtout en considérant la probabilité de décès par an à cette tranche d'âge [30]. Surajoutée à cela, on remarque une incidence de décès toutes causes confondues plus importante dans le groupe SIMA, qui est celui avec une moyenne d'âge plus élevée. Ainsi, on pourrait décemment estimer que cette moyenne d'âge supérieure pourrait être corrélée à cette hausse de mortalité étant donné qu'au départ, la population du groupe SIMA possède déjà une espérance de vie restreinte. Néanmoins, après correction pour la différence d'âge, on ne remarque aucune différence de survie entre les deux groupes. Par ailleurs, nous n'avons pas d'événements majeurs cardiovasculaires plus importants dans un groupe plutôt que l'autre, ce qui n'explique pas la différence de survie à ce niveau.

Par après, nous avons objectivé des différences de poids avec notamment une médiane de BMI estimée à 28,7kg/m<sup>2</sup> et donc une majorité de patients en surpoids dans le groupe recevant deux greffons mammaires, contre 26,4kg/m<sup>2</sup> pour le groupe SIMA. Fait surprenant si l'on ajoute à cela qu'une corrélation a été mise en évidence entre poids et probabilité de développer une ostéite sternale sur pontage par double apport thoracique interne, principalement chez les patients obèses, c'est-à-dire excédant un BMI de 30kg/m<sup>2</sup> [6, 24]. Cependant, en plus de ne pas avoir d'incidence d'infection plus élevée dans un groupe plutôt qu'un autre, nous avons des médianes de BMI qui n'atteignent pas cette catégorie de poids à partir de laquelle les risques d'infections augmentent. Nous ne pouvons donc pas confirmer qu'un surpoids favorise cette incidence augmentée d'ostéite, ce qui pourrait vouloir dire qu'un surpoids n'empêche théoriquement pas l'utilisation d'un double apport artériel au pontage puisque le risque principal concerne ces infections profondes ; fait supporté par

plusieurs études [5, 6, 17, 22, 23]. L'arrivée plus importante d'infection sternale profonde semble également être due à la présence de diabète [5, 35]; mais celui-ci n'ayant pas été démontré plus important dans un groupe par rapport à l'autre, nous ne nous attarderons pas sur le sujet.

Ensuite, nous avons mis en évidence que les passés tabagiques de nos deux populations étaient différents. En effet, avec une proportion de non-fumeurs plus importante, le groupe SIMA semble privilégier un bon aspect pulmonaire. Par ailleurs, nous objectivons donc une plus grande quantité d'anciens fumeurs et de fumeurs actifs dans le groupe BIMA. Conclusion étrange puisque l'on peut observer la tendance inverse en ce qui concerne les comorbidités pulmonaires. En effet, on observe qu'une différence significative existe entre le nombre de patients BPCO entre les deux groupes : il existe une plus grande probabilité de recevoir un pontage par une seule artère thoracique interne en étant BPCO avant la chirurgie. Ainsi, le groupe SIMA possède une population plus importante de patients atteints de bronchopneumopathie chronique obstructive que le groupe BIMA. On peut cependant admettre que le tabagisme est directement corrélé à l'existence de cette maladie et pourtant les conclusions semblent diverger. A l'inverse, on sait que l'existence d'une pneumopathie chronique obstructive en préopératoire est un facteur de risque de mortalité péri-opératoire de chirurgie cardiaque [33] et de complication [34]. Il ne semble pourtant pas y avoir de différence de complication hormis les arythmies. Par contre, il existe une différence significative de survie entre les deux groupes qui semble aller dans le même sens. On pourrait donc supposer, bien que la mortalité plus haute dans le groupe SIMA puisse être imputé à l'existence d'un groupe plus âgé de départ, que le groupe SIMA possède une survie moindre en partie due à l'existence d'une population plus fragile sur le plan pulmonaire dès le départ [34]. Quoi qu'il en soit, accordé à la littérature il n'y a pas d'avantage à effectuer chez un patient BPCO un pontage préférentiel de type BIMA [36].

Pour ce qui est du genre, on sait que les femmes reçoivent moins de chirurgie de pontage multiple suite à une présentation plus tardive de la maladie ainsi qu'un profil plus risqué au départ [37], ce qui explique la présence plus importante de sujets de genre masculin dans le groupe BIMA, d'autant plus que notre échantillon porte sur les patients de plus de 70 ans, ce qui signifie une présentation d'ores et déjà tardive de la maladie et confirme nos dires.

Au niveau des données postopératoires, on doit retenir qu'il y a une différence significative en terme d'incidence pour les arythmies. En effet, la probabilité de développement d'une arythmie semble plus élevée dans le groupe BIMA que dans l'autre. Parmi les facteurs prédictifs de développement d'une fibrillation auriculaire en postopératoire de chirurgie de pontage cardiaque, nous savons qu'il existe l'âge avancé ainsi qu'une durée d'opération plus longue du fait d'une ventilation prolongée [38-40]. Cependant, nous avons montré que c'était le groupe SIMA qui possédait une médiane d'âge au

moment de l'intervention plus élevée, ce qui semble aller à l'opposé des facteurs prédictifs habituellement prouvés. Par contre, il faut préciser que la probabilité plus élevée de développer une fibrillation auriculaire en postopératoire cardiaque a été démontrée pour les populations de plus de 70 ans et non directement lié à l'âge [38, 39]. Dès lors, étant donné que notre étude toute entière observe des patients au-delà de cette tranche d'âge, nous savons donc qu'ils sont d'ores et déjà tous sujets à une haute probabilité de développement de fibrillation auriculaire, et donc il ne semble pas y avoir une influence de l'âge sur l'arrivée d'une arythmie dans notre étude. A l'inverse, puisqu'une opération qui utilise deux artères mammaires internes est plus longue qu'une autre qui n'utilisera qu'une seule artère thoracique interne, nous savons que le patient sera forcément intubé pendant une durée plus longue et sera plus à risque de développer une fibrillation auriculaire en postopératoire. Ainsi, nous pouvons décemment supposer que la probabilité plus importante de développer une fibrillation dans la population BIMA pourrait être liée à cette intubation prolongée [40].

De nombreuses études comparant les apports mono versus bi-artériels ont déjà été menées au long des dernières décennies, avec de nombreux résultats divergents. Néanmoins un point semblait correspondre pour la majorité d'entre elles, c'est que la probabilité de développer une ostéite sternale était plus élevée dans la population pontée par ses deux artères thoraciques internes [5, 6, 17, 22, 23]. Dès lors, n'ayant pas de réelle preuve à l'heure actuelle d'un avantage officiel d'un BIMA, le risque d'ostéite est à prendre en compte et explique pourquoi chaque patient ne reçoit pas deux artères mammaires internes en chirurgie de pontage coronarien.

Au niveau des liens de corrélation, nous pouvons affirmer de par nos chiffres qu'il existe bel et bien un risque de mortalité plus élevé avec un pontage par une artère mammaire seule plutôt qu'avec les deux. On affirme également qu'il y a un risque de mortalité majoré en cas de BPCO préopératoire. La mortalité est également augmentée en cas de patient de sexe féminin. Par contre, aucun avantage clair n'a été établi lors de l'analyse multi-variable avec le type de greffon et les autres variables significativement différentes entre les deux groupes. Néanmoins, une analyse multi-variable sur un échantillon si restreint avec un nombre si petit d'événements peut ne pas s'avérer réellement contributif.

## PERSPECTIVES D'AVENIR

---

Une intéressante perspective d'avenir serait de continuer cette étude au long cours, en gardant la même population mais en analysant si les conclusions peuvent diverger avec le temps, ou au contraire plutôt converger, même si la littérature scientifique semble être d'accord sur le fait qu'au très long cours, l'utilisation de deux greffons artériels est bénéfique [4, 6-14].

Une autre manière de compléter cette étude serait de répéter l'étude avec une population différente à celle étudiée. Ainsi, on répéterait exactement la même méthodologie en ne prenant pas en compte les patients opérés de 2010 à 2015 mais en prenant les patients opérés de 2015 à 2020 par exemple, c'est-à-dire opérés sur un même laps de temps. On pourrait donc comparer une éventuelle amélioration de technique ou objectiver qu'un changement de guidelines a été bénéfique. Effectuer la même méthodologie pour un groupe de 2005 à 2010 serait intéressant aussi pour bénéficier d'un suivi au plus long cours.

Une troisième possibilité serait de changer le type d'étude et d'engager une étude prospective randomisée avec des critères précis et définis à l'avance pour limiter les biais.

Une quatrième possibilité d'amélioration de l'étude tout en la gardant rétrospective serait de sélectionner des patients rigoureusement identiques, du moins pour les variables dont nous disposons des données, permettant ainsi un contrôle plus adéquat des différences entre les groupes. Ainsi, nous pourrions directement évaluer les bénéfices d'un pontage simple versus double. Cependant, cette technique possède l'inconvénient de restreindre fortement les populations étudiées.

Une autre possibilité serait de réaliser une analyse rétrospective, au long terme, en ayant récolté les données selon un formulaire établi (par exemple un formulaire du type ACSD) afin de limiter les biais d'encodage et d'information par une régulation et une récolte minutieuses de celle-ci. Cela implique une récolte des données organisée de façon prospective.

---

## LIMITES ET BIAIS

---

Ces résultats sont à prendre avec un certain degré de réserve au vu des biais possibles inclus dans notre étude.

En effet, un certain biais de sélection est présent, comme énoncé plus haut. Ce biais est irrémédiablement dû à la décision du chirurgien d'octroyer ou non un pontage par les deux artères mammaires internes à quelqu'un qui pourrait paraître en mauvaise santé, trop vieux, ou plus simplement n'apparaît pas comme étant quelqu'un qui serait sujet à une espérance de vie longue. C'est probablement le biais le plus important dans notre cas puisque nous pouvons par ailleurs observer que le groupe SIMA possède justement une proportion plus importante de sujets âgés et plus souvent atteints d'une bronchopneumopathie chronique obstructive. Ce biais reste néanmoins non contrôlable dans ce type d'étude ; il faudrait réaliser une étude randomisée en double aveugle pour limiter ce biais de sélection voire l'annuler.

Par ailleurs, un biais d'information vient s'ajouter puisque, comme énoncé précédemment, la collecte n'a pas pu se faire uniquement par le même groupe de personnes puisqu'une minorité très réduite de personnes ont assuré un suivi aux cliniques universitaires et l'énorme majorité de la population étudiée n'a pas continué son suivi sur place. Dès lors, la récolte d'informations concernant le suivi de ces personnes considérées « perdues » s'est faite par contact du médecin traitant, avec les conséquences que cela comporte c'est-à-dire subjectivité et analyse de la plainte du patient différentes, organisation et conservation des renseignements différentes, mais surtout transmission de l'information différente ! Cependant, une certaine limite de ce biais a été possible par la mise à disposition pour chacun de ces médecins d'un formulaire-type de questions pour leur permettre de ne pas malencontreusement omettre des informations.

Ensuite, un biais d'encodage est certainement à prendre en compte étant donné qu'il s'agit d'une étude rétrospective, et que l'on ne peut pas vérifier toutes les données qui ont été transmises. Par après, un certain contrôle de cet encodage au niveau des variables continues a pu être vérifié par étude descriptive, avec correction des données extrêmes erronées. Cependant, ce type de vérification n'a pas pu être réalisé sur les variables catégoriques. Dès lors, ce biais persiste dans notre étude.

Enfin, cette étude comporte quelques limites puisque cet échantillon est assez restreint, avec des résultats empêchant la réalisation de certains calculs statistiques. Par exemple, on ne compte que 42 décès à 7 ans dans notre étude, ce qui peut être un excellent résultat, mais qui ne permet pas la réalisation d'une grosse analyse multi-variables qui n'aurait que peu d'impact par rapport à des analyses uni-variable. Après tout, il s'agit d'un point de vue : excellents résultats ou limites de l'étude statistique ?

## CONCLUSION

---

En conclusion, il semblerait que l'utilisation de la chirurgie de pontage pour revasculariser un cœur chez un patient atteint de coronaropathie semble une solution sans danger surajouté en comparaison à l'angioplastie coronaire, et cela même chez des patients plus fragiles au départ. En effet, de nombreuses études supportent le fait qu'une telle opération reste une solution plus qu'envisageable et ce notamment chez des personnes âgées [14, 25-29]. La réalisation d'un pontage avec apport mammaire interne bilatéral reste également une solution envisageable à la population âgée [14]. Pour ce qui est de l'avantage à tirer d'un pontage artériel mammaire double versus un pontage mono-artériel, nous n'avons pas selon la littérature actuelle d'élément clair qui nous oriente dans un sens ou dans l'autre, d'autant plus qu'une grande étude randomisée ne montre pas de corrélation entre l'utilisation de deux artères et une survie augmentée [19]. Cependant, d'autres études

observationnelles montrent une meilleure survie à très long terme [4, 6-14]. Pour comparer ces résultats avec les nôtres, on pourrait dire que la décision prise par le chirurgien ou par le hasard semble influencer les résultats dans le sens où le chirurgien aurait tendance à offrir une opération de la sorte à un patient en meilleur état, ou du moins à proposer un SIMA à un patient en mauvais état global.

Dans notre étude, on obtient néanmoins un avantage assez conséquent à l'utilisation d'un greffon de type BIMA par rapport à un greffon SIMA. Autrement dit, selon cette étude, nous pouvons considérer que l'utilisation d'un BIMA est avantageuse et permet une survie augmentée dans la population choisie âgée de plus de 70 ans. De plus, nous n'obtenons pas une incidence d'infection sternale majorée dans ce même groupe par rapport à l'autre, alors que la littérature semble appuyer cette affirmation. Cela sous-entend, d'après nos résultats, que l'utilisation d'un BIMA est à préconiser dans cette population d'autant plus que le principal risque postopératoire n'a pas été démontré significativement plus élevé. Il est quand même à préciser que l'utilisation des deux artères mammaires internes serait un risque surajouté de développer une arythmie dans le postopératoire immédiat.

## BIBLIOGRAPHIE [41]

---

1. Schwann TA, El Hage Sleiman AKM, Yammine MB, Tranbaugh RF, Engoren M, Bonnell MR, et al. The Incremental Value of Three or More Arterial Grafts in CABG: The Effect of Native Vessel Disease. *Ann Thorac Surg.* 2018;106(4):1071-8.
2. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J.* 2019;40(2):87-165.
3. Martinez-Gonzalez B, Reyes-Hernandez CG, Quiroga-Garza A, Rodriguez-Rodriguez VE, Esparza-Hernandez CN, Elizondo-Omana RE, et al. Conduits Used in Coronary Artery Bypass Grafting: A Review of Morphological Studies. *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2017;23(2):55-65.
4. DeSimone JP, Malenka DJ, Weldner PW, Iribarne A, Leavitt BJ, McCullough JN, et al. Coronary Revascularization With Single Versus Bilateral Mammary Arteries: Is It Time to Change? *Ann Thorac Surg.* 2018;106(2):466-72.
5. Gansera B, Schmidtler F, Gillrath G, Angelis I, Wenke K, Weingartner J, et al. Does bilateral ITA grafting increase perioperative complications? Outcome of 4462 patients with bilateral versus 4204 patients with single ITA bypass. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2006;30(2):318-23.
6. Gatti G, Castaldi G, Morra L, Forti G, Benussi B, Sinagra G, et al. Routine use of bilateral internal thoracic artery grafting in women does not increase in-hospital mortality and could improve long-term survival. *Int J Cardiol.* 2018;266:43-9.
7. Grau JB, Ferrari G, Mak AW, 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. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2012;41(4):770-5; discussion 6.
8. Iribarne A, Schmoker JD, Malenka DJ, Leavitt BJ, McCullough JN, Weldner PW, et al. Does Use of Bilateral Internal Mammary Artery Grafting Reduce Long-Term Risk of Repeat Coronary Revascularization? A Multicenter Analysis. *Circulation.* 2017;136(18):1676-85.
9. Iribarne A, Westbrook BM, Malenka DJ, Schmoker JD, McCullough JN, Leavitt BJ, et al. Should Diabetes Be a Contraindication to Bilateral Internal Mammary Artery Grafting? *Ann Thorac Surg.* 2018;105(3):709-14.
10. Kurlansky PA, Traad EA, Dorman MJ, Galbut DL, Zucker M, Ebra G. Thirty-year follow-up defines survival benefit for second internal mammary artery in propensity-matched groups. *Ann Thorac Surg.* 2010;90(1):101-8.

11. Lytle BW, Blackstone EH, Sabik JF, Houghtaling P, Loop FD, Cosgrove DM. The effect of bilateral internal thoracic artery grafting on survival during 20 postoperative years. *Ann Thorac Surg.* 2004;78(6):2005-12; discussion 12-4.
12. Pick AW, Orszulak TA, Anderson BJ, Schaff HV. Single versus bilateral internal mammary artery grafts: 10-year outcome analysis. *Ann Thorac Surg.* 1997;64(3):599-605.
13. Weiss AJ, Zhao S, Tian DH, Taggart DP, Yan TD. A meta-analysis comparing bilateral internal mammary artery with left internal mammary artery for coronary artery bypass grafting. *Ann Cardiothorac Surg.* 2013;2(4):390-400.
14. Kurlansky PA, Traad EA, Dorman MJ, Galbut DL, Ebra G. Bilateral Versus Single Internal Mammary Artery Grafting in the Elderly: Long-Term Survival Benefit. *Ann Thorac Surg.* 2015;100(4):1374-81; discussion 81-2.
15. Gaudino M, Di Franco A, Rahouma M, Tam DY, Iannaccone M, Deb S, et al. Unmeasured Confounders in Observational Studies Comparing Bilateral Versus Single Internal Thoracic Artery for Coronary Artery Bypass Grafting: A Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc.* 2018;7(1).
16. Puehler T, Zittermann A, Dia M, Emmel E, Gercek M, Borgermann J, et al. Off-pump Revascularization with Bilateral versus Single Mammary Arteries-A Propensity Score-Matched Analysis. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2019.
17. Saito A, Miyata H, Motomura N, Ono M, Takamoto S, Japan Cardiovascular Surgery Database O. Propensity-matched analysis of bilateral internal mammary artery vs single internal mammary artery in 7702 cases of isolated coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2013;44(4):711-7.
18. Thuijs D, Head SJ, Stone GW, Puskas JD, Taggart DP, Serruys PW, et al. Outcomes following surgical revascularization with single versus bilateral internal thoracic arterial grafts in patients with left main coronary artery disease undergoing coronary artery bypass grafting: insights from the EXCEL trial. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2018.
19. 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.* 2019;380(5):437-46.
20. Gaudino M, Alexander JH, Bakaeen FG, Ballman K, Barili F, Calafiore AM, et al. Randomized comparison of the clinical outcome of single versus multiple arterial grafts: the ROMA trial-rationale and study protocol. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2017;52(6):1031-40.
21. Bahamondes JC, Merino G, Silva A, Salman J. [Myocardial revascularization of the anterior descending coronary artery with left internal mammary artery by means of extracorporeal circulation: 10 years follow-up]. *Rev Med Chil.* 2005;133(8):881-6.
22. Dai C, Lu Z, Zhu H, Xue S, Lian F. Bilateral internal mammary artery grafting and risk of sternal wound infection: evidence from observational studies. *Ann Thorac Surg.* 2013;95(6):1938-45.

23. Deo SV, Altarabsheh SE, Shah IK, Cho YH, McGraw M, Sarayyepoglu B, et al. Are two really always better than one? Results, concerns and controversies in the use of bilateral internal thoracic arteries for coronary artery bypass grafting in the elderly: a systematic review and meta-analysis. *Int J Surg*. 2015;16(Pt B):163-70.
24. Ruka E, Dagenais F, Mohammadi S, Chauvette V, Poirier P, Voisine P. Bilateral mammary artery grafting increases postoperative mediastinitis without survival benefit in obese patients. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2016;50(6):1188-95.
25. Ascione R, Rees K, Santo K, Chamberlain MH, Marchetto G, Taylor F, et al. Coronary artery bypass grafting in patients over 70 years old: the influence of age and surgical technique on early and mid-term clinical outcomes. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2002;22(1):124-8.
26. Hassanein W, Hegazy YY, Albert A, Ennker IC, Rosendahl U, Bauer S, et al. Short term outcomes of total arterial coronary revascularization in patients above 65 years: a propensity score analysis. *J Cardiothorac Surg*. 2010;5:25.
27. Li HY, Wu QY, Zhang MK, Chen XP, Pan GY, Cui SM, et al. [Coronary artery bypass grafting in patients over 70 years old]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*. 2009;47(8):566-9.
28. Medalion B, Mohr R, Ben-Gal Y, Nesher N, Kramer A, Eliyahu S, et al. Arterial coronary artery bypass grafting is safe and effective in elderly patients. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015;150(3):607-12.
29. Posenau JT, Wojdyla DM, Shaw LK, Alexander KP, Ohman EM, Patel MR, et al. Revascularization Strategies and Outcomes in Elderly Patients With Multivessel Coronary Disease. *Ann Thorac Surg*. 2017;104(1):107-15.
30. Institut national d'études démographiques. INED [En ligne]. [cité le 6 mars 2019]. Disponible : <https://www.ined.fr/fr/tout-savoir-population/chiffres/france/mortalite-cause-deces/taux-mortalite-sexe-age/>
31. Dalen M, Lund LH, Ivert T, Holzmann MJ, Sartipy U. Survival After Coronary Artery Bypass Grafting in Patients With Preoperative Heart Failure and Preserved vs Reduced Ejection Fraction. *JAMA Cardiol*. 2016;1(5):530-8.
32. Sun LY, Tu JV, Bader Eddeen A, Liu PP. Prevalence and Long-Term Survival After Coronary Artery Bypass Grafting in Women and Men With Heart Failure and Preserved Versus Reduced Ejection Fraction. *J Am Heart Assoc*. 2018;7(12).
33. Nashef SA, Roques F, Sharples LD, Nilsson J, Smith C, Goldstone AR, et al. EuroSCORE II. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2012;41(4):734-44; discussion 44-5.
34. Viceconte M, Rocco IS, Pauletti HO, Vidotto M, Arena R, Gomes WJ, et al. Chronic obstructive pulmonary disease severity influences outcomes after off-pump coronary artery bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018;156(4):1554-61.

35. Itagaki S, Cavallaro P, Adams DH, Chikwe J. Bilateral internal mammary artery grafts, mortality and morbidity: an analysis of 1 526 360 coronary bypass operations. *Heart*. 2013;99(12):849-53.
36. Pevni D, Aizer Z, Mohr R, Neshet N, Kremer A, Paz Y, et al. Are two internal thoracic grafts better than one in patients with chronic obstructive lung disease? Analysis of 387 cases between 1996-2011. *PLoS One*. 2018;13(8):e0201227.
37. Jabagi H, Tran DT, Hessien R, Glineur D, Rubens FD. Impact of Gender on Arterial Revascularization Strategies for Coronary Artery Bypass Grafting. *Ann Thorac Surg*. 2018;105(1):62-8.
38. Bohatch Junior MS, Matkovski PD, Di Giovanni FJ, Fenili R, Varella EL, Dietrich A. Incidence of postoperative atrial fibrillation in patients undergoing on-pump and off-pump coronary artery bypass grafting. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2015;30(3):316-24.
39. Gorczyca I, Michta K, Pietrzyk E, Wozakowska-Kaplon B. Predictors of post-operative atrial fibrillation in patients undergoing isolated coronary artery bypass grafting. *Kardiol Pol*. 2018;76(1):195-201.
40. Ismail MF, El-Mahrouk AF, Hamouda TH, Radwan H, Haneef A, Jamjoom AA. Factors influencing postoperative atrial fibrillation in patients undergoing on-pump coronary artery bypass grafting, single center experience. *J Cardiothorac Surg*. 2017;12(1):40.
41. Jacques C, Mennillo M. Style Vancouver citations et références bibliographiques : Guide abrégé à l'usage des étudiant-e-s FBM pour la rédaction de travaux en français [En ligne]. Mise à jour 27 mars 2019. Lausanne : Bibliothèque universitaire de médecine Lausanne ; 2019 [cité le 5 avril 2019]. Disponible : [https://www.bium.ch/wp-content/uploads/2019/03/Vancouver\\_guide\\_BiUM\\_2019\\_0327.pdf?fbclid=IwAR0alc62EOsGsEV19nqfaPvgFhxa\\_DjPeZ9nresUA7hqU2NO1rN\\_BERo2dY](https://www.bium.ch/wp-content/uploads/2019/03/Vancouver_guide_BiUM_2019_0327.pdf?fbclid=IwAR0alc62EOsGsEV19nqfaPvgFhxa_DjPeZ9nresUA7hqU2NO1rN_BERo2dY)

