HAL
open science

Enquête sur le monitorage hémodynamique et l'utilisation des agents inotropes positifs et vasoactifs en chirurgie cardiaque

Raphaël d'Orlando

To cite this version:

Raphaël d'Orlando. Enquête sur le monitorage hémodynamique et l'utilisation des agents inotropes positifs et vasoactifs en chirurgie cardiaque. Médecine humaine et pathologie. 2018. dumas-01860340

HAL Id: dumas-01860340

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01860340v1

Submitted on 23 Aug 2018

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

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

UNIVERSITÉ de CAEN NORMANDIE

FACULTÉ de MÉDECINE

Année 2017/2018

THÈSE POUR L'OBTENTION

DU GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le :
12 Avril 2018

par

M. Raphaël d'Orlando

Né le 06 Avril 1987 à Boulogne-Billancourt (92)

TITRE DE LA THÈSE :

Enquête sur le monitorage hémodynamique et l'utilisation des agents inotropes positifs et vasoactifs en chirurgie cardiaque.

Président : Monsieur le Professeur Jean-Louis Gérard
Membres : Monsieur le Professeur Marc-Olivier Fischer
Monsieur le Professeur Jean-Luc Hanouz
Monsieur le Docteur Vincent Bonnet

Directeur de thèse : ***Dr Vincent Bonnet***

UNIVERSITÉ DE CAEN · NORMANDIE

UFR SANTÉ

Année Universitaire 2017 / 2018

Doyen
Professeur Emmanuel TOUZÉ

Assesseurs
Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)
Professeur Guy LAUNOY
Professeur Sonia DOLLFUS & Professeur Evelyne Emery (3ème cycle)

Directrice administrative
Madame Sarah CHEMTOB

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

M.	**AOUBA Achille**	Médecine interne
M.	**AGOSTINI Denis**	Biophysique et médecine nucléaire
M.	**AIDE Nicolas**	Biophysique et médecine nucléaire
M.	**ALLOUCHE Stéphane**	Biochimie et biologie moléculaire
M.	**ALVES Arnaud**	Chirurgie digestive
M.	**BABIN Emmanuel**	Oto-Rhino-Laryngologie
M.	**BÉNATEAU Hervé**	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
M.	**BENOIST Guillaume**	Gynécologie - Obstétrique
M.	**BERGER Ludovic**	Chirurgie vasculaire
M.	**BERGOT Emmanuel**	Pneumologie
M.	**BIBEAU Frédéric**	Anatomie et cytologie pathologique
M.	**BIENVENU Boris**	Médecine interne
Mme	**BRAZO Perrine**	Psychiatrie d'adultes
M.	**BROUARD Jacques**	Pédiatrie
M.	**BUSTANY Pierre**	Pharmacologie
Mme	**CHAPON Françoise**	Histologie, Embryologie
Mme	**CLIN-GODARD Bénédicte**	Médecine et santé au travail
M.	**COQUEREL Antoine**	Pharmacologie
M.	**DAO Manh Thông**	Hépatologie-Gastro-Entérologie
M.	**DAMAJ Ghandi Laurent**	Hématologie
M.	**DEFER Gilles**	Neurologie
M.	**DELAMILLIEURE Pascal**	Psychiatrie d'adultes
M.	**DENISE Pierre**	Physiologie
M.	**DERLON Jean-Michel** **Éméritat jusqu'au 31/08/2018**	Neurochirurgie
Mme	**DOLLFUS Sonia**	Psychiatrie d'adultes
M.	**DREYFUS Michel**	Gynécologie - Obstétrique
M.	**DU CHEYRON Damien**	Réanimation médicale
M.	**DUHAMEL Jean-François** **Éméritat jusqu'au 31/08/2018**	Pédiatrie

Mme	**ÉMERY Evelyne**	Neurochirurgie
M.	**ESMAIL-BEYGUI Farzin**	Cardiologie
Mme	**FAUVET Raffaèle**	Gynécologie – Obstétrique
M.	**FISCHER Marc-Olivier**	Anesthésiologie et réanimation
M.	**GÉRARD Jean-Louis**	Anesthésiologie et réanimation
M.	**GUILLOIS Bernard**	Pédiatrie
Mme	**GUITTET-BAUD Lydia**	Épidémiologie, économie de la santé et prévention
M.	**HABRAND Jean-Louis**	Cancérologie option Radiothérapie
M.	**HAMON Martial**	Cardiologie
Mme	**HAMON Michèle**	Radiologie et imagerie médicale
M.	**HANOUZ Jean-Luc**	Anesthésiologie et réanimation
M.	**HÉRON Jean-François** **Éméritat jusqu'au 31/08/2018**	Cancérologie
M.	**HULET Christophe**	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M.	**HURAULT de LIGNY Bruno** **Éméritat jusqu'au 31/01/2020**	Néphrologie
M.	**ICARD Philippe**	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
M.	**JOIN-LAMBERT Olivier**	Bactériologie - Virologie
Mme	**JOLY-LOBBEDEZ Florence**	Cancérologie
Mme	**KOTTLER Marie-Laure**	Biochimie et biologie moléculaire
M.	**LAUNOY Guy**	Épidémiologie, économie de la santé et prévention
M.	**LE COUTOUR Xavier**	Épidémiologie, économie de la santé et prévention
Mme	**LE MAUFF Brigitte**	Immunologie
M.	**LEPORRIER Michel** **Éméritat jusqu'au 31/08/2020**	Hématologie
M.	**LEROY François**	Rééducation fonctionnelle
M.	**LOBBEDEZ Thierry**	Néphrologie
M.	**MANRIQUE Alain**	Biophysique et médecine nucléaire
M.	**MARCÉLLI Christian**	Rhumatologie
M.	**MARTINAUD Olivier**	Neurologie
M.	**MAUREL Jean**	Chirurgie générale
M.	**MILLIEZ Paul**	Cardiologie
M.	**MOREAU Sylvain**	Anatomie/Oto-Rhino-Laryngologie
M.	**MOUTEL Grégoire**	Médecine légale et droit de la santé
M.	**NORMAND Hervé**	Physiologie
M.	**PARIENTI Jean-Jacques**	Biostatistiques, info. médicale et tech. de communication
M.	**PELAGE Jean-Pierre**	Radiologie et imagerie médicale
Mme	**PIQUET Marie-Astrid**	Nutrition
M.	**RAVASSE Philippe**	Chirurgie infantile
M.	**REZNIK Yves**	Endocrinologie
M.	**ROUPIE Éric**	Thérapeutique
Mme	**THARIAT Juliette**	Radiothérapie
M.	**TILLOU Xavier**	Urologie

M.	**TOUZÉ Emmanuel**	Neurologie
M.	**TROUSSARD Xavier**	Hématologie
Mme	**VABRET Astrid**	Bactériologie - Virologie
M.	**VERDON Renaud**	Maladies infectieuses
Mme	**VERNEUIL Laurence**	Dermatologie
M.	**VIADER Fausto**	Neurologie
M.	**VIVIEN Denis**	Biologie cellulaire
Mme	**ZALCMAN Emmanuèle**	Anatomie et cytologie pathologique

PROFESSEUR DES UNIVERSITÉS

M.	**LUET Jacques** **Éméritatjusqu'au 31/08/2018**	Médecine générale

PROFESSEUR ASSOCIÉ DES UNIVERSITÉS A TEMPS PLEIN

M.	**VABRET François**	Addictologie

PROFESSEURS ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS A MI-TEMPS

M.	**de la SAYETTE Vincent**	Neurologie
Mme	**DOMPMARTIN-BLANCHÈRE Anne**	Dermatologie
Mme	**LESCURE Pascale**	Gériatrie et biologie du vieillissement
M.	**SABATIER Rémi**	Cardiologie

PRCE

Mme	**LELEU Solveig**	Anglais

Année Universitaire 2017 / 2018

Doyen
Professeur Emmanuel TOUZÉ

Assesseurs
Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)
Professeur Guy LAUNOY
Professeur Sonia DOLLFUS & Professeur Evelyne Emery (3ème cycle)

Directrice administrative
Madame Sarah CHEMTOB

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

M.	**ALEXANDRE Joachim**	Pharmacologie clinique

Mme	**BENHAÏM Annie**	Biologie cellulaire
M.	**BESNARD Stéphane**	Physiologie
Mme	**BONHOMME Julie**	Parasitologie et mycologie
M.	**BOUVIER Nicolas**	Néphrologie
M.	**COULBAULT Laurent**	Biochimie et Biologie moléculaire
M.	**CREVEUIL Christian**	Biostatistiques, info. médicale et tech. de communication
Mme	**DEBRUYNE Danièle** **Éméritat jusqu'au 31/08/2019**	Pharmacologie fondamentale
Mme	**DERLON-BOREL Annie** **Éméritat jusqu'au 31/08/2020**	Hématologie
Mme	**DINA Julia**	Bactériologie - Virologie
Mme	**DUPONT Claire**	Pédiatrie
M.	**ÉTARD Olivier**	Physiologie
M.	**GABEREL Thomas**	Neurochirurgie
M.	**GRUCHY Nicolas**	Génétique
M.	**GUÉNOLÉ Fabian** **sera en MAD à Nice jusqu'au 31/08/18**	Pédopsychiatrie
M.	**HITIER Martin**	Anatomie - ORL Chirurgie Cervico-faciale
M.	**LANDEMORE Gérard** **sera en retraite à partir du 01/01/18**	Histologie, embryologie, cytogénétique
M.	**LEGALLOIS Damien**	Cardiologie
Mme	**LELONG-BOULOUARD Véronique**	Pharmacologie fondamentale
Mme	**LEPORRIER Nathalie** **Éméritat jusqu'au 31/10/2017**	Génétique
Mme	**LEVALLET Guénaëlle**	Cytologie et Histologie
M.	**LUBRANO Jean**	Chirurgie générale
M.	**MITTRE Hervé**	Biologie cellulaire
M.	**REPESSÉ Yohann**	Hématologie
M.	**SESBOÜÉ Bruno**	Physiologie
M.	**TOUTIRAIS Olivier**	Immunologie

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS A MI-TEMPS

Mme	**ABBATE-LERAY Pascale**	Médecine générale
M.	**COUETTE Pierre-André**	Médecine générale
M.	**GRUJARD Philippe**	Médecine générale
M.	**LE BAS François**	Médecine générale
M.	**SAINMONT Nicolas**	Médecine générale

Remerciements

A Monsieur le Professeur Jean-Louis Gérard,
Vous me faites l'honneur de présider ce jury.
Merci de nous transmettre votre expérience et votre sens clinique auprès des patients.

A Monsieur le Professeur Jean-Luc Hanouz,
Vous me faites l'honneur de juger mon travail de thèse.
Merci de votre implication quotidienne dans notre formation, j'espère faire honneur à vos enseignements en tant que futur anesthésiste-réanimateur.

A Monsieur le Professeur Marc-Olivier Fischer,
Tu me fais l'honneur de me confier ce sujet de thèse.
Merci infiniment de m'avoir fait confiance pour mener à tes côtés ce beau projet EMOA. J'espère avoir répondu à tes attentes.
Je te remercie de tes conseils avisés, de ta disponibilité, et de ta sympathie au cours de ces années d'internat.

A Monsieur le Docteur Vincent Bonnet,
Tu me fais l'honneur de diriger mon travail de thèse.
Je ne te remercierai jamais assez pour ces échanges de mail interminables, nuit et week-end compris. Ton implication dans mon travail de thèse et dans l'étude EMOA me touche.
Merci d'avoir eu confiance en moi et d'avoir eu la gentillesse de partager avec moi ta vision avisée de notre discipline, tu as eu une grande influence sur ma formation.

Je remercie profondément celles et ceux qui ont été d'une aide précieuse dans la réalisation de cette étude : Fabien évidemment, mais aussi tous les anesthésistes, internes, IADES et perfusionnistes du semestre d'hiver 2016 au 6.30.

Je dédie ce travail à ma famille, qui m'a toujours soutenu au cours de ces longues études : mes Parents évidemment :merci Maman pour les relectures, je sais que tu es très fière de moi ; Papa : je suis le seul scientifique de la famille mais je vais être Docteur, quelques années après toi. Mes frères et sœurs Clara, Natacha, François, et les petits derniers Jeanne et Côme, je suis très fier de vous.

Je dédie ce travail à mes grands-parents, Monique et Jean, Papino et Marie-Antoinette, aux D'Orlando Sénior (Sandro tu n'es plus le seul médecin de la famille), à mes oncles, tantes, cousins et cousines, ainsi qu'à ma famille en Italie et en Russie.

Je dédie ce travail à mes deux autres familles, Regnault et Peyron, quel beau trio nous sommes devenus ! Je sais que Claudette nous admire.

Je dédie aussi ce travail à mes amis de (presque) toujours, vous avez toujours été là et vous le serez toujours : Etienne, Maxence, Romain, Célestin, Julien, Loïc, Diane, Raphaëlle, Antoine (tout là-bas !), Raphaël, et tous les autres !

A Camille évidemment, merci infiniment de m'avoir supporté pendant l'écriture de cette thèse, je suis très heureux du futur insulaire que nous sommes en train de préparer pour continuer à vivre de très beaux moments ensemble.

Je dédie cette thèse aux enfants de mes amis, qui un jour liront ces remerciements : Jeanne, Apolline, Capucine, Louise, Paul, Victor et Gabrielle.

A mes co-internes de compétition : ceux d'Alençon, ceux de Caen, ceux de Saint-Lô et ceux de Grenoble.

A mes amis grenoblois pour m'avoir accueilli comme un frère pendant 6 mois.

Aux équipes médicales (y compris les chirurgiens !) paramédicales et administratives qui ont accompagné le début de ma carrière avec bienveillance, merci infiniment à vous tous, en particulier chefs et IADE : vous m'avez tout simplement appris mon métier, je ne l'oublierai pas.

To those who removes all barriers in the way of science : jamais cette thèse n'aurait pu être aussi précise sans votre aide.

Abréviations

PAC Pontage aorto-coronarien

STS Society of Thoracic Surgeons

RVA Remplacement Valvulaire Aortique

CEC Circulation Extracorporelle

IDM Infarctus du Myocarde

FA Fibrillation atriale

AVC Accident Vasculaire Cérébral

SDRA Syndrome de Détresse Respiratoire Aiguë

SIRS Syndrome de Réponse inflammatoire Systémique

CIVD Coagulation Intra Vasculaire Disséminée

IRA Insuffisance rénale aiguë

EER Épuration extra-rénale

SFAR Société Française d'Anesthésie-Réanimation

ECG Électrocardiogramme

IC Index Cardiaque

TA02 Transport Artériel en Oxygène

VO2 Consommation en Oxygène

PVC Pression Veineuse Centrale

CAP Cathéter Artériel Pulmonaire

OR Odds Ratio

VES Volume d'Éjection Systolique

QC Débit Cardiaque

CA02 Contenu Artériel en Oxygène

FC Fréquence Cardiaque

ETO Échographie Transoesophagienne

TDTP Thermodilution Transpulmonaire

OAP Œdème Aigu Pulmonaire

HTA Hypertension Artérielle

BPCO Bronchopneumopathie Chronique Obstructive

FEVG Fraction d'Éjection Ventriculaire Gauche

TDAP Thermodilution Artérielle Pulmonaire

SV02 Saturation Veineuse en Oxygène

ScV02 Saturation Veineuse Centrale en Oxygène

RVM Remplacement Valvulaire Mitral

RVT Remplacement Valvulaire Tricuspide

CA Clampage Aortique

CPIA Contre Pulsion Intra Aortique

ETT Échographie Trans Thoracique

TV/FV Tachycardie/Fibrillation Ventriculaire

ACR Arrêt Cardio-Respiratoire

IGS II Indice de Gravité Simplifié

ANOVA Analyse de Variance Multiple

CHU Centre Hospitalo-Universitaire

CHP Centre Hospitalier Périphérique

IMC Indice de Masse Corporelle

HEA Hydroxyethylamidon

CGR Culot Globule Rouges

PFC Plasma Frais Congelé

CUP Concentré plaquettaire

ACOP Analyse du Contour de l’Onde de Pouls

Liste des Tableaux

Tableau 1: Caractéristiques principales des patients… 19

Tableau 2: Chirurgie de pontage coronarien.....23

Tableau 3: Chirurgie Valvulaire : type de chirurgie 24

Tableau 4: Utilisation des solutés de remplissage et produits sanguins….....26

Tableau 5: Nombre de patients recevant un agent inotrope/vasoactif 29

Tableau 6: Utilisation en réanimation des agents inotropes et vasoactifs… 30

Tableau 7: Type de monitorage hémodynamique selon le type de chirurgie 32

Tableau 8: Utilisation des outils de monitorage hémodynamique en réanimation.....36

Tableau 9: Taux de mortalité en réanimation.....37

Tableau 10: Mortalité selon le type de chirurgie valvulaire 37

Tableau 11: Nombre de patients présentant au moins une complication selon le type de chirurgie.....38

Tableau 12: Complications cardio-vasculaires selon le type de chirurgie.....39

Tableau 13: Complications cardiaques et cérébrovasculaires majeures selon le type de chirurgie.....39

Tableau 14: Complications respiratoires selon le type de chirurgie 40

Tableau 15: Complications neurologiques selon le type de chirurgie 40

Tableau 16: Autres complications selon le type de chirurgie.....40

Tableau 17: Complications selon le type de chirurgie valvulaire 41

Tableau 18: Facteurs de risque indépendants de complication et de mortalité.....42

Tableau 19: Caractéristiques préopératoires des patients selon la présence ou l'absence de monitorage hémodynamique avancé 43

Tableau 20: Complications selon la présence ou l'absence de monitorage hémodynamique avancé peropératoire 44

Liste des Figures

Figure 1: Mode d'action des amines inotropes positives et vasoactives 10
Figure 2: Diagramme de flux 18
Figure 3: Pyramide des âges (en années) 20
Figure 4: Pyramide des âges (en années) selon le sexe 20
Figure 5: Répartition des grands types chirurgicaux 21
Figure 6: Principaux gestes chirurgicaux 22
Figure 7: Durée de CEC moyenne selon le geste 25
Figure 8: Durée de CEC moyenne selon le geste valvulaire 25
Figure 9: Proportion de patients recevant un colloïde 27
Figure 10: Proportion de patients recevant un produit sanguin 27
Figure 11: Principaux agents utilisés en peropératoire 28
Figure 12: Monitorage hémodynamique avancé selon le type de chirurgie 31
Figure 13: Monitorage hémodynamique avancé selon le type de geste valvulaire 31
Figure 14: Utilisation peropératoire du monitorage hémodynamique avancé 33
Figure 15: Répartition géographique de l'utilisation du monitorage hémodynamique 33
Figure 16: Utilisation de l'Échographie Transoesophagienne selon les centres 34
Figure 17: Utilisation du Cathéter Artériel Pulmonaire selon les centres 34
Figure 18: Principaux outils de monitorage hémodynamique avancé en réanimation 35
Figure 19: Principales complications, selon le type de chirurgie 38

Sommaire

1. Introduction 1
1. Chirurgie à haut risque 1
a) Mortalité 1
b) Morbidité 2
2. Patients à haut risque 4
3. Le monitorage hémodynamique avancé 4
a) Généralités sur le monitorage en anesthésie-réanimation 4
b) Monitorage hémodynamique avancé : rationnel physiopathologique et concept d'optimisation hémodynamique 5
4. État des connaissances 7
a) Monitorage hémodynamique en chirurgie cardiaque 7
b) Utilisation des agents inotropes et vasoactifs en chirurgie cardiaque 8
5. Objectif de l'étude 11
2. Matériel et méthode 12
1. Type d'étude 12
2. Critères d'inclusion 12
3. Critères d'exclusion 12
4. Protocole / Déroulement pratique de l'étude 13
5. Analyse statistique 15
6. Définitions 16
3. Résultats 18
1. Centres participant à l'étude 18
2. Caractéristique des patients et chirurgie 18
3. Agents inotropes et vasoactifs- Remplissage – Produits sanguins 26
4. Utilisation du monitorage hémodynamique 30
5. Complications 36
6. Choix du monitorage et impact clinique 43
4. Discussion 45
5. Conclusion 53
6. Bibliographie 54
7. Annexes 59

INTRODUCTION

La prise en charge péri-opératoire de chirurgie cardiaque représente pour l'anesthésiste-réanimateur un authentique défi, puisqu'il s'agit d'une période grevée d'une lourde mortalité et s'accompagnant d'une morbidité importante.

1) Chirurgie à haut risque

a) Mortalité

Les chiffres issus de la littérature médicale concernant la mortalité diffèrent selon un grand nombre de variables liées au patient ou à la procédure chirurgicale. Une méta-analyse parue en 2003 portant sur un total de 205 717 patients issus de 176 études retrouve une mortalité intra-hospitalière au décours d'un pontage aorto-coronarien (PAC) isolé (c'est-à-dire sans autre geste chirurgical cardiaque, en particulier valvulaire) de 1.7%. La mortalité à 30 jours s'élève à 2.1% (1). Portant sur des effectifs moindres, la base de données française Epicard nous renseigne, à l'échelle nationale, sur les procédures réalisées en 2013. On note pour les 14 183 PAC isolés colligés dans la base une mortalité de 1.8% (2). Plus récemment, la base de données américaine de la Society Of Thoracic Surgeons (STS) de 2015 (3 millions de procédures sur 10 ans) nous permet d'évaluer la mortalité selon le type de chirurgie. Pour les PAC isolés, elle s'établit autour de 2%, chiffre identique pour les remplacements valvulaires aortiques (RVA) isolés. Dans le cadre de l'association d'un RVA et d'une chirurgie valvulaire mitrale, la mortalité croît à 8%. En cas de PAC et de chirurgie valvulaire mitrale, le risque est encore supérieur avec une mortalité de 10% (3). En Europe, l'étude Euroscore II retrouve une mortalité à 30 jours proche de 5% (4).

b) Morbidité

La chirurgie cardiaque est associée à une morbidité importante, qui s'exprime à travers un large spectre de complications. Après un PAC isolé, les patients présentent au moins une complication dans 38.3% des cas, dont 16 % de complication majeure (5).

Complications cardiaques et cardio-vasculaires

Ces complications peuvent prendre des formes variables, à type de défaillances myocardiques, troubles du rythme, épanchements péricardiques (6). La dysfonction ventriculaire systolique est liée à la circulation extracorporelle (CEC) et à l'agression chirurgicale, elle survient presque toujours, mais avec une intensité variable, et est corrélée à la mortalité post-opératoire (7). La fonction ventriculaire gauche se détériore progressivement pour atteindre son nadir environ 4 à 6h après le sevrage de la CEC, puis récupère dans un délai d'environ 24h (en l'absence d'autre phénomène intercurrent) (8). Il est intéressant de noter que cette dysfonction systolique survient y compris sur un ventricule sain sans altération préalable. La fonction ventriculaire droite évolue en général de manière similaire à la fonction gauche. La fonction systolique n'est pas la seule à subir des altérations, et beaucoup de travaux s'intéressent à la dysfonction ventriculaire diastolique qui est associée à un mauvais pronostic dans la population générale mais aussi dans le contexte de la chirurgie cardiaque (9–11). La tamponnade cardiaque est une complication grave mettant en jeu le pronostic vital par le bas débit profond qu'elle peut entraîner. Sa fréquence se situe entre 0.2% (en cas de PAC) et 8.4% (en cas de transplantation cardiaque). Elle est d'ailleurs responsable de 10% des hypotensions post-opératoires (12).

L'infarctus du myocarde (IDM) post-opératoire après chirurgie cardiaque survient dans 2 à 4% des cas après PAC (1). Il correspond à l'IDM de type 5 selon la 3e définition universelle de l'IDM (13).

Les troubles du rythme cardiaque sont fréquemment rencontrés, au premier rang desquels on retrouve la fibrillation atriale (FA). C'est une des complications classiques de la chirurgie cardiaque, avec une occurrence entre 10 à 40% des cas, voire 1 cas sur 2 dans le contexte de la chirurgie valvulaire (14). La FA n'est pas une complication anodine, car elle est associée à un triplement du risque d'accident vasculaire cérébral (AVC), une augmentation de la durée de séjour, du taux de

réadmission à l'hôpital et donc d'une majoration des coûts médico-économiques de prise en charge (15).

Autres complications

Les complications respiratoires représentent la deuxième cause de morbidité post-opératoire en chirurgie cardiaque, mais avec une mortalité supérieure aux complications cardio-vasculaires. L'incidence est évaluée à 8 à 10% après une CEC et la mortalité à 21%. Elles sont variées, leur spectre pouvant aller de la simple hypoxémie jusqu'au Syndrome de Détresse Respiratoire Aigu (SDRA) voire au décès (16,17).

Les complications neurologiques ne sont pas rares, et s'expriment avec des présentations cliniques variées. Les AVC surviennent dans 1 à 5% des cas, et jusqu'à 17% en cas de chirurgie combinée coronarienne et carotidienne. La mortalité associée serait proche des 20%. L'anémie, l'hypotension artérielle, la FA sont autant de facteurs favorisant la survenue d'AVC (18–20). D'autres complications moins lourdes mais plus fréquentes telles que l'ictus, la confusion post-opératoire ou le délire sont malheureusement possibles. Ces complications étant graves, tout comme les complications cardiovasculaires, elles sont souvent réunies dans la littérature sous l'entité MACCE : Major Adverse Cardiac and Cerebrovascular Event, soit complications majeures cardiaques et cérébrovasculaires (21).

Outre la tamponnade cardiaque déjà évoquée, il existe plusieurs complications chirurgicales. Le saignement post-opératoire attendu est élevé, avec la combinaison d'un certain nombre de facteurs favorisants : chirurgie lourde avec des patients ayant des traitements antiagrégants voire anticoagulants ; nécessité d'une CEC imposant un anticoagulation per-procédure dont la réversion peut s'avérer incomplète; syndrome de réponse inflammatoire systémique (SIRS) lié à la CEC induisant des troubles de l'hémostase (pouvant aller jusqu'à la CIVD : coagulation intra-vasculaire disséminée) s'associant aux anomalies hématologiques liées au saignement en lui-même. Une des complications redoutables, qui peut survenir de manière retardée, est la médiastinite. Elle survient seulement dans 1 à 2.5% des cas mais est associée à une mortalité intra-hospitalière de 10 à 20% (22).

L'insuffisance rénale aiguë (IRA) péri-opératoire est liée à la conjonction d'évènements agressifs pour le rein, à savoir l'hypoperfusion rénale multifactorielle, le

SIRS, l'œdème tissulaire, l'utilisation d'agents néphrotoxiques, l'anémie, le tout survenant chez des patients aux comorbidités cardio-vasculaires souvent importantes et présentant une fonction rénale préopératoire souvent altérée. Récemment, une étude de cohorte (7 075 patients) avec un suivi à long terme a pu établir que la survenue d'une IRA telle que définie par la classification KDIGO (23) était associée de manière indépendante à la mortalité à 5 ans. Le taux d'IRA était de 36% (24). L'épuration extra-rénale (EER) s'avère d'ailleurs nécessaire dans 0.7 à 3.6% des cas selon les études (25)(5).

2) Patients à haut risque

Les patients subissant une intervention de chirurgie cardiaque présentent systématiquement une pathologie cardio-vasculaire, plus ou moins sévère, indiquant la chirurgie. Cette pathologie causale peut s'inscrire dans un cadre de maladies cardio-vasculaires plus vaste, avec l'association par ailleurs de comorbidités respiratoires, rénales et métaboliques. Il s'agit donc de patients à haut risque chirurgical. L'évaluation du risque péri-opératoire est fondamentale car le bénéfice de réaliser ou non la chirurgie doit être mis en balance avec la probabilité de morbi- mortalité liée à l'intervention. Dans ce but, un certain nombre de travaux ont été réalisés, et l'un des plus exhaustifs a abouti à la création de l'EUROSCORE, qui est prédictif de la mortalité en chirurgie cardiaque. Il a été développé sur une cohorte européenne de 19 030 patients issus de 128 centres répartis dans 8 pays. On utilise actuellement la deuxième version de ce score appelé EUROSCORE II (26)(4). L'autre score le plus utilisé au plan mondial est le score STS, utilisé pour l'évaluation de patients nord-américains (3).

3) Le monitorage hémodynamique avancé

a) Généralités sur le monitorage en anesthésie-réanimation

Le terme moniteur est issu d'un mot latin dont la signification est « avertir. » Au sens large, il s'agit donc dans le contexte de l'anesthésie d'un élément de surveillance dont l'utilisation permet d'identifier la survenue d'un problème, idéalement avant que les conséquences associées à ce problème surviennent. Dans le contexte de l'anesthésie-réanimation, il s'agit donc en premier lieu d'avoir accès à la surveillance

des grandes fonctions physiologiques de nos patients. La Société Française d'Anesthésie-Réanimation (SFAR) a d'ailleurs régi depuis longtemps la surveillance minimale indiquée pour tout patient sous anesthésie générale, associant l'expertise humaine (nécessité d'un anesthésiste-réanimateur sénior) et technique (scope électrocardiogramme (ECG), saturomètre, pression artérielle, capnogramme, analyse des gaz d'anesthésie) (27).

Bien évidemment, certaines situations cliniques nécessitent des outils de monitorage plus sophistiqués, mais dont le coût et les complications inhérentes possibles rendent l'utilisation systématique non pertinente. C'est le cas dans le domaine qui nous intéresse, à savoir le monitorage hémodynamique avancé en chirurgie cardiaque, basé sur la mesure du débit cardiaque ou sur l'évaluation de l'adéquation débit-métabolisme.

b) Monitorage hémodynamique avancé : rationnel physiopathologique et concept d'optimisation hémodynamique

Dans les années 1980, l'équipe de William C. Shoemaker est à la source du concept d'optimisation hémodynamique. En effet, ils publient en 1982 un travail prospectif dont le but est de créer un algorithme complexe mais exhaustif permettant de différencier *a priori* les survivants des non survivants dans une population de patients de réanimation chirurgicale en état de choc circulatoire (28).

Cette première étude leur permet d'identifier un certain nombre de variables hémodynamiques qui semblent discriminantes dans ce contexte, ce qui a été affiné dans une autre étude réalisée sur 220 patients (dans un contexte similaire) : les 54 patients survivants avaient un Index Cardiaque (IC), un Transport Artériel en Oxygène (TA02) et une Consommation en Oxygène (V02) plus élevés que les patients décédés (29). Ils ont alors testé l'impact du maintien des valeurs hémodynamiques supranormales, partant du postulat que, lors d'une agression, les besoins pouvaient être supérieurs à ceux suffisants chez un volontaire sain non agressé. Ils ont réalisé un essai contrôlé randomisé scindant les patients en trois groupes : Groupe Contrôle 1 (monitorage par Pression Veineuse Centrale (PVC); objectifs hémodynamiques standard : 30 patients) / Groupe Contrôle 2 (monitorage par Cathéter Artériel Pulmonaire (CAP) ; objectifs hémodynamiques standards : 30 patients) ; Groupe Interventionnel 3 (monitorage par CAP ; objectifs hémodynamiques supranormaux : IC

>4,5L/min/m2 ;$TA0_2$ > 600 mL/min/m2 ; $V0_2$ >170mL/mL/m2 : 28 patients). Le troisième groupe a présenté une mortalité de 4%, ce qui est très inférieur au groupe 1 (23%) et 2 (33%) (p<0,01) (30). C'est donc un travail qui a fait date et qui est à l'origine du concept d'optimisation hémodynamique.

Un grand nombre de travaux ont cherché à démontrer l'impact d'une optimisation hémodynamique basée sur le monitorage hémodynamique avancé. Récemment, une méta-analyse réunissant 29 études (4 805 patients) comparant une intervention hémodynamique préemptive (c'est-à-dire définie au préalable, selon un protocole, et basée sur un outil de monitorage hémodynamique avancé) a retrouvé une diminution significative de la mortalité (Odds Ratio(OR)=0,48 [0,33-0,78]) et des complications chirurgicales (OR=0,43 [0,34-0,53]) (31).

Chez les patients considérés à « haut risque », il est donc recommandé par la SFAR de réaliser une optimisation hémodynamique en titrant le remplissage vasculaire peropératoire en se guidant sur une mesure du Volume d'Éjection Systolique (VES) (32). Il semble donc admis qu'il faille optimiser un certain nombre de valeurs hémodynamiques pour influer positivement sur le pronostic des patients, néanmoins la complexité des situations cliniques et des patients, en particulier en chirurgie cardiaque, rend parfois difficile l'obtention de ces valeurs. En effet, il existe un certain nombre de leviers thérapeutiques que l'anesthésiste-réanimateur peut actionner pour améliorer l'état hémodynamique et donc le pronostic du patient.

L'objectif final de l'hémodynamique étant l'apport énergétique cellulaire, développons les formules suivantes :

$$T_A0_2 = Q_C \times C_A0_2$$

avec *Q_C= Débit Cardiaque = Volume Éjection Systolique (VES) x Fréquence Cardiaque (FC)* et *C_{A02}= Contenu Artériel en Oxygène = (Hémoglobine x 1,34 x Saturation Artérielle en Oxygène) +(0,003 x Pression Artérielle en Oxygène)*

Pour augmenter l'apport en oxygène, assurer l'adéquation entre la $V0_2$ et le $TA0_2$ et donc permettre un fonctionnement cellulaire en métabolisme aérobie (le plus efficace en terme énergétique), il est donc possible :

-d'augmenter la volémie efficace du patient, donc son débit cardiaque s'il est précharge-dépendant, ce qui peut être obtenu par un remplissage vasculaire mais aussi par l'augmentation du sang veineux contraint via des agents vasoconstricteurs
-d'augmenter l'inotropisme cardiaque par l'intermédiaire d'agents inotropes positifs
-d'augmenter la fréquence cardiaque , la saturation en oxygène, la pression artérielle en oxygène et le taux d'hémoglobine.

Devant ces multiples options thérapeutiques, ce que le clinicien attend d'un outil de monitorage hémodynamique avancé, c'est de savoir quel levier thérapeutique actionner *a priori* devant un état hémodynamique altéré, et d'en juger l'efficacité, afin de diminuer la morbi-mortalité péri-opératoire en restaurant un apport énergétique cellulaire suffisant : il s'agit donc, en particulier en chirurgie cardiaque, d'une aide potentiellement indispensable.

4) <u>État des connaissances</u>

Il existe paradoxalement peu de travaux récents faisant un état des lieux des pratiques de monitorage hémodynamique en chirurgie cardiaque en France et même à l'étranger, ni des pratiques d'utilisation des amines en chirurgie cardiaque dont le choix devrait découler logiquement de l'évaluation de l'état hémodynamique par l'outil de monitorage utilisé.

a) <u>Monitorage Hémodynamique en Chirurgie Cardiaque</u>

A l'échelle nationale, la dernière étude sur le sujet a été publiée en 2004 mais sur des données recueillies en 2001. 52 centres ont inclus sur 3 jours 399 patients bénéficiant d'une chirurgie cardiaque. Un CAP a été utilisé chez 32% des patients et représente le premier outil de monitorage dans cette cohorte. Dans 12% des cas, une Échographie Transoesophagienne (ETO) était utilisée d'emblée, taux qui est de 27% en cas de chirurgie valvulaire et seulement de 4.5% en cas de chirurgie coronarienne isolée. Une mesure de la pression de l'oreillette gauche a été mise en place chez 3.8 à 10% des patients selon le geste. Les autres outils de monitorage (Thermodilution transpulmonaire (TDTP), Analyse des échanges gazeux (NICO : Non Invasive Cardiac Output Monitoring), Doppler Œsophagien) étaient utilisés chez seulement 3.4 à 12.5% des patients selon le geste (33).

Cependant, depuis ce travail, il existe très peu de données rendant compte des

éventuels changements de pratique alors que nous avons désormais à disposition un grand nombre d'outils de monitorage hémodynamique avancé. Bien évidemment, le CAP reste le Gold Standard auquel chaque nouvelle technique doit se mesurer, mais son utilité est remise en question par le développement de nouveaux outils fiables et par des travaux remettant en cause son utilité voire son innocuité (34). Sur 100 000 procédures aux USA entre 2010 et 2014, un CAP était encore utilisé dans 34% des cas (35), mais un certain nombre d'études ont mis en évidence depuis plusieurs années une absence de bénéfice voire un risque relatif de complications et de mortalité plus élevé (36–38).

Des outils moins invasifs se basant sur l'analyse du contour de l'onde de pouls sont facilement disponibles. Certains peuvent être calibrés par thermodilution transpulmonaire et sont bien validés en comparaison du CAP en chirurgie cardiaque (39). D'autres techniques n'utilisant pas de calibration sont elles aussi bien corrélées au Gold Standard qu'est le CAP (39).

Évidemment, le monitorage par ETO est une technique essentielle que l'anesthésiste-réanimateur doit maîtriser mais qui était étonnamment peu utilisée dans les dernières études françaises sur le sujet citées précédemment.

Le doppler œsophagien s'est largement développé au prix d'un nombre important d'études ayant mis en évidence son impact positif sur les suites post-opératoires chez les patients à haut risque, ce qui a d'ailleurs abouti à la recommandation de la SFAR sur le monitorage du VES peropératoire, essentiellement appuyé sur ces travaux (32).

D'autres méthodes utilisant des concepts très variés comme la bioimpédancemétrie thoracique, la réabsorption partielle de gaz respiratoire ou l'analyse de la courbe de pléthysmographie cherchent encore leur place.

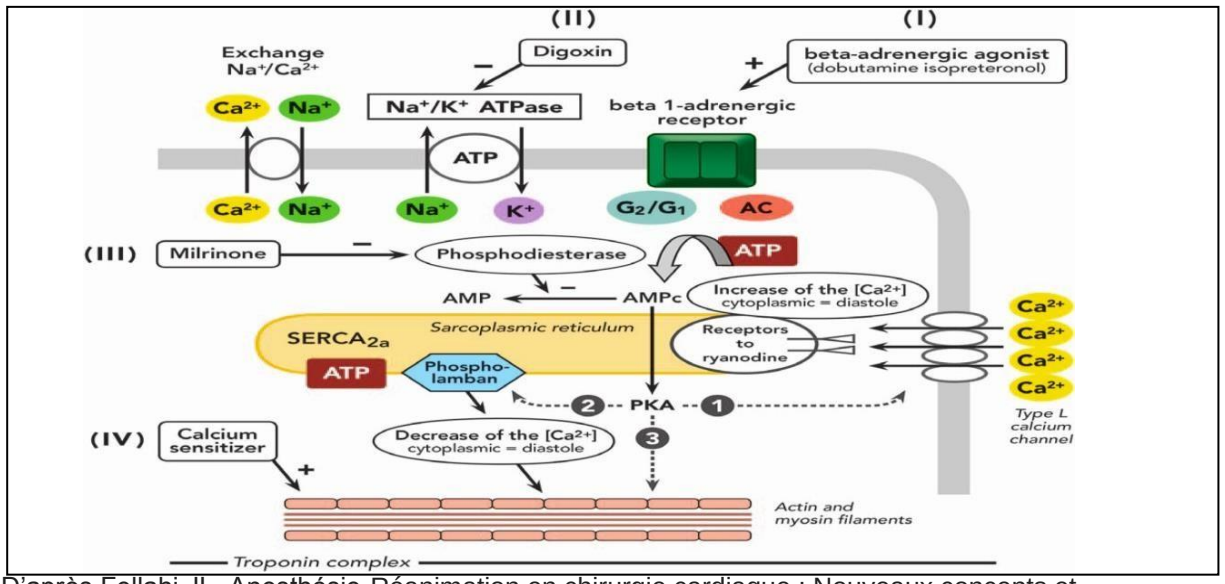
b) Utilisation des Agents Inotropes et Vasoactifs en Chirurgie Cardiaque

Parmi l'arsenal thérapeutique dont dispose l'anesthésiste-réanimateur en péri-opératoire de chirurgie cardiaque, les agents inotropes et vasoactifs représentent bien entendu une arme majeure. Ces agents sont nombreux et variés et leur mécanisme d'action aussi (Figure 1).

-en premier lieu, les catécholamines agissent par l'intermédiaire des récepteurs béta et alpha adrénergique. Ces agents peuvent être inoconstricteurs (effet alpha positif : adrénaline ; noradrénaline ; dopamine) ou inodilatateur (pas d'effet alpha mais effet bêta-2 associé : dobutamine ; dopexamine).

-Les inhibiteurs de la phosphodiestérase de type 3, dont le chef de file est la milrinone, bloquent la dégradation de l'Adénosine Monophosphate Cyclique intracellulaire et augmentent et prolongent son effet inotrope. Indépendants du système adrénergique, ils présentent un intérêt particulier lorsque ce système est down-régulé, ce qui est le cas dans l'insuffisance cardiaque chronique congestive. Ils sont par ailleurs vasodilatateurs et diminuent les pressions de remplissage et les résistances vasculaires systémiques et pulmonaires.

-Une classe récente représentée par le levosimendan utilise de manière intéressante le métabolisme du calcium sans en modifier la concentration intracellulaire (et donc les effets indésirables associés, en particulier l'augmentation de la demande énergétique myocardique). Cet agent sensibilisateur du calcium se fixe à la troponine C de façon calcium dépendante, permettant une prolongation du temps de contact entre l'actine et la myosine et une augmentation de la contractilité myocardique. De plus, le levosimendan active l'ouverture des canaux potassiques ATP-dépendants des vaisseaux artériels, induisant une vasodilatation artérielle.



D'après Fellahi JL, Anesthésie-Réanimation en chirurgie cardiaque : Nouveaux concepts et perspectives. 2e édition Paris : Arnette ; 2006. AC=adenylate cyclase ;ATP=adenosine triphosphate ;cAMP :cyclic adenosine monophosphate ;G1=stimulating G protein ;G2=Inhibitory G Protein ; PKA=Protein Kinase A ;SERCA=Sacroplasmic Reticulum calcium pomp.

Figure 1 : Mode d'action des amines inotropes positives et vasoactives.

En ce qui concerne la gestion du bas débit après chirurgie cardiaque, une étude française publiée en 2005 portant sur 1 368 patients retrouve une utilisation d'amines de 38% au total. Quand une amine était utilisée, il s'agissait en premier lieu de dobutamine (65% des cas), puis de noradrénaline (31%) et d'adrénaline (24%) (40).

Depuis la publication de ces données, certains travaux remettent en question cette utilisation large d'inotropes en particulier la dobutamine. En effet, une étude originale publié en 2008 rapporte une augmentation du risque de complications cardiaques majeures (Arythmie ventriculaire et/ou ballon de contre pulsion intra-aortique et/ou IDM) chez les patients recevant de la dobutamine en post-opératoire de PAC (41). Une des explications avancées par les auteurs suppose que, lorsque la dobutamine est débutée selon le jugement du clinicien, il existe le risque de traiter par excès un supposé défaut d'inotropisme qui n'est peut-être pas responsable du bas débit cardiaque post-opératoire. Cette idée semble se confirmer dans différents travaux, et des recommandations de pratique européennes publiées en 2010 soulignent la nécessité d'évaluer la volémie et la fonction systolo-diastolique avant de débuter un traitement inotrope. Ils insistent par ailleurs sur une approche moderne de la dysfonction cardio-circulatoire, avec la dysfonction vasculaire et l'hypovolémie semblant plus fréquentes que la dysfonction cardiaque (42).

Ainsi, l'intérêt du monitorage hémodynamique avancé pourrait être d'aider le clinicien à choisir la meilleure réponse thérapeutique en cas de bas débit après chirurgie cardiaque.

5) Objectif de l'étude

Au vu de l'absence de données récentes à l'échelle nationale, notre travail tentera d'identifier l'évolution des pratiques en France concernant l'utilisation du monitorage hémodynamique et des agents inotropes et vasoactifs en péri-opératoire de chirurgie cardiaque.

Objectif principal :

-Décrire la proportion de patients opérés de chirurgie cardiaque et bénéficiant d'un monitorage du débit cardiaque.

Objectifs secondaires :

-Décrire l'utilisation des agents inotropes positifs et vasoactifs pour les patients opérés de chirurgie cardiaque (type de catécholamines, durée)

-Décrire le remplissage vasculaire et les transfusions en péri-opératoire de chirurgie cardiaque

-Décrire l'incidence des complications postopératoires pour les patients opérés de chirurgie cardiaque (troubles du rythme, troubles de conduction, œdème aigu pulmonaire (OAP), IDM, IRA, complications neurologiques, complications respiratoires, décès)

-Évaluer l'impact du monitorage hémodynamique avancé sur les complications post-opératoires.

MATERIEL ET METHODE

1) Type d'étude

Après accord du Comité de Protection des Personnes confirmant le caractère non interventionnel du protocole (CPP Nord-Ouest III ; A14-D64-VOL.23 ; Annexe 1), nous avons réalisé une étude prospective observationnelle multicentrique du 2 novembre 2015 au 20 décembre 2015.

Cette étude était enregistrée sur la base ClinicalTrial sous le numéro NCT02571920.

Le titre de l'étude était : Enquête sur le monitorage hémodynamique et l'utilisation des agents inotropes positifs et vasoactifs en chirurgie cardiaque ; Acronyme : EMOA

2) Critère d'inclusion

Tout patient adulte bénéficiant d'une chirurgie cardiaque durant la période de l'étude dans un des centres participants de l'étude

3) Critère d'exclusion

-Âge inférieur à 18 ans

-Patient bénéficiant d'une reprise chirurgicale et déjà inclus lors de sa chirurgie précédente

-Chirurgie non prévue dans le protocole de l'étude (Remplacement valvulaire percutané, drainage péricardique, médiastinite, autre chirurgie non prévue dans le protocole)

-Refus du patient

4) Protocole de l'étude / Déroulement Pratique de l'étude

L'ensemble des centres français participant à l'activité de chirurgie cardiaque adulte ont été contactés préalablement à l'étude par mails envoyés aux membres de l'équipe d'anesthésie-réanimation et par contact téléphonique en cas de non réponse aux mails.

Le recueil de données de l'étude s'est déroulé du 2 novembre 2015 au 20 décembre 2015 inclus, y compris la nuit et le week-end.

Pour chaque patient bénéficiant d'une chirurgie cardiaque, un formulaire de recueil standardisé (Annexe 2) était rempli par l'anesthésiste en charge du patient au bloc opératoire puis complété durant le séjour de réanimation au décours par les différents intervenants (anesthésiste-réanimateur ou interne). Conformément aux impératifs éthiques, chaque patient inclus recevait une information orale adaptée ainsi qu'une lettre d'information (Annexe 3). A la fin de la période de recueil et lors de la sortie du service du dernier patient inclus, l'ensemble des centres participants nous ont fait parvenir par voie postale ou par mail l'ensemble des feuilles d'inclusion.

Données recueillies

a) Données d'antécédents

-Âge, poids, taille

-Présence de certains antécédents : Hypertension Artérielle (HTA) Diabète, Bronchopneumopathie Chronique Obstructive (BPCO), Sténose coronarienne supérieure à 70%.

-Hémoglobine préopératoire, Créatinine préopératoire, prise de bétabloquant et/ou de statines préopératoires

-Fraction d'Éjection Ventriculaire Gauche (FEVG) préopératoire

-Euroscore II

b) Données peropératoire d'Anesthésie

-Type de monitorage utilisé (ETO, TDTP, Thermodilution Artérielle Pulmonaire (TDAP), Saturation Veineuse en Oxygène (SV02), Saturation Veineuse Centrale en Oxygène ScV02), Doppler Œsophagien, Analyse du Contour de l'Onde de Pouls, Impédancemétrie).

-Volume de remplissage vasculaire (Cristalloïdes, Colloïdes, Produits Sanguins Labiles).

-Agents inotropes positifs et vasoactifs utilisés (Éphédrine, Phényléphrine, Isoprénaline, Milrinone, Dobutamine, Noradrénaline, Adrénaline, Levosimendan).

c) Données de Chirurgie

-Degré d'urgence (programmé, durant l'hospitalisation, urgence, sauvetage)

- Type de Chirurgie

-Valvulaire : RVA ; Remplacement valvulaire mitral (RVM) ; Plastie Mitrale ; Remplacement valvulaire tricuspide (RVT), Plastie tricuspide.

-Pontage coronarien

-Chirurgie Aortique (Tube aortique, arche aortique)

-Dissection Aortique

-Transplantation Cardiaque

-Autre

-Durées (durée de CEC, durée de Clampage Aortique (CA))

-Nécessité d'un ballon de Contre Pulsion Intra Aortique (CPIA) ou d'une Assistance Circulatoire

d) Données de Réanimation

-Paramètres d'adéquation débit-métabolisme à l'arrivée en réanimation (Lactates, ScV02, SV02)

-Monitorage utilisé en Réanimation (ETO, Échographie Trans Thoracique (ETT), TDAP, TDTP, Analyse du Contour de l'Onde de Pouls, Doppler Œsophagien, Impédancemétrie, Paramètres d'Adéquation Débit-Métabolisme au moins deux fois par jour).

-Agents inotropes positifs et vasoactifs utilisés et durée d'administration (Éphédrine, Phényléphrine, Isoprénaline, Milrinone, Dobutamine, Noradrénaline, Adrénaline, Levosimendan).

-Complications post-opératoires (FA, Trouble de Conduction, Tachycardie ou Fibrillation Ventriculaire (TV/FV), Arrêt Cardio-Respiratoire (ACR), OAP, IDM, AVC, Iléus, Confusion ou Délire, Pneumopathie, IRA, EER, Ischémie Mésentérique).

-Devenir du patient (Durée de séjour en réanimation, Sortie Vivant de Réanimation, IGS II : Indice de Gravité Simplifié II)

5) Analyse Statistique

La distribution des variables était testée par le test d'Anderson-Darling. La comparaison des groupes était réalisée par un test exact de Fisher pour les variables qualitatives et un test de Student ou de Mann-Withney pour les variables quantitatives, selon leur distribution.

Des analyses en sous-groupes ont été réalisées par Analyse de variance multiple (ANOVA). En cas de différence significative entre les groupes, un test post hoc de Tukey était utilisé pour comparer les groupes.

Afin de comparer le devenir des patients monitorés et non-monitorés à gravité égale, un appariement sur l'Euroscore II a été effectué, en utilisant un algorithme glouton avec des bornes d'une amplitude maximale de 0.1 écart-type de l'Euroscore II. Une analyse univariée et multivariée était réalisée sur la population appariée avec les complications majeures cardiaques et cérébrovasculaires comme variable dépendante.

Tous les tests étaient bilatéraux et une valeur de p inférieure à 0,05 était considérée comme significative. L'analyse statistique était réalisée avec le logiciel R Statistical Software (Foundation for Statistical Computing , Vienne, Autriche).

Les données manquantes, inutilisées ou non valides étaient prises en compte par invalidation des fiches d'inclusion.

6) Définitions

Le terme « monitorage hémodynamique avancé » comprenait la mesure du débit cardiaque par un outil invasif, semi-invasif ou non invasif ; ainsi que la mesure de paramètres d'adéquation entre le débit cardiaque et le métabolisme énergétique (Lactates, SV02, ScV02).

Il était précisé dans la fiche explicative à l'intention des médecins que l'ETO devait être utilisée à visée hémodynamique et non seulement à visée morphologique.

Concernant le type de chirurgie :

-La chirurgie valvulaire regroupe l'ensemble des interventions incluant au moins un geste sur une valve cardiaque. Elle est qualifiée « d'isolée » en l'absence de geste non valvulaire associé.

-La chirurgie coronarienne regroupe l'ensemble des interventions incluant au moins un pontage coronarien. Elle est qualifiée « d'isolée » en l'absence de geste non coronarien associé.

-La chirurgie combinée regroupe l'ensemble des interventions incluant au moins un pontage coronarien associé à au moins un geste valvulaire.

-La chirurgie aortique regroupe les interventions de tube aortique et/ou d'arche aortique, à l'exception des gestes réalisés au cours de dissection aortique, qui représente une catégorie à part.

Concernant le délai de l'intervention :

Les délais qui ont été choisis dans notre étude correspondent aux critères d'urgence issus du calcul de l'Euroscore II.

-Intervention programmée : chirurgie réalisée sans degré d'urgence particulier.

-Intervention durant l'hospitalisation : chirurgie réalisée durant la même hospitalisation que le diagnostic justifiant la chirurgie, mais avec un délai diagnostic-intervention supérieur à 24H.

-Intervention en urgence : chirurgie réalisée dans les 24H suivant le diagnostic.

-Intervention de sauvetage : Arrêt cardio-circulatoire avant l'arrivée au bloc opératoire. Cette entité n'inclut pas les arrêts cardio-circulatoires à l'induction de l'anesthésie.

Concernant les complications :

-Chaque complication était explicitement définie selon les recommandations en vigueur s'y rapportant, définition disponible sur la feuille de recueil de données (Annexe 2).

-L'entité « Complications Majeures Cardiaques ou Cérébrovasculaires » regroupe : Arrêt cardiaque ressuscité, infarctus du myocarde, arythmie cardiaque (apparition de novo de fibrillation ou flutter auriculaire, bloc auriculo-ventriculaire du 2e ou 3e degré, tachycardie ou fibrillation ventriculaire), angor, accident vasculaire cérébral, décès de cause cardiovasculaire ou de cause cérébrovasculaire (21).

RESULTATS

1) Centres Participant à l'Étude

Au total, 37 centres Français ont participé à ce travail, soit 58.7% des 63 centres impliqués dans la chirurgie cardiaque adulte dans notre pays. 26 d'entre eux étaient des Centres Hospitalo-Universitaires (CHU), 7 étaient des Centres Privés et 4 étaient des Centres Hospitaliers Périphériques (CHP). L'ensemble des centres est disponible en Annexe 4, et la carte représentant la répartition géographique des centres en Annexe 5.

2) Patients et Chirurgie

a) Patients

Sur les 3589 patients opérés entre le 02/11/2015 et le 20 décembre 2015, 3 100 ont été inclus et analysés.

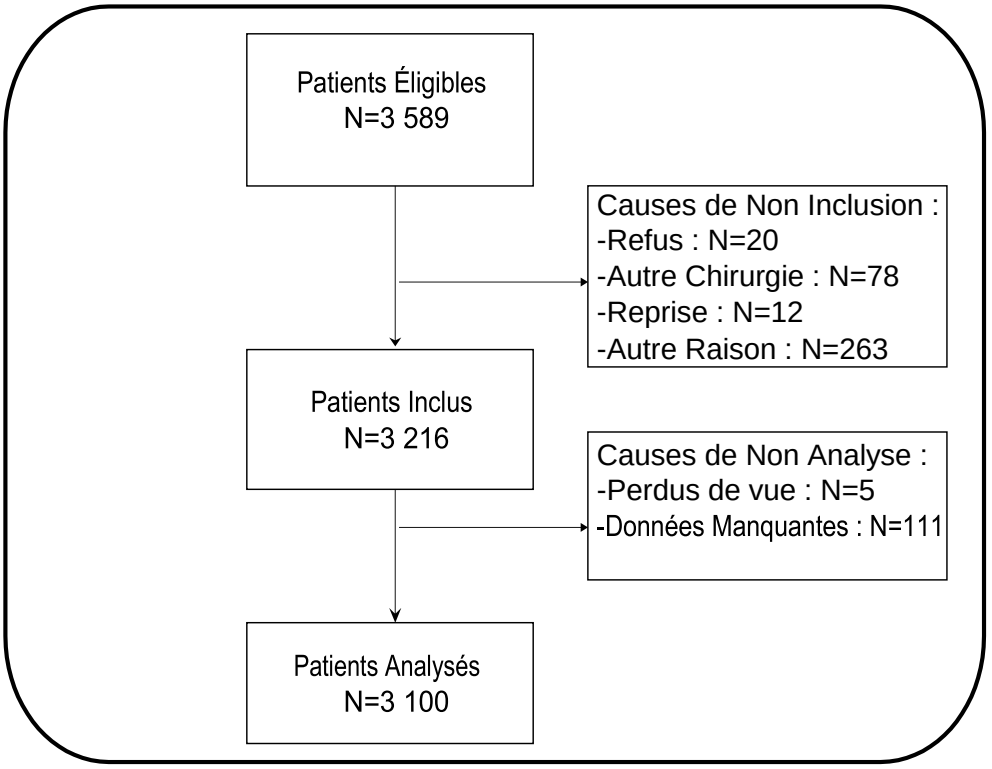


Figure 2 :Diagramme de flux

Les caractéristiques des patients inclus sont représentées dans le tableau 1.

Donnée	Résultat (N= 3100) (% ou écart-type)
Age	67.0 ±12.0
Sexe (Homme/Femme)	2 280 (73.5%) / 820 (26.5%)
Sex Ratio	2.8
IMC (kg/m^2)	27.1 ±4.0
Antécédents	
HTA	1 974 (63.7%)
Diabète de type 1	77 (2.5%)
Diabète de type 2	694 (22.4%)
FEVG préopératoire (%)	59.0 ±11.0
Sténose Carotidienne	1 507 (48.6%)
BPCO	352 (11.4%)
Traitements préopératoires	
Béta-bloquant	1 704 (55.0%)
Statine	1 796 (58.0%)
Biologie	
Créatininémie (µmol/L)	93.0 ±48.0
Hémoglobine (g/dL)	13,5 ±1.8
Euroscore II	3,7 ±6.0

Les valeurs sont exprimées en nombre (pourcentage) ou moyenne +- écart-type. IMC : Indice de Masse Corporelle. HTA : Hypertension Artérielle. FEVG : Fraction d'Éjection Ventriculaire Gauche.

Tableau 1 : Caractéristiques principales des patients.

La pyramide des âges est représentée sur la figure 3 et la pyramide des âges selon le sexe sur la figure 4.

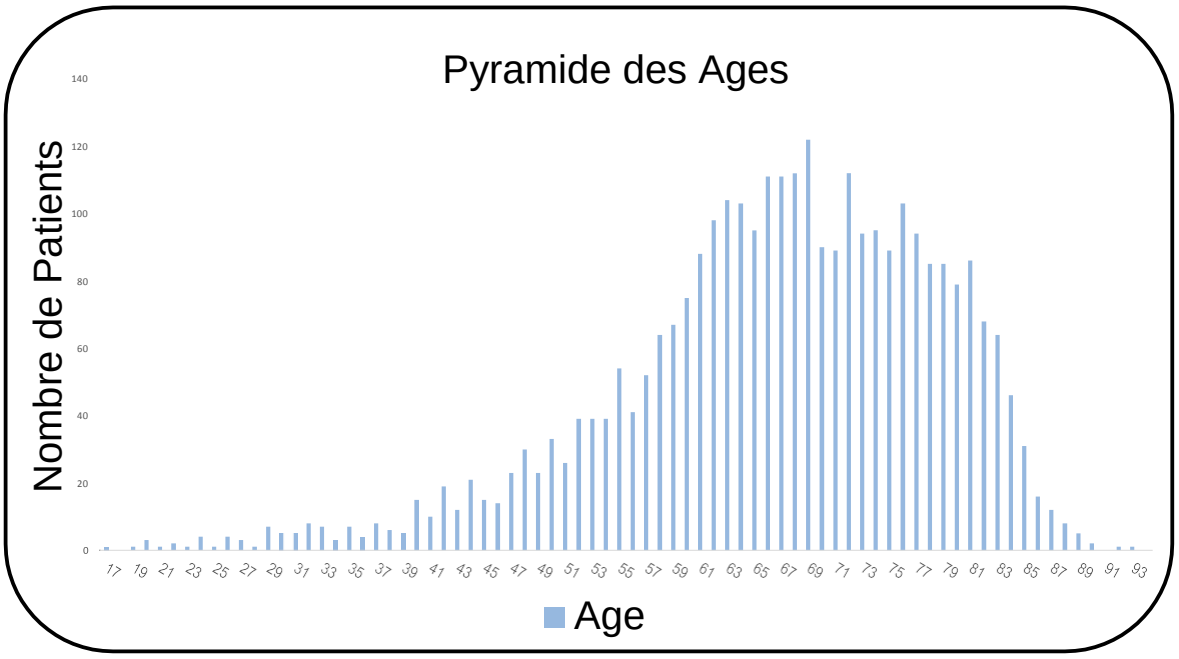


Figure 3 : Pyramide des âges (en années) de notre cohorte.

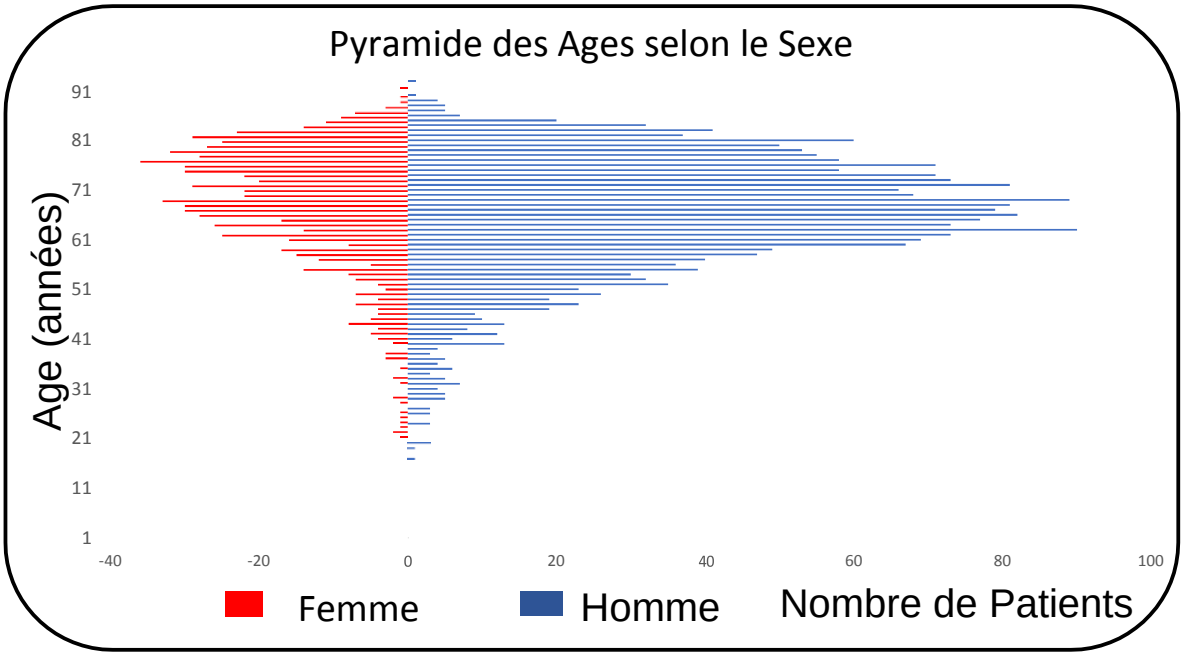
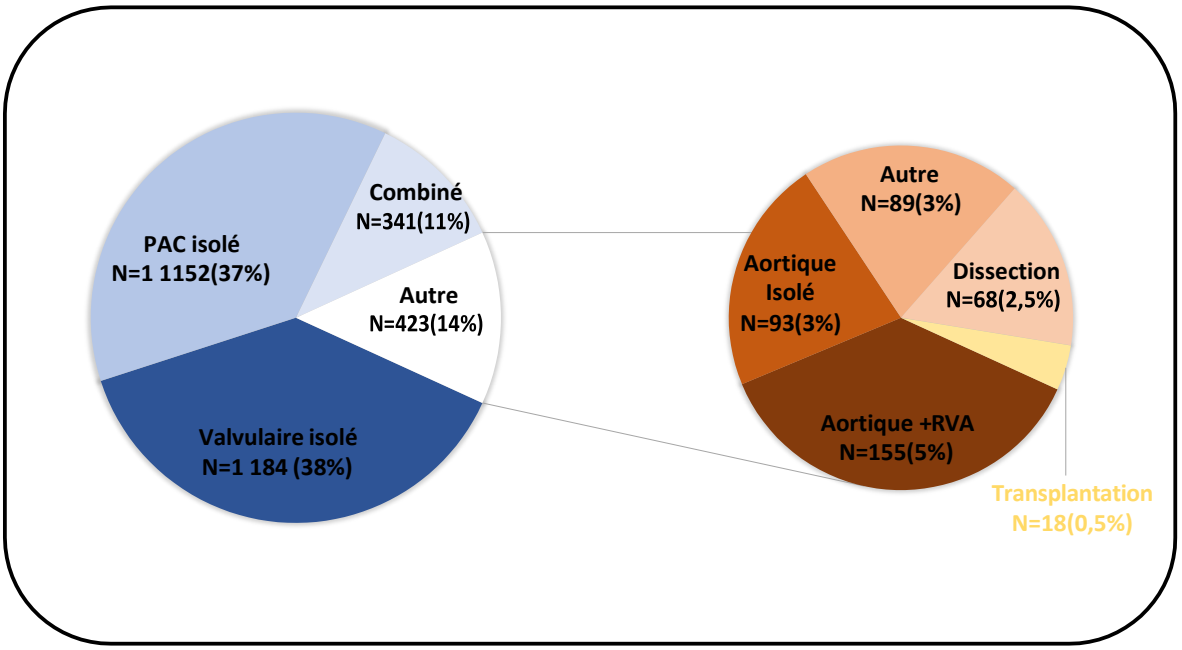


Figure 4: Pyramide des âges (en années) selon le sexe.

b) Chirurgie

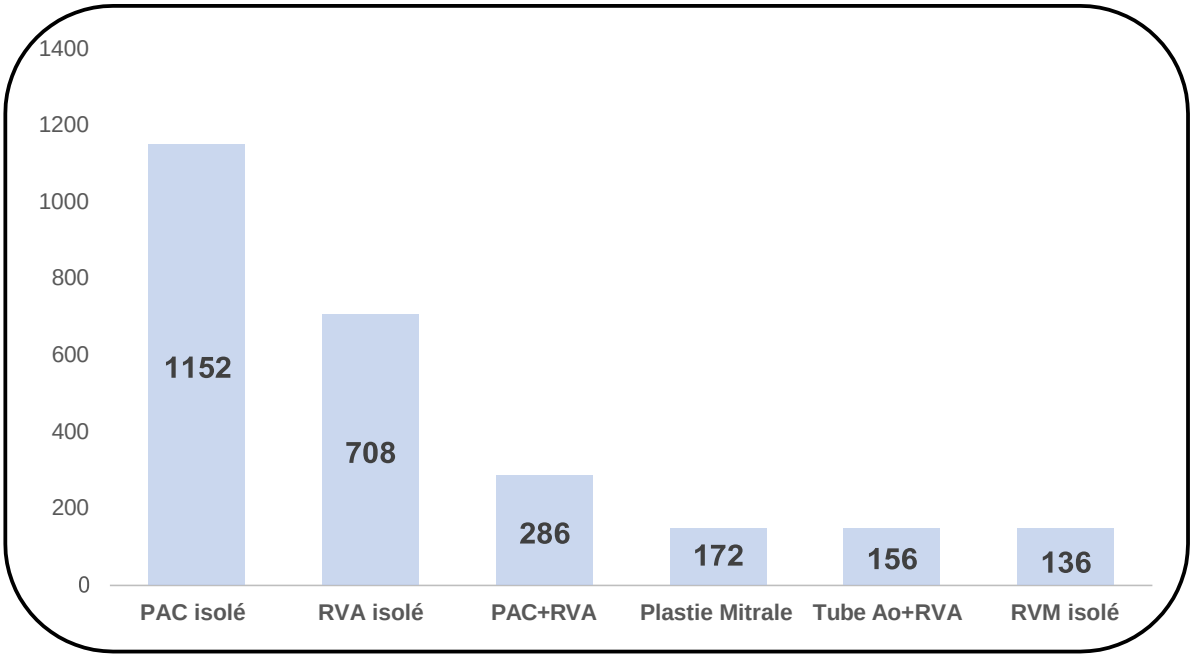
La répartition des grands types chirurgicaux est illustrée dans la figure 5.



Les données sont représentées en nombre de patients (% de la cohorte totale). PAC : Pontage Coronarien. RVA : Remplacement Valvulaire Aortique.

Figure 5: Répartition des grands types chirurgicaux.

Les principaux gestes chirurgicaux réalisés (plus de 100 patients), combinés ou isolés, sont illustrés dans la figure 6.



Les données sont représentées en nombre de patients. PAC : Pontage Coronarien. RVA : Remplacement Valvulaire Aortique. RVM : Remplacement Valvulaire Mitrale.

Figure 6: Principaux gestes chirurgicaux.

b)1) *Chirurgie de Pontage Coronarien*

Au total, 1 498 patients ont bénéficié de pontage coronarien. Le tableau 2 représente le détail des chirurgies de pontage et les gestes associés. 170 PAC ont été réalisés sans circulation extracorporelle soit 14.7% des PAC isolés.

Chirurgie	Nombre de Patients	Pourcentage (N= 3 100)
PAC Total	1 498	48.3%
PAC isolé	1 152	37.2%
Geste Associé		
RVA	286	9.2%
RVM	31	1.0%
Plastie Mitrale	27	0.9%
Tube Aortique	20	0.6%
RVT	1	0.1%

Données représentées en nombre (% de la cohorte totale). PAC : Pontage Coronarien. RVA : Remplacement Valvulaire Aortique. RVM : Remplacement Valvulaire Mitrale. RVT : Remplacement Valvulaire Tricuspide.

Tableau 2 : Chirurgie de pontage coronarien.

b)2) *Chirurgie Aortique*

267 patients (8.6%) ont bénéficié de chirurgie aortique.
248 patients (8%) ont bénéficié de mise en place d'un tube aortique, dont 74 (2.3%) de gestes isolés. Dans 156 cas (5%), le tube aortique était associé à un remplacement de valve aortique.
29 patients (0.9%) étaient opérés d'arche aortique, dont 19 gestes isolés (0.6%).

b)3) *Chirurgie Valvulaire*

Un total de 1 343 interventions incluant au moins un geste valvulaire ont été réalisées, hors chirurgie combinée. 1 184 interventions concernaient la chirurgie valvulaire sans geste coronarien ou aortique associé. Le détail des différents gestes est illustré dans le tableau 3.

Valve	Total	Geste Isolé Nombre de Patients (%) (N= 3100)
Aortique		
RVA	1 211	708 (22.8%)
Mitrale	263	136 (4.4%)
RVM	263	136 (4.4%)
Plastie	258	172 (5.5%)
Tricuspide	16	8 (0.2%)
Plastie	127	15 (0.5%)
RVT	16	8 (0.2%)

Données représentées en nombre de patients (%) de la cohorte totale. RVA : Remplacement Valvulaire Aortique. RVM : Remplacement Valvulaire Mitrale. RVT : Remplacement Valvulaire Tricuspide.

Tableau 3 : Chirurgie Valvulaire : type de chirurgie.

b)4) Autres Chirurgies

341 patients (11%) ont été opérés d'une chirurgie combinée.
68 patients (2.2%) étaient pris en charge au bloc opératoire pour une dissection aortique, tandis que 18 (0.5%) patients ont bénéficié d'une transplantation cardiaque. 89 patients inclus avaient une autre chirurgie que celles proposées dans la fiche de recueil.

c) Autres données chirurgicales

Voie d'abord

2 999 patients ont bénéficié d'une sternotomie, mais 101 patients (3.2%) ont été opéré par thoracotomie. Il s'agissait principalement de plastie mitrale (40 patients), RVA (17), RVM (15) et PAC (11).

Durées de circulation extracorporelle et de clampage aortique
La durée moyenne de circulation extracorporelle était de 97 ±48 minutes.
La durée moyenne de clampage aortique était de 70 ± 35 minutes.

170 pontages ont été réalisés à cœur battant soit 14.8% des pontages isolés.

Les figures 7 et 8 représentent les durées de CEC moyenne selon le type de chirurgie.

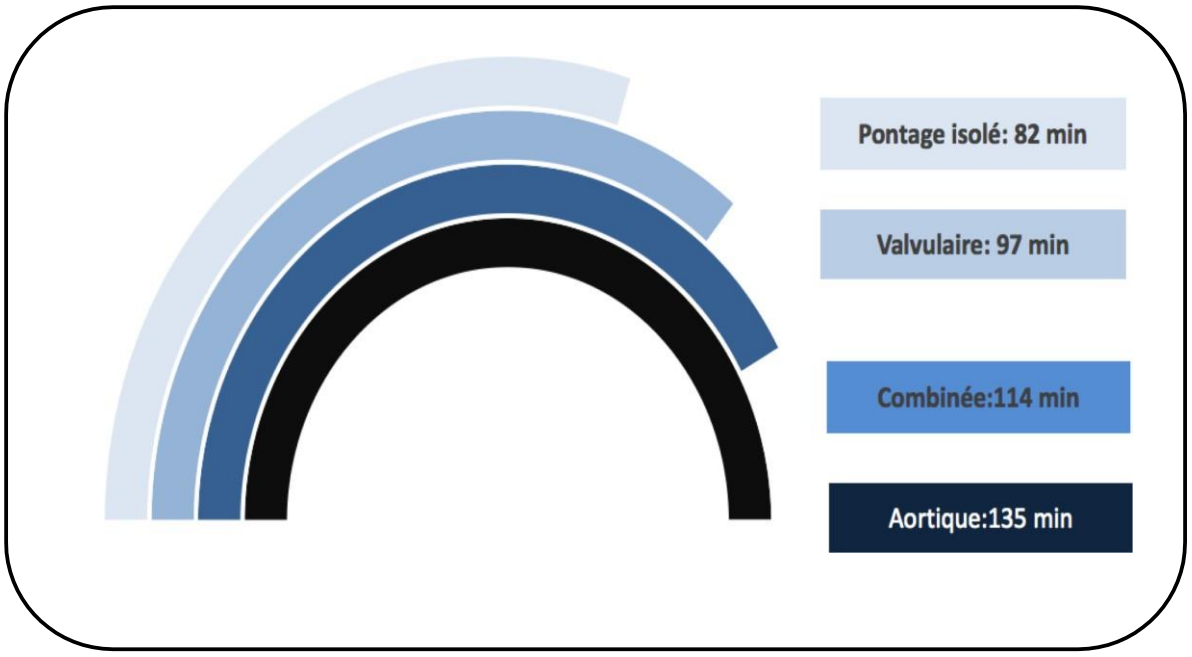
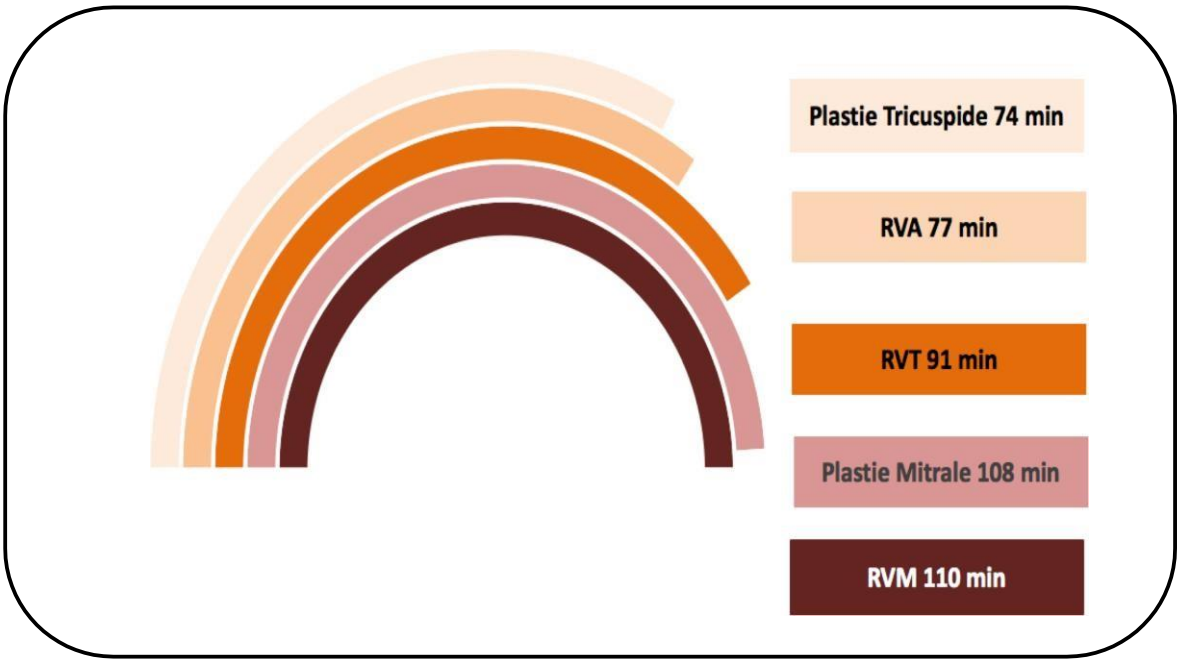


Figure 7 : Durée de CEC moyenne selon le geste. Données représentées en minute.



Données représentées en minute. RVA : Remplacement Valvulaire Aortique. RVM : Remplacement Valvulaire Mitrale. RVT : Remplacement Valvulaire Tricuspide.

Figure 8 : Durée de CEC moyenne selon le geste valvulaire.

3) Agents Inotropes et Vasoactifs – Remplissage et Produits Sanguins

a) Remplissage et Produits Sanguins

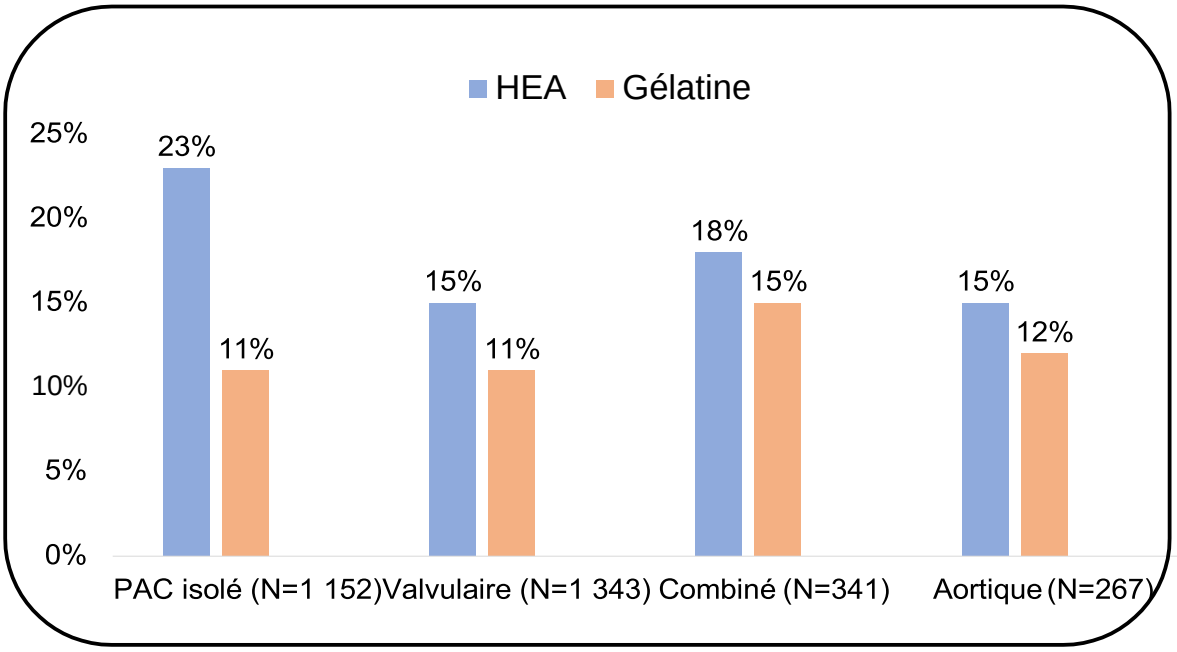
Le tableau 4 représente l'utilisation des solutés de remplissage et les produits sanguins utilisés, en fonction du type d'intervention.

	Nombre de Patients (%)	Moyenne ± Écart-type
Total (N=3 100)		
Cristalloïdes (mL)	2838 (92%)	1134 ± 881 mL
HEA (mL)	553 (18%)	513 ± 222 mL
Gélatines (mL)	348 (11%)	577 ± 210 mL
CGR (unités)	717 (23%)	2.6 ± 1.4 unités
PFC (unités)	337 (11%)	3.4 ± 1.3 unités
CUP (unités)	412 (13%)	1.2 ± 0.6 unités
PAC isolé(N=1 152)		
Cristalloïdes (mL)	1070 (93%)	1280 ± 868 mL
HEA (mL)	262 (23%)	493 ± 235 mL
Gélatines (mL)	133 (11%)	593 ± 215 mL
CGR (unités)	190 (16%)	2 ± 1 .0 unités
PFC (unités)	45 (4%)	3 ± 0.6 unités
CUP (unités)	96 (8%)	1.15 ± 0.5 unités
Valvulaire (N=1 343)		
Cristalloïdes (mL)	1224 (91%)	1175 ± 856 mL
HEA (mL)	201 (15%)	519 ± 207 mL
Gélatines (mL)	144 (11%)	584 ± 206 mL
CGR (unités)	331 (25%)	3 ± 1.35 unités
PFC (unités)	149 (11%)	2.9 ± 1 unités
CUP (unités)	160 (12%)	1.15 ± 0.5 unités
Combiné (N=341)		
Cristalloïdes (mL)	309 (91%)	1210 ± 876 mL
HEA (mL)	60 (18%)	514 ± 217 mL
Gélatines (mL)	50 (15%)	536 ± 224 mL
CGR (unités)	101 (30%)	2.5 ± 1.3 unités
PFC (unités)	41 (12%)	3 ± 1.0 unités
CUP (unités)	60 (18%)	1.1 ± 0.6 unités
Aortique (N=267)		
Cristalloïdes (mL)	241 (90%)	1270 ± 890 mL
HEA (mL)	39 (15%)	573 ± 232 mL
Gélatines (mL)	33 (12%)	588 ± 224 mL
CGR (unités)	70 (26%)	3 ± 1.8 unités
PFC (unités)	71 (27%)	3.5 ± 1.9 unités
CUP (unités)	78 (29%)	1,3 ± 0.9 unités

Les données sont représentées en nombre de patients (%) ; moyenne ± écart-type. Les solutés de remplissage sont en mL, les produits sanguins en unités.
PAC **:** Pontage Coronarien. HEA : Hydroxyethylamidon. CGR : Culots Globule Rouges. PFC : Plasma Frais Congelé. CUP : Concentré Plaquettaire.

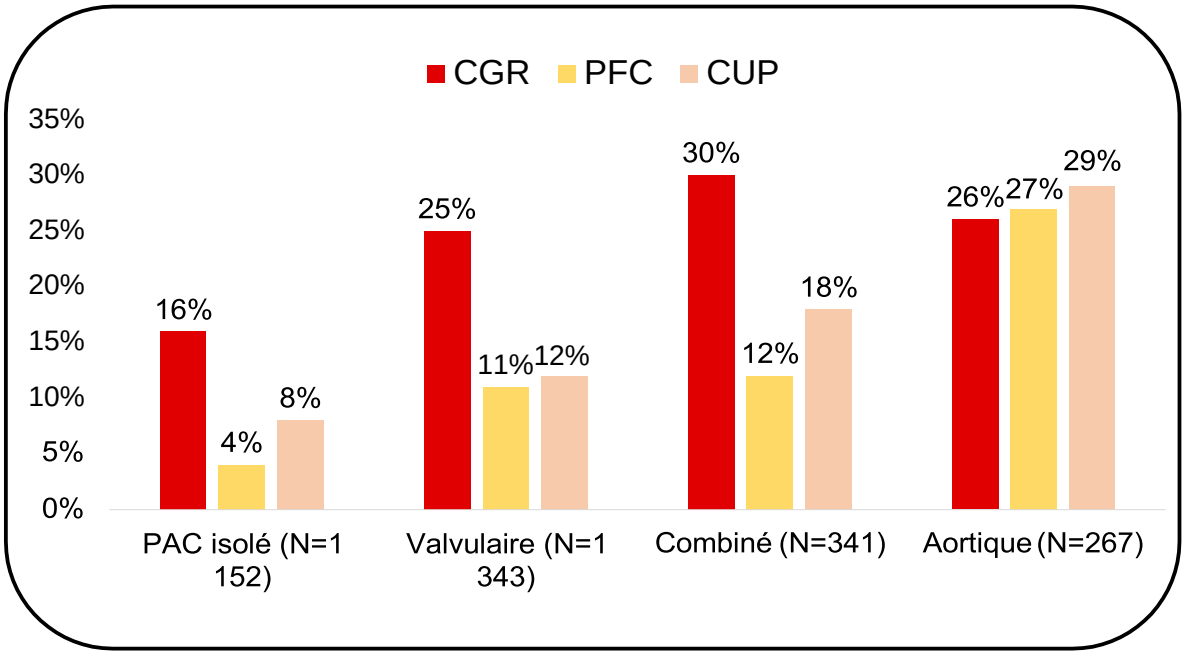
Tableau 4 : Utilisation des solutés de remplissage et produits sanguins.

Les figures 9 et 10 représentent la proportion de patients recevant un colloïde ou un produit sanguin selon le type de chirurgie.



Données représentées en pourcentage. PAC : Pontage Coronarien. HEA : Hydroxyethylamidon.

Figure 9 : Proportion de patients recevant un colloïde selon le type de chirurgie.

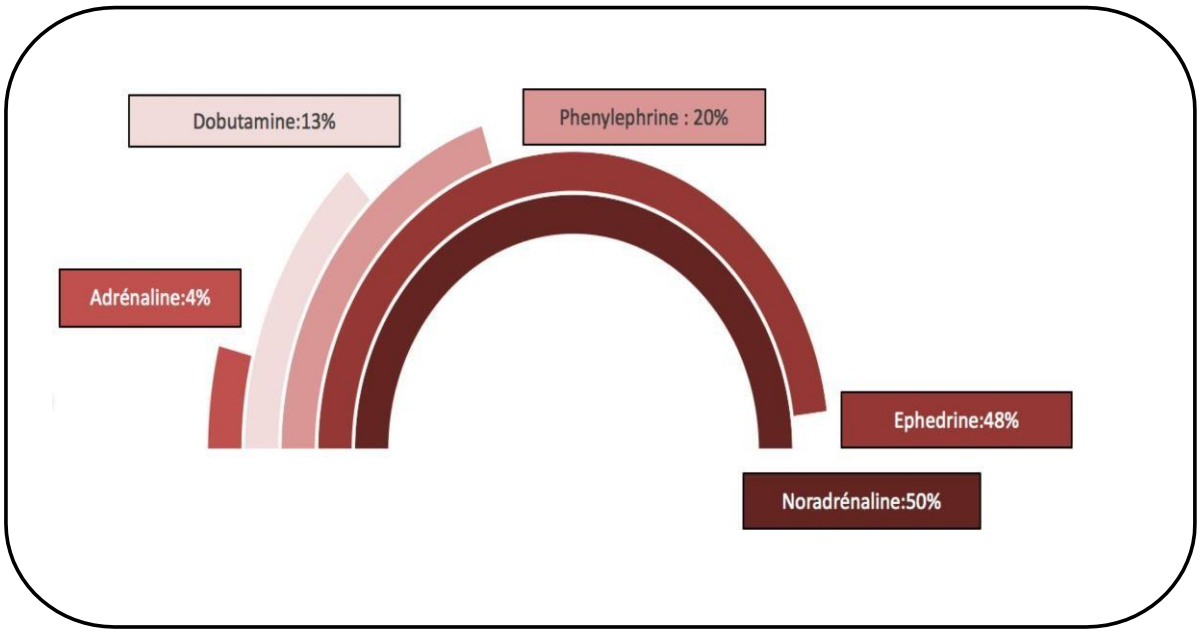


Données représentées en pourcentage. PAC : Pontage Coronarien. CGR : Culot Globule Rouges. PFC : Plasma Frais Congelé. CUP : Concentré Plaquettaire.

Figure 10 : Proportion de patients recevant un produit sanguin selon le type de chirurgie.

b) Agents inotropes et vasoactifs peropératoire

La figure 11 symbolise les principaux agents inotropes et vasoactifs utilisés durant l'intervention, toutes chirurgies confondues.



Données représentées en pourcentage de patients recevant l'agent.

Figure 11 : Principaux agents utilisés en peropératoire (toutes chirurgies confondues).

Seulement 676 patients (21.8%) n'ont reçu aucun agent durant l'intervention. En excluant l'éphédrine et la phényléphrine, 1 692 patients (54.6%) ont reçu au moins un agent inotrope ou vasoactif.

Le tableau 5 synthétise l'utilisation peropératoire des agents inotropes et vasoactifs selon le grand type de chirurgie.

	PAC isolé (N=1152)	Chirurgie Valvulaire (N= 1 343)	Combinée (N=341)	Aortique (N=267)
Éphédrine	617 (53.6%)	605 (45.0%)	181 (53.1%)	111 (41.6%)
Phényléphrine	270 (23.4%)	264 (19.6%)	58 (17.0%)	51 (19.1%)
Noradrénaline	552 (47.9%)	673 (50.1%)	181 (53.1%)	131 (49.1%)
Dobutamine	101 (8.8%)	218 (16.2%)	57 (16.7%)	35 (13.1%)
Adrénaline	17 (1.5%)	40 (3.0%)	16 (4.7%)	9 (3.3%)
Milrinone	0	9 (0.7%)	1 (0.3%)	2 (0.7%)
Isoprénaline	4 (0.3%)	1 (0.1%)	0	0
Levosimendan	2 (0.2%)	3 (0.2%)	1 (0.3%)	0

Données représentées en nombre de patients (%). PAC : Pontage Coronarien.

Tableau 5: Nombre de patients recevant un agent inotrope/vasoactif selon le type de chirurgie.

c) Agents inotropes et vasoactifs en réanimation

1 756 patients (56.6%) des patients inclus dans notre étude ont bénéficié d'au moins un agent inotrope ou vasoactif en réanimation. Le premier agent utilisé en réanimation était la noradrénaline, administrée à 1 609 patients (51.9%). Le tableau 6 résume leur utilisation en réanimation dans notre étude.

Agent	Nombre de Patients (%) (N=3 100)	Durée de Perfusion médiane (h) [Intervalle Interquartile]
Noradrénaline	1 609 (51.9%)	16 [6-39]
Dobutamine	505 (16.3%)	39 [21-74]
Adrénaline	133 (4.3%)	37 [13-87]
Milrinone	41 (1.3%)	60 [24-113]
Isoprénaline	16 (0.5%)	62 [29-123]
Levosimendan	9 (0.3%)	24 [19-48]

Les données sont exprimées en nombre de patients (pourcentage), durée médiane de perfusion [25eme et 75eme percentile].

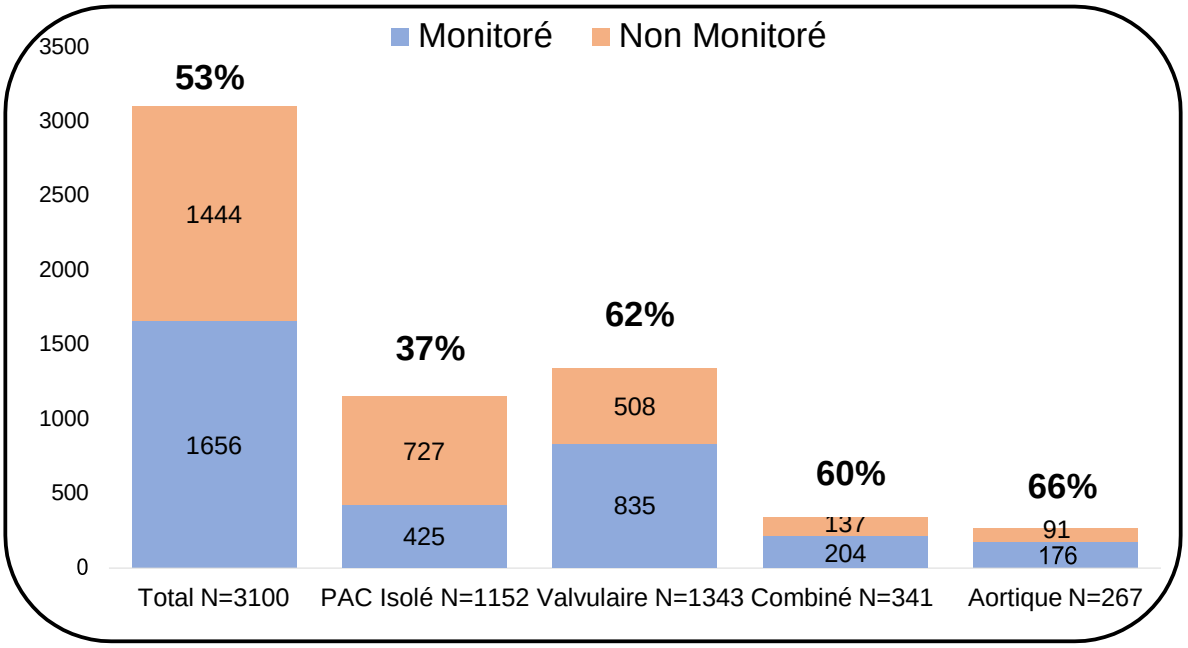
Tableau 6 : Utilisation en réanimation des agents inotropes et vasoactifs.

4) Utilisation du Monitorage Hémodynamique

a) Monitorage Hémodynamique Avancé Peropératoire

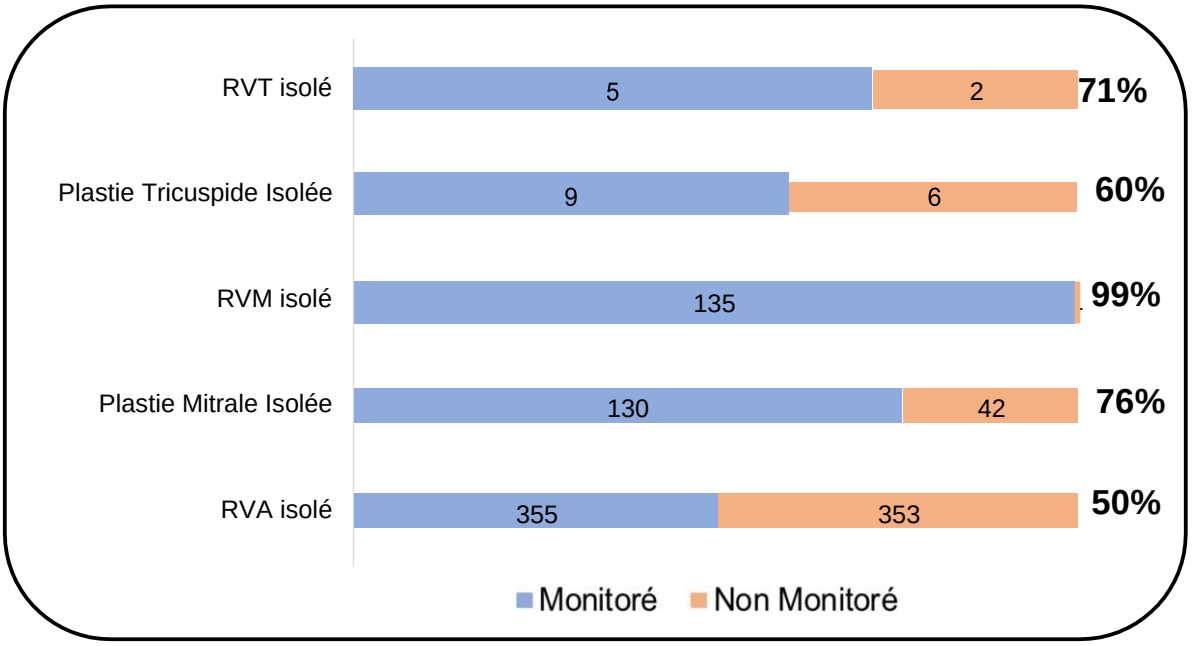
Un total de 1 656 patients (53%) ont bénéficié de monitorage hémodynamique avancé dans notre étude. 1 181 patients (soit 71% des patients monitorés) ont bénéficié d'un outil unique de monitorage. Toutes chirurgies confondues, 1 311 patients bénéficiaient d'un monitorage du débit cardiaque soit 42.3% des patients.

Les figures 12 et 13 illustrent le nombre de patients monitorés selon le type de chirurgie (figure 12) et le type de chirurgie valvulaire (figure 13).



Données représentées en nombre de patients par groupe. Le pourcentage représente la proportion de patients monitorés par type de chirurgie. PAC : Pontage Coronarien.

Figure 12 : Monitorage hémodynamique avancé selon le type de chirurgie



Données représentées en nombre de patients par groupe. Le pourcentage représente la proportion de patients monitorés par type de chirurgie RVT : Remplacement Valvulaire Tricuspide. RVM : Remplacement Valvulaire Mitrale. RVA : Remplacement Valvulaire Aortique.

Figure 13: Monitorage hémodynamique avancé selon le type de geste valvulaire.

Le premier outil utilisé était l'ETO (1 139 patients, 37% de la cohorte totale), suivie de l'évaluation de l'adéquation débit-métabolisme par l'intermédiaire de la SV02

ou de la ScV02 (691 patients, 29%) et de la mise en place d'un cathéter artériel pulmonaire (357 patients, 11.5%).

Les autres techniques étaient nettement moins représentées, avec seulement 32 patients (1%) monitorés par analyse du contour de l'onde de pouls, 14 (0.5%) patients recevant un doppler œsophagien, 13 patients (0.4%) monitorés par thermodilution transpulmonaire et 3 patients (0.1%) par impédancemétrie.

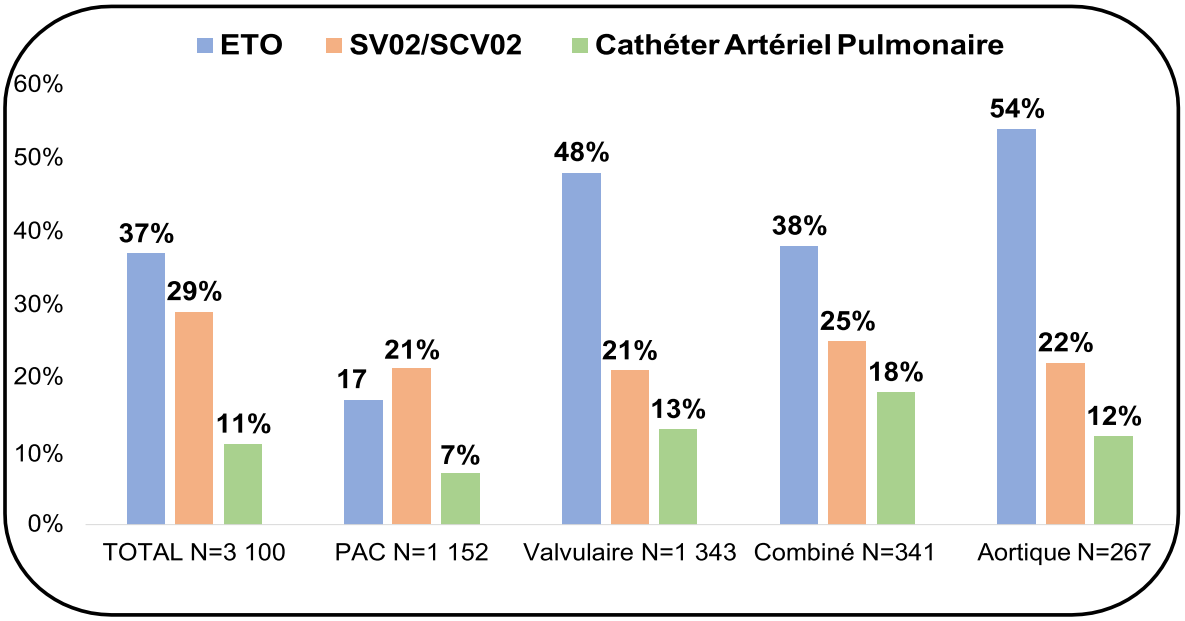
Le tableau 7 récapitule les différents choix d'outil de monitorage selon le type de chirurgie.

	Total (N=3 100)	PAC isolé (N=1 152)	Valvulaire (N=1 343)	Combiné (N=341)	Aortique (N=267)
ETO	1139 (36.7%)	191 (16.6%)	648 (48.2%)	131 (38.4%)	144 (53.9%)
CAP	357 (11.5%)	77 (6.7%)	174 (13.0%)	60 (17.6%)	32 (12.0%)
ScV02/SV02	691 (22.3%)	240 (20.8%)	285 (21.2%)	86 (25.2%)	59 (22.1%)
TDTP	13 (0.4%)	7 (0.6%)	3 (0.2%)	3 (0.9%)	0
ACOP	32 (1.0%)	12 (1.0%)	14 (1.0%)	4 (1.2%)	0
Doppler Œsophagien	14 (0.5%)	10 (0.9%)	2 (0.1%)	1 (0.3%)	0
Impédance-métrie	3 (0.1%)	1 (0.1%)	1 (0.1%)	1 (0.3%)	0

Données représentées en nombre de patients (pourcentage). ETO : Échographie Transoesophagienne. CAP : Cathéter Artériel Pulmonaire. S(c)V02 : Saturation (centrale) Veineuse en Oxygène. TDTP : Thermodilution Transpulmonaire. ACOP : Analyse du Contour de l'Onde de Pouls. PAC : Pontage Coronarien.

Tableau 7 : Type de monitorage hémodynamique selon le type de chirurgie.

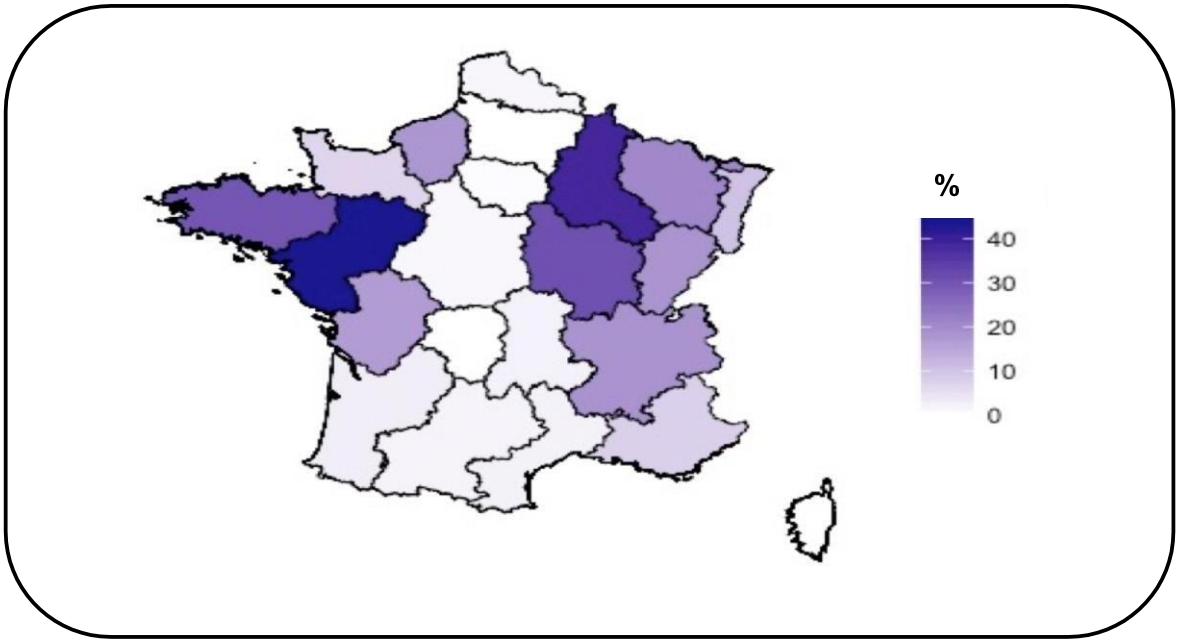
La figure 14 illustre l'utilisation des trois principaux outils de monitorage hémodynamique au bloc opératoire, selon le type de chirurgie.



Données représentées en pourcentage. ETO : Échographie Transoesophagienne. S(c)V02 : Saturation (centrale) Veineuse en Oxygène. PAC : Pontage Coronarien.

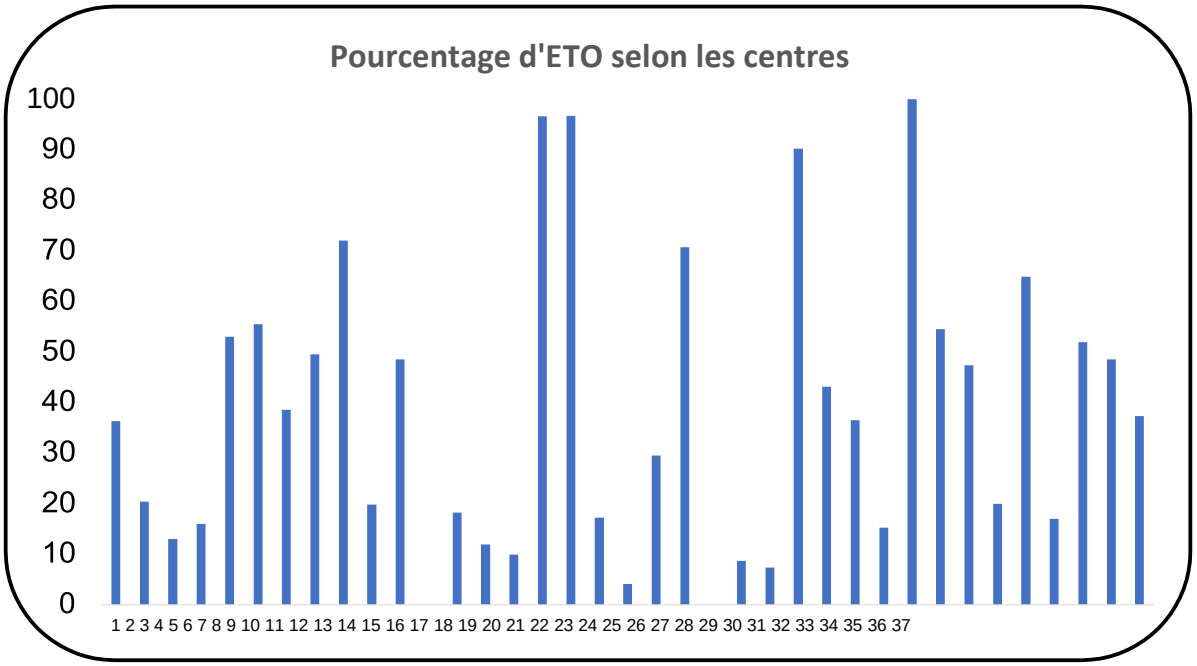
Figure 14: Utilisation peropératoire du monitorage hémodynamique avancé.

La répartition géographique de l'utilisation du monitorage hémodynamique avancé est visible sur la figure 15, tandis que les figures 16 et 17 mettent en évidence la variation d'utilisation de l'ETO et du cathéter artériel pulmonaire selon les centres.



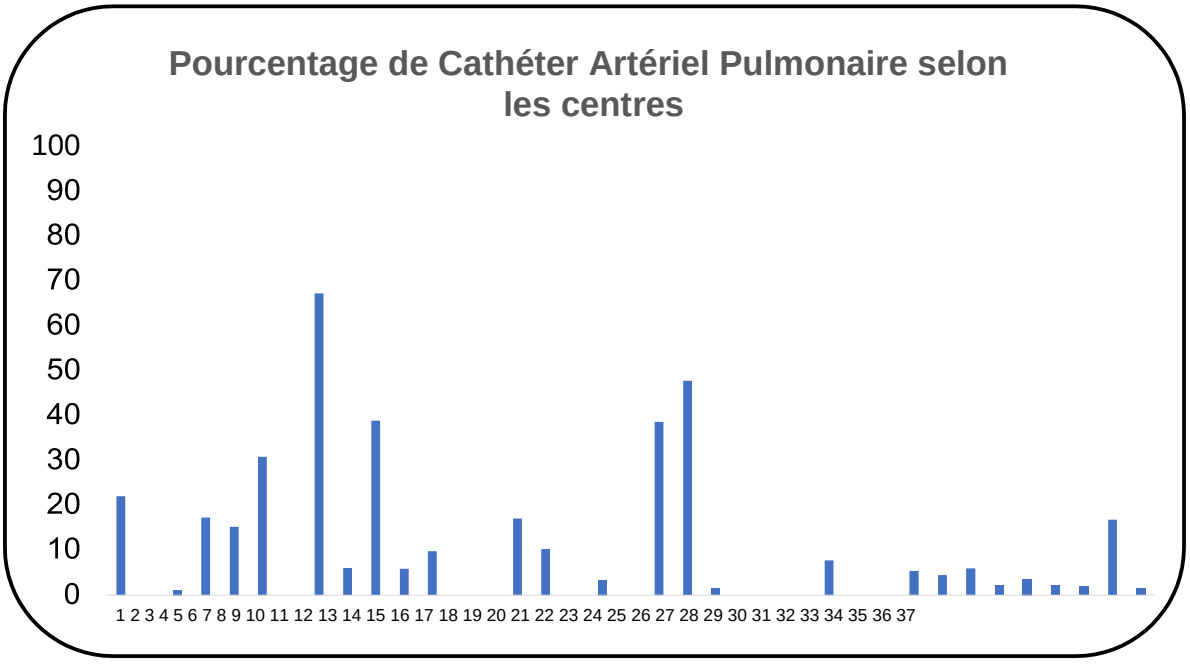
La charte de couleur représente le pourcentage d'utilisation en fonction des régions.

Figure 15 : Répartition géographique de l'utilisation du monitorage hémodynamique avancé.



Abscisse : Numéro d'anonymisation du centre participant.
Ordonnée : Pourcentage de patients bénéficiant d'ETO. ETO : Échographie Transoesophagienne.

Figure 16 : Utilisation de l'Échographie Transoesophagienne selon les centres.



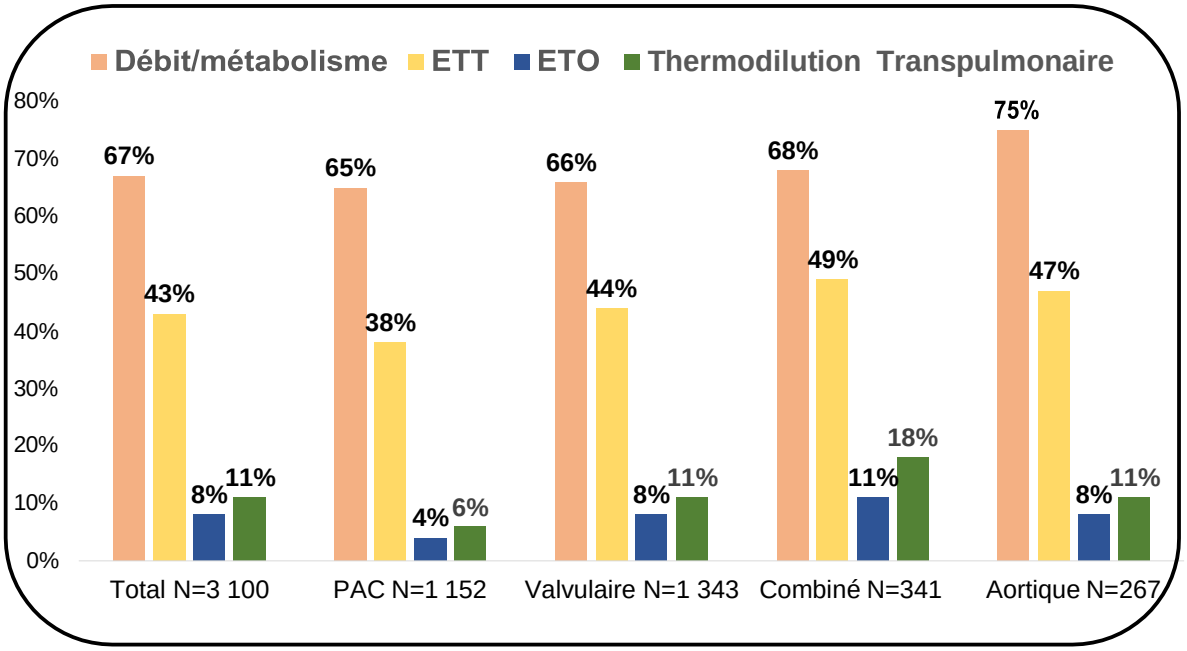
Abscisse : Numéro d'anonymisation du centre participant.
Ordonnée : Pourcentage de patients bénéficiant du Cathéter Artériel Pulmonaire.

Figure 17 : Utilisation du Cathéter Artériel Pulmonaire selon les centres

b) Monitorage Hémodynamique Avancé en Réanimation

Un total de 2 633 patients (85%) ont bénéficié d'un monitorage hémodynamique avancé durant leur séjour de réanimation.

La figure 17 illustre l'utilisation des principaux outils de monitorage en réanimation, tandis que le tableau 8 rappelle l'ensemble des données du monitorage hémodynamique utilisé en réanimation.



Données représentées en pourcentage de patients bénéficiant de l'outil de monitorage. PAC : Pontage Coronarien. ETO : Échographie Transoesophagienne. ETT : Échographie Transthoracique. La catégorie débit métabolisme regroupe le monitorage de : lactates, S(c)V02 (Saturation (centrale) veineuse en oxygène).

Figure 18 : Principaux outils de monitorage hémodynamique avancé en réanimation.

	Total (N=3 100)	PAC isolé (N=1 152)	Valvulaire (N=1343)	Combiné (N=341)	Aortique (N=267)
Débit / Métabolisme	2074 (66.9%)	751 (65.2%)	893 (66.5%)	232 (68.0%)	201 (75.3%)
ETT	1327 (42.8%)	434 (37.7%)	588 (43.8%)	168 (49.3%)	127 (47.6%)
ETO	250 (8.1%)	41 (3.6%)	109 (8.1%)	39 (11.4%)	22 (8.2%)
CAP	338 (10.9%)	73 (6.3%)	161 (12.0%)	60 (17.6%)	29 (10.9%)
TDTP	32 (1.0%)	11 (0.9%)	14 (1.0%)	4 (1.2%)	2 (0.7%)
ACOP	31 (1.0%)	13 (1.1%)	9 (0.7%)	7 (2.1%)	0
Doppler Œsophagien	2 (0.1%)	0	0	1 (0.3%)	0
Impédance-métrie	1 (0.1%)	1 (0.1%)	0	0	0

Données représentées en nombre de patients (%). PAC : Pontage Coronarien. ETT : Échographie Transthoracique. ETO : Échographie Transoesophagienne. CAP : Cathéter Artériel Pulmonaire. TDTP : Thermodilution Transpulmonaire. ACOP : Analyse du Contour de l'Onde de Pouls

Tableau 8 : Utilisation des outils de monitorage hémodynamique avancé en réanimation.

5) Complications

a) Mortalité

97 patients sont décédés avant leur sortie de réanimation ou de l'unité de soins continus, soit un taux de mortalité de 3.1% toutes chirurgies confondues.

Le tableau 9 représente le taux de mortalité en réanimation selon le type de chirurgie.

Chirurgie	Mortalité Nombre de Patients (%)
Toutes (N=3 100)	97 (3.1%)
Aortique (N=267)	8 (2.9%)
Valvulaire (N=1 343)	40 (3.0%)
Combinée (N=341)	9 (2.6%)
PAC isolé (N= 1 152)	23 (2.0%)

Les données sont représentées en nombre de patients (%). PAC : Pontage Coronarien.

Tableau 9 : Taux de mortalité en réanimation.

Sans surprise, les chirurgies de dissection aortique et de transplantation cardiaque sont les plus pourvoyeuses de mortalité avec des taux respectivement à 16.2% et 16.7%.

Selon le degré d'urgence, la mortalité augmente. Pour une chirurgie programmée, elle est de 1.86%, pour une chirurgie en semi-urgence (réalisée durant la même hospitalisation que le diagnostic) elle est de 5.5%.

Pour une chirurgie en urgence dans les 24H après le diagnostic, elle croît à 15.8%. En cas de chirurgie de sauvetage avec arrêt cardio-circulatoire avant la chirurgie, la mortalité est de 41.7%.

Concernant la chirurgie valvulaire, les données de mortalité sont visibles dans le tableau 10.

Chirurgie Valvulaire	Mortalité Nombre de Patients (%)
RVA (N=1211)	29 (2.4%)
Plastie mitrale (N=258)	5 (1.9%)
RVM (N=263)	24 (9.1%)
Plastie Tricuspide (N=127)	11 (8.7%)
RVT (N=16)	3 (18.7%)

Les données sont représentées en nombre de patients (%). RVA : Remplacement Valvulaire Aortique. RVM : Remplacement Valvulaire Mitrale. RVT : Remplacement Valvulaire Tricuspide.

Tableau 10 : Mortalité selon le type de chirurgie valvulaire.

b) Complications

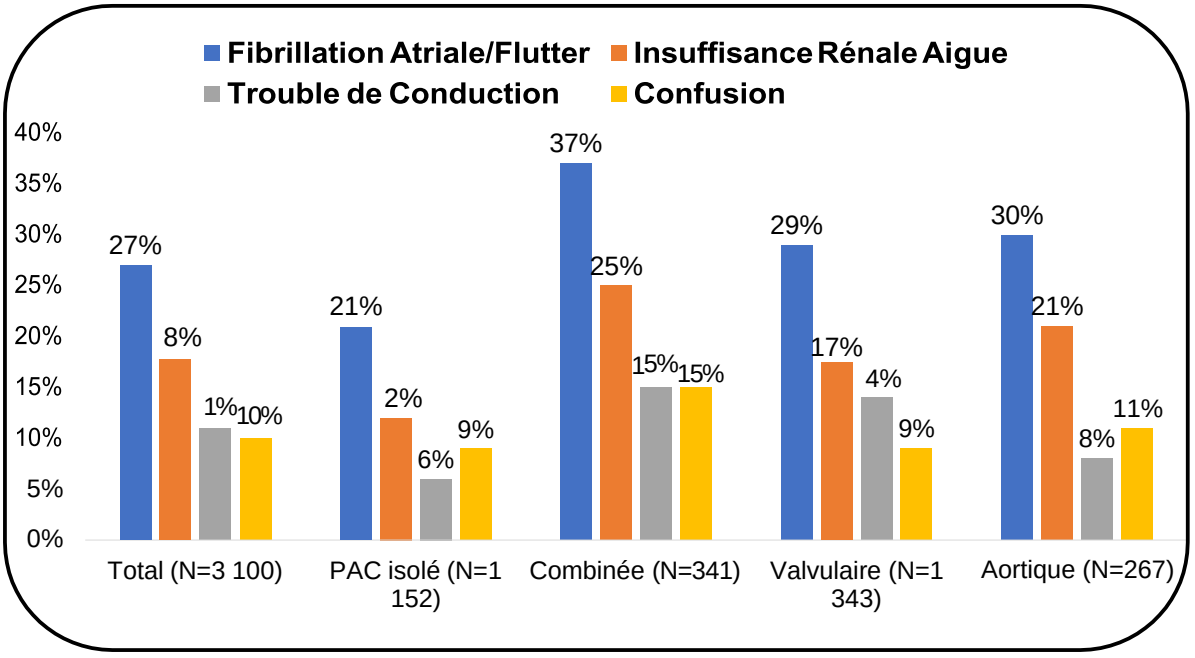
1 573 patients (50.7%) ont présenté au moins une complication durant notre étude. Le tableau 11 représente le nombre de patients subissant au moins une complication selon le type de chirurgie.

Type de chirurgie	Nombre de Patients (%)
Toutes (N=3 100)	1573 (50.7%)
PAC isolé (N= 1 152)	492 (42.7%)
Combinée (N=341)	223 (65.4%)
Valvulaire (N=1 343)	706 (52.6%)
Aortique (N=267)	142 (53.2)

Données représentées en nombre de patients (%). PAC : Pontage Coronarien.

Tableau 11 : Nombre de patients présentant au moins une complication selon le type de chirurgie.

La figure 19 symbolise les quatre principales complications selon le type de chirurgie.



Les données sont représentées en pourcentage de patients. PAC : Pontage Coronarien.

Figure 19 : Principales complications, selon le type de chirurgie.

Les différentes complications sont représentées dans les tableaux 12 à 16.

Type de chirurgie	FA/Flutter N(%)	Trouble Conduction N(%)	TV/FV N(%)	IDM N(%)	ACR N(%)
Total (N=3 100)	836 (27.1)	327 (10.6)	64 (2.1)	36 (1.2)	62 (2.0)
PAC (N= 1152)	241 (20.9)	68 (5.9)	16 (1.4)	14 (1.2)	18 (1.6)
Combinée (N=341)	128 (37.5)	52 (15.2)	8 (2.3)	9 (2.6)	8 (2.3)
Valvulaire (N=1 343)	389 (29.0)	193 (14.4)	28 (2.1)	4 (0.3)	25 (1.9)
Aortique (N=267)	79 (29.6)	22 (8.2)	4 (1.5)	3 (1.1)	3 (1.1)

Les données sont représentées en nombre de patients (%). FA : Fibrillation Atriale. TV/DV : Tachycardie/Fibrillation Ventriculaire. IDM : Infarctus du Myocarde. ACR : Arrêt Cardio-respiratoire.

Tableau 12: Complications cardio-vasculaires selon le type de chirurgie

Type de chirurgie	MACCE Nombre de Patients (%)
Total (N=3 100)	1 189 (38.4%)
PAC isolé (N=1 152)	335 (29.1%)
Valvulaire (N=1 343)	505 (37.6%)
Aortique (N=267)	113 (42.3%)
Combiné (N=341)	277 (81.2%)

Données représentées en nombre de patients (%). MACCE : Complications Cardiaques et Cérébrovasculaires Majeures. PAC : Pontage Coronarien.

Tableau 13 : Complications cardiaques et cérébrovasculaires majeures selon le type de chirurgie.

Type de chirurgie	Pneumopathie Nombre de Patients (%)	OAP Nombre de Patients (%)
Total (N=3 100)	259 (8.4%)	154 (5.0%)
PAC (N= 1 152)	90 (7.8%)	60 (1.6%)
Combinée (N=341)	31 (9.1%)	8 (2.3%)
Valvulaire (N=1 343)	89 (6.6%)	65 (4.8%)
Aortique (N=267)	26 (9.7%)	7 (2.6%)

Les données sont représentées en nombre de patients (%). OAP : Œdème Aigu Pulmonaire. PAC : Pontage Coronarien.

Tableau 14 : Complications respiratoires selon le type de chirurgie.

Type de chirurgie	Confusion Nombre de Patients (%)	AVC Nombre de Patients (%)
Total (N=3 100)	311 (10.1%)	46 (1.5%)
PAC (N= 1 152)	107 (9.3%)	8 (0.7%)
Combinée (N=341)	51 (15.0%)	4 (1.2%)
Valvulaire (N=1 343)	128 (9.5%)	15 (1.1%)
Aortique (N=267)	30 (11.2%)	9 (3.4%)

Données représentées en nombre de patients (%). PAC : Pontage Coronarien. AVC : Accident Vasculaire Cérébral.

Tableau 15 : Complications neurologiques selon le type de chirurgie.

Type de chirurgie	Iléus	Ischémie Mésentérique	IRA	EER
Total (N=3 100)	245 (7.9%)	16 (0.5%)	546 (17.7%)	105 (3.4%)
PAC (N= 1 152)	88 (0.7%)	2 (0.2%)	138 (12.0%)	25 (2.2%)
Combinée (N=341)	32 (9.4%)	2 (0.6%)	86 (25.2%)	11 (3.2%)
Valvulaire (N=1 343)	100 (7.4%)	4 (0.3%)	233 (17.3%)	42 (3.1%)
Aortique (N=267)	13 (4.9%)	3 (1.2%)	56 (21.0%)	5 (1.9%)

Les données sont représentées en nombre de patients (%). PAC : Pontage Coronarien. IRA : Insuffisance Rénale Aiguë. EER : Épuration Extra-rénale.

Tableau 16 : Autres complications selon le type de chirurgie.

Les complications selon le type de chirurgie valvulaire sont figurées dans le tableau 17.

	RVA (N=1211)	Plastie mitrale (N=258)	RVM (N=263)	Plastie Tricuspide (N=127)	RVT (N=16)
Au moins une complication	647 (53.4%)	135 (52.3%)	186 (70.7%)	95 (74.8%)	12 (75.0%)
Cardiaque					
FA/Flutter	370 (30.6%)	68 (26.4%)	101 (38.4%)	55 (44.3%)	5 (31.3%)
TdC	139 (11.5%)	47 (18.2%)	76 (28.9%)	34 (26.8%)	6 (37.5%)
TV/FV	21 (1.7%)	4 (1.6%)	10 (3.8%)	3 (2.4%)	0
IDM	9 (0.7%)	4 (1.6%)	1 (0.4%)	1 (0.8%)	0
ACR	22 (1.8%)	2 (0.8%)	15 (5.7%)	4 (3.1%)	1 (6.3%)
Respiratoire					
Pneumopathie	83 (6.9%)	9 (3.5%)	37 (14.1%)	14 (11.0%)	5 (31.3%)
OAP	52 (4.3%)	14 (5.4%)	30 (11.4%)	18 (14.2%)	0
Neurologique					
Confusion	134 (11.1%)	17 (6.6%)	38 (14.4%)	23 (18.1%)	1 (6.3%)
AVC	13 (1.1%)	0	7 (2.7%)	4 (3.1%)	1 (6.3%)
Rénal					
IRA	211 (17.4%)	41 (15.9%)	94 (35.7%)	37 (29.1%)	8 (50.0%)
EER	30 (2.5%)	7 (2.7%)	25 (9.5%)	12 (9.4%)	4 (25.0%)
Digestif					
Iléus	92 (7.6%)	19 (7.4%)	25 (9.5%)	15 (11.8%)	2 (12.5%)
Ischémie mésentérique	5 (0.4%)	0	2 (0.8%)	1 (0.8%)	0

Les données sont représentées en nombre de patients (%). RVA : Remplacement Valvulaire Aortique. RVM : Remplacement Valvulaire Mitrale. RVT : Remplacement Valvulaire Tricuspide. FA : Fibrillation Atriale. TdC : Trouble de Conduction. TV/FV : Tachycardie/Fibrillation Ventriculaire. IDM : Infarctus du Myocarde. ACR : Arrêt Cardio-circulatoire. OAP : Œdème Aigu Pulmonaire. AVC : Accident Vasculaire Cérébral. IRA : Insuffisance Rénale Aiguë. EER : Épuration Extra-rénale.

Tableau 17 : Complications selon le type de chirurgie valvulaire.

La durée de séjour moyenne en réanimation était de 4.1 jours ± 4.9 jours.

Le tableau 18 représente les facteurs de risque indépendants de mortalité et de complications après analyse multivariée.

	Odds Ratio	Intervalle de Confiance 95%
Facteur de Risque de Complication		
Anémie	1,71	[1,43-2,06]
IMC> 30 kg/m2	1,66	[1,38-2,01]
Type de Chirurgie	1,35	[1,24-1,46]
HTA	1,2	[1,01-1,42]
Âge	1,03	[1,02-1,04]
FEVG	0,98	[0,97-0,99]
Absence d'IRC	0,58	[0,48-0,71]
Chirurgie Programmée	0,56	[0,45-0,69]
Facteur de Risque de Mortalité		
Anémie	1,97	[1,19-3,28]
Âge	1,05	[1,03-1,08]
FEVG	0,95	[0,94-0,97]
Chirurgie Programmée	0,35	[0,21-0,60]
Statine	0,58	[0,34-0,99]

Données représentées en Odds Ratio et Intervalle de Confiance 95%. IMC : Indice de Masse Corporelle. HTA : Hypertension Artérielle. FEVG : Fraction d'Éjection Ventriculaire Gauche. IRC : Insuffisance Rénale Chronique.

Tableau 18 : Facteurs de risque indépendants de complication et de mortalité après analyse multivariée.

6) Choix du monitorage et impact clinique

Un certain nombre de variables préopératoires étaient associées de manière significative avec l'utilisation peropératoire d'un outil de monitorage avancé, ce qui est représenté dans le tableau 19. Les patients monitorés étaient *a priori* plus graves (Euroscore plus élevé, FEVG inférieure, plus de patients diabétiques, plus de sténose coronarienne, plus d'anémie, plus d'insuffisance rénale chronique).

	Groupe non monitoré N=1 444	Groupe monitoré N=1 656	p
Hommes	1067 (73.9%)	1186 (71.6%)	0.116
Age	67.0 ± 10.9	66.3 ± 12.84	0.067
IMC	27.4 ± 4.7	26.9 ± 4.9	0.003*
HTA	915 (63.3%)	1059 (63.9%)	1.000
Diabète type 1	407 (28.2%)	363 (21.9%)	<0.001*
FEVG>50%	1136 (78.7%)	1152 (69.6%)	<0.001*
FEVG	60.02 ± 9.9	57.2 ± 2.6	<0.001*
BPCO	167 (11.6%)	185 (11.2%)	0.753
Sténose Coronarienne>70%	849 (58.8%)	658 (39.7%)	<0.001*
Anémie préopératoire	342 (23.7%)	530 (32.0%)	<0.001*
IRC préopératoire	369 (25.6%)	559 (33.8%)	<0.001*
Euroscore II	2.61 ± 3.44	4.6 ± 7,4	<0.001*

Données représentées en nombre de patients (%) ou moyenne ± écart-type. *=p<0,05. IMC : Indice de Masse Corporelle. HTA : Hypertension Artérielle. FEVG : Fraction d'Éjection Ventriculaire Gauche. BPCO : Bronchopneumopathie Chronique Obstructive. IRC : Insuffisance Rénale Chronique.

Tableau 19 : Caractéristiques préopératoires des patients selon la présence ou l'absence de monitorage hémodynamique avancé.

La mortalité était supérieure dans le groupe des patients ayant bénéficié d'un outil de monitorage hémodynamique (47 patients (3.2%) versus 93 patients (5.6%), p<0,001) et les complications plus fréquentes (tableau 20).

	Non monitoré N=1 444	Monitoré N=1 656	p
Cardiovasculaire			
FA/Flutter	310 (21.5%)	526 (32.0%)	<0.001*
Trouble de conduction	103 (7.2%)	224 (13.7%)	<0.001*
TV/FV	25 (1.7%)	39 (2.4%)	0.267
IDM	12 (0.8%)	24 (1.5%)	0.149
ACR	18 (1.3%)	44 (2.7%)	0.007*
MACCE	433 (30.0%)	755 (45.6%)	<0.001*
Respiratoire			
Pneumopathie	94 (6.5%)	165 (10.1%)	0.001*
OAP	52 (3.6%)	102 (6.2%)	0.001*
Neurologique			
Confusion	114 (7.9%)	197 (12.0%)	<0.001
AVC	9 (0.6%)	37 (2.2%)	<0.001
Autre			
IRA	158 (10.9%)	388 (23.7%)	<0.001*
Iléus	91 (6.3%)	154 (9.4%)	0.002*
Ischémie mésentérique	3 (0.2%)	13 (0.8%)	0.046*

Données représentées en nombre de patients (%). FA : Fibrillation Atriale. TV/FV : Tachycardie/Fibrillation Ventriculaire. IDM : Infarctus du Myocarde. ACR : Arrêt Cardio-circulatoire. OAP : Œdème Aigu Pulmonaire. AVC : Accident Vasculaire Cérébral. IRA : Insuffisance Rénale Aiguë.

Tableau 20 : Complications selon la présence ou l'absence de monitorage hémodynamique avancé peropératoire.

Le score IGS II était lui aussi supérieur chez les patients monitorés (27,81+-11,26 versus 31,99+-13,27, p<0,001).

Après appariement sur l'Euroscore II, à gravité égale les patients monitorés présentaient toujours une morbi-mortalité supérieure.

Cependant, dans le sous-groupe des patients âgés de plus de 80 ans (N=420), bien que les patients bénéficiant du monitorage aient une gravité supérieure (Euroscore II 7,5 ± 11,8 vs 5 ± 6,1 ; p<.001), ils n'ont pas présenté plus de complications post-opératoires (37 (55.2%) vs 171 (48.6 %), p=0.388) ni une mortalité supérieure (5 (6.1%) vs 24 (4.4%), p=0.782).

DISCUSSION

1) Utilisation du monitorage hémodynamique avancé

Notre étude permet d'avoir une vision à l'échelle nationale des pratiques en terme de monitorage hémodynamique avancé, puisque 37 des 63 centres impliqués dans la chirurgie cardiaque adulte ont participé (soit 58.7% des centres).

54% de la cohorte bénéficient d'un monitorage hémodynamique avancé, mais seulement 1 139 patients (42.3%) avaient un outil de mesure du débit cardiaque, ce qui peut sembler peu au vu de la morbi-mortalité très importante dans le contexte de chirurgie cardiaque. Les derniers chiffres nationaux retrouvaient une mesure du débit cardiaque dans 42%, soit un chiffre identique (40). Il n'existe pas de données dans la littérature internationale permettant de comparer ce chiffre dans le contexte de la chirurgie cardiaque, puisque toutes les études s'attachent à évaluer l'utilisation de tel ou tel outil de monitorage, et non l'ensemble des outils de mesure du débit cardiaque possibles. En revanche, dans la chirurgie non cardiaque à haut risque, le taux d'utilisation du monitorage du débit cardiaque est bien inférieur, puisqu'il est de 11.6% dans un travail européen (28 pays, 12 170 patients) (43). Chez les patients à haut risque de complication péri-opératoire toutes chirurgies confondues, une enquête nous apprend que 35.4% des anesthésistes-réanimateurs affiliés à l'American Society of Anesthesiology mesurent le débit cardiaque contre 34.9% des anesthésistes-réanimateurs affiliés à l'European Society of Anesthesiology (44).

Notre étude met en évidence des évolutions notables concernant le choix du type de monitorage hémodynamique avancé. Tandis que les dernières données nationales retrouvaient une très forte prédominance du cathéter artériel pulmonaire et un taux d'utilisation de l'ETO limité (33), la tendance semble se modifier : l'ETO devient le premier outil de monitorage (37% des cas), et le cathéter artériel pulmonaire est de moins en moins utilisé (12% des cas). Les techniques plus récentes (issues de l'analyse du contour de l'onde de pouls, thermodilution transpulmonaire, impédancemétrie, doppler œsophagien) restent encore assez peu utilisées, dans moins de 2% des cas au total.

L'essor de l'ETO est lié à sa disponibilité plus importante dans les services d'anesthésie-réanimation, au développement de l'autonomie des anesthésistes-réanimateurs pour son utilisation, et au fait qu'il combine la possibilité d'obtenir rapidement des informations morphologiques mais aussi hémodynamiques et une mesure fiable du débit cardiaque (45).

La diminution d'utilisation du cathéter artériel pulmonaire était un résultat attendu. En effet, une revue intéressante sur le monitorage hémodynamique souligne un certain nombre d'éléments expliquant cette baisse (44). Premièrement, l'utilité en terme d'impact clinique fait toujours débat, et aucune étude ou méta-analyse n'a pu trancher cette question de manière formelle (46–49). De plus, les risques associés à cette technique sont eux bien connus et mettent en question le bénéfice-risque de la technique, un moratoire ayant même été demandé en 1987 (34)(50). Enfin, avec le développement de nouvelles technologies de mesure du débit cardiaque moins invasives, des alternatives existent et ont été corrélées avec succès au cathéter artériel pulmonaire (44).

La mesure de paramètres d'adéquation débit-métabolisme était, après l'ETO, la technique la plus utilisée (29% des patients). La ScV02 ou la SV02 sont des mesures quasiment systématiquement accessibles chez les patients pris en charge en chirurgie cardiaque, et des travaux ont montré que des valeurs anormalement basses ou anormalement élevées sont corrélées à un mauvais pronostic en chirurgie cardiaque (51,52). Ces mesures étant le reflet d'un apport énergétique insuffisant, il n'est en revanche pas possible de savoir quel paramètre hémodynamique corriger en priorité pour en rétablir des valeurs normales. Ainsi, 66% des patients dont les paramètres d'adéquation débit-métabolisme étaient monitorés bénéficiaient d'un autre outil de monitorage hémodynamique avancé.

Les méthodes issues de l'analyse du contour de l'onde de pouls, qu'elles soient calibrées (thermodilution transpulmonaire) ou non, étaient très faiblement utilisées dans notre étude (1.4% des cas). Ce résultat est probablement lié au manque de recul en terme de validation clinique de ces méthodes, qui ont néanmoins montré une corrélation assez bonne lorsqu'elles étaient comparées au cathéter artériel pulmonaire (39)(53). Cependant, la précision de mesure est affectée par les changements de résistance vasculaire, qui sont extrêmement fréquents en chirurgie cardiaque, ce qui explique probablement la faible utilisation de ces outils.

L'utilisation du doppler œsophagien reste confidentielle (0,5%) et le peu d'études existantes ne sont pas en faveur de son utilisation en chirurgie cardiaque (54,55).

Il est intéressant de noter un effet centre important concernant l'utilisation de l'ETO et du cathéter artériel pulmonaire. En effet, 6 centres utilisaient l'ETO chez plus de 70% de leurs patients, et même trois centres chez plus de 95% des patients. En revanche, 6 centres avaient un taux d'utilisation inférieur à 10% tandis que 2 ne l'utilisaient pas. Le cathéter artériel pulmonaire n'était pas utilisé dans 13 centres, et seulement 6 centres avaient un taux d'utilisation supérieur à 20%. Un centre avait un taux de 67%. Cela souligne les disparités importantes en fonction des équipes.

2) Morbi-mortalité et impact du monitorage hémodynamique avancé

La mortalité reste importante en chirurgie cardiaque. Dans notre étude, elle est de 3,1% en réanimation, ce qui est difficilement comparable à d'autres travaux qui mesurent la mortalité à un délai donné ou la mortalité intra-hospitalière. Comme attendu, ce taux varie en fonction de la chirurgie (2% en cas de PAC isolé, 8.7% en cas de plastie tricuspide et plus de 16% en cas de dissection aortique ou de transplantation cardiaque) et du degré d'urgence (1.8% en chirurgie réglée contre 5.5% en semi-urgence et 15.8% en urgence).

La morbidité est elle aussi majeure, puisque plus d'un patient sur deux présente une complication. Là aussi, le type de chirurgie et le degré d'urgence influent sur la proportion de complications. Les complications cardio-vasculaires sont les plus fréquentes (38%), suivies de l'insuffisance rénale aiguë (17.7%), des complications respiratoires (13.5%) puis neurologiques (12%). Là encore, la plupart des études disponibles rendent compte des complications durant l'ensemble du séjour hospitalier et non seulement en réanimation.

Concernant l'impact du monitorage hémodynamique avancé sur la morbi-mortalité post-opératoire, notre étude ne met pas en évidence d'avantage de ce dernier. En effet, après appariement sur l'Euroscore II, aucun bénéfice significatif de mortalité ou de morbidité n'apparaît entre les patients ayant bénéficié ou non du monitorage. Les patients les plus souvent monitorés sont les patients les plus graves *a priori*, c'est à dire avec des Euroscore II élevés, plus de comorbidités, et des chirurgies à plus haut risque.

Les raisons pouvant expliquer l'absence de différence de pronostic des patients selon la présence ou non de monitorage sont nombreuses. Tout d'abord, il s'agissait d'une étude prospective descriptive, et non d'un essai contrôlé randomisé avec définition de groupe *a priori* et d'un critère de jugement principal. L'utilisation isolée d'un outil de monitorage n'aboutit à un impact clinique positif qu'à partir du moment où il est utilisé de manière adéquate, dans des indications précises et adaptées, et que les réponses thérapeutiques découlent d'une analyse précise des données récoltées. Notre travail n'associait pas de protocole d'utilisation du monitorage et de stratégie d'optimisation hémodynamique. La méthodologie n'est donc pas adaptée pour mettre en évidence l'avantage éventuel de tel ou tel outil de monitorage. D'ailleurs, l'effet centre discuté plus haut peut là aussi avoir son impact : certains centres sont experts d'une technique et d'autres non, ce qui peut diluer l'effet d'un outil de monitorage potentiellement efficace. L'autre point essentiel est qu'en l'absence de randomisation, nous avons réalisé une analyse multivariée avec un appariement des patients selon l'Euroscore II, qui est censé être le reflet *a priori* de la probabilité de mortalité post-opératoire. Or, il est possible que ce score ne suffise pas à apparier efficacement des patients de gravité identique, puisque beaucoup d'autres facteurs confondants ne sont pas pris en compte dans celui-ci. C'est notamment le cas de l'anémie préopératoire, qui est associée de manière significative et indépendante avec le risque de complication et de mortalité post-opératoire dans notre étude, mais qui n'est pas prise en compte dans l'Euroscore II, bien que ce soit une donnée connue depuis longtemps dans des travaux importants (56). Il existe probablement d'autres facteurs confondants que seule une randomisation bien conduite pourrait prendre en compte.

Au-delà de ces considérations méthodologiques, l'efficacité de l'optimisation hémodynamique reste, depuis les travaux fondateurs du Dr Shoemaker (28–30), une source inépuisable d'études et de débats dans grand nombre de situations cliniques. L'analyse précise de la littérature permet difficilement d'en ressortir de grands principes, il existe presque toujours un certain nombre de biais qui peuvent affecter potentiellement les résultats des études (et des méta-analyses nombreuses qui s'y rapportent) dans un sens ou dans l'autre. De plus, le grand nombre de travaux réalisés augmente en soi le risque d'erreur statistique de première espèce.

Pour illustrer les déceptions éventuelles quant à l'intérêt de l'optimisation hémodynamique, l'exemple de la prise en charge du choc septique est intéressant. L'étude princeps de E. Rivers publiée en 2001 retrouvait une amélioration de la mortalité et de la morbidité dans le sepsis sévère et le choc septique lorsque les patients bénéficiaient d'une optimisation hémodynamique précoce (Early goal directed therapy) (57). Récemment, trois études similaires (américaine, anglaise , et australienne/néozélandaise) ont cherché à reproduire ces résultats, et toutes sont négatives en terme d'impact clinique (58–60). Les discussions de ces études soulignent un certain nombre de problématiques méthodologiques que l'on retrouve dans presque toutes les études sur l'optimisation hémodynamique : outre le protocole interventionnel, le groupe contrôle peut influer sur les résultats : dans le cadre du choc septique, il est possible que les soins standards (groupe contrôle) soient déjà de bonne qualité (ce qui est probable au vu des taux de mortalité faibles retrouvés dans ces études) et donc qu'une différence significative en terme d'impact soit plus difficile à mettre en évidence. De plus, l'adhésion au protocole doit être parfaite, et l'analyse des données issues du monitorage doit aboutir à un traitement donné ayant pour objectif d'optimiser tel ou tel paramètre. L'expérience du médecin dans l'analyse et la réponse thérapeutique peut évidemment avoir un grand impact.

Malgré plusieurs études et méta-analyses décevantes, une analyse exhaustive de la littérature scientifique met en évidence un certain nombre de travaux récents tendant à trouver un impact bénéfique du monitorage hémodynamique. En 2011, l'équipe de M. Mark Hamilton publie une méta-analyse regroupant 29 essais contrôlés randomisés (4 805 patients) utilisant une stratégie d'optimisation hémodynamique prédéfinie chez les patients chirurgicaux à risque modéré et haut de complication, toutes chirurgies confondues (31). La mortalité post-opératoire est diminuée de manière significative (OR= 0,48 [0,33-0,78] ; I^2=34%) ainsi que les complications (OR=0,43 [0,34-0,53] ; I^2=2%). Les outils choisis étaient variés (9 études doppler œsophagien, 15 études cathéter artériel pulmonaire, 2 études thermodilution transpulmonaire, 3 analyse du contour de l'onde de pouls) et les objectifs fixés étaient l'index cardiaque et/ou le transport artériel en oxygène (17 études) , le volume d'éjection systolique (9 études) et d'autres paramètres (tels que la SV02, le lactate , la variabilité de la pression pulsée ou l'extraction en oxygène) dans 3 études. L'analyse en sous-groupe selon plusieurs variables est extrêmement intéressante : les 15 études utilisant le cathéter artériel pulmonaire montrent une baisse de mortalité

significative (OR=0.35 [0.19–0.65]), ainsi que les 8 études ayant des objectifs hémodynamiques supranormaux (OR=0.29 [0.18–0.47]).

Une méta-analyse similaire, publiée en 2013 par la même équipe, s'intéresse au contexte de la chirurgie cardiaque (61). L'effectif était moins important (5 études contrôlées randomisées, 699 patients), il s'agissait de chirurgie cardiaque (chirurgie valvulaire et/ou pontage coronarien, dont une étude à cœur battant) et l'optimisation hémodynamique était réalisée par thermodilution transpulmonaire (2 études), cathéter artériel pulmonaire (1 étude) ou doppler œsophagien (2 études). L'étude retrouve une diminution significative des complications post-opératoires (OR 0,33 [0.15–0.73] ; I^2=19%) et de la durée de séjour moyenne (Différence moyenne en jours :–2.44 [–4.03, –0.84] ; I^2=54% ; p=0,003). En revanche, il n'y avait pas de différence significative en terme de mortalité.

La diminution de la durée de séjour après chirurgie cardiaque est aussi mise en évidence dans deux autres études. La première est une méta-analyse, publiée en 2017 mais qui ne retrouvait pas de diminution de la morbi-mortalité (62). Là encore, les outils de mesure du débit cardiaque étaient variés, et 9 études réunissant 1 148 patients étaient analysées. La seconde est un essai contrôlé randomisé utilisant un protocole d'optimisation par thermodilution transpulmonaire, chez des patients bénéficiant de pontage coronarien à cœur battant (63). La durée de séjour en réanimation et à l'hôpital était inférieure dans le groupe optimisé.

Très récemment, une méta-analyse de 9 essais contrôlés randomisés évaluant l'intérêt d'une optimisation hémodynamique basée sur l'analyse de l'onde de pouls non calibrée a mis en évidence une diminution significative des complications post-opératoires (64).

Le débat n'est donc pas tranché ; néanmoins il existe désormais un nombre important d'études et de méta-analyses de bonne qualité allant dans le sens d'un intérêt de l'optimisation hémodynamique. Ainsi, plusieurs experts internationaux ont édité des consensus en faveur de son utilisation (44)(65)(32).

Bien souvent, il s'agit d'ailleurs de revues de la littérature mais aussi de prises de position d'experts, qui n'ont pas vocation à affirmer qu'il faille optimiser tous les patients de la même manière, avec le même outil. Au contraire, l'idée défendue est

celle d'adapter le bon outil au bon patient pour la bonne chirurgie et lors de la prise en charge par une équipe experte. C'est en particulier le cas pour l'utilisation du cathéter artériel pulmonaire qui reste la référence malgré tout (66,67). D'ailleurs, un travail intéressant illustre cela : l'étude OPTIMISE est un essai contrôlé randomisé multicentrique comparant une stratégie standard versus optimisation hémodynamique par mesure du débit cardiaque chez 734 patients à haut risque en chirurgie digestive. Le critère de jugement principal (composite de mortalité et complications majeures) n'est pas différent selon les groupes. En revanche, en retirant les 10 premiers patients analysés de chacun des 17 centres, la différence devient significative, soulignant la probable courbe d'apprentissage nécessaire dans ce contexte (68).

Dans notre étude, le sous-groupe de patients âgés de plus de 80 ans pourrait bénéficier d'un effet protecteur du monitorage hémodynamique avancé (gravité supérieure des patients monitorés mais morbi-mortalité identique), bien qu'il soit difficile de conclure sur un tel résultat.

3) Utilisation des agents inotropes positifs et vasoactifs

Comme attendu, notre travail met en évidence des modifications de pratique en ce qui concerne l'utilisation des agents inotropes positifs et vasoactifs. Les dernières données nationales retrouvaient une utilisation dans 38% des cas d'un agent inotrope, contre 54.5% dans notre travail (40). L'agent utilisé en premier lieu était la dobutamine (65% des patients recevant un inotrope) suivie de la noradrénaline (31%) et de l'adrénaline (24%). Dans notre étude, l'amine de choix était la noradrénaline (64% des patients recevant un inotrope) suivie de la dobutamine (17%) et de l'adrénaline (5%).

Ces différences peuvent trouver leur explication dans les données parues dans la littérature depuis 2005. L'équipe de JL Fellahi a montré que l'utilisation de dobutamine était associée de manière indépendante avec la survenue de complications cardiaques majeures (troubles du rythme ventriculaire, nécessité de ballon de contre pulsion, infarctus du myocarde) (41). De plus, les causes d'altération du débit cardiaque après chirurgie cardiaque semblent être d'abord liées à une hypovolémie (50% des cas) et/ou à une dysfonction vasculaire (10 à 40% des cas) plus qu'à une dysfonction myocardique (20% des cas) (69). Des recommandations pour la pratique clinique proposent donc d'évaluer le statut volémique (idéalement par des mesures dynamiques) puis la fonction cardiaque et, si ces paramètres sont normaux, de

conclure à une dysfonction vasculaire, dont le traitement de première ligne est la noradrénaline (42).

En ce qui concerne l'utilisation du levosimendan et de la milrinone, elle reste très marginale dans notre étude. Plusieurs études récentes n'ont pas réussi à montrer l'intérêt du levosimendan dans le contexte de chirurgie cardiaque, y compris lors de son utilisation prophylactique chez les patients avec des FEVG altérées en chirurgie cardiaque (70–72). En ce qui concerne la milrinone, une méta-analyse récente ne retrouve pas de bénéfice à son utilisation en chirurgie cardiaque (73), tandis qu'une étude rétrospective sur 10 700 patients de chirurgie cardiaque met en évidence une augmentation de la mortalité par rapport à la dobutamine en chirurgie cardiaque (74).

CONCLUSION

Notre travail souligne des évolutions importantes dans la gestion péri-opératoire en anesthésie-réanimation de chirurgie cardiaque, tant sur le plan du monitorage hémodynamique avancé que sur celui de l'utilisation des agents inotropes positifs et vasoactifs.

La méthodologie utilisée ne permet pas de conclure sur un éventuel impact en terme de morbi-mortalité de ces changements, et d'autres travaux, notamment des essais contrôlés randomisés seraient très intéressants dans cette optique. En particulier, une étude randomisée, avec deux groupes « sans » versus « avec » monitorage hémodynamique avancé, un protocole d'utilisation et des paramètres précis à optimiser, pourrait apporter un élément supplémentaire de réponse dans ce débat très animé dans la littérature médicale.

Il serait également intéressant de réaliser des travaux dans le sous-groupe de patients âgés de plus de 80 ans, car ce groupe pourrait bénéficier d'un effet protecteur du monitorage hémodynamique avancé.

BIBLIOGRAPHIE

1. Nalysnyk L, Fahrbach K, Reynolds MW, Zhao SZ, Ross S. Adverse events in coronary artery bypass graft (CABG) trials: a systematic review and analysis. Heart. 2003 Jul; 89(7):767-72.
2. Société française de chirurgie thoracique et cardio-vasculaire. Le Livre Rouge 2015 : SFCTCV [Internet]. Juin 2015. (Consulté le 08/03/2018). Disponibilité sur internet: http://www.sfctcv.net/ftp/documents/doc_JL_2015_0001.pdf
3. STS. Adult Cardiac Surgery Database Executive Summary 10 Years STS Period Ending 12/31/2015 [Internet]. 2015 (Consulté le 08/03/2018). Disponibilité sur internet:https://www.sts.org/sites/default/files/documents/ACSD_2016Harvest1_ExecutiveSummary.pdf
4. Nashef SAM, Roques F, Sharples LD, Nilsson J, Smith C, Goldstone AR, et al. Euroscore II. Eur J Cardio-Thorac Surg. 2012 Avr;41(4):734-44
5. STS. Isolated CAB Procedures Data Summary. [Internet]. 2009. (Consulté le 26/01/2017). Disponibilité sur internet: http://www.sts.org/sites/default/files/documents/pdf/ndb2010/Isolated_CAB_Data_Summary_92-109.pdf
6. Woo YJ, Gardner TJ. Myocardial revascularization with cardiopulmonary bypass. Cohn LH, Edmunds LH, ed. Cardiac surgery in the adult. New York: McGraw-Hill; 2003.
7. Vroom MB. Epidemiology and pharmacotherapy of acute heart failure. Semin Cardiothorac Vasc Anesth. 2003 Mar;7(1):3-12.
8. Oyster RI. Myocardial dysfunction following cardiopulmonary bypass: Recovery patterns, predictors of inotropic need, theoretical concepts of inotropic administration. J Cardiothorac Vasc Anesth. 1993;7(4):19-25.
9. Zile MR, Brutsaert DL. New concepts in diastolic dysfunction and diastolic heart failure: Part I: Diagnosis, prognosis, and measurements of diastolic function. Circulation. 2002;105(11):1387–1393.
10. Swaminathan M, Nicoara A, Phillips-Bute BG, Aeschlimann N, Milano CA, Mackensen GB, et al. Utility of a simple algorithm to grade diastolic dysfunction and predict outcome after coronary artery bypass graft surgery. Ann Thorac Surg. 2011;91(6):1844–50.
11. Ferreira RG, Nicoara A, Phillips-Bute BG, Daneshmand M, Muehlschlegel JD, Swaminathan M. Diastolic dysfunction in patients undergoing cardiac surgery: The role of gender and age-gender interaction. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2014;28(3):626–630.
12. Carmona P, Mateo E, Casanovas I, Peña JJ, Llagunes J, Aguar F, et al. Management of cardiac tamponade after cardiac surgery. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2012;26(2):302-11.
13. AHA. Third Universal Definition of Myocardial Infarction. Circulation. 2012;126:2020-35.
14. Ommen SR. Atrial Arrhythmias after cardiothoracic surgery. N Engl J Med. 1997;336(20):1429-34.
15. McMurry SA, Hogue Jr. CW. Atrial fibrillation and cardiac surgery. Curr Opin Anaesthesiol. 2004 Feb;17(1):63-70.
16. Ibrahim MF, Paparella D, Ivanov J, Buchanan MR, Brister SJ. Gender-related differences in morbidity and mortality during combined valve and coronary surgery. J Thorac Cardiovasc Surg. 2003;126(4):959–964.

17. Weissman C. Pulmonary Complications After Cardiac Surgery. Semin Cardiothorac Vasc Anesth. 2004;8(3):185–211.
18. Hogue Jr CW, Sundt 3rd T, Barzilai B, Schecthman KB, Davila-Roman VG. Cardiac and neurologic complications identify risks for mortality for both men and women undergoing coronary artery bypass graft surgery. Anesthesiology. 2001;95(5):1074–1078.
19. Shroyer AL, Coombs LP, Peterson ED, Eiken MC, DeLong ER, Chen A, et al. The Society of Thoracic Surgeons: 30-day operative mortality and morbidity risk models. Ann Thorac Surg. 2003;75(6):1855–1856.
20. Tarakji K, Sabik JF, Bhudia SK, Batizy LH, Blackstone EH. Temporal Onset, Risk Factors, and Outcomes Associated With Stroke After Coronary Artery Bypass Grafting. JAMA. 2013;305(4):381–390.
21. Sabaté S, Mases A, Guilera N, Canet J, Castillo J, Orrego C, et al. Incidence and predictors of major perioperative adverse cardiac and cerebrovascular events in non-cardiac surgery. Brit J Anaesth. 2011;107(6):879-90.
22. Société française d'anesthésie et de réanimation, Lecharny JB, Tapia M, Baudot J, Philip I. Médiastinites après chirurgie cardiaque. Paris: SFAR; 2001.
23. Group KDIGO (KDIGO) AKIW. KDIGO Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury. Kidney Int. 2012;2(1):1-138.
24. Ferreiro A, Lombardi R. Acute kidney injury after cardiac surgery is associated with mid-term but not long-term mortality: A cohort-based study. PLoS ONE. 2017;12(7):1-11.
25. Colon PJ. Acute Renal Failure Following Cardiac Surgery. Nephrol Dial Transplant. 1999;14(5):1158-62.
26. Roques F. Risk factors and outcome in European cardiac surgery: analysis of the Euroscore multinational database of 19030 patients. Eur J Cardiothorac Surg. 1999;15(6):816-23.
27. SFAR. Recommandations concernant l'appareil d'anesthésie et sa vérification avant l'utilisation [Internet]. 1994. (Consulté le 06/04/2017). Disponibilité sur internet: http://sfar.org/wp-content/uploads/2015/10/2_SFAR_Recommandations-concernant-la-surveillance-des-patients-en-cours-danesthesie.pdf
28. Shoemaker WC, Appel PL, Bland R, Hopkins JA, Chang P. Clinical trial of an algorithm for outcome prediction in acute circulatory failure. Crit Care Med. 1982;10(6) p. 390-7.
29. Bland RD, Shoemaker WC, Abraham E, Cobo JC. Hemodynamic and oxygen transport patterns in surviving and nonsurviving postoperative patients. Critical Care Medicine. 1985 Fev;13(2):85-90.
30. Shoemaker WC, Appel PL, Kram HB, Waxman K, Lee TS. Prospective trial of supranormal values of survivors as therapeutic goals in high-risk surgical patients. Chest. 1988;94(6):1176-86.
31. Hamilton MA, Cecconi M, Rhodes A. A systematic review and meta-analysis on the use of preemptive hemodynamic intervention to improve postoperative outcomes in moderate and high-risk surgical patients. Anesth Analg. 2011;112(6):1392-402.
32. Vallet B, Blanloeil Y, Cholley B, Orliaguet G, Pierre S, Tavernier B. Guidelines for perioperative haemodynamic optimization. Ann Fr Anesth Reanim. 2013;32(10):151-8.
33. Girard C, Mauriat P, Goudeau JJ, D'Athis P, Bompard D, Dalmas JP, et al. L'anesthésie en chirurgie cardiaque adulte en France en 2001. Ann Fr Anesth Réanimation. 2004;23(9):862-72.
34. Bender JS, Smith-Meek MA, Jones CE. Routine pulmonary artery catheterization does not reduce morbidity and mortality of elective vascular surgery: results of a prospective, randomized trial. Ann Surg. 1997;226(3):229-36.

35. Brovman EY, Gabriel RA, Dutton RP, Urman RD. Pulmonary Artery Catheter Use during Cardiac Surgery in the United States, 2010 to 2014. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2016;30(3):579-84.
36. Schwann NM, Hillel Z, Hoeft A, Barash P, Möhnle P, Miao Y, et al. Lack of effectiveness of the pulmonary artery catheter in cardiac surgery. Anesth Analg. 2011;113(5):994–1002.
37. Roizen M, Berger D GR. Practice Guidelines for Pulmonary Artery Catheterization. Anesthesiology. 2003;99(4):988–1014.
38. Rohde LE, Goldman L, Cook EF, Thomas EJ, Marcantonio ER, Mangione CM, et al. Cardiac Complications in Patients Undergoing Noncardiac Surgery An Observational Study. JAMA. 2001;286(3):309–314.
39. Buhre W, Weyland A, Kazmaier S, Hanekop GG, Baryalei MM, Sydow M, et al. Comparison of cardiac output assessed by pulse-contour analysis and thermodilution in patients undergoing minimally invasive direct coronary artery bypass grafting. J Cardiothorac Vasc Anesth. 1999;13(4):437-40.
40. Bastien O, Vallet B. French multicentre survey on the use of inotropes after cardiac surgery. Crit Care. 2005;9(3):241-2.
41. Fellahi J-L, Parienti J-J, Hanouz J-L, Plaud B, Riou B, Ouattara A. Perioperative Use of Dobutamine in Cardiac Surgery and Adverse Cardiac Outcome. Anesthesiology. 2008;108(6):979-87.
42. Mebazaa A, Pitsis AA, Rudiger A, Toller W, Longrois D, Ricksten S-E, et al. Clinical review: Practical recommendations on the management of perioperative heart failure in cardiac surgery. Crit Care. 2010;14(2):201.
43. Ahmad T, Beilstein CM, Aldecoa C, Moreno RP, Molnár Z, Novak-Jankovic V, et al. Variation in haemodynamic monitoring for major surgery in European nations: secondary analysis of the EuSOS dataset. Perioper Med. 2015;4(1):8.
44. Vincent JL, Pelosi P, Pearse R, Payen D, Perel A, Hoeft A, et al. Perioperative cardiovascular monitoring of high-risk patients: A consensus of 12. Crit Care. 2015;19(1):1-12.
45. Parra V, Fita G, Rovira I, Matute P, Gomar C, Par C. Transoesophageal echocardiography accurately detects cardiac output variation: a prospective comparison with thermodilution in cardiac surgery. Eur J Anaesthesiol. 2008 fev;25(2):135–143.
46. Shah MR, Hasselblad V, Stevenson LW, Binanay C, Connor CMO, Sopko G, et al. Impact of the Pulmonary Artery Catheter. JAMA. 2005;294(13):1664–1670.
47. Rajaram SS, Desai NK, Kalra A, Gajera M, Cavanaugh SK, Brampton W, et al. Pulmonary artery catheters for adult patients in intensive care. Cochrane Database Syst Rev. 2013 Fev;(2).
48. Harvey S, Harrison DA, Singer M. Assessment of the Clinical Effectiveness of Pulmonary Artery Catheters in Management of Patients in Intensive Care (PAC-Man): A Randomised Controlled Trial. Lancet. 2005 Aou;366(9484):472-7.
49. Rhodes A, Cusack RJ, Newman PJ, Grounds MR, Bennett DE. A randomised, controlled trial of the pulmonary artery catheter in critically ill patients. Intensive Care Med. 2002;28(3):256–264.
50. Robin ED. Death by Pulmonary Artery Flow-Directed Catheter (editorial). Chest. 1987;92(4):727–731.
51. Balzer F, Sander M, Simon M, Spies C, Habicher M, Treskatsch S, et al. High central venous saturation after cardiac surgery is associated with increased organ failure and long-term mortality: An observational cross-sectional study. Crit Care. 2015;19(1):1–12.
52. Perz S, Uhlig T, Kohl M, Bredle DL, Reinhart K, Bauer M, et al. Low and « supranormal » central venous oxygen saturation and markers of tissue hypoxia in

cardiac surgery patients: A prospective observational study. Intensive Care Med. 2011;37(1):52–59.
53. Mehta Y, Chand RK, Sawhney R, Bhise M, Singh A, Trehan N. Cardiac Output Monitoring: Comparison of a New Arterial Pressure Waveform Analysis to the Bolus Thermodilution Technique in Patients Undergoing Off-Pump Coronary Artery Bypass Surgery. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2008;22(3):394–399.
54. Sharma J, Bhise M, Singh A, Mehta Y, Trehan N. Hemodynamic measurements after cardiac surgery: Transesophageal Doppler versus pulmonary artery catheter. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2005;19(6):746–750.
55. Mehta Y. Newer methods of cardiac output monitoring. World J Cardiol. 2014;6(9):1022.
56. Kulier A, Levin J, Moser R, Rumpold-Seitlinger G, Tudor IC, Snyder-Ramos SA, et al. Impact of preoperative anemia on outcome in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery. Circulation. 2007;116(5):471–479.
57. Rivers E, Nguyen B, Havstad S, Ressler J, Muzzin A, Knoblich B, et al. Early Goal-Directed Therapy in the Treatment of Severe Sepsis and Septic Shock. N Engl J Med. 2001;345(19):1368–1377.
58. Quinlan M. A randomized trial of protocol-based care for early septic shock. N Engl J Med. 2014;47(2):256–257.
59. Mouncey PR, Osborn TM, Power GS, Harrison DA, Sadique MZ, Grieve RD, et al. Trial of Early, Goal-Directed Resuscitation for Septic Shock. N Engl J Med. 2015;372(14):1301–1311.
60. Bailey M, Bellomo R, Peter A, Cooper DJ, Higgins AM, Hold- A, et al. Goal-Directed Resuscitation for Patients with Early Septic Shock. N Engl J Med. 2014;371(16):1496–1506.
61. Aya HD, Cecconi M, Hamilton M, Rhodes A, Mahajan RP. Goal-directed therapy in cardiac surgery: A systematic review and meta-analysis. Brit J Anaesth. 2013;110(4):510–517.
62. Li P, Qu L, Qi D, Shen B, Wang Y, Xu J, et al. Significance of perioperative goal-directed hemodynamic approach in preventing postoperative complications in patients after cardiac surgery: a meta-analysis and systematic review. Ann Med. 2017 Jun;49(4) 343–351
63. Kapoor P, Magoon R, Rawat R, Mehta Y, Taneja S, Ravi R, et al. Goal-directed therapy improves the outcome of high-risk cardiac patients undergoing off-pump coronary artery bypass. Ann Card Anaesth. 2017;20(1):83.
64. Michard F, Giglio MT, Brienza N. Perioperative goal-directed therapy with uncalibrated pulse contour methods: Impact on fluid management and postoperative outcome. Brit J Anaesth. 2017;119(1):22–30.
65. Helena L, Navarro C, Bloomstone JA, Otavio J, Auler C, Cannesson M, et al. Perioperative fluid therapy : a statement from the international Fluid Optimization Group. Perioper Med. 2015;4(3).
66. Vincent JL, Pinsky MR, Sprung CL, Levy M, Marini JJ, Payen D, et al. The pulmonary artery catheter: In medio virtus. Crit Care Med. 2008;36(11):3093–3096.
67. Vincent J-L. The pulmonary artery catheter. J Clin Monit Comput. 2012;26(5):341–345.
68. Pearse R, Harrison DA, Macdonald N, Gillies MA, Blunt M, Ackland G, et al. Effect of a Perioperative, Cardiac Output–Guided Hemodynamic Therapy Algorithm on Outcomes Following Major Gastrointestinal Surgery A Randomized Clinical Trial and Systematic Review. 2014 Jun;311(21):2181-90
69. Fellahi JL, Fischer MO, Daccache G, Gerard JL, Hanouz JL. Positive Inotropic Agents in Myocardial Ischemia–Reperfusion Injury: A benefit/risk analysis. Anesthesiology. 2013 Jun;118(6):1460–1465.

70. Villacorta J, Miguet B, Guinet P, Lévy F, Squara P, Hamou NA, et al. Effect of Levosimendan on Low Cardiac Output Syndrome in Patients With Low Ejection Fraction Undergoing Coronary Artery Bypass Grafting With Cardiopulmonary Bypass The LICORN Randomized Clinical Trial. JAMA. 2017 Jun;318(6):548–556.
71. Landoni G, Lomivorotov V, Alvaro G, Lobreglio R, Pisano A, Guarracino F, et al. Levosimendan for Hemodynamic Support after Cardiac Surgery. N Engl J Med. 2017;376:2021–2031.
72. Harrison RW, Hay D, Fremes S, Duncan A, Soltesz EG, Luber J, et al. Levosimendan in Patients with Left Ventricular Dysfunction Undergoing Cardiac Surgery. N Engl J Med. 2017 Mai;376(21):2032–2042.
73. Ushio M, Egi M, Wakabayashi J, Nishimura T, Miyatake Y, Obata N, et al. Impact of Milrinone Administration in Adult Cardiac Surgery Patients: Updated Meta- Analysis. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2016;30(6):1454–1460.
74. Nielsen D, Torp-Pedersen C, Kuhr Skals R, Gerds T, Karaliunaite Z, Jakobsen C. Intraoperative milrinone versus dobutamine in cardiac surgery patients : a retrospective cohort study on mortality. Crit Care. 2018;22(1):51.

ANNEXES

Annexe 1 : Avis CPP

COMITE DE PROTECTION DES PERSONNES NORD OUEST III
CHU – niveau 03 – porte 03-508
14033 Caen cedex 9

Tel :
Fax. :
E-mail :

Caen, le 11 décembre 2014

Anesthésie réanimation
à l'attention de M. le Dr Marc-Olivier FISCHER
CHU – Niveau 06
14033 Caen cedex 9

Réf. CHU : A14-D64-VOL.23

Monsieur,

Le comité a été saisi d'une demande d'avis concernant le projet d'étude intitulé « Enquête EMOA : enquête sur le monitorage hémodynamique et l'utilisation des agents inotropes positifs et vasoactifs en chirurgie cardiaque » et conduit par M. le Dr Marc-Olivier FISCHER.

Extrait des délibérations du 06 décembre 2014 du Comité de Protection des Personnes Nord-Ouest III, dont la séance non publique s'est tenue au CHU de Caen à cette date à partir de 9 h 00, sur la convocation de ses membres par sa Présidente.

Siégeaient ensemble ce 06 décembre 2014, sous la présidence de Mme Charlotte GOURIO,

Membres du premier collège
au titre du 1° de l'article R.1123-4 du CSP
- M. Rémy MORELLO, médecin, personne qualifiée en raison de sa compétence en matière de biostatistique ou d'épidémiologie, membre titulaire,
- M. Jean-François HERON, médecin, membre titulaire,
- Mme Pascaline BERTHET, médecin, membre suppléant,
- M. Claude BAZIN, médecin, membre suppléant,

au titre du 2° de l'article R.1123-4 du CSP
- M. Bertrand VIENNOT, médecin généraliste, membre titulaire,

au titre du 3° de l'article R.1123-4 du CSP
- Mme Charlotte GOURIO, pharmacien hospitalier, membre titulaire,

Membres du second collège
au titre 2° de l'article R .1123-4 du CSP
- Mme Nadège ROCHE-LABARBE, maître de conférences en psychologie à l'UFR de psychologie de Caen, membre titulaire,

au titre 3° de l'article R .1123-4 du CSP
- Mme Sylvie BALP, conseillère technique à la direction générale adjointe de la solidarité du Conseil Général de Caen, membre titulaire,
- M. Simon FRANCOISE, représentant d'association agréée de malades ou d'usagers du système de santé, membre suppléant,

Délibération

Considérant les documents suivants :

- courrier de M. le Dr Marc-Olivier FISCHER du 10 novembre 2014,
- protocole, version 01 du 04 novembre 2014,
- document d'information destiné aux patients, version 01 du 04 novembre 2014,

Le comité confirme le caractère non interventionnel de cette étude, tel que défini par l'article L.1121 -1 de la loi n° 2004-806 du 9 août 2004 et l'article R.1121-2 du décret 2006-477 du 26 avril 2006 du CSP.

Etude « EMOA » 1/2

Annexe 2 : Fiche de recueil standardisée

EMOA

Nom du centre : I_____I

Nom du patient: I_I I_I I_I Prénom: I_II_I I_I

ARCOTHOVA Anesthésistes Réanimateurs Cœur – Thorax - Vaisseaux

Antécédents du patient

Age: I_I I_II_I ans Sexe (F/M) I_I Poids: I_I I_I I_I Kg Taille: I_I I_I I_I cm

HTA[1]: oui ☐ non ☐ Diabète: Type 1 ☐ Type 2 ☐ non ☐ FEVG préop: I_I I_I %

Sténose coronaire > 70% préopératoire[2]: oui ☐ non ☐ BPCO[3]: oui ☐ non ☐

Bêta-bloquant préopératoire: oui ☐ non ☐ Statine préopératoire: oui ☐ non ☐

Hb préopératoire: I_I I_I , I_I g/dL Créatinine préopératoire: I_I I_I I_I µmol/L

Anesthésie

Monitorage

ETO I_I TD_{AP} I_I SVO_2 I_I TD_{TP} I_I

PulC I_I DO I_I $ScVO_2$ I_I Imp I_I

Remplissage vasculaire[4]

Cristalloïdes: I_I I_I I_II_I mL CGR: I_I I_I

HEA : I_I I_I I_I I_I mL PFC: I_I I_I

Gélatines: I_I I_I I_I I_I mL CP: I_I I_I

Agents inotropes et vasoactifs utilisés[5]

Ephédrine I_I Dobutamine I_I

Néosynéphrine I_I Noradrénaline I_I

Isoprenaline I_I Adrénaline I_I

Milrinone I_I Lévosimendan I_I

Chirurgie

Degré d'urgence

I_I Programmée

I_I Durant l'hospitalisation

I_I Urgence (délai < 24h après le diagnostic)

I_I Sauvetage (ACR avant chirurgie)

Type de chirurgie

RVA I_I Plastie Mitrale I_I RVM I_I

PAC I_I Plastie Tricusp I_I RVT I_I

Tube Aortique I_I Dissection Ao I_I

Arche Aortique I_I Transplantation I_I

Durées

Durée de CA[6] : I_I I_I I_I min

Durée de CEC[7] : I_I I_I I_I min

Sortie de CEC : CPIA ☐ ECLS ☐

Réanimation

A l'admission en réanimation

Lactate artériel: I_I I_I, I_I mmol/L $ScVO_2$[8]: I_II_I % ou SVO_2[8]: I_I I_I %

Monitorage en réanimation[9]

ETO I_I ETT I_I TD_{AP} I_I TD_{TP} I_I PulC I_I DO I_I Imp I_I

$ScVO_2$ ou SVO_2 ≥2 fois/j: oui ☐ non ☐ Lactate ≥2 fois/j: oui ☐ non ☐

Agents inotropes et vasoactifs utilisés en réanimation : durées de traitement

Noradrénaline :I_I I_I I_I heures Isoprenaline : I_I I_II_I heures Lévosimendan :I_I I_I I_I heures

Dobutamine : I_I I_II_I heures Adrénaline : I_I I_I I_I heures Milrinone : I_I I_I I_I heures

Complications postopératoires

FA/Flut[10]: oui ☐ non ☐ OAP[13]: oui ☐ non ☐ Confusion/Délire[17]: oui ☐ non ☐

TDC[11]: oui ☐ non ☐ IDM[14]: oui ☐ non ☐ Pneumopathie[18]: oui ☐ non ☐

TV/FV: oui ☐ non ☐ AVC[15]: oui ☐ non ☐ Insuffisance Rénale[19]: oui ☐ non ☐ EER ☐

ACR[12]: oui ☐ non ☐ Iléus[16]: oui ☐ non ☐ Ischémie mésentérique[20]: oui ☐ non ☐

Devenir du patient

Durée d'hospitalisation en réanimation : I_I I_II_I jours EuroSCORE II: I_I I_I

Sortie vivant du service : oui ☐ non ☐ IGS 2: I_I I_I

Commentaires pour remplir le questionnaire :

(1) HTA nécessitant un traitement médical

(2) Sténose coronaire > 70%: répondre oui si au moins une artère coronaire est concernée

(3) BPCO ou Maladie pulmonaire chronique nécessitant un traitement

(4) Remplissage: notez tous les apports hydriques peropératoires hors priming de CEC

(5) Agents inotropes et vasoactifs utilisés: précisez les médicaments utilisés pendant la période opératoire

(6) Durée de CA: mettre 0 si chirurgie effectuée sans clampage aortique

(7) Durée de CEC: mettre 0 si chirurgie effectuée sans CEC

(8) $ScVO_2$: saturation veineuse centrale issue d'un gaz du sang ou d'une fibre otique positionnée au niveau de la veine cave supérieure à partir d'un cathéter veineux central, alors que la SvO_2 est issue d'un cathéter artériel pulmonaire

(9) Monitorage: plusieurs réponses possible

(10) FA/Flut: cocher oui si au moins un épisode de fibrillation atriale ou Flutter survient sur une durée > 15 minutes

(11) TDC$^{\circ}$: cocher si trouble de conduction de second ou troisième degrés nécessitant un traitement médicamenteux ou une stimulation électrique

(12) ACR: arrêt cardiaque confirmé par un arrêt circulatoire

(13) OAP: cocher oui si diagnostic clinique confirmé par ETT et nécessitant un traitement médical spécifique

(14) IDM: cocher si élévation de troponine > 10 fois le 99ème percentile + modifications ECG (apparition d'un bloc gauche ou d'ondes Q), sur ETT (troubles de cinétique) ou occlusion coronaire sur une coronarographie de contrôle (définition ESC 2012)

(15) AVC: cocher oui si la symptomatologie clinique est évocatrice (déficit > 24 heures moteur, sensitif ou cognitif)

(16) Iléus: Absence de reprise du transit 3 jours après la chirurgie

(17) Confusion/Délire: cocher oui si au moins 4 signes parmi les suivants: inattention, désorientation, hallucination, agitation psychomotrice, altération du cycle du sommeil, discours inapproprié.

(18) Pneumopathie: Foyer radiologique + 1 signe (parmi: fièvre >38°, GB<4x109 ou GB > 12x109 ou confusion sans cause pour les patients > 70 ans) + 2 signes (parmi: sécrétions purulentes, toux, râles bronchiques, hypoxémie ou augmentation des besoins en oxygène) (Critères CDC)

(19) Insuffisance rénale aiguë: cocher oui si la créatinine postopératoire > 1,5 la valeur préopératoire dans les 7 jours postopératoires ou si > 27 µmol/L dans les 48h postopératoires (KDIGO ≥1), et cocher EER uniquement si une épuration extra rénale a été nécessaire en réanimation

(20) Ischémie mésentérique: confirmée par tomodensitométrie abdominale et/ou chirurgie abdominale

Liste des abréviations :

ACR, arrêt cardio-circulatoire, **AVC:** accident vasculaire cérébral, **BPCO:** bronchopneumopathie chronique obstructive, **CA:** clampage aortique, **CEC:** circulation extracorporelle, **CGR**: culot globulaire, **CP:** concentré plaquettaire, **CPIA**: contre-pulsion intra-aortique, **DissectionAo,** dissection aortique, **DO,** Doppler oesophagien, **ECLS:** extracorperoeal membrane oxygenation, **EER,** épuration extra-rénale, **ETO**: échocardiographie transoesophagienne, **FA:** Episode aigüe de fibrillation atriale, **FEVG:** Fraction d'éjection ventriculaire gauche, **Flut,** flutter, **FV:** fibrillation ventriculaire, **HEA:** hydroxy-éthyl-amidons, **HTA**: hypertension artérielle systémique, **IDM,** infarctus du myocarde, **Imp:** impédancemétrie, **OAP**, œdème aigu pulmonaire cardiogénique, **PFC**: plasma frais congelé, **PlastieTricusp**, plastie tricuspide, **PulC**: pulse contour, **RVA**: remplacement valvulaire aortique, **RVM:** remplacement valvulaire mitrale, **RVT:** remplacement valvulaire tricuspide, **TD_{AP}:** thermodilution artérielle pulmonaire, **TD_{TP}**: thermodilution transpulmonaire (PiCCO ou VolumeView), **TV**: tachycardie ventriculaire.

Annexe 3 : Document d'information des patients

CHUCaen

FORMULAIRE D'INFORMATION

Madame, Monsieur

Il vous est proposé de participer à une étude intitulée : « **Enquête sur le monitorage hémodynamique et l'utilisation des agents inotropes positifs et vasoactifs en chirurgie cardiaque : Enquête EMOA** », coordonnée par le Dr Marc-Olivier Fischer, service d'Anesthésie Réanimation au CHU de Caen, avenue de la côte de nacre – 14033 CAEN, téléphone : 02.31.06 47 36. Ce formulaire a pour but de vous expliquer ce que cette étude implique afin de vous permettre de décider si vous voulez y participer.

Informations Générales
La prise en charge anesthésique et de réanimation en chirurgie cardiaque s'est profondément modifiée ces quinze dernières années avec le développement de nouveaux monitorages du débit cardiaque moins invasifs, la mise à disposition de nouvelles molécules inotropes (qui aident le fonctionnement du cœur). Cependant, peu d'étude rendent compte des changements possibles en pratique. La dernière enquête nationale française a été réalisée en 2005.

Nous vous proposons de participer à une étude de type enquête nationale évaluant pendant un mois les pratiques professionnelles et les complications péri-opératoire. Cette étude doit inclure tous les patients opérés pour une chirurgie cardiaque dans les centres participants pendant 1 mois, et elle ne modifie en rien la prise en charge médicale habituelle. Il s'agit d'un simple recueil d'informations.
L'objectif principal de ce travail est d'évaluer la proportion de patients opérés de chirurgie cardiaque et bénéficiant d'un monitorage du débit cardiaque.
Les objectifs secondaires sont de décrire l'utilisation des agents inotropes positifs (qui aident le fonctionnement du cœur) et vasoactifs (qui aident le fonctionnement des vaisseaux où circule le sang) pour les patients opérés de chirurgie cardiaque (type de molécules, durée de traitement), le remplissage vasculaire (liquides perfusés pour augmenter la pression artérielle) et les transfusions des 24 premières heures, et l'incidence des complications postopératoires pour les patients opérés de chirurgie cardiaque (extubation retardée, troubles du rythme, troubles de conduction, œdème du poumon, insuffisance rénale aigüe, complications neurologiques de type 1 (confusion) et de type 2 (accident vasculaire cérébral), médiastinite (infection du médiastin), complications respiratoires, syndrome hémorragique aigu grave, décès)

Participation
Votre participation à ce projet de recherche est volontaire. Vous êtes libre de refuser d'y participer ou de retirer votre consentement à tout moment sans encourir aucune responsabilité. Vous avez bien entendu la possibilité de réfléchir avec votre entourage, avant de prendre votre décision ou de refuser sans aucun préjudice pour vous.

Aspects légaux
Conformément aux dispositions de la loi relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés (en conformité avec la loi n° 2004-801 du 6 août 2004 relative à la protection des personnes physiques à l'égard des traitements de données à caractère personnel et modifiant la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés), vous disposez d'un droit d'accès et de rectification de vos données personnelles. Vous disposez également d'un droit d'opposition à la transmission des données couvertes par le secret professionnel susceptibles d'être utilisées dans le cadre de cette recherche et d'être traitées.
Le Comité de Protection des Personnes (CPP) Nord-Ouest III a émis un avis favorable à la réalisation de cette étude le xx/xx/xxxx.

Docteur…….. Tel : 02 31 06 …….

Paraphes investigateur / participant

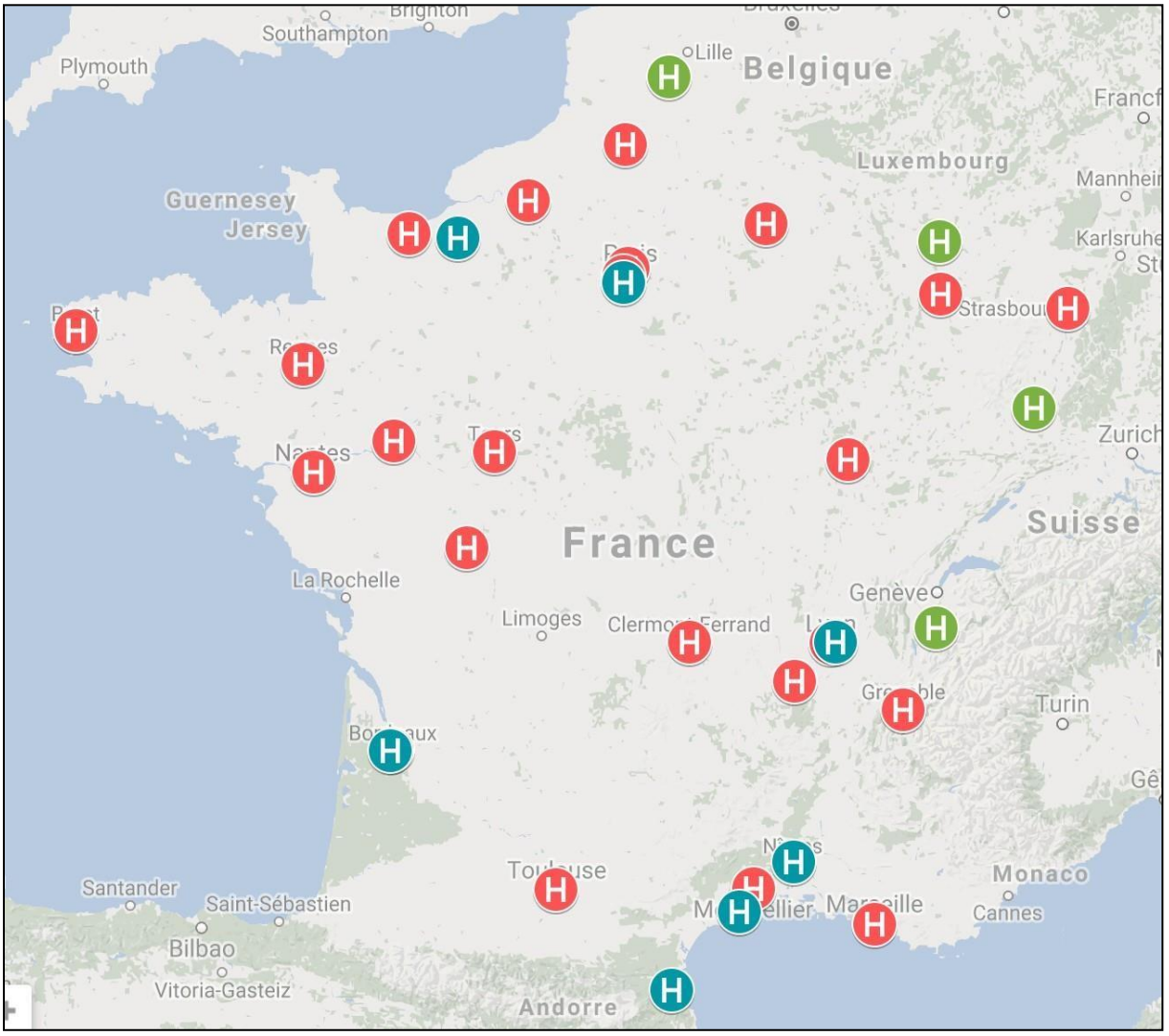
Etude EMOA - version 01 du 4.11.2014 page 1/1

Annexe 4 : Tableau représentant les centres ayant inclus dans l'étude EMOA

CHU		Centres Privés	CH Périphériques
Amiens	Marseille	Bordeaux : Clinique St Augustin	Annecy
Angers	Montpellier	Caen : Clinique St Martin	Lens
Besançon	Nancy	Le Plessis-Robinson : Marie Lannelongue	Metz
Bichat-Claude-Bernard	Nantes	Lyon :Clinique de la Sauvegarde	Mulhouse
Bordeaux	Poitiers	Montpellier : Clinique du Millénaire	
Brest	Reims	Nîmes : Hôpital les Franciscaines	
Caen	Rennes	Perpignan : Clinique St Pierre	
Clermont-Ferrand	Rouen		
Dijon	St Denis (Réunion)		
Fort de France	St Etienne		
Grenoble	Strasbourg		
HEGP	Toulouse		
Lyon	Tours		

Annexe 4 : Centres ayant inclus dans l'étude EMOA. CHU : Centres Hospitaliers Universitaires. CH : Centre Hospitalier.

Annexe 5 : Répartition géographique des centres incluant pour EMOA



Annexe 5 : Répartition géographique des centres participants (hors DOM-TOM)
Légende : Rouge : CHU / Bleu : Centre Privé / Vert : CH Périphérique

Annexe 6 : Manuscrit en anglais pour soumission de l'étude EMOA

Advanced hemodynamic monitoring in cardiac surgery: results from a national prospective study in France (EMOA Study)

Bonnet V, M.D.[1,2]; D'Orlando R[1]; Dechanet F, M.D. ; Provenchère S, M.D., Ph.D.[1,2]; Mauriat P,; Fellahi JL, M.D, Fischer MO, M.D., Ph.D.[1]; and the EMOA study group for the ARCOTHOVA.

[1] Department of Anaesthesiology and Critical Care, University Hospital of Caen, 14033 Caen, France
[2] Unicaen, Normandie Univ, 14000 Caen, France

Conflict of interest
No external funding and no conflict of interests declared for all authors
***Corresponding author**: Vincent Bonnet, M.D., Pôle Réanimations Anesthésie SAMU/SMUR, CHU de Caen, Avenue de la Côte de Nacre, 14000 Caen, France.

Trial registration ID : NCT02571920

Abstract

Background and Goal of study.

New monitoring systems and inotropic drugs, developed in the past decade, have modified the hemodynamic management during and after cardiac surgery. However, only sparse data are available to reflect these changes and the last national inquiry in France was performed in 2005. This study aimed at giving an up-to-date overview of advanced hemodynamic monitoring in cardiac surgery in France.

Material and Methods.

This national inquiry was proposed to every cardiac surgery center in France. Patient medical history, monitoring characteristics, type and outcomes of surgery were prospectively recorded during 7 weeks for every patients who underwent cardiac surgery in the participating centers. Primary objective was the description of advanced monitoring. Secondary outcome was to assess the influence of monitoring on post-operative outcomes, including Major Adverse Cardiac and Cerebrovascular Events.

Results and Discussion.

During the inclusion period, 3100 patients underwent cardiac surgery in 37 centers. Among them, 1656 (53.4%) beneficiated from advanced hemodynamic monitoring. Cardiac output was monitored by transesophageal echocardiogram (1139, 36.8%), thermodilution (370, 11.9%), pulse contour analysis (32, 1.0%), esophageal Doppler (14, 0.5%) or thoracic impedancemetry (3, 0.1%). Metabolic balance was monitored by ScvO2 (485, 15.7%) or SVO2 (206, 6.6%).

Advanced monitoring was more often used on patients who presented Left-Ventricular Ejection Fraction impairment, pre-operative kidney failure, anemia, and who underwent combined (valvular and coronary) surgery, or in emergency situations. The mean Euroscore II was higher for the monitored patients (4.7 +/- 7.5 vs3.3 +/- 5.2, p<.001).

New inotropic drugs were rarely used (Levosimendan: 8 (0.3%), Milrinone: 22 (0.7%)) compared to dobutamine (422 (13.6%)).

Finally, monitored patients presented more post-operative complications than the others (467 (49.6%) vs 722 (33.5%), p<.001) and a higher mortality (57 (5.1%) vs 83 (2.3%), p<.001) as expected by pre-operative Euroscore II. However, in the elderly population (over 80 years old), though monitored patients had more serious preoperative condition (Euroscore II 7.5 +/- 11.8 vs 5.0 +/- 6.1, p<.001), they did not presented more post-operative complications (37 (55.2%) vs 171 (48.6 %), p=0.388) nor mortality (5 (6.1%) vs 24 (4.4%), p=0.782).

Conclusions

These findings support the hypothesis that specific subgroups of patients, such as elderly patients, may beneficiate more from advanced monitoring than others.

Introduction

Anaesthesia and cardiac surgery induced wide hemodynamic variations during per- and post-operative periods. A simple protocol using maximal fluid infusion conducted until stroke volume maximization showed an improvement of both macro and micro-oxygenation parameters (JCC 2017). This emphasized that hemodynamic monitoring could be useful at beside to improve patient's outcome. Recent meta-analysis emphasize that early goal-directed therapy reduces the morbidity and hospital length of stay in this setting (AYA BJA 2013 et OSAWA CCM 2016). However, the hemodynamic monitoring was rarely used in routine care, less than 15% of high-risk surgical patients (Ahmad Perioperative Medicine). Main reasons suggested by the anesthesiologists were (i) the invasiveness of cardiac output monitoring while non-invasive technologies has been developed (Cannesson CC), (ii) the use of dynamic parameters of fluid responsiveness despite important limitations of their use at bedside (Fischer x2 ACCPM), and (iii) the absence of clinical utility of cardiac output monitoring at bedside felt by doctors (Cannesson CC). About this last point, no large study have been designed especially to evaluate the postoperative morbidity according to the presence or absence of cardiac output monitoring in routine care. As cardiac surgery is considered as one of the high-risk surgeries, and is proposed to most frail patients, frequently requiring postoperative intensive care. Moreover, the last monitoring practice study was conducted more than a decade ago (7).

Therefore, the aim of the present study was to describe the haemodynamic monitoring in cardiac surgery in France. Secondary objectives included the comparison of postoperative morbi-mortality and perioperative haemodynamic management (inotropic and vasopressive drug prescribing, fluid balance) according to the type of haemodynamic monitoring.

Methods

Ethics

After institutional review board agreement (Nord Ouest III CPP, University Hospital of Caen, Avenue de la Côte de Nacre, 14000 Caen, France; Hospital ref.: A14-D64-VOL 23, Chairman: Dr Charlotte Gourio), all adult cardiac surgery centres in France were contacted to participate to this prospective study, searching through the membership list of the French society of cardiac anaesthesiologists (ARCOTHOVA: Association des Anesthésistes Réanimateurs du Coeur, du Thorax et des Vaisseaux). A written consent was provided by each patient before surgery.

Study population

Every adult patient who underwent cardiac surgery (coronary artery bypass graft, valvular surgery, combined (coronary and valvular) surgery or any other type of surgery (i.e. aortic surgery, transplantation)) during the 7 weeks period of the study (from November 2nd to December, 20th 2015) was eligible. Exclusion criteria were an age under 18 years old, pericardial drainage, transcatheter aortic valve implantation, extracorporeal life support implantation.

Questionnaire layout

Data collected through standardized forms (Appendix) included patient demographic data and medical background, surgery characteristics, haemodynamic and metabolic monitoring type, inotropic and vasoactive drug use, fluid management, and post-operative complications in Intensive Care Unit (ICU).

Definitions

Complications were defined by the occurrence of any Major Adverse Cardiac and Cerebrovascular Event (MACCE): resuscitated cardiac arrest, acute myocardial infarction,(8) cardiac arrhythmia (new onset of atrial fibrillation or flutter, second or third degree atrio-ventricular blockade, ventricular tachycardia or fibrillation), angina, stroke, cardiovascular or cerebrovascular death. Other complications recorded were post-operative confusion, lung infection (compatible imaging (chest x-ray or scanner) associated to clinical evidence of sepsis and respiratory symptoms), renal failure stage 1 or more according to the KDIGO classification, mesenteric infarction (authenticated on CT scan or during laparotomy) and post-operative ileus. Every complication was diagnosed according to the European Society of Anaesthesiology and European Society of Intensive Care Medicine guidelines.(9)) Post-operative time began at arrival in ICU.

Advanced monitoring systems were divided in two groups. Cardiac output monitoring included transoesophageal echography (except if used for morphological assessment only), pulmonary artery thermodilution, transpulmonary thermodilution, pulse contour analysis, oesophageal Doppler and thoracic impedancemetry. Metabolic monitoring included continuous or repeated at least two measurements per day of oxygen venous saturation (SvO_2), central venous oxygen saturation ($ScvO_2$), or blood lactate.

Endpoints

The main objective was to assess whether advanced perioperative haemodynamic monitoring could decrease postoperative complications.

Secondary objective was to determine the impact of advanced monitoring on fluid and vasoactive drugs prescriptions.

Statistical Analysis

Variable distributions were tested by the Anderson-Darling test. Comparison between groups was made using Fisher's exact test for qualitative variables and Student's t test or Mann-Whitney U test for quantitative variables, depending on their distribution. Subgroup analysis was performed by one-way ANOVA. In case of significant inter-group difference, a Tukey honest significant difference post-hoc test was used to compare groups. The pre-operative Euroscore II (10) was used to match patients according to monitoring type, using a 'greedy'-matching algorithm to match subjects using callipers that were defined to have a maximum width of 0.1 standard deviations of the Euroscore II. Then, univariate and multivariate analyses were performed on the matched population with MACCE occurrence as the dependent variable. All the tests were bilateral and $p<.05$ was considered to be significant. Statistical analyses were carried out using R Statistical Software (Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria).

Results

Whole cohort of patients

A total of 3100 patients were included in the 37 (73% of French cardiac centres) participating centres. Their demographic and baseline characteristics are reported in Table 1, along with surgery indications. Isolated coronary bypass graft (CABG) and isolated valvular surgery represented 76 % (95% CI [74-77]) of all procedures. Other surgeries (411, 13%) included aortic root replacement (248 cases, 8%), aortic arch replacement (29 cases, 1%) and cardiac transplantation (18 cases, 0.5%). A combined procedure was performed in 498 cases (16%). Outcomes according to surgery are reported in Table 2. Valvular surgery was associated to the highest MACCE occurrence ($p<0.001$) and isolated CABG to the lowest ($p<0.001$). No significant difference of ICU mortality was observed between isolated CABG (2.0%, 95% CI [1.2-2.8]), valvular (2.8 %, 95%CI [1.9-3.7]) and combined surgery (2.6 %, 95% CI [0.9-4.3]), whereas other types of surgeries were associated to a higher ICU mortality (7.3%, 95% CI [4.8-9.8], $p<0.001$).

Peroperative advanced monitoring

Cardiac output and metabolic need monitoring are reported in Table 3. Patients who underwent isolated coronary or valvular surgery were less frequently monitored (27.3%, 95% CI [24.7-29.9] and 30.2%, 95% CI [27.6-32.8] respectively) than those requiring combined or other type of surgery ($p=0.001$). Transoesophageal sonography was the most frequently used monitoring device. Regional disparities were observed, as outlined in Figure 1 ($p<.001$).

Inotropic and vasoactive drug use is reported in Figure 2.

Outcome according to monitoring type in the whole cohort

Table 4 reports clinical background, surgery characteristics and outcomes according to the type of monitoring system. Patients for whom cardiac output and metabolic needs were both monitored had the highest pre-operative Euroscore II (7.5 ± 10.2, p<0.001), the highest MACCE incidence (57.8%, p<.001), the highest overall complication rate (75.8%, p<.001) and also the highest ICU mortality (13.0 %, 95% CI [7.7-18.3], p<0.001).

Outcome according to monitoring type in the octogenarians sub-group

Table 5 reports post-operative complications according to the presence of per-operative monitoring in the sub-group of octogenarians. Although the monitored patients had a higher Euroscore II, no difference of MACCE occurrence nor complication was observed (p=0.602 and 0.228 respectively). ICU mortality was not statistically comparable, due to low incidence (<5) in 3 groups. When comparing ICU mortality for any monitoring (n=9 (5.0%)) versus no monitoring (n=20 (4.5%)), no difference was observed (p=1.0).

Discussion

An advanced monitoring was used in 30.4% of the 3100 patients composing this cohort. It was used in the frailest patients and therefore associated to the highest complications and mortality rates.

Among the various monitoring systems, trans-oesophageal echography was the most frequently reported in this inquiry, whereas less invasive devices were scarcely used. Though discrepancies exist between French centres, cardiac output and metabolic monitoring were more frequently used for the most severe patients with higher Euroscore II, who underwent complex surgeries (combined surgery, aortic surgery and transplantations) and who presented more post-operative complications. Combined haemodynamic and metabolic monitoring was also used more frequently in these high risk situations. However, no significant impact of monitoring on complications nor mortality was observed, despite Euroscore II matching.

However, in the octogenarians sub-group, despite a higher Euroscore II, patients who beneficiated from advance monitoring did not present more complications.

The internal validity of this prospective study should be emphasized. First, all patients who underwent surgery in any of the 37 participating centres were successively included. Second, the inclusion form was standardized across the centres, based on international guidelines and definitions (ref EJA). Finally, the 7 weeks inclusion period was short enough to prevent haemodynamic management modifications in any of the centres, and long enough to include more than 3000 patients.

The 2001 national inquiry reported the use of a Swan-Ganz catheter in 32% of all surgeries, whereas other techniques (pulse contour analysis, transpulmonary thermodilution, oesophageal Doppler) were used in 3 to 12% of cases, depending on the surgical procedure (11). Additional SvO2 monitoring was performed in less than 13% of patients. Fifteen years later, the same ratio of advanced monitoring is observed, though the devices used differ: the Swan-Ganz catheter is less used and less invasive devices are preferred. Metabolic monitoring is often used alone (15.6% of $ScvO_2$ monitoring). A recent clinical practice inquiry among members of the American and European Associations of Anaesthesiology (ASA and ESA) reported cardiac output monitoring in 35% of high-risk surgeries performed. (3) The same survey was conducted among Japanese anaesthesiologists, who self-reported cardiac monitoring in 70% of high-risk surgeries.(12) Two elements might explain the difference with our findings. First, those inquiries did not include cardiac surgery alone but all kind of major surgeries. Second, the data analysed were self-reported and not real cases analysis. Therefore, no direct comparison to our results is possible.

The absence of impact on mortality might be related to the misuse or under-use of advanced monitoring devices. To benefit from such techniques, practitioners should use them according to algorithms to guide the prescription of fluid, inotropic or vasopressive drugs, and achieve pre-defined individualized goals. The Japanese inquiry showed that despite an exceptionally high rate of cardiac output monitoring, only 7.4% used it to guide a fluid goal-directed therapy, and 47% did not perform cardiac output optimization.(12) The inequality of knowledge and improper use concerning monitoring devices has already been proved for Swan-Ganz catheters (13) and pulse pressure respiratory variation analysis (14), and might be extended to other techniques.

The present study has several limits that need to be discussed. First, Figure 1 clearly exposes a “centre effect” on advanced monitoring, which could alter the results if every French cardiac surgery centre had participated. Moreover, the CO monitoring use varied widely across European nations (Ahmad Perioperative Medicine 2015). Second, benefits from advanced monitoring devices is expected only if an algorithm to guide fluid and drug administration exist. This specific point was not assessed in the present study, but it correspond to the real life. Third, no evaluation was made to assess the proper use of monitoring devices, which all present a number of measurement validity conditions. Finally, no long-term outcome was recorded, preventing further evaluation of advanced monitoring impact and medico-economic evaluation.

Conclusion

The present study shows that 30% of cardiac surgery cases benefit from advanced haemodynamic monitoring in France, mainly transoesophageal Doppler. Advanced monitoring is used on the frailest patient, without documented clinical benefit

REFERENCES

1. Hamilton MA, Cecconi M, Rhodes A. A systematic review and meta-analysis on the use of preemptive hemodynamic intervention to improve postoperative outcomes in moderate and high-risk surgical patients. Anesth Analg. juin 2011;112(6):1392‑402.
2. Aya HD, Cecconi M, Hamilton M, Rhodes A. Goal-directed therapy in cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. Br J Anaesth. avr 2013;110(4):510‑7.
3. Cannesson M, Pestel G, Ricks C, Hoeft A, Perel A. Hemodynamic monitoring and management in patients undergoing high risk surgery: a survey among North American and European anesthesiologists. Crit Care Lond Engl. 15 août 2011;15(4):R197.
4. Ahmad T, Beilstein CM, Aldecoa C, Moreno RP, Molnár Z, Novak-Jankovic V, et al. Variation in haemodynamic monitoring for major surgery in European nations: secondary analysis of the EuSOS dataset. Perioper Med Lond Engl. 2015;4:8.
5. Le Manach Y, Collins G, Rodseth R, Le Bihan-Benjamin C, Biccard B, Riou B, et al. Preoperative Score to Predict Postoperative Mortality (POSPOM): Derivation and Validation. Anesthesiology. mars 2016;124(3):570‑9.
6. Pearse RM, Moreno RP, Bauer P, Pelosi P, Metnitz P, Spies C, et al. Mortality after surgery in Europe: a 7 day cohort study. Lancet Lond Engl. 22 sept 2012;380(9847):1059‑65.
7. Bastien O, Vallet B, French Study Group AGIR. French multicentre survey on the use of inotropes after cardiac surgery. Crit Care Lond Engl. juin 2005;9(3):241‑2.
8. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Simoons ML, Chaitman BR, White HD, et al. Third universal definition of myocardial infarction. Glob Heart. déc 2012;7(4):275‑95.
9. Jammer I, Wickboldt N, Sander M, Smith A, Schultz MJ, Pelosi P, et al. Standards for definitions and use of outcome measures for clinical effectiveness research in perioperative medicine: European Perioperative Clinical Outcome (EPCO) definitions: a statement from the ESA-ESICM joint taskforce on perioperative outcome measures. Eur J Anaesthesiol. févr 2015;32(2):88‑105.
10. Nashef SA, Roques F, Sharples LD, Nilsson J, Smith C, Goldstone AR, et al. EuroSCORE II. Eur J Cardiothorac Surg. avr 2012;41(4):734-44-5.
11. Girard C, Mauriat P, Goudeau J-J, D’Athis P, Bompard D, Dalmas J-P, et al. [Anaesthesia and intensive care for cardiac surgery in France: results of the three days national survey realised in 2001 by the club of Anaesthesia, Intensive Care and Technics in Cardiac Surgery (ARTECC)]. Ann Fr Anesth Reanim. sept 2004;23(9):862‑72.
12. Suehiro K, Tanaka K, Mukai A, Joosten A, Desebbe O, Alexander B, et al. Hemodynamic monitoring and management in high-risk surgery: a survey among Japanese anesthesiologists. J Anesth. 2016;30(3):526‑9.
13. Gnaegi A, Feihl F, Perret C. Intensive care physicians’ insufficient knowledge of right-heart catheterization at the bedside: time to act? Crit Care Med. févr 1997;25(2):213‑20.
14. Fischer M-O, Dechanet F, du Cheyron D, Gérard J-L, Hanouz J-L, Fellahi J-L. Evaluation of the knowledge base of French intensivists and anaesthesiologists as concerns the interpretation of respiratory arterial pulse pressure variation. Anaesth Crit Care Pain Med. févr 2015;34(1):29‑34.

Table 1: Population description

	CABG	Valvular	Combined	Other	p
N (%)	1152 (37%)	1193 (39%)	344 (11%)	411 (13%)	
Age (years)	66 (±10)	68 (±13)	72 (±9)	60 (±14)	<.001
Age < 50 yo	73 (6)	119 (10)	7 (2)	103 (25)	<.001
Age 70-80 yo	336 (29)	368 (31)	144 (42)	88 (21)	<.001
Age > 80 yo	109 (10)	215 (18)	76 (22)	19 (5)	<.001
Male (%)	947 (84)	737 (63)	257 (75)	312 (76)	<.001
BMI>30 kg/m²	288 (25)	283 (24)	94 (28)	90 (22)	.318
LVEF (%)	57 (± 12)	61 (± 10)	59 (± 11)	56 (± 14)	<.001
LVEF<20%	7 (0.6)	2 (0.2)	1 (0.3)	24 (6)	<.001
LVEF 21-30%	41 (4)	17 (2)	6 (2)	15 (4)	.003
LVEF 31-50 %	264 (24)	184 (16)	77 (23)	69 (18)	<.001
LVEF > 50%	806 (72)	952 (82)	253 (75)	277 (72)	<.001
No Kidney Injury	872 (78)	771 (66)	209 (62)	320 (80)	<.001
Euroscore II	2.5 (±4.3)	3.8 (±6.4)	4.6 (±5.2)	6.1 (±8.4)	<.001
Advanced monitoring	314 (27)	360 (30)	128 (37)	140 (34)	.001
Cardiac output	75 (7)	112 (9)	42 (12)	31 (8)	<.001
Metabolic	208 (18)	182 (15)	60 (17)	78 (19)	<.001
Both	31 (3)	66 (6)	26 (7)	31 (8)	<.001
Emergency	40 (4)	45 (4)	6 (2)	93 (23)	<.001

Values are given as n (%) or mean (± standard deviation)
BMI: Body Mass Index; LVEF: Left Ventricular Ejection Fraction
P values are given for inter-group difference

Table 2: Per and post-operative outcomes according to surgery

	CABG	Valvular	Combined	Other	p
N (%)	1152 (37%)	1193 (38%)	344 (11%)	411 (13%)	
Surgery characteristics					
CPB length (min)	82 (± 34)	93 (± 45)	115 (± 42)	134 (± 68)	<.001
AC length (min)	59 (± 25)	67 (± 33)	88 (± 33)	92 (± 51)	<.001
IABP	13 (1)	12 (1)	8 (2)	4 (1)	.266
ECLS	3 (0.3)	7 (0.6)	5 (2)	11 (3)	<.001
Post-operative characteristics					
Complication	492 (43)	627 (53)	226 (66)	229 (56)	<.001
Atrial Fibrillation / Flutter	241 (21)	343 (29)	130 (38)	122 (30)	<.001
Conductive trouble	68 (6)	180 (15)	52 (15)	27 (7)	<.001
Ventricular Tachycardia/ Fibrillation	16 (1)	28 (2)	8 (2)	12 (3)	.192
Cardiac arrest	18 (2)	22 (2)	8 (2)	14 (3)	.128
Congestive heart failure	60 (5)	60 (5)	26 (8)	8 (2)	.005
Acute myocardial infarction	14 (1)	3 (0.3)	9 (3)	10 (3)	<.001
Stroke	8 (0.7)	14 (1)	4 (1)	20 (5)	<.001
Ileus	88 (8)	93 (8)	32 (9)	32 (8)	.794
Confusion	107 (9)	111 (9)	53 (15)	40 (10)	.007
Lung infection	90 (8)	76 (6)	32 (9)	61 (15)	<.001
Acute kidney injury	138 (12)	203 (17)	88 (26)	117 (29)	<.001
Dialysis	25 (2)	40 (3)	11 (3)	29 (7)	<.001
Mesenteric infarction	2 (0.2)	3 (0.3)	2 (0.6)	9 (2)	<.001
MACCE	335 (29)	505 (42)	181 (53)	167 (41)	<.001
ICU hospitalisation (days)	3.8 (± 4.2)	4,0 (± 4.7)	4.6 (± 5.0)	5.2 (± 6.4)	<.001
ICU mortality	23 (2)	34 (3)	9 (3)	30 (7)	<.001

Values are given as n (%) or mean (± standard deviation), p values are given for inter-group difference
CABG: Coronary artery bypass graft; CPB: cardiopulmonary bypass; AC: Aortic clamping; IABP: Intra-aortic balloon pump; ECLS: Extra-corporeal life support; MACCE: Major Adverse Cardiac and Cerebrovascular Event: ICU: Intensive Care Unit

Table 3: Per-operative monitoring according to surgery

	CABG	Valvular	Combined	Other	p
N (%)	1152 (37%)	1193 (38%)	344 (11%)	411 (13%)	
Transoesophageal echography	191 (17)	573 (48)	134 (39)	241 (59)	<0.001
Pulmonary artery thermodilution	77 (7)	159 (13)	61 (18)	60 (15)	<0.001
Transpulmonary thermodilution	7 (0.6)	3 (0.3)	3 (0.9)	0 (0.0)	0.158
SVO_2	57 (5)	84 (7)	32 (9)	33 (8)	0.012
$ScvO_2$	183 (16)	169 (14)	55 (16)	78 (19)	0.132
Pulse contour analysis	12 (1)	14 (1)	4 (1)	2 (0.5)	0.687
Oesophageal Doppler	10 (1)	2 (0.2)	1 (0.3)	1 (0.2)	0.067
Thoracic impedancemetry	1 (0.1)	1 (0.1)	1 (0.3)	0 (0.0)	0.621

Values are given as n (%) or mean (± standard deviation), p values are given for inter group difference.
SVO2: Mixed venous oxygen saturation; ScvO2: central venous oxygen saturation.

Table 4: Outcomes according to monitoring type

	No monitoring	Cardiac Output	Metabolic	Both	p
n	2158 (70%)	260 (8%)	528 (17%)	154 (5%)	
University Hospital	1380 (64)	230 (89)	473 (90)	143 (93)	<0.001
Patients characteristics					
Male	1559 (73)	186 (73)	391 (75)	117 (77)	0.721
LVEF (%)	60 (±10)	57 (±13)	58 (±12)	46 (±17)	<0.001
BMI > 30 kg/m²	527 (25)	62 (24)	129 (25)	36 (23)	0.979
Coronary stenosis	1048 (50)	122 (48)	275 (52)	62 (41)	0.104
No kidney injury	1568 (75)	156 (62)	358 (69)	90 (59)	<0.001
Age (years)	67 (±11.7)	68 (±13)	67 (±12)	66 (±14)	0.538
Haemoglobin (g/dL)	13.5 (±1.8)	13.3 (±1.9)	13.3 (±2.0)	12.8 (±2.2)	<0.001
Euroscore II (%)	3.3 (±5.2)	4.5 (±6.6)	4.0 (±6.8)	7.5 (±10.2)	<0.001
Surgical procedure					
Elective surgery	1803 (84)	199 (77)	416 (79)	108 (70)	<0.001
CABG	838 (39)	75 (29)	208 (39)	31 (20)	<0.001
Valvular	833 (39)	112 (43)	182 (35)	66 (43)	<0.001
Combined	216 (10)	42 (16)	60 (11)	26 (17)	<0.001
Other	271 (13)	31 (12)	78 (15)	31 (20)	<0.001
Post-operative characteristics					
ICU length (days)	3.7 (±4.3)	4.7 (±4.2)	4.6 (±5.2)	7.5 (±9.0)	<0.001
Complication	974 (45)	169 (65)	314 (60)	116 (75)	<0.001
MACCE	722 (34)	138 (53)	240 (46)	89 (58)	<0.001
ICU mortality	83 (4)	12 (5)	25 (5)	20 (13)	<0.001

Values are given as n (%) or mean (± standard deviation), p values are given for inter group difference.
LVEF: Left Ventricular Ejection Fraction; BMI: Body Mass Index; ICU: Intensive Care Unit; MACCE: Major Adverse Cardiac and Cerebrovascular Events

Table 5: Outcomes according to monitoring type in the octogenarian's subgroup

	No Monitoring	Cardiac Output	Metabolic	Both	p
N (%)	277 (66%)	45 (11%)	75 (18)	22 (5%)	
University Hospital	160 (58)	38 (84)	71 (95)	20 (91)	**<0.001**
Patient characteristics					
Male	170 (62)	31 (69)	47 (63)	15 (68)	0.711
LVEF (%)	60 (±10)	58 (±13)	61 (±10)	48 (±16)	**<0.001**
BMI > 30kg/m²	44 (16)	5 (11)	14 (19)	4 (18)	0.737
coronary stenosis	128 (46)	22 (49)	35 (47)	14 (67)	0.358
No kidney injury	105 (38)	11 (24)	25 (33)	4 (18)	0.093
Haemoglobin (g/dl)	13.0 (±1.7)	13.3 (±1.6)	12.7 (±1.8)	12.2 (±2.3)	**0.024**
Euroscore II	4.6 (±4.8)	4.5 (±3.9)	5.9 (±8.5)	12.1 (±19.2)	**<0.001**
Surgical procedure					
Elective	232 (84)	34 (76)	67 (89)	15 (68)	**0.034**
CABG	70 (25)	11 (24)	20 (27)	8 (36)	0.654
Valvular	150 (54)	22 (49)	34 (45)	9 (41)	0.672
Combined	43 (16)	10 (22)	19 (25)	4 (18)	0.994
Other	14 (5)	2 (4)	2 (3)	1 (5)	0.751
Post-operative characteristics					
Complication	167 (60)	30 (67)	52 (69)	17 (77)	0.228
MACCE	131 (47)	25 (56)	40 (53)	12 (55)	0.602
ICU mortality	12 (4)	0 (0)	3 (4)	4 (18)	-
ICU length	3.9 (±4.1)	5.2 (±4.0)	4.6 (±3.4)	4.6 (±2.3)	0.452

Values are given as n (%) or mean (± standard deviation), p values are given for inter group difference.
LVEF: Left Ventricular Ejection Fraction; BMI: Body Mass Index; ICU: Intensive Care Unit; MACCE: Major Adverse Cardiac and Cerebrovascular Events

Figure 1: Geographic distribution of advanced monitoring

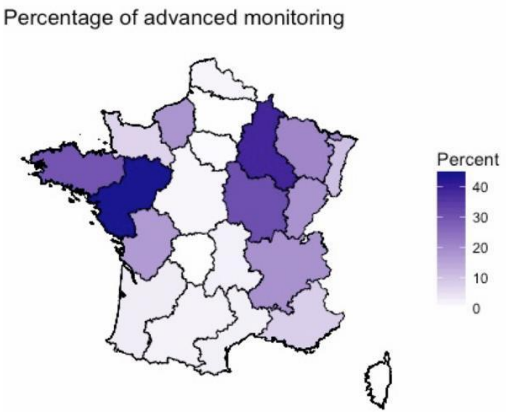
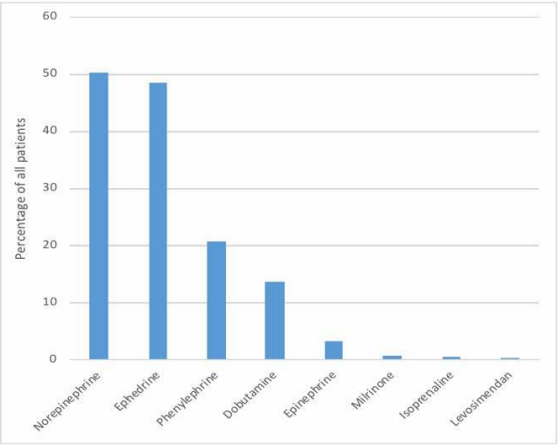


Figure 2: Inotropic and vasoactive drugs use



« Par délibération de son Conseil en date du 10 Novembre 1972, l'Université n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ou mémoires. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs ».

VU, le Président de Thèse

VU, le Doyen de la Faculté

VU et permis d'imprimer
en référence à la délibération
du Conseil d'Université
en date du 14 Décembre 1973

Pour le Président
de l'Université de CAEN et P.O

Le Doyen

TITRE DE LA THESE :

Enquête sur le monitorage hémodynamique et l'utilisation des agents inotropes positifs et vasoactifs en chirurgie cardiaque.

RESUME :

Introduction: Durant les dernières années, l'apparition de nouveaux outils de monitorage hémodynamique avancé et des nouvelles molécules inotropes/vasoactives ont modifié la gestion hémodynamique peropératoire en chirurgie cardiaque. L'objectif de l'étude est de rendre compte de ces changements.
Matériel/Méthode: Nous avons réalisé une étude prospective multicentrique observationnelle.
Résultats 37 centres ont inclus 3100 patients. 1656 patients (53,4%) bénéficiaient de monitorage hémodynamique avancé, principalement par échographie transoesophagienne (37%), mesure de S(c)V02 (22%), cathéter artériel pulmonaire (12%), Les patients monitorés avaient un taux de mortalité et de complications supérieur (respectivement 5,3% versus 2,3% p<.001 et 49,6% versus 33,5% p<.001), un Euroscore II supérieur, une FEVG inférieure, plus de chirurgie urgente ou combinée, plus d'anémie et d'insuffisance rénale. L'utilisation de nouveaux outils de monitorage restait faible (doppler œsophagien, impédancemétrie et thermodilution transpulmonaire inférieur à 1%). Les nouvelles molécules étaient peu utilisées (levosimendan 0,3%, milrinone 0.7%), les drogues de choix étant la noradrénaline (50%) et la dobutamine (13%). Après standardisation sur l'Euroscore II, les patients bénéficiant du monitorage ne présentaient pas moins de complications post-opératoires.
Discussion : Notre étude a identifié plusieurs changements : l'échographie transoesophagienne est désormais l'outil de choix, suivi du cathéter artériel pulmonaire. La noradrénaline est maintenant l'agent de première ligne. Notre étude ne retrouve pas d'impact bénéfique à l'utilisation du monitorage hémodynamique avancé en chirurgie cardiaque.

MOTS CLES :

Chirurgie cardiaque
Monitorage hémodynamique
Optimisation hémodynamique
Agents inotropes
Agents vasoactifs
Remplissage vasculaire
Transfusion