



HAL
open science

Choc cardiogénique sous ECMO veino-artérielle avec composante vasoplégique

Ludovic Rancé

► **To cite this version:**

Ludovic Rancé. Choc cardiogénique sous ECMO veino-artérielle avec composante vasoplégique. Médecine humaine et pathologie. 2021. dumas-03462908

HAL Id: dumas-03462908

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03462908v1>

Submitted on 2 Dec 2021

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

UNIVERSITE DE MONTPELLIER
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

THESE

Pour obtenir le titre de
DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Par

Ludovic RANCÉ

Le 05 octobre 2021

**CHOC CARDIOGENIQUE SOUS ECMO VEINO-
ARTERIELLE AVEC COMPOSANTE VASOPLEGIQUE**

Directeur de thèse : Madame la Docteure Hélène DAVID

JURY

Président : Monsieur le Professeur Pascal COLSON

Assesseurs :

Pr Jean-Luc PASQUIÉ

Pr Boris JUNG

Dr Hélène DAVID

Membre invité :

Dr Philippe GAUDARD

UNIVERSITE DE MONTPELLIER

FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

THESE

Pour obtenir le titre de
DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Par

Ludovic RANCÉ

Le 05 octobre 2021

**CHOC CARDIOGENIQUE SOUS ECMO VEINO-
ARTERIELLE AVEC COMPOSANTE VASOPLEGIQUE**

Directeur de thèse : Madame la Docteure Hélène DAVID

JURY

Président : Monsieur le Professeur Pascal COLSON

Assesseurs :

Pr Jean-Luc PASQUIÉ

Pr Boris JUNG

Dr Hélène DAVID

Membre invité :

Dr Philippe GAUDARD

ANNEE UNIVERSITAIRE 2020 - 2021

PERSONNEL ENSEIGNANT

Professeurs Honoraires

ALBAT Bernard	BRUNEL Michel	HUMEAU Claude	MIRO Luis
ALLIEU Yves	CANAUD Bernard	JAFFIOL Claude	NAVARRO Maurice
ALRIC Robert	CHAPTAL Paul-André	JANBON Charles	NAVRATIL Henri
ARNAUD Bernard	CIURANA Albert-Jean	JANBON François	OTHONIEL Jacques
ASENCIO Gérard	CLOT Jacques	JARRY Daniel	PAGES Michel
ASTRUC Jacques	COSTA Pierre	JOURDAN Jacques	PEGURET Claude
AUSSILLOUX Charles	D'ATHIS Françoise	KLEIN Bernard	PELISSIER Jacques
AVEROUS Michel	DEMAILLE Jacques	LAFFARGUE François	PETIT Pierre
AYRAL Guy	DESCOMPS Bernard	LALLEMANT Jean Gabriel	POUGET Régis
BAILLAT Xavier	DIMEGLIO Alain	LAMARQUE Jean-Louis	PUJOL Henri
BALDET Pierre	DUBOIS Jean Bernard	LAPEYRIE Henri	RABISCHONG Pierre
BALDY-MOULINIER Michel	DUJOLS Pierre	LEROUX Jean-Louis	RAMUZ Michel
BALMES Jean-Louis	DUMAS Robert	LESBROS Daniel	REBOUL Jean
BANSARD Nicole	DUMAZER Romain	LOPEZ François Michel	RIEU Daniel
BAYLET René	ECHENNE Bernard	LORIOT Jean	ROCHEFORT Henri
BILLIARD Michel	FABRE Serge	LOUBATIERES Marie Madeleine	ROUANET DE VIGNE LAVIT Jean Pierre
BLARD Jean-Marie	FREREBEAU Philippe	MAGNAN DE BORNIER Bernard	SAINT AUBERT Bernard
BLAYAC Jean Pierre	GALIFER René Benoît	MARTY ANE Charles	SANCHO-GARNIER Hélène
BLOTMAN Francis	GODLEWSKI Guilhem	MARY Henri	SANY Jacques
BONNEL François	GRASSET Daniel	MATHIEU-DAUDE Pierre	SEGNARBIEUX François
BOURGEOIS Jean-Marie	GUILHOU Jean-Jacques	MEYNADIER Jean	SENAC Jean-Paul
BOUSQUET Jean	GUITER Pierre	MICHEL François-Bernard	SERRE Arlette
BRUEL Jean Michel	HEDON berbard	MION Charles	SOLASSOL Claude
BUREAU Jean-Paul	HERTAULT Jean	MION Henri	VIDAL Jacques
			VISIÈRE Jean Pierre

Professeurs Emérites

ARTUS Jean-Claude	LE QUELLEC Alain
BLANC François	MARES Pierre
BONAFE Alain	MAUDELONDE Thierry
BOULENGER Jean-Philippe	MAURY Michèle
BOURREL Gérard	MESSNER Patrick
BRINGER Jacques	MILLAT Bertrand
CLAUSTRES Mireille	MONNIER Louis
DAURES Jean-Pierre	MOURAD Georges
DAUZAT Michel	PREFAUT Christian
DAVY Jean-Marc	PUJOL Rémy
DEDET Jean-Pierre	RIBSTEIN Jean
ELEDJAM Jean-Jacques	SCHVED Jean-François
GROLLEAU RAOUX Robert	SULTAN Charles
GUERRIER Bernard	TOUCHON Jacques
GUILLOT Bernard	UZIEL Alain
JONQUET Oliver	VOISIN Michel
LANDAIS Paul	ZANCA Michel
	LARREY Dominique

Docteurs Emérites

PRAT Dominique

PUJOL Joseph

ANNEE UNIVERSITAIRE 2020 - 2021

PERSONNEL ENSEIGNANT

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

PU-PH de classe exceptionnelle

ALRIC Pierre	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
BACCINO Eric	Médecine légale et droit de la santé
BASTIEN Patrick	Parasitologie et mycologie
BEREGI Jean-Paul	Radiologie et imagerie médicale
BLAIN Hubert	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
BOULOT Pierre	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
CAPDEVILA Xavier	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
CHAMMAS Michel	Chirurgie orthopédique et traumatologique
COLSON Pascal	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
COMBE Bernard	Rhumatologie
COSTES Valérie	Anatomie et cytologie pathologiques
COTTALORDA Jérôme	Chirurgie infantile
COUBES Philippe	Neurochirurgie
COURTET Philippe	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
CRAMPETTE Louis	Oto-rhino-laryngologie
CRISTOL Jean Paul	Biochimie et biologie moléculaire
CYTEVAL Catherine	Radiologie et imagerie médicale
DE LA COUSSAYE Jean Emmanuel	Médecine d'urgence
DE WAZIERES Benoît	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
DELAPORTE Eric	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
DEMOLY Pascal	Pneumologie ; addictologie
DOMERGUE Jacques	Chirurgie viscérale et digestive

DUFFAU Hugues	Neurochirurgie
ELIAOU Jean François	Immunologie
FABRE Jean Michel	Chirurgie viscérale et digestive
FRAPIER Jean-Marc	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
HAMAMAH Samir	Biologie et Médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
HERISSON Christian	Médecine physique et de réadaptation
JABER Samir	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
JEANDEL Claude	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
JORGENSEN Christian	Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie
KOTZKI Pierre Olivier	Biophysique et médecine nucléaire
LABAUGE Pierre	Neurologie
LEFRANT Jean-Yves	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
LEHMANN Sylvain	Biochimie et biologie moléculaire
LUMBROSO Serge	Biochimie et Biologie moléculaire
MERCIER Jacques	Physiologie
MEUNIER Laurent	Dermato-vénéréologie
MONDAIN Michel	Oto-rhino-laryngologie
MORIN Denis	Pédiatrie
PAGEAUX Georges-Philippe	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PUJOL Pascal	Biologie cellulaire
QUERE Isabelle	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
RENARD Eric	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale
REYNES Jacques	Maladies infectieuses, maladies tropicales
RIPART Jacques	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
ROUANET Philippe	Cancérologie ; radiothérapie
SOTTO Albert	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
TAOUREL Patrice	Radiologie et imagerie médicale

TOUITOU Isabelle	Génétique
VANDE PERRE Philippe	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
YCHOU Marc	Cancérologie ; radiothérapie

PU-PH de 1^{re} classe

AGUILAR MARTINEZ Patricia	Hématologie ; transfusion
ASSENAT Éric	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
AVIGNON Antoine	Nutrition
AZRIA David	Cancérologie ; radiothérapie
BAGHDADLI Amaria	Pédopsychiatrie ; addictologie
BLANC Pierre	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
BORIE Frédéric	Chirurgie viscérale et digestive
BOURDIN Arnaud	Pneumologie ; addictologie
CAMBONIE Gilles	Pédiatrie
CAMU William	Neurologie
CANOVAS François	Anatomie
CAPTIER Guillaume	Anatomie
CARTRON Guillaume	Hématologie ; transfusion
CAYLA Guillaume	Cardiologie
CHANQUES Gérald	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
CORBEAU Pierre	Immunologie
COULET Bertrand	Chirurgie orthopédique et traumatologique
CUVILLON Philippe	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DADURE Christophe	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DAUVILLIERS Yves	Physiologie
DE TAYRAC Renaud	Gynécologie-obstétrique, gynécologie médicale

DE VOS John	Histologie, embryologie et cytogénétique
DEMARIA Roland	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
DEREURE Olivier	Dermatologie - vénéréologie
DROUPY Stéphane	Urologie
DUCROS Anne	Neurologie
DUPEYRON Arnaud	Médecine physique et de réadaptation
FESLER Pierre	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
GARREL Renaud	Oto-rhino-laryngologie
GENEVIEVE David	Génétique
GUILLAUME Sébastien	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
GUIU Boris	Radiologie et imagerie médicale
HAYOT Maurice	Physiologie
HOUEDE Nadine	Cancérologie ; radiothérapie
KLOUCHE Kada	Médecine intensive-réanimation
KOENIG Michel	Génétique
KOUYOUMDJIAN Pascal	Chirurgie orthopédique et traumatologique
LAFFONT Isabelle	Médecine physique et de réadaptation
LAVABRE-BERTRAND Thierry	Histologie, embryologie et cytogénétique
LAVIGNE Jean-Philippe	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
LE MOING Vincent	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
LECLERCQ Florence	Cardiologie
MARIANO-GOULART Denis	Biophysique et médecine nucléaire
MATECKI Stéfan	Physiologie
MORANNE Olivier	Néphrologie
MOREL Jacques	Rhumatologie
NAVARRO Francis	Chirurgie viscérale et digestive
NOCCA David	Chirurgie viscérale et digestive

PASQUIE Jean-Luc	Cardiologie
PERNEY Pascal	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
PRUDHOMME Michel	Anatomie
PUJOL Jean Louis	Pneumologie ; addictologie
PURPER-OUAKIL Diane	Pédopsychiatrie ; addictologie
ROGER Pascal	Anatomie et cytologie pathologiques
TRAN Tu-Anh	Pédiatrie
VERNHET Hélène	Radiologie et imagerie médicale

PU-PH de 2ème classe

BOURGIER Céline	Cancérologie; radiothérapie
CANAUD Ludovic	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
CAPDEVIELLE Delphine	Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
CLARET Pierre-Géraud	Médecine d'urgence
COLOMBO Pierre-Emmanuel	Cancérologie ; radiothérapie
COSTALAT Vincent	Radiologie et imagerie médicale
DAIEN Vincent	Ophthalmologie
DORANDEU Anne	Médecine légale et droit de la santé
FAILLIE Jean-Luc	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
FUCHS Florent	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
GABELLE DELOUSTAL Audrey	Neurologie
GAUJOUX Viala Cécile	Rhumatologie
GODREUIL Sylvain	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
GUILPAIN Philippe	Médecine Interne, gériatrie et biologie du vieillissement; addictologie
HERLIN Christian	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, brûlologie
IMMEDIATO DAIEN Claire	Rhumatologie

JACOT William	Cancérologie ; Radiothérapie
JEZIORSKI Eric	Pédiatrie
JUNG Boris	Médecine intensive-réanimation
KALFA Nicolas	Chirurgie infantile
LACHAUD Laurence	Parasitologie et mycologie
LALLEMANT Benjamin	Oto-rhino-laryngologie
LE QUINTREC DONNETTE Moglie	Néphrologie
LETOUZEY Vincent	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
LONJON Nicolas	Neurochirurgie
LOPEZ CASTROMAN Jorge	Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
LUKAS Cédric	Rhumatologie
MENJOT de CHAMPFLEUR Nicolas	Radiologie et imagerie médicale
MILLET Ingrid	Radiologie et imagerie médicale
MURA Thibault	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
NAGOT Nicolas	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
OLIE Emilie	Psychiatrie d'adultes; addictologie
PANARO Fabrizio	Chirurgie viscérale et digestive
PARIS Françoise	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PELLESTOR Franck	Histologie, embryologie et cytogénétique
PEREZ MARTIN Antonia	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
POUDEROUX Philippe	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
RIGAU Valérie	Anatomie et cytologie pathologiques
RIVIER François	Pédiatrie
ROSSI Jean François	Hématologie ; transfusion
ROUBILLE François	Cardiologie
SEBBANE Mustapha	Médecine d'urgence
SIRVENT Nicolas	Pédiatrie

SOLASSOL Jérôme	Biologie cellulaire
STOEBNER Pierre	Dermato-vénéréologie
SULTAN Ariane	Nutrition
THOUVENOT Éric	Neurologie
THURET Rodolphe	Urologie
TUAILLON Edouard	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
VENAIL Frédéric	Oto-rhino-laryngologie
VILLAIN Max	Ophthalmologie
VINCENT Denis	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
VINCENT Thierry	Immunologie
WOJTUSCISZYN Anne	Endocrinologie-diabétologie-nutrition

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

1^{re} classe :

COLINGE Jacques (Cancérologie, Signalisation cellulaire et systèmes complexes)

LAOUDJ CHENIVESSE Dalila (Biochimie et biologie moléculaire)

VISIER Laurent (Sociologie, démographie)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - Médecine générale

1^{re} classe :

LAMBERT Philippe

AMOUYAL Michel

PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine Générale

CLARY Bernard

DAVID Michel

GARCIA Marc

PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine

BESSIS Didier (Dermato-vénérologie)

MEUNIER Isabelle (Ophtalmologie)

MULLER Laurent (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)

PERRIGAULT Pierre-François (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)

QUANTIN Xavier (Pneumologie)

ROUBERTIE Agathe (Pédiatrie)

VIEL Eric (Soins palliatifs et traitement de la douleur)

ANNEE UNIVERSITAIRE 2020 - 2021
PERSONNEL ENSEIGNANT

Maîtres de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers

MCU-PH Hors classe - Echelon Exceptionnel

RICHARD Bruno	Médecine palliative
SEGONDY Michel	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

MCU-PH Hors classe

BADIOU Stéphanie	Biochimie et biologie moléculaire
BOULLE Nathalie	Biologie cellulaire
CACHEUX-RATABOUL Valère	Génétique
CARRIERE Christian	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
CHARACHON Sylvie	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
FABBRO-PERAY Pascale	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
GIANSILY-BLAIZOT Muriel	Hématologie ; transfusion

MCU-PH de 1^{re} classe

BERTRAND Martin	Anatomie
BOUDOUSQ Vincent	Biophysique et médecine nucléaire
BRET Caroline	Hématologie biologique
BROUILLET Sophie	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
COSSEE Mireille	Génétique
GIRARDET-BESSIS Anne	Biochimie et biologie moléculaire
LAVIGNE Géraldine	Hématologie ; transfusion
LESAGE François-Xavier	Médecine et Santé au Travail
MARTRILLE Laurent	Médecine légale et droit de la santé
MATHIEU Olivier	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie

MOUZAT Kévin	Biochimie et biologie moléculaire
PANABIÈRES Catherine	Biologie cellulaire
RAVEL Christophe	Parasitologie et mycologie
SCHUSTER-BECK Iris	Physiologie
STERKERS Yvon	Parasitologie et mycologie
THEVENIN-RENE Céline	Immunologie

MCU-PH de 2^{ème} classe

BERGOUGNOUX Anne	Génétique
CHIRIAC Anca	Immunologie
DE JONG Audrey	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DU THANH Aurélie	Dermato-vénérologie
FITENI Frédéric	Cancérologie ; radiothérapie
GOUZI Farès	Physiologie
HERRERO Astrid	Chirurgie viscérale et digestive
HUBERLANT Stéphanie	Gynécologie-obstétrique ; Gynécologie médicale
KUSTER Nils	Biochimie et biologie moléculaire
MAKINSON Alain	Maladies infectieuses, Maladies tropicales
PANTEL Alix	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
PERS Yves-Marie	Thérapeutique; addictologie
ROUBILLE Camille	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
SZABLEWSKY	Anatomie et cytologie pathologiques

Maîtres de Conférences des Universités - Médecine Générale

MCU-MG de 1^{re} classe

COSTA David

OUDE ENGBERINK Agnès

MCU-MG de 2^{ème} classe

FOLCO-LOGNOS Béatrice

CARBONNEL François

Maîtres de Conférences associés - Médecine Générale

CAMPAGNAC Jérôme

LOPEZ Antonio

MILLION Elodie

PAVAGEAU Sylvain

REBOUL Marie-Catherine

SERAYET Philippe

ANNEE UNIVERSITAIRE
2020 - 2021

PERSONNEL ENSEIGNANT

Maîtres de Conférences des Universités

Maîtres de Conférences hors classe

BADIA Eric	Sciences biologiques fondamentales et cliniques
CHAZAL Nathalie	Biologie cellulaire

Maîtres de Conférences de classe normale

BECAMEL Carine	Neurosciences
BERNEX Florence	Physiologie
CHAUMONT-DUBEL Séverine	Sciences du médicament et des autres produits de santé
DELABY Constance	Biochimie et biologie moléculaire
GUGLIELMI Laurence	Sciences biologiques fondamentales et cliniques
HENRY Laurent	Sciences biologiques fondamentales et cliniques
HERBET Guillaume	Neurosciences
LADRET Véronique	Mathématiques appliquées et applications des mathématiques
LAINÉ Sébastien	Sciences du Médicament et autres produits de santé
LE GALLIC Lionel	Sciences du médicament et autres produits de santé
LOZZA Catherine	Sciences physico-chimiques et technologies pharmaceutiques
MAIMOUN Laurent	Sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé
MOREAUX Jérôme	Science biologiques, fondamentales et cliniques
MORITZ-GASSER Sylvie	Neurosciences
MOUTOT Gilles	Philosophie
PASSERIEUX Emilie	Physiologie
RAMIREZ Jean-Marie	Histologie
RAYNAUD Fabrice	Sciences du Médicament et autres produits de santé
TAULAN Magali	Biologie Cellulaire

ANNEE UNIVERSITAIRE 2020 - 2021

PERSONNEL ENSEIGNANT

Praticiens Hospitaliers Universitaires

BARATEAU Lucie	Physiologie
BASTIDE Sophie	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
CAZAUBON Yoann	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
DAGNEAUX Louis	Chirurgie orthopédique et traumatologique
DUFLOS Claire	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
GOULABCHAND Radjiv	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
LATTUCA Benoit	Cardiologie
MARIA Alexandre	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
MIOT Stéphanie	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
SARRABAY Guillaume	Génétique
SOUICHE François-Régis	Chirurgie viscérale et digestive

ANNEE UNIVERSITAIRE 2020 - 2021
PERSONNEL ENSEIGNANT

PH chargés d'enseignements

ABOUKRAT Patrick	BLANCHET Catherine	COROIAN Flavia-Oana	GINIES Patrick
AKKARI Mohamed	BLATIERE Véronique	COUDRAY Sarah	GRECO Frédéric
ALRIC Jérôme	BOBBIA Xavier	CRANSAC Frédéric	GUEDJ Anne Marie
AMEDRO Pascal	BOGE Gudrun	CUNTZ Danielle	GUYON Gaël
AMOUROUX Cyril	BOURRAIN Jean Luc	DARDALHON Brigitte	HENRY Vincent
ANTOINE Valéry	BOUYABRINE Hassan	DAVID Aurore	JAMMET Patrick
ARQUIZAN Caroline	BRINGER-DEUTSCH Sophie	DE BOUTRAY Marie	JEDRYKA François
ATTALIN Vincent	BRINGUIER BRANCHEREAU Sophie	DE LA TRIBONNIÈRE Xavier	JREIGE Riad
AYRIGNAC Xavier	BRISOT Dominique	DEBIEN Blaise	KINNE Mélanie
BADR Maliha	BRONER Jonathan	DELPONT Marion	LABARIAS Coralie
BAIS Céline	CADE Stéphane	DENIS Hélène	LACAMBRE Mathieu
BARBAR Saber Davide	CAIMMI Davide Paolo	DEVILLE de PERIERE Gilles	LANG Philippe
BASSET Didier	CARR Julie	DJANIKIAN Flora	LAZERGES Cyril
BATIFOL Dominique	CARTIER César	DONNADIEU-RIGOLE Hélène	LE GUILLOU Cédric
BATTISTELLA Pascal	CASPER Thierry	FAIDHERBE Jacques	LEGLISE Marie Suzanne
BAUCHET Luc	CASSINOTTO Christophe	FATTON Brigitte	LOPEZ Régis
BENEZECH Jean-Pierre	CATHALA Philippe	FAUCHERRE Vincent	LUQUIENS Amandine
BENNYS Karim	CAZABAN Michel	FILLERON Anne	MANZANERA Cyril
BERNARD Nathalie	CHARBIT Jonathan	FITENI Frédéric	MARGUERITTE Emmanuel
BERTCHANSKY Ivan	CHEVALLIER Thierry	FOURNIER Philippe	MARTIN Lucille
BIBOULET Philippe	CHEVALLIER-MICHAUD Josyane	GAILLARD Nicolas	MATTATIA Laurent
BIRON-ANDREANI Christine	COLIN Olivier	GALMICHE Sophie	MEROUEH Fadi
BLANC Brigitte	CONSEIL Mathieu	GENY Christian	MEYER Pierre
BLANCHARD Sylvie	CORBEAU Catherine	GERONIMI Laetitia	MILESI Christophe

MORAU Estelle	SEGURET Fabienne
MOSER Camille	SENESSE Pierre
MOUSTY Eve	SKALLI El Medhi
MOUTERDE Gaël	SOLA Christelle
PANSARD Nicole	SOULLIER Camille
PERNIN Vincent	STOEBNER DELBARRE Anne
PERRIGAULT Pierre François	TEOT Luc
PEYRON Pierre-Antoine	THIRION Marina
PICARD Eric	VACHIERY-LAHAYE Florence
PICOT Marie Christine	VERNES Eric
PIERONI Laurence	VINCENT Laure
POQUET Hélène	WAGNER Laurent
PUJOL Sarah-Lise	ZERKOWSKI Laetitia
PUPIER Florence	SCHULDINER Sophie
QUANTIN Xavier	SASSO Milène
RAFFARD Laurence	
RAPIDO Francesca	
RIBRAULT Alice	
RICHAUD-MOREL Brigitte	
RIDOLFO Jérôme	
RIPART Sylvie	
RONGIERES Michel	
ROULET Agnès	
RUBENOVITCH Josh	
SANTONI Fannie	

REMERCIEMENTS

Aux membres du jury

Au Président du Jury, Monsieur le Professeur Pascal COLSON,

Je suis très reconnaissante de l'honneur que vous me faites de présider ce jury et de juger mon travail. Je vous remercie de m'avoir accueilli à deux reprises dans votre service, ainsi que pour votre implication dans le projet d'assistant à temps partagé avec Perpignan . Veuillez recevoir l'expression de mon profond respect.

A ma directrice de Thèse, Madame la docteure Hélène DAVID,

Je te remercie de m'avoir proposé ce travail et de m'avoir fait confiance. Merci de m'avoir accueillie au sein de cette formidable équipe du DAR D et de m'avoir transmis la passion de cette spécialité. J'ai énormément appris à tes côtés. Merci pour le temps que tu as consacré à cette étude, pour ton soutien et ton aide sur lesquels je pouvais compter à tout moment. C'était un réel plaisir de mener ce projet avec toi et je suis très heureux de continuer à travailler à tes cotés en 2022. Merci pour tout Hélène.

A Monsieur le Professeur Boris JUNG,

Je vous remercie de me faire l'honneur de siéger dans mon jury de thèse. J'ai eu la chance de travailler à vos côtés lors de mon semestre en réanimation médicale en hiver 2020 et je me souviens votre disponibilité et votre gentillesse pour nous enseigner votre savoir malgré les difficultés auxquelles nous faisons face pendant la première vague COVID. Veuillez trouver ici l'expression de ma profonde considération.

A Monsieur le Professeur Jean-Luc PASQUIÉ,

Je vous remercie d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse. J'ai toujours apprécié la cardiologie et je mesure l'importance de l'étroite collaboration de nos deux spécialités pour la prise en charge des malades les plus graves. Je suis donc très honoré d'avoir un jury pluridisciplinaire. Veuillez trouver ici l'expression de mon profond respect.

A Monsieur le Docteur Philippe GAUDARD,

Je suis honoré de te compter dans mon jury de thèse. Merci pour tes enseignements en particulier sur l'assistance circulatoire et ton engagement auprès des internes dans ce service. Tu es à l'origine de ce travail et je te remercie de m'avoir fait confiance pour le continuer avec l'aide d'Hélène. C'est avec beaucoup de plaisir que je reviens en novembre au DAR D. Sois assuré de mon estime et mon amitié.

A ma **maman**, pour ton soutien inconditionnel, pour l'amour que tu portes à Candice et moi. Merci de m'avoir « forcé » à travailler à l'école, de m'avoir aidé à faire mes devoirs, pour les dictées aux Issambres avec Vincent même si on est toujours aussi nuls en orthographe. Merci de m'avoir donné le goût de l'effort par le biais de la natation et surtout merci de m'avoir mis sur une moto à 5 ans (je sais que tu regrettes encore 😊). J'espère te croiser avec papa en bicyclette au ventoux ou au col de l'iseran.

A mon **papa**, pour m'avoir permis de pratiquer ma passion pendant plus de 15 ans, merci de ta patience et de ta motivation pour m'accompagner avec le camping-car sur les courses de moto. Merci pour toutes les vacances au ski, pour Neuvic, pour les stages à Lacanau et tous les autres trucs dans lesquelles vous m'avez suivi avec maman. Merci de m'avoir conseillé l'anesthésie réanimation au moment crucial de choisir ma spécialité. Vivement la route 66 en Harley ...

A **Candice** ma petite sœur chérie, pour toutes les fois où tu m'as « saoulé » quand on été gamins mais surtout pour toutes les fois où tu m'as couvert au près des vieux... Merci pour ta générosité avec tout le monde en particulier avec mamie à qui tu apportes beaucoup de réconfort dans cette période pas toujours facile à vivre. Merci de supporter mes potes complètement débiles, merci d'avoir organiser de A à Z la soirée de mes 25 ans à Neuvic, c'était énorme. Merci de ta complicité avec Lucile depuis toujours.

A **papy**, quel dommage de ne pas t'avoir aujourd'hui avec nous, ton départ brutal laisse un très grand vide pour toute la famille mais je garde l'image de papy Georges le grand-père moderne et model que tu étais.

A ma petite **mamie** que j'aime tant, merci pour tout ce que tu as fait pour Candice et moi quand nous étions petits, merci d'être venu nous chercher à l'école de Sayat et amené à la piscine pendant tant d'années, merci pour tous les goutés et repas délicieux que je suis venu dévorer à la maison. Merci à papy et toi pour les week-ends au Cros, les vacances en camping et plus récemment les moments passés à la grande motte ensemble. Je t'embrasse fort.

A mon cousin **Vincent** merci pour tous les moments incroyables qu'on a passé ensemble au ski ou en vacances à Neuvic ou en bretagne à faire de la voile quand on était petits. T'es le meilleur mécano que je connaisse, merci pour mon camion. Ton projet en voilier est génial je pense que vous allez vous gaver avec tes potes, Bon vent cousin. A **Adeline** ma plus grande cousine, on a pas mal de points communs, je parle évidemment pas de mon amour pour l'orthographe ou la lecture mais plutôt du ski ou du VTT, ce serait cool qu'on arrive à se voir un peu plus maintenant que tu es dans le sud. **Elodie** merci pour tout ce que tu fais pour notre belle famille, tu es toujours opérationnelle pour organiser une réunion réussie. T'es la première maman de nous tous bravo, Louis a trop de chance de t'avoir comme maman et voir sa petite tête sur Famileo est un plaisir pour la famille entière. A **Lucie**, encore une prof' qui l'eut cru, ils t'ont exporté sacrément loin mais je pense souvent à toi car je sais qu'on a une passion commune pour l'apéro ou les soirées. A Solene ma plus petite cousine qui à bien grandi bordel, je me rappel l'époque ou tu essayais de m'apprendre à faire du monocycle (je recommencerais bien d'ailleurs), c'est avec un grand plaisir que je passe vous voir tous à la grande motte l'été ; revenez quand vous voulez. A mon cousin **Jean-marie**, et à ma cousine **Maud**, je suis très heureux que vous ayez acheter cette maison à Neuvic, on va se voir encore plus même si cette année j'ai pas pu venir très souvent.

A mes oncles et tantes qui ont toujours veillez sur moi et toutes la fine équipe de cousins ...

A la **famille Millanvois**, vous avez toujours été d'un soutien sans faille pour lucile et moi durant les longues années d'étude de médecine. Un très grand merci à **Catherine** pour tous les repas que vous m'avez offert. Un grands merci aussi aux grands parents et au reste de la grande famille pour les fêtes de Noël. Bravo à **Pierre et Amandine** pour votre nouvelle maison j'espère bien venir vous y retrouver pour profiter avec vous de la montagne.

A ma deuxième famille ; **les COPAINGS** ; merci les potos pour toutes les soirées, journées, vacances qu'on a passé tous ensemble. Par qui commencer ? **Aloïs** « tonton » car notre rencontre remonte à la petite section de maternelle. Merci pour les soirées à Berzet 3600, merci d'être le meilleur alibi pour les clopes, merci d'être moniteur de plongée. A **Raphlass**, le frère que je n'ai jamais eu, merci pour les dimanches qu'on a passé à Sayat chez toi ou chez moi. Merci pour les vomis sur la grille de départ, merci de m'avoir volé le holeshoot à Reygade sans parler de la chute commune dans le dernier tour ... batard. Un EVG de folie sans mariage ne sert à rien, néanmoins merci de m'avoir pris en témoin. Merci pour cadeaux Faction, merci pour les vacances en suisse. Merci d'avoir enfin trouvé une meuf. Bravo d'avoir tiré le premier de la bande. A **Simon**, bonjour Monsieur, l'escroc, le brigand, la crapule. J'ai jamais fait autant de conneries qu'avec toi mais putain qu'est-ce qu'on se marre dès qu'on se retrouve. Entre le ski tracté par la 4L en ville, la fameuse soirée de Massiac (merci Alo), les rupteurs en soirées, notre fin de lycée commune, ta participation à MisterWEI, les tours de QR 50 à 6h du mat... A **Luigi**, toujours dans les bons coups, toujours la petite chemise... Merci pour notre été au poste de secours, pour le tour d'Europe en camion, pour le surf au Portugal. Merci de nous avoir toujours accueilli chez Domi pour les retours de soirées dans Clermont. A **Louis** pour tes douleurs fantômes des orteils, pour le meilleur voyage de notre vie, ou tu t'appelais nikki, merci de m'avoir donné goût au vélo et au surf. Merci d'être le seul à passer la barre (elle est comment la digue Anass ?). Merci pour Nice bro. A **Tomy**, merci champion, de m'avoir attendu au départ de l'UT4M, merci de faire les plus gros Whip d'Auvergne, pour les places du Sx de Paris. Vas-tu un jour arrêter de laisser gagner raph en karting ? réponse ce week-end. A **Jib**, un grand merci d'avoir créé la family ride et ses 2 films, merci pour les encéphalotomies chez ta grand-mère à Bord, bravo d'avoir mis le premier double Auvergnat à la Winter War. A **Fab** de nous avoir redonné l'envie de rouler tous ensemble et surtout d'avoir mis une branlée à charrade à la Rand'. A **Anass**, le plus grand chopeur de MILF de l'histoire, merci pour l'ambiance que tu mets à chaque occasion, merci pour notre première soirée covid, pour ta motivation infaillible pour réunir les copaings ; 2021 c'est plaisir, plaisir, plaisir. A **Lolo**, c'est qui le COACH ? c'est toi, seul les vrais savent ce que c'était Shangai la nuit, tu nous manques depuis que t'es en Autriche, je vais venir je te le promets. A **François** pour le bushcraft camion. A **Pierre** pour les vacances à Neuvic. Merci à tous les frères de la **family ride Kéké, Fif, Max, Bouvet, Léo, Jordi, Vic, Justin...**

Au membres de la SCI Chabrol-Brechet, notre maison à tous pendant l'externat, nos pensées pour Puisseux (il est où Dupasquier ?). **Franck, Florian** ou peut-être Jean-Franck pour les connaisseurs, tant d'années de vie commune pour que tu partes à Dijon pour t'endormir sur une aire d'autoroute, tant de journées passées en short chaussette de ski, tant de petit dej gênant autour de la table du salon mais surtout tant de semaines de ski chez Laure. Merci d'être mon parrain faluchard, de ta bienveillance lors de mon baptême, à toutes les soirées et autres festivals qu'on a fait et qu'on va continuer à faire je l'espère. A **Combeuh**, t'as tellement changé, si Denis savait ce que tu es devenu, fini les grands cheveux sales, fini les nuits endiablées, fini d'être le grand maître que tu étais gros cochons. Respect pour tes performances, t'es une machine mon pote, tu fais rêver enfoiré. Revient vite de ton île qu'on règle ça sur le vélo ou ailleurs... A monseigneur **Cournol**, merci pour les milliards de clopes devant Banshee ou 90 minutes enquêtes, merci de m'avoir filé ta chambre quand mon état le nécessitait, d'avoir guidé notre aventure cyclotouriste des Pyrénées à Clermont. Souvenir des petits pâtés de riz en Espagne et surtout de tes performances à questions pour un champion où tu iras prendre ta revanche ? A **Val**, le d'Artagnan de la cardiologie. On commence à se suivre depuis longtemps maintenant, les granolas devant Californication semblent déjà loin, merci d'être venu au soleil, merci pour toutes les séances d'entraînements, les soirées Zwift, les tours de pistes et autres conneries que ce fucking Ironman nous aura fait faire. J'espère que tu vas un jour comprendre que le travail c'est pas la vie... on a encore des défis idiots à réaliser (la RAF nous attend).

A **Jules**, mon frère, ces 5 ans d'internat montpelliérains sont passés tellement vite à tes côtés, dire que tu savais pas faire de kite à l'époque et que maintenant tu niques tout... A ce deuxième semestre à Nîmes et notre collocation hivernal à Perpignan c'était bon quand même. Merci d'être toujours motivé

et d'organiser des vacances de ouf comme à Dakhla ou Fuerteventura. Merci pour tes talents de cuisto et de chippendale, je t'aime mon pote ! A **Laura** bravo de supporter Jules dans tous ses délires, excuses moi aussi de l'entraîner dans mes conneries aussi !! merci pour nos séances de révisions en D4 et bravo d'avoir gagné la compet... les vacances kite et ski tous ensemble c'est trop bon j'espère que ça va continuer.

A **Martin**, quelle belle rencontre en deuxième semestre, on s'est pas lâché ensuite, t'es vraiment une machine et c'est probablement grâce à tes conseils que j'ai réussi ce fucking IM, vivement l'an prochain qu'on puisse se mettre mal à perpi. A bientôt sur un trail, un VTT ou sur les skis. A **Camille**, bravo pour tes performances dans tous les domaines mais surtout sur cette piste de Phillipides où tu n'as cessé de me fumer. Votre foyer s'agrandit, et pas qu'un peu ... félicitation à tous les deux (mais surtout toi) et bon courage pour les repas car je te préviens ça va pas rigolé !

A **Seb Hasko**, tu m'appelles fils mais je te considère comme mon grand frère, on a vite compris qu'on était pareil ou presque avec 10 ans d'écart, t'es vraiment barjo mais qu'est-ce qu'on s'éclate quand on se voit, entre les roc d'azur, le ski, les centaines de séances de kiné au cab' , les soirées ; on en passe tu temps ensemble et c'est pas fini car depuis que je suis le parrain de Célestine je fais vraiment partie de la famille. Ton année 2020 n'était pas facile mais comme d'hab' t'as été une machine et tout est en train de s'arranger. Merci bro t'es un modèle. A **Marion**, merci de m'avoir accueilli dans ta famille, c'est toujours un plaisir de venir vous voir avec **Marceau et Célestine**, Bravo pour votre mariage c'était un grand moment. Qui sais peut-être à bientôt dans les Landes ?

A **Jérémy**, je sais même pas où te mettre tellement t'es partout. Du coup t'as un paragraphe pour toi tout seul... Des rencontres comme toi on en fait pas souvent, depuis 5 ans plus ça va plus on se voit mais tu me fais tellement marrer. Tu nous auras bien cassé les couilles avec tes mémoires et autre thèse mais t'es pardonné. Bravo pour tes performances en kite et en ski tu lâches jamais rien ; un vrai soldat le type. Bravo pour le Ventouxman, et à bientôt pour de nouvelles aventures.

A **Laure** toi aussi il te faut un paragraphe à toi 😊 T'as toujours été là pour moi et pas qu'un peu, merci pour les vacances au ski aux Arcs, merci pour les soirées, pour ta joie de vivre. C'est trop cool que tu sois à Montpellier et bravo à **Charles** qui te supporte.

A **Carole et Mike** merci de nous accueillir dans les Landes, c'est trop top, à bientôt dans l'eau bande de surfeurs.

A tout mes amis du motocross (**rémi, geoffrey, kakou, gilian, bastien, benjamin, frédo** ...) une très grande pensée pour **Rodolphe**, tu me manques toujours, tu as été un vrai coach, un vrai modèle pour nous tous en particulier tomy raph et moi. J'aurai aimé partager encore pleins de truc avec toi, je pense que tu serais fier de ce qu'on est devenu. A **Seb Garreau**, merci pour tout ce que t'as fait pour nous, à bientôt et bravo pour la belle famille que tu construis.

Au copains du Kitesurf, encore merci à Jules et Ben pour l'organisation de Dakhla. A **Marion et Thomas** vous faites un trop beau couple, Marion merci pour les sessions de kite pluvieuses et froides de Perpi, Thomas pour les Ti-punch et la bonne humeur qui va avec. A **Lucas** je me rappelle encore quand tu savais pas faire de kite et ton semestre à Narbonne t'a transformé en machine, chapeau. A **Thomas, Guéna** et toutes l'équipe de brutes que vous êtes. **Valentine** et les autres que j'oublie.

Aux amis d'externat de Clermont-Ferrand, **Totor** pour tous les délires avec toi, tu t'arrêtes jamais et pour les ptits Chablis dans ton canap quand on passe à l'improvisiste, **Paul, Léa, Julien** pour les sessions Wake et toutes les soirées, **Gut** t'as toujours été présent et ton appart un vrai repère pour nous tous 24/24 7/7 ; au souvenir des 24h de canapé, à bientôt à la réunion bro, A **Mathieu buisson** le seul et unique majeure à mes yeux, **Aline, Ariane, Antoine, Timila, Joumana, Louis, laure-anne, William** et l'ensemble de la promo 2011-2016 c'était une belle Aventure.

A tout les potes de la promo 2016 d'anesthésie de Montpellier : A **Lorrain** redoutable coureur, passionné de swan-ganz, de veines pulmonaires et maintenant papa, félicitation man. A **Matteo** et **Marc** merci pour ce DU à Marseille riche en découverte et toutes les soirées. Maintenant que vous êtes des machines en kite et en vélo on va pouvoir encore bien se marrer ensemble. A **Geoffrey** bravo pour ce que tu as déjà réaliser en trail, t'es en train de redevenir une bête, merci de nous avoir fait découvert Lacalmette et sa fête, merci d'avoir présider l'internat de Nimes et merci pour Justin aussi. A **Baptiste** à bientôt au DAR D, j'espère qu'on va se refaire des session VTT ou ski de rando. A **Jade** pour ce début d'internat et au DU où on a passé des grands moments de rigolade, dommage qu'on se capte pas plus souvent. A **Arnaud**, pour ta passion de l'antibiologie, et ce semestre de pédiat inoubliable. A **Laysa** pour ton sérieux et ta bonne humeur en stage. A **Vivien**, que dire sur toi tellement tu excelles dans tous les domaines, t'es une sacrée pointure en recherche mais t'es surtout mec simple avec qui j'ai passé deux super semestres. A **Julie**, quelle histoire cette réa med, merci pour ton humour et ta bonne humeur permanente, j'espère que ta collaboration avec vivien et kévin va apporter des grands résultats, en tout cas vous faites une belle team. A **Chirine** un énorme merci pour ton implication et tout ce que tu as fait en tant que chef de filière. Merci aussi pour tous les bons moments qu'on a passés ensemble, à bientôt sur le kite ou pourquoi pas au ski, on va bien finir par se capter. **Mathias, Yasmina, Elodie, Victor, Marwane, Benjamin.**

A la team des Dalton de Perpignan, Jules évidemment t'étais encore dans les bons coups, Big-up à **Nacim** une putain de belle rencontre, t'es mon DESMIR préféré c'est sûr, Bravo pour ce premier semestre où t'as tout fracassé et le reste de ton internat qui a pas l'air si facile... pensée pour **Esra** avec qui tu fais un très beau couple. A **Nico Dubois** pour toutes les fois où t'as l'air complètement à l'Ouest mais où tu gères de ouf, merci pour la vidéo de thèse de Lucile et toutes autres vidéos que tu montes en temps record. J'attends toujours un petit vol en avion... A **Jordi**, « faut la Jordi » ; que de souvenir à Perpi, c'était bon les soirées internat. A bientôt en festival mon poto.

A toute la grande famille de l'anesthésie réanimation Montpellieraine. **Blandine**, on a vite compris qu'on allait bien s'entendre, t'es une super pote et t'es surtout une sacrée machine en sport, on forme une belle équipe avec Lucile, Martin, Cam... Maintenant que tu connais tous mes potes on va plus se lâcher. A **Benjamin Garnaud**, merci pour ce semestre d'ortho à Nimes, c'était tellement cool et ça me paraît tellement loin l'époque l'invention de la perfusion imaginaire de Rémi... Heureusement qu'on se capte sur les spots de Kite ou en ski de rando. Bise à **Ariane** qui partage tout avec toi. A **Aurélien** merci de m'avoir guidé pour qu'on se retrouve assistant ensemble au DAR D, merci de m'avoir fait connaître l'UNSM et à bientôt dans l'eau pour que tu me fume encore et encore... A **Timothée**, quand tu veux pour des sessions velo après le taff dès le mois de novembre, faut qu'on se trouve un délire à préparer ensemble. A **Mathieu** pour ce semestre de folie avec Martin au DAR C, merci pour tout ce que tu fais pour les internes DESAR de Montpellier. A **Arthur**, une fin d'internat de rêve en ta compagnie bro, en plus c'est pas fini, on va kiffer l'année prochaine ensemble à ADV, bravo d'être papa et bravo à **Bertille** d'être maman aussi, vous mettez la pression bordel. A **Hugo**, DAR D et Pédiat ensemble, c'était plus qu'il n'en faut... bravo pour tout ce que t'arrive à faire, tu m'impressionnes vieux, bonne continuation à Nîmes et ailleurs surtout. A **Phil et Nico**, vous êtes inséparables mais c'est tellement un plaisir de bosser avec vous, enfin « bosser ». Merci pour ce dernier semestre à St Eloi, à bientôt au Fizz, au Pulp ou sur le vélo. A tout les autres que j'ai eu la chance de croiser en stage ; **Beber** merci pour les conseils que t'as pu m'apporter du premier au dernier semestre, à **Hélène, Audrey, Adeline, Jennifer, Ariane, Christopher, Mathieu Cros, Alex, Thomas Lancry** (t'as vu, t'as bien fait de venir à Montpellier), **Lucas, Pierre, à Joris** on se suit partout mon pote soit sur le vélo soir au boulot, **Florène** merci d'avoir pris le relais de chichi.

A toutes l'équipe de la réa méd de Montpellier, Merci à **Charlotte** t'es vraiment une fille top, merci pour les conseils infectio que tu me donnes 7j/7, A **Eddine et Cyril** vous m'avez fait kiffer la médecine interne bande de tarés. A **Maxime, Tiana, Jonathan, Nico, Cécile.**

Aux internes du DAR D hiver 2021, merci à tous : **Benjamin** à bientôt sur le kite on se voit en novembre à ADV, **Thomas Sfara** pour les chocs hémorragiques, **Dimitri** pour les burger de papa, **Karim** mon pote tu me fais trop déliré c'était un plaisir de faire ce DU et de bosser à tes côtés, à **Léa** pour ces 6 mois ou t'as été une machine malgré ton amour inconditionnel pour la coro, aux **deux Chloé** vous nous devez toujours cette battle de TWERK ... , à **Eve** c'était vraiment cool de bosser avec toi, A **Cyprien** pour ton implication en stage et surtout ta baignade à la soirée de fin de stage.

Aux internes du bloc digestif été 2021 (**Justine, Simon, Gaudéric, William, Robin**) j'ai kiffé bosser avec vous tous, j'espère que j'ai pu vous apprendre quelques trucs quand même.

Un merci tout particulier à **Clement Degi** pour ton aide de dernière minute alors que t'étais pénard sur la plage à Lisbonne.

A toutes les **équipes médicales et paramédicales** des stages où je suis passé, en particulier la réanimation de Perpignan et le DAR D où je vais poursuivre mon parcours pour les deux ans qui viennent ainsi qu'au bloc Saint-Eloi où je suis actuellement.

A **Lucile**, Lulue depuis la fin du Collège que tu me supportes, je suis tombé amoureux de toi alors que t'étais avec Simon (désolé bro) mais depuis le jour où t'as accepté de sortir avec moi (on disait comme ça à l'époque) je t'aime chaque jour un peu plus. T'es la femme de ma vie, mon âme sœur, on a tout traversé ensemble (la P1, la D4, l'internat...) et toutes ces réussites sont grâce à toi. On partage tellement de choses ensemble, tu m'impressionnes par ton envie d'aventures dans tous les domaines en particulier les sports de glisses qu'on adore. T'es une femme extraordinaire et une excellente médecin du sport. J'ai énormément de chance de passer ma vie à tes côtés, je t'aime.

Table des matières

Liste des abréviations	28
1 Introduction.....	30
2 Matériel et méthode	32
2.1 Définition de la population cible (critères d'éligibilité).....	32
2.2 ECMO-VA et gestion quotidienne	32
2.3 Objectifs principal et secondaires	33
2.4 Critère d'évaluation principal.....	33
2.5 Critères d'évaluations secondaires	33
2.6 Données collectées.....	34
2.7 Analyses statistiques	35
3 Résultats.....	36
3.1 Population	36
3.2 Critère de jugement principal	39
3.3 Critères secondaires	39
3.4 Devenir et modalité de sortie d'ECMO-VA.....	40
3.5 Durée de séjour	40
3.6 Profil hémodynamique des 7 premiers jours.....	41
3.7 Analyse multivariée	49
4 Discussion	51
5 Conclusion	55
6 Bibliographie.....	56
7 Appendix.....	58

Liste des abréviations

ACMT : assistance circulatoire mécanique temporaire

ACR : arrêt cardio respiratoire

AOMI : artériopathie oblitérante des membres inférieurs

AVC : accident vasculaire cérébral

BCPIA : ballon de contre pulsion intra-aortique

BPM : battements par minute

CGR : culots globules rouges

CHU : centre hospitalier universitaire

CMD : cardiomyopathie dilatée

ECMO : extracorporeal membrane oxygenation

ECMO-VA : extracorporeal membrane oxygenation – veno arterial

ECLS : extracorporeal life support

ENCOURAGE score : prEdiction of Cardiogenic shock OUtcome foR AMI patients salvaGed by VA-ECMO

ELSO : extracorporeal life support organization

EER : épuration extra-rénale

ETCO₂ : end tidal CO₂ : fraction expirée en dioxyde de carbone en fin d'expiration

FA : fibrillation atriale

FeVG : fraction éjection ventriculaire gauche

FC : fréquence cardiaque

FV : fibrillation ventriculaire

IC : intervalle de confiance

IGS II : indice de gravité simplifié II

IMC : indice de masse corporelle

IOT : intubation oro-trachéale

IRA : Insuffisance Rénale Aigue

IRB : Institutional review board

ITV : intégrale temps vitesse

KDIGO : kidney disease improving global outcomes

LVAD : left ventricular assistance device

MCE : massage cardiaque externe

NAD : noradrénaline

NFS : numération formule sanguine

NT-proBNP : N-terminal pro hormone peptide natriurétique de type B

mmHg : millimètres de mercure

OR : odd ratio

PAD : pression artérielle diastolique

PAM : pression artérielle moyenne

PAS : pression artérielle systolique

PCT : post-cardiotomie

PP : pression pulsée

SAVE Score : survival after veino-arterial ECMO

SCA : syndrome coronarien aigu

SIRS : syndrome de réponse inflammatoire systémique

ScvO₂ : saturation veineuse centrale en oxygène

SOFA Score : sequential organ failure assessment

TP : prothrombine

TV : tachycardie ventriculaire

UI : unité internationale

1 Introduction

Le choc cardiogénique est caractérisé par une hypoperfusion tissulaire généralisée, consécutive à une baisse du débit cardiaque en l'absence d'hypovolémie. Celui-ci compromet rapidement les fonctions d'organes et peut aboutir à un arrêt cardiorespiratoire. Il s'agit donc d'une urgence vitale, dont le pronostic reste sombre (1),(2). Sa prévalence en Europe est d'environ 70000 cas par an. La première cause de choc cardiogénique est l'infarctus du myocarde, viennent ensuite les décompensations de cardiopathies chroniques, le choc post cardiectomie et les myocardites (1). Il est possible de classer les chocs cardiogéniques en fonction du type de structure atteinte : l'atteinte cardiaque peut être d'origine myocardique, valvulaire, rythmique, péricardique ou obstructive. Depuis toujours, le choc cardiogénique est grevé d'une mortalité très importante. La mortalité actuelle varie entre 40 à 60 % (3),(4). La morbidité est elle aussi très importante. À 1 an, 60 % des patients sont de nouveau hospitalisés pour des symptômes d'insuffisance cardiaque (1). Le traitement du choc cardiogénique a pour objectif de rétablir un débit cardiaque adapté à la demande métabolique de l'organisme. Hormis le traitement étiologique précoce, la prise en charge initiale repose sur les catécholamines, essentiellement inotropes positives, comme la dobutamine, et vasopressives, en première intention la noradrénaline (5). En cas d'inefficacité ou d'intolérance des catécholamines, le choc cardiogénique est dit réfractaire et relève d'une assistance circulatoire mécanique temporaire (ACMT), dans les plus brefs délais, en l'absence de contre-indication (comorbidités, âge, limitation thérapeutique) (6). Les dispositifs d'ACMT utilisés actuellement sont l'ECMO veno-artérielle (ECMO-VA), pour « extra- corporeal membrane oxygenation » ou parfois aussi appelée extra-Corporeal life support (ECLS) et les microturbines Impella®. Le ballon de contre-pulsion intra-aortique (BCPIA) n'est plus recommandé dans le choc cardiogénique depuis l'étude IAPB-Shock II (7) en 2012.

L'ECMO-VA est le dispositif de première intention en réanimation dans l'indication du choc cardiogénique. Elle procure une assistance circulatoire globale jusqu'à 100 % du débit cardiaque théorique avec oxygénation du sang et est rapidement mise en place par voie périphérique.

Elle permet d'attendre que le cœur récupère, que le patient soit greffé ou encore soit implanté d'une assistance cardiaque longue durée type LVAD (Left Ventricular Assistance Device).

Cependant, l'ECMO VA présente également des inconvénients en opposant une post-charge importante au ventricule gauche défaillant. Cela peut réduire, voire arrêter la circulation

pulmonaire et le flux sanguin dans les cavités cardiaques. Le recours à une Impella® en adjonction à l'ECMO VA peut être utile pour décharger le ventricule gauche et donc limiter le risque d'œdème aigu du poumon et de thrombose intra cavitaire (8).

De plus, l'interaction avec les surfaces artificielles et la membrane d'oxygénation du circuit extracorporel contribue à la réponse inflammatoire déjà initiée en raison du faible débit cardiaque, de l'hypoperfusion tissulaire, de l'ischémie mésentérique et éventuellement de l'infarctus du myocarde en cas de syndrome coronarien aigu. Ce syndrome de réponse inflammatoire systémique (SIRS) est similaire au sepsis. Sa principale présentation clinique est une dysfonction vasculaire entraînant une vasoplégie et un syndrome de fuite capillaire responsable d'une hypovolémie relative et d'une inflation interstitielle.

Comme le débit généré par la pompe centrifuge est continu, la pression artérielle sous ECMO-VA devient peu ou pas pulsatile et est représentée essentiellement par la pression artérielle moyenne (PAM). Les cibles idéales de PAM sous ECMO-VA font l'objet de débats mais il est largement admis que la PAM ne doit pas être inférieure à 65 mmHg comme cela est recommandé dans le choc septique (9) pour maintenir une pression de perfusion minimale, et ne doit pas dépasser 95 mmHg pour limiter la post-charge. En France, la noradrénaline est le médicament de première intention pour obtenir cet objectif de PAM après correction de la volémie, sans limitation de dose, tandis que des mécanismes de résistance peuvent s'activer et son efficacité peut être limitée en cas d'acidose. Les effets secondaires potentiels sont la survenue d'arythmies (fibrillation atriale (FA)), tachycardie, libération de cytokines pro-inflammatoires, immunosuppression (10), dysfonction rénale, ischémie par atteinte microcirculatoire. La gestion de la PAM et des vasopresseurs sous ECMO-VA est très peu décrite dans la littérature (11), bien que ceux-ci soient très largement utilisés en pratique courante. En particulier, nous ne connaissons pas la fréquence d'utilisation et les doses de noradrénaline sous ECMO-VA, ainsi que leur implication pronostique. La vasoplégie sous ECMO-VA est définie par une hypotension sévère avec PAM < 65 mmHg nécessitant une dose de Noradrénaline > 0,1 µg/kg/min et ne répondant pas au remplissage rapide par 500 ml de cristalloïde avec un débit sanguin global estimé (débit extracorporel + débit transpulmonaire) > 2 L/min/m² ou permettant de maintenir une saturation veineuse centrale en oxygène, ScvO₂ > 65 %. Nous souhaitons étudier notre cohorte récente de patients traités avec une ECMO-VA afin de décrire la vasoplégie sous ECMO-VA, le traitement par noradrénaline et l'incidence de complications sous traitement.

2 Matériel et méthode

Nous avons mené une étude de cohorte, descriptive, observationnelle, rétrospective de janvier 2015 à décembre 2018, monocentrique au CHU Arnaud de Villeneuve à Montpellier (ClinicalTrials.gov Protocol Registration NCT03968926 ; IRB (Institutional review board) n° 2019_IRB-MTP_02-09).

2.1 Définition de la population cible (critères d'éligibilité)

Critères d'inclusion :

- Patient sous ECMO-VA hospitalisé dans le département d'Anesthésie-Réanimation du CHU Arnaud de Villeneuve à Montpellier (DAR ADV) de janvier 2015 à décembre 2018
- Pour choc cardiogénique dû à un syndrome coronaire aigu (SCA), une décompensation de cardiopathie chronique, une myocardite aiguë infectieuse ou adrénergique ou en post-cardiotomie
- Présentant une vasoplégie nécessitant une dose de noradrénaline $> 0,1 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ dans les 48 heures après la mise sous ECMO-VA

Critères d'exclusion :

- Autres causes de choc cardiogénique : toxique, embolique, après transplantation cardiaque ou assistance mono-ventriculaire gauche de longue durée
- Contexte de choc septique associé
- Arrêt cardiaque avec No Flow > 5 minutes ou Low Flow > 45 minutes
- Durée d'ECMO < 24 heures
- Refus de participer après réception de la lettre d'information

2.2 ECMO-VA et gestion quotidienne

L'ECMO-VA était constituée d'un oxygénateur à membrane (PH.ISIO et EOS; Sorin Group, Clamart, France), d'une pompe centrifuge (Stockert; Sorin Group) et de canules artérielle et veineuse insérées dans l'artère et la veine fémorale (Fem-Flex et Fem-Track; Edwards Lifesciences, Guyancourt, France). Une canule de reperfusion supplémentaire de 7 French était insérée en distalité dans l'artère fémorale pour éviter l'ischémie du membre inférieur. La mise

en place de l'ECMO était réalisée par voie périphérique fémoro-fémorale selon la technique de Seldinger, avec abord chirurgical de la veine et de l'artère fémorales communes si l'implantation était faite au bloc opératoire, ou par abord percutanée des mêmes vaisseaux en cas d'implantation dans le service de réanimation. L'anticoagulation était effectuée avec de l'héparine non fractionnée ajustée secondairement afin d'obtenir une activité anti-Xa entre 0,2 et 0.3 UI par millilitre. Une évaluation clinique, hémodynamique, échocardiographique et biologique était quotidiennement réalisée pour apprécier la récupération des fonctions cardiaque et respiratoire afin d'estimer le moment optimal pour entreprendre le sevrage progressif de l'ECMO.

2.3 Objectifs principal et secondaires

- Principal : Décrire l'incidence de complications majeures constituant un critère composite comprenant la mortalité, l'insuffisance rénale aiguë et l'arythmie sévère chez les patients présentant une vasoplégie sous ECMO- VA.

- Secondaires : Décrire l'incidence de vasoplégie réfractaire et le profil hémodynamique des 7 premiers jours. Décrire les événements indésirables graves et le devenir des patients après sevrage de l'ECMO-VA. Décrire les facteurs associés à la mortalité à J30 concernant les comorbidités, l'étiologie du choc, les traitements hémodynamiques avant et pendant l'ECMO-VA.

2.4 Critère d'évaluation principal

Incidence du critère composite de complications majeures comprenant la survenue soit d'une insuffisance rénale aiguë classée KDIGO 2 ou 3 dans les 7 jours, soit d'une arythmie sévère (FA avec fréquence cardiaque (FC) > 150 battements/minutes (bpm) ou chute de PAM > 20 %, tachycardie ventriculaire (TV) soutenue, fibrillation ventriculaire (FV)) dans les 7 jours, soit du décès dans les 30 jours après la mise sous ECMO-VA.

2.5 Critères d'évaluations secondaires

- Incidence de l'hypotension réfractaire initiale définie par une dose de noradrénaline ne pouvant être baissée en dessous de 1 µg/kg/min dans les 2 premières heures après la mise sous ECMO-VA.
- Incidence de vasoplégie réfractaire définie par une dose de noradrénaline > 1 µg/kg/min dans les 7 jours.
- Mortalité en réanimation à J7, J30 et J90.
- Jours vivant sans ECMO-VA : Nombre de jours de vie sans ECMO-VA à 30 jours après l'implantation de cette ECMO-VA
- Profil hémodynamique de J0 à J6 selon les données clinico-biologiques habituelles de surveillance en réanimation : pression artérielle moyenne (PAM) la plus basse et la plus élevée, pression pulsée (PP) la plus élevée.
- Débit cardiaque natif : débit cardiaque moyen sur la journée (L/min) mesuré par échocardiographie (intégration temporelle de la vélocité aortique par Doppler (ITV)) ou par un cathéter d'artère pulmonaire.
- Débit de l'ECMO : débit moyen sur la journée de l'ECMO-VA (L/min)
- Lactate : niveau de lactate le plus élevé de la journée (mmol/L)
- ScvO2 : Saturation en oxygène veineuse centrale la plus basse (%)
- Bilan hydrique : Bilan hydrique total calculé du jour 0 au jour 6 (mL)
- Devenir immédiat après l'ECMO-VA : décès, transplantation cardiaque, dispositif d'assistance ventriculaire, récupération, récurrence du choc, limitation du traitement.
- Durées de séjour en réanimation et à l'hôpital.
- Recueil des évènements indésirables graves : défaillances d'organe rénal (créatininémie, diurèse) et hépatique (bilirubine, TP), accident vasculaire cérébral (AVC), hémorragie nécessitant une transfusion sanguine ou une révision chirurgicale, ischémie de membre, ischémie mésentérique, infection documentée.
- Évaluation de la défaillance des organes : Score d'évaluation séquentielle de la défaillance des organes (SOFA de 0 à 24), les valeurs les plus élevées représentant un résultat moins bon.

Enfin, nous avons effectué une comparaison de deux groupes en fonction de la mortalité à J30 selon ces mêmes critères d'évaluation.

2.6 Données collectées

Nous avons collecté les données démographiques, étiologiques et scores de gravité à l'implantation de l'ECMO-VA, les paramètres hémodynamiques et les traitements à visée cardiovasculaire administrés avant, pendant et à l'issue immédiate de l'ECMO-VA, la balance hydrique quotidienne, les paramètres biologiques de suivi habituel avec en particulier la gazométrie artérielle et veineuse, la lactatémie, la créatininémie, la bilirubinémie, le NT-proBNP, la natrémie, la numération formule sanguine (NFS) et le bilan de coagulation. La surveillance s'est limitée aux 7 premiers jours sous ECMO-VA. Nous avons également noté la présence ou non d'une épuration extra-rénale, de recours à un traitement par lévosimendan, d'un ballon de contre pulsion intra-aortique (BCPIA), d'une Impella® et d'une ventilation mécanique. Les complications observées, le devenir immédiat à l'arrêt de l'ECMO-VA et les durées de séjour en réanimation et à l'hôpital ont été relevés.

2.7 Analyses statistiques

Les variables quantitatives ont été présentées par la moyenne \pm écart-type ou médiane [premier et troisième quartile] selon la normalité de la distribution. L'analyse univariée a été réalisée avec un test paramétrique de Student ou un test non paramétrique des rangs de Wilcoxon pour les variables quantitatives en fonction de la normalité ou non de la distribution. La normalité de la distribution était testée selon le test de Shapiro-Wilk. Les variables qualitatives ont été représentées par l'effectif et le pourcentage de patients présentant cette variable. Les différences ont été analysées par un test de Fisher ou Chi 2 selon les effectifs, en analyse univariée.

Nous avons utilisé un test ANOVA pour l'analyse des mesures répétées en utilisant le test de Tukey pour les comparaisons multiples post-hoc entre les différents temps.

L'analyse multivariée a été réalisée à partir des variables liées au décès ou au critère de jugement composite avec un indice $p < 0,20$ en analyse univariée. Nous avons réalisé une régression logistique multiple en affinant le modèle par sélection des variables pas-à-pas ascendante. Ces variables, indépendamment liées de manière significative au décès ou aux complications, sont résumées par leur odds ratio (OR) (intervalle de confiance 95 % (IC95%)).

L'analyse statistique ainsi que les représentations graphiques ont été réalisées sur le logiciel Prism Graph Pad version 6. L'analyse multivariée a été effectuée sur XLSTAT.

Le seuil de significativité retenu est $p < 0,05$.

3 Résultats

3.1 Population

La sélection des patients est représentée dans la figure 1. La base de données des patients sous assistances circulatoires temporaires comportaient 270 patients entre 2015 et 2018. Parmi ces patients, 246 étaient assistés par une ECMO-VA. Au total, 95 malades présentaient des critères d'exclusion. A partir de ce screening, nous avons inclus dans notre étude 146 patients qui avaient reçu une dose de noradrénaline supérieure à 0,1 µg/kg/min dans les 48 premières heures, soit 96,7% de la cohorte sélectionnée.

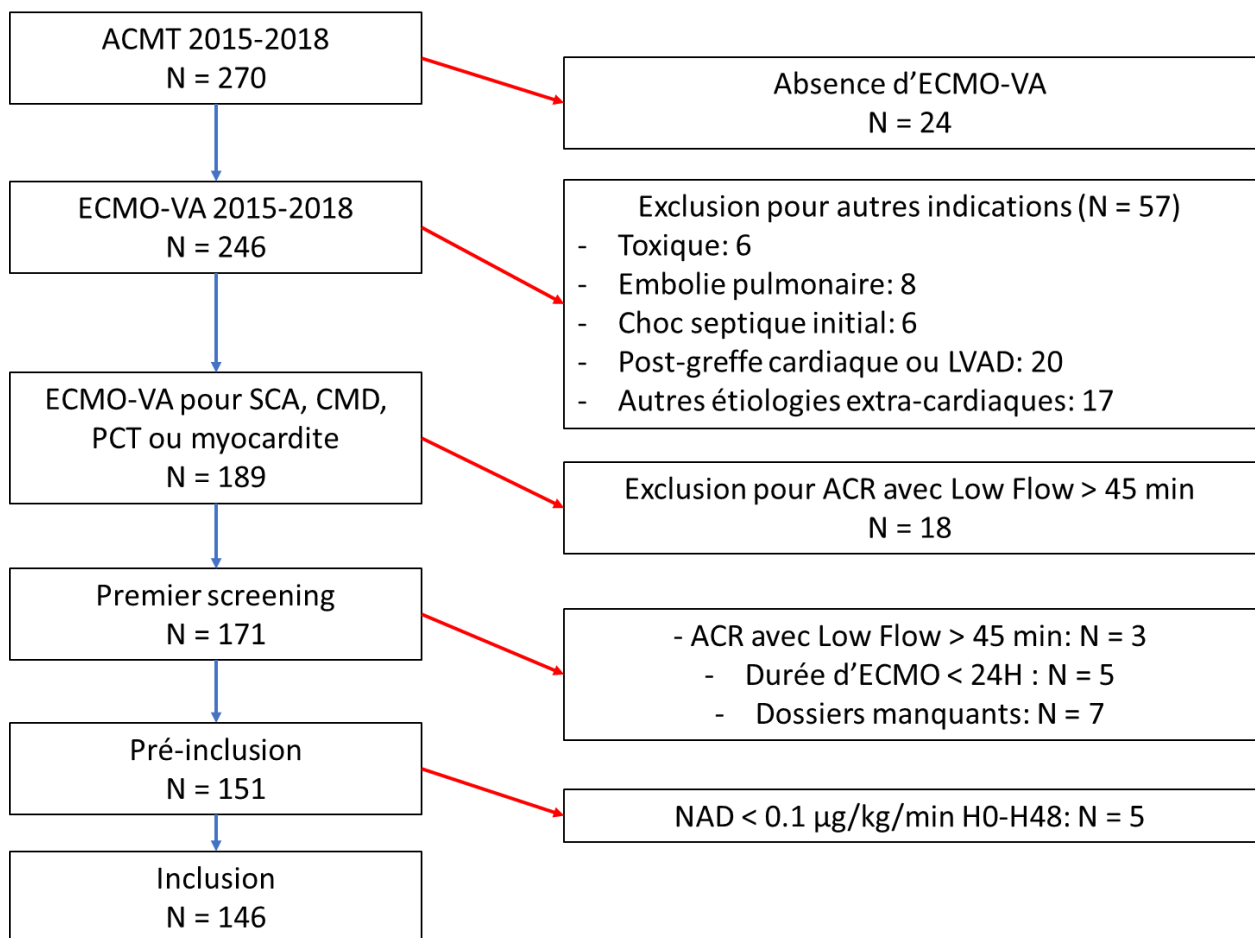


Figure 1 : flow chart

ACMT : assistance circulatoire mécanique temporaire ; ECMO-VA : extracorporeal membrane oxygenation – veno arterial ; ACR : arrêt cardio circulatoire ; NAD : noradrénaline ; SCA : syndrome coronaire aigu ; CMD : cardiomyopathie dilatée ; PCT : postcardiotomie

Les caractéristiques de la population avant la mise sous ECMO-VA sont représentées dans le tableau 1.

L'analyse des caractéristiques de la population montrait que l'âge et l'IMC (Indice de masse corporelle) étaient statistiquement plus élevés dans le groupe « Décédés à J30 ». Concernant les antécédents des patients, seul l'AOMI (artériopathie oblitérante des membres inférieurs) était statistiquement plus fréquente dans le groupe « Décédés à J30 ». L'étiologie la plus représentée était le syndrome coronarien aigu, à l'origine du choc cardiogénique dans 37 % des cas. Il semblait exister une différence de pronostic selon l'étiologie du choc cardiogénique. En effet, les décompensations de cardiopathies semblaient avoir un meilleur devenir alors que les chocs post cardiectomie semblaient évoluer plus défavorablement. Parmi les paramètres relevés avant la mise sous ECMO-VA, il existait une différence statistiquement significative entre le groupe « Vivants » et « Décédés à J30 » pour les scores SOFA, montrant une gravité des malades plus importante au moment de la pose de l'ECMO dans le groupe « Décédés à J30 ». Les scores pronostiques ENCOURAGE et SAVE étaient également plus défavorables chez les patients qui décéderont. Concernant les amines, seule la dose d'adrénaline était significativement plus importante dans le groupe « Décédés à J30 ».

Tableau 1 : Caractéristiques de la population

Variables	Population totale n = 146	Décédés n = 71	Vivants n = 75	p value
Caractéristique à l'admission				
Sexe (H/F)				0,2854
Homme	100 (68)	52 (73)	48 (64)	
Femme	46 (32)	19 (26)	27 (36)	
Age	62 [52-68]	64 [56-71]	59 [48-66]	0,0081
Indexe de masse corporelle	25 (±5)	26 (± 5)	24 (± 5)	0,0012
Etiologies				
Syndrome coronarien aigu	54 (37)	28 (39)	26 (35)	0,6085
Décompensation cardiopathie	40 (27)	13 (18)	27 (36)	0,0252
Post-cardiotomie	40 (27)	26 (37)	14 (19)	0,0167
Myocardite	12 (8)	4 (6)	8 (11)	0,3693
Comorbidités				
Insuffisance cardiaque (FeVG<40 %)	37 (25)	14 (20)	23 (31)	0,1823
Infarctus du myocarde	45 (31)	20 (28)	25 (33)	0,5913
Hypertension	46 (32)	27 (38)	19 (25)	0,1113
Diabète	36 (26)	17 (23)	21 (28)	0,7062
Accident vasculaire cérébral	10 (7)	4 (6)	6 (8)	0,7461
AOMI	13 (9)	11 (15)	2 (3)	0,0080
Insuffisance Rénale Chronique	26 (18)	15 (21)	11 (15)	0,3879
Paramètres pré-ECMO				
ACR avant ECMO	53 (36)	29 (41)	24 (32)	0,3037
Pose ECMO sous MCE	23 (16)	13 (18)	10 (13)	0,4974
IOT avant ECMO	130 (89)	67 (94)	63 (84)	0,0627
Cure lévosimendan® dans les 8 jours avant ECMO	5 (3)	4 (6)	1 (1)	0,2
BCPIA avant ECMO	5 (3)	4 (6)	1 (1)	0,2
IMPELLA® avant ECMO	9 (6)	5 (7)	4 (5)	0,7404
EER avant ECMO	11 (8)	5 (7)	6 (8)	1
FA ou Flutter pré-ECMO	25 (17)	13 (18)	12 (16)	0,8268
FV ou TV pré-ECMO	44 (30)	22 (31)	22 (29)	0,8584
IGS II	42 [31-65]	49 [34-69]	39 [30-63]	0,1035
SOFA	10 (±0,25)	11 (±0,34)	9 (±0,34)	0,0006
Encouragement	22 (±0,62)	24 (±0,94)	21 (±0,79)	0,0093
SAVE	- 7 (±0,62)	-9 (±0,66)	-6 (±0,68)	0,0017
FeVG %	12 [10-20]	15 [0-25]	11 [10-20]	0,2031
Lactate (mmol/L)	5,3 [3,5-9]	5,7 [3,7-10,5]	4,8 [3,3-8,2]	0,1486
Noradrénaline (µg/kg/min)	0,58 [0,22-1,23]	0,68 [0,22-1,34]	0,54 [0,19-1,21]	0,4145
Dobutamine (µg/kg/min)	3,7 (±0,36)	3,5 (±0,54)	3,8 (±0,49)	0,3397
Adrénaline (µg/kg/min)	0,15 (±0,04)	0,21 (±0,07)	0,09 (±0,04)	0,0267

Données exprimées en moyenne (± écart-type) ou médiane [premier et troisième quartile] pour les variables quantitatives selon la normalité de la distribution et en effectif et pourcentage pour les variables qualitatives. H : homme, F : femme, AOMI : artériopathie oblitérante des

membres inférieurs, ACR : arrêt cardio respiratoire, MCE : massage cardiaque externe, IOT : intubation oro-trachéale, BCPIA : ballon contre pulsion intra aortique, EER : épuration extra rénale, FA : fibrillation atriale, FV : fibrillation ventriculaire, TV : tachycardie ventriculaire IGS2 : Indice de Gravité simplifié II, score SOFA (sepsis-related organ failure assessment), FeVG : fraction d'éjection ventricule gauche, ECMO : extracorporeal membrane oxygenation.

3.2 Critère de jugement principal

Dans notre cohorte de 146 malades la mortalité à 7 jours était de 24 %, à 30 jours de 49 % et à 3 mois de 62 %. L'incidence du critère de jugement principal (critère composite comprenant la mortalité, l'insuffisance rénale aiguë et l'arythmie sévère (tableau 2) était de 118/146 soit 81 % de l'intégralité de la cohorte. Elle était de 100 % dans le groupe « Décédés à J30 » et de 63 % chez les vivants avec une différence significative ($p < 0,0001$).

Tableau 2 : critère de jugement principal

Variables	Population			p value
	générale n = 146	Décédés n = 71	Vivants n = 75	
Critère de jugement principal	118 (81)	71 (100)	47 (63)	< 0,0001
IRA KDIGO 2 ou 3	79 (54)	49 (69)	30 (40)	0,0005
FA avec FC > 150 ou baisse PAM > 20%	44 (30)	28 (39)	16 (21)	0,0197
TV soutenue ou FV	34 (23)	17 (24)	17 (23)	1
Décès J30	71 (49)	71 (100)	0 (0)	< 0,0001

Données exprimées en effectif et pourcentage. IRA : Insuffisance Rénale Aigue, KDIGO : kidney disease improving global outcomes, FA : Fibrillation Atriale, FC : Fréquence Cardiaque, PAM : Pression Artérielle Moyenne, TV : Tachycardie Ventriculaire, FV : Fibrillation Ventriculaire.

3.3 Critères secondaires

L'incidence de l'hypotension réfractaire initiale (dans les deux premières heures après la mise en place de l'ECMO-VA) était de 72/146 soit 49 %. Elle était de 50 % dans le groupe « Décédés » et 48 % dans le groupe « Vivants » à J30, sans différence statistiquement significative. L'incidence de la vasoplégie réfractaire dans les 7 premiers jours sous ECMO-VA était de 76 % dans le groupe « Décédés » et de 56 % dans le groupe « Vivants à J30 » avec une différence statistiquement significative ($p = 0,014$). La dose maximale médiane [Q1-Q3] de noradrénaline au cours des 7 premiers jours était respectivement de 1,7 [1,0-2,9] et 1,2 [0,6-1,7] $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ ($p=0,007$) tandis que la valeur la plus basse de la PAM sur cette période était de 50 [38-54]

contre 56 [52-60] mmHg (p<0,0001). L'incidence des effets indésirables graves non pris en compte dans le critère de jugement principal est résumée dans le tableau 3.

Tableau 3 : Effets indésirables graves

Variables	Population générale n = 146	Décédés n = 71	Vivants n = 75	p value
Vasoplégie réfractaire de J0 à J6	96 (66)	54 (76)	42 (56)	0,014
Dose maximale de noradrénaline de J0 à J6	1,4 [0,8-2,2]	1,2 [0,6-1,7]	1,7 [1,0-2,9]	0,007
Transfusion CGR sous ECMO	100 (68)	48 (68)	52 (69)	0,8599
Accident vasculaire cérébral	9 (6)	4 (6)	5 (7)	1
Saignement avec transfusion ou reprise chirurgicale	95 (65)	45 (63)	50 (67)	0,7299
Ischémie de membre inférieur	15 (10)	9 (13)	6 (8)	0,4198
Ischémie mésentérique	9 (6)	8 (11)	1 (1)	0,0155
Infection documentée	20 (14)	10 (14)	10 (13)	1

Données exprimées en effectif et pourcentage. CGR : Culot Globules Rouges ; ECMO : extracorporeal membrane oxygenation

3.4 Devenir et modalité de sortie d'ECMO-VA

L'ECMO-VA permettait de rétablir temporairement un débit circulatoire correct, ce délai permettait soit au cœur de récupérer, dans ce cas le patient était alors sevré d'ECMO ce qui représentait 51 % de notre cohorte, soit d'attendre une greffe (8 %), un LVAD (3 %) ou une autre assistance longue durée (3 %). Au total à J30, 50 malades (34 %) décédaient sous ECMO et 21 malades (15 %) décédaient après le sevrage pour une mortalité globale de 49 %.

3.5 Durée de séjour

Concernant les durées de séjour des patients, elles sont résumées dans le tableau 4.

Tableau 4 : Durées de séjour :

Durées séjour en médiane en jours	Population totale	Décédés	Vivants	p value
ECMO	7 [5-11]	7 [4-11]	7 [6-10]	0,1312
Réanimation	17 [9-33]	10 [5-18]	29 [15-45]	< 0,0001
Hôpital	27 [10-55]	10 [5-20]	51 [33-73]	< 0,0001

Données exprimées en médiane [premier et troisième quartiles] ; ECMO : extracorporeal membrane oxygenation

3.6 Profil hémodynamique des 7 premiers jours

Pour décrire le profil hémodynamique au cours des 7 premiers jours à partir de la mise en place de l'ECMO-VA nous avons réalisé les figures suivantes :

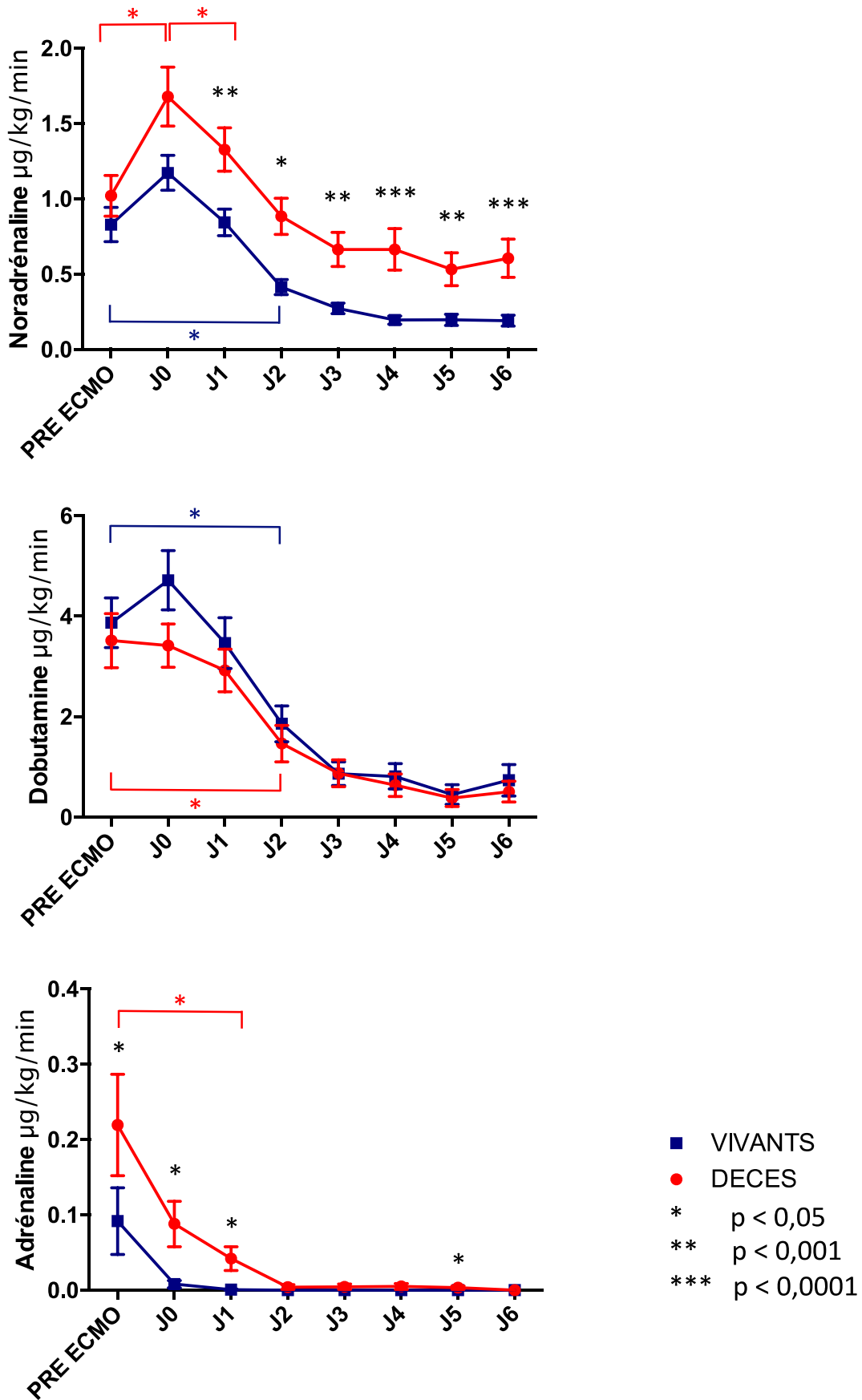


Figure 2 : Evolution des doses d'amines sur les 7 premiers jours

Nous avons remarqué (figure 2) que la dose des amines était globalement décroissante à partir de la mise en place de l'ECMO. La dose de noradrénaline était significativement plus faible dans le groupe « Vivants à J30 » à partir de J1. Après la mise en place de l'ECMO, il existait une élévation transitoire à J0 de la posologie de noradrénaline, notamment de façon significative dans le groupe « Décédés à J30 », puis la noradrénaline diminuait significativement à partir de J1.

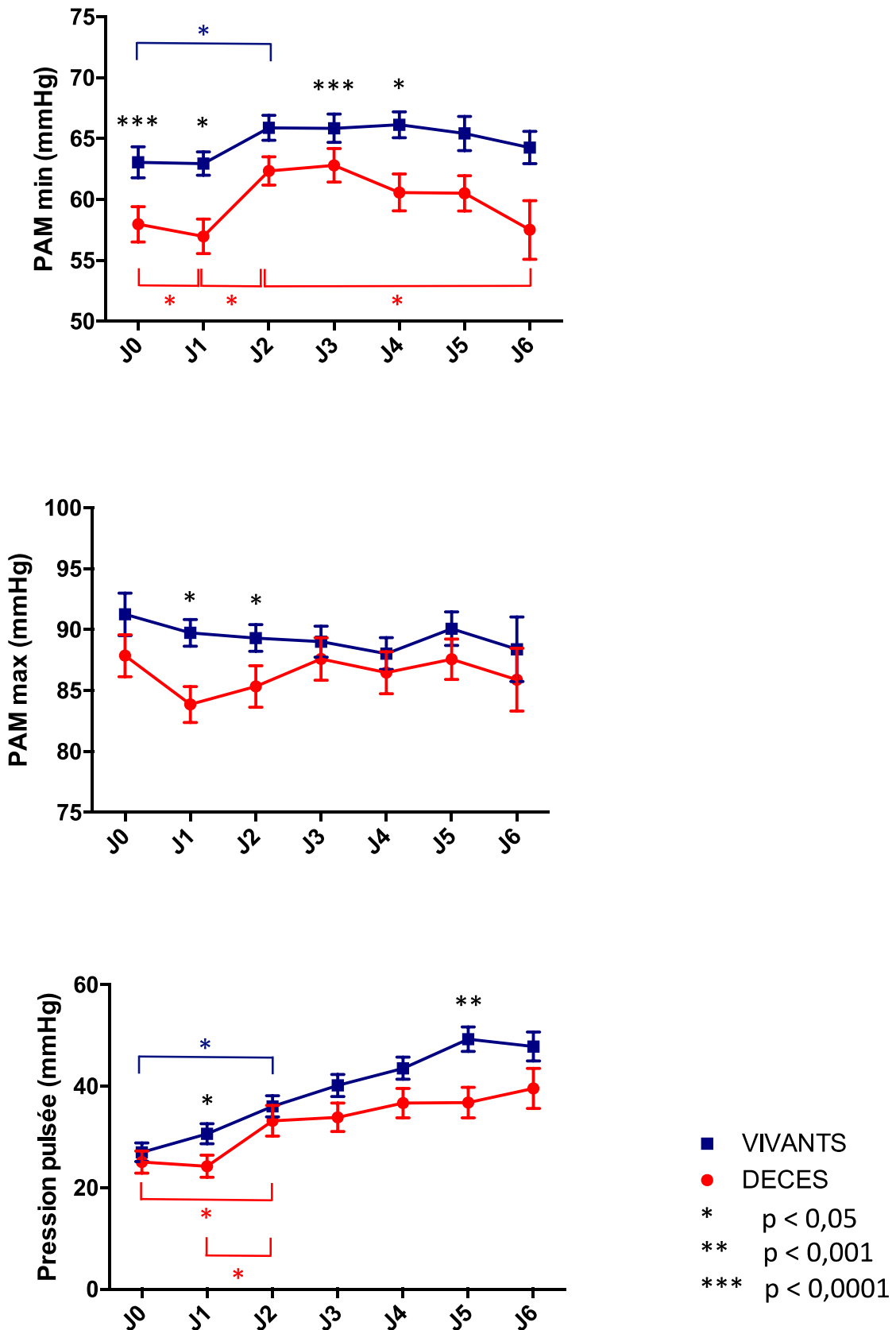


Figure 3 : Evolution de la pression artérielle moyenne et de la pression pulsée de J0 à J6

PAM : pression artérielle moyenne

La figure 3 nous montre que la pression artérielle moyenne minimale, était plus faible dans le groupe « Décédés à J30 », et restait inférieure à 65 mmHg pendant les 7 premiers jours dans ce groupe. Il existait une augmentation significative de la pression artérielle moyenne minimale entre J0 et J2 dans le groupe « Vivants à J30 ». Dans l'autre groupe, nous avons remarqué que l'évolution de la PAM minimale était significativement décroissante entre J0 et J1 puis significativement croissante entre J1 et J2 puis de nouveau décroissante entre J2 et J6. Cette décroissance significative de la PAM minimale entre J2 et J6 n'était pas retrouvée dans le groupe « Vivants à J30 ». Concernant la pression pulsée, elle augmentait globalement dans les 7 premiers jours dans les deux groupes. Nous avons noté également que cette augmentation était significative seulement les deux premiers jours. A J5, elle était en moyenne de 50 mmHg chez les vivants et de 37 mmHg dans le groupe « Décédés » ($p = 0,001$).

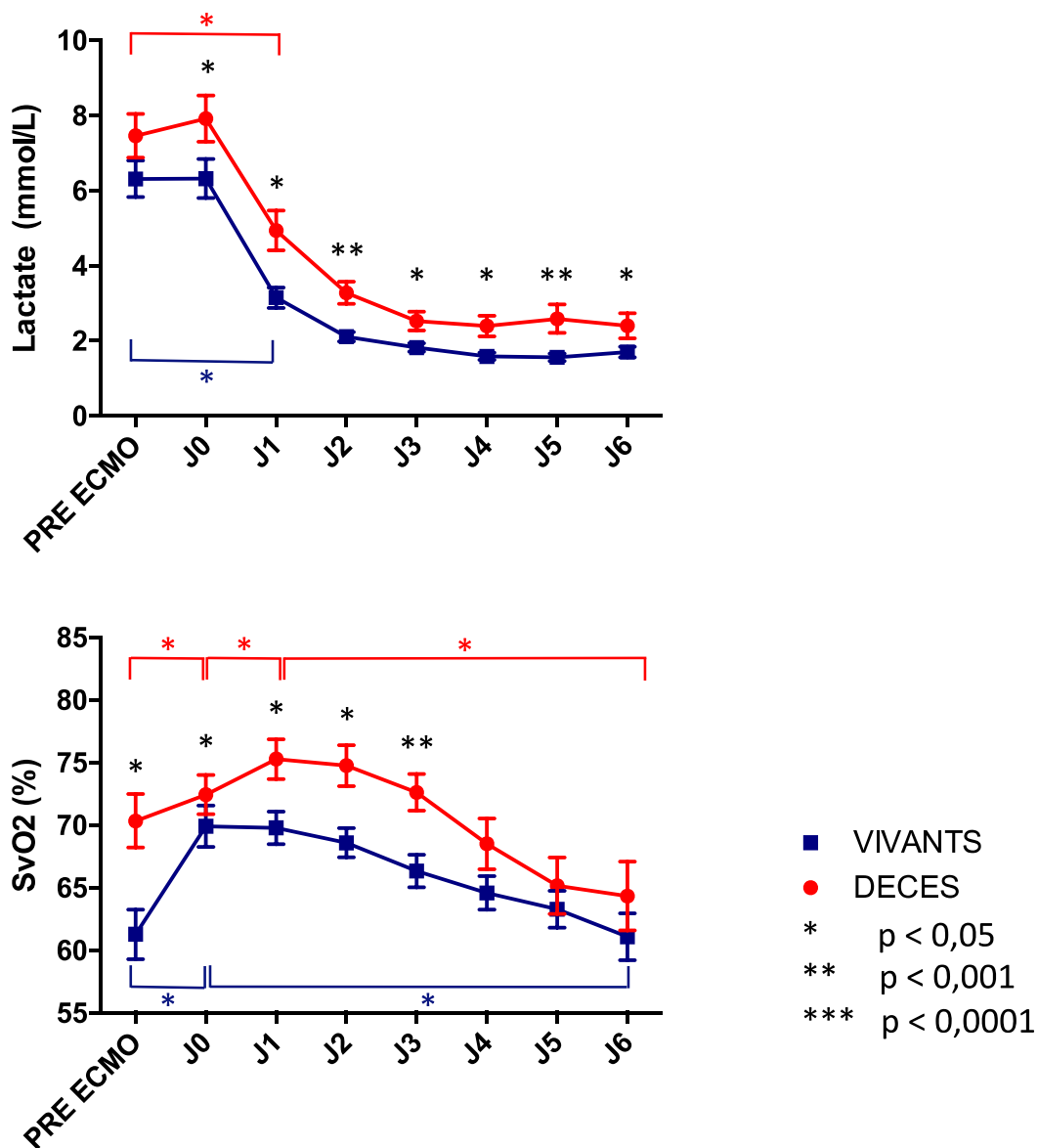


Figure 4 : évolution du lactate et de la SvO2 des 7 premiers jours

SvO2 : saturation veineuse en oxygène

La figure 4 nous montre que la lactatémie était significativement plus importante dans le groupe « Décédés à J30 » à partir de J0 et ce jusqu'à J6. Dans les deux groupes, la décroissance de la lactatémie était significative entre le dosage pré-ECMO et J1. La SvO2 augmentait initialement de façon significative dans les deux groupes (la SvO2 passait de 61 % à 70 % lors de la mise en place de l'ECMO chez les vivants), puis diminuait. Nous avons constaté que la SvO2 était plus basse dans le groupe « Vivants à J30 » dans les 4 premiers jours de la pose de l'ECMO.

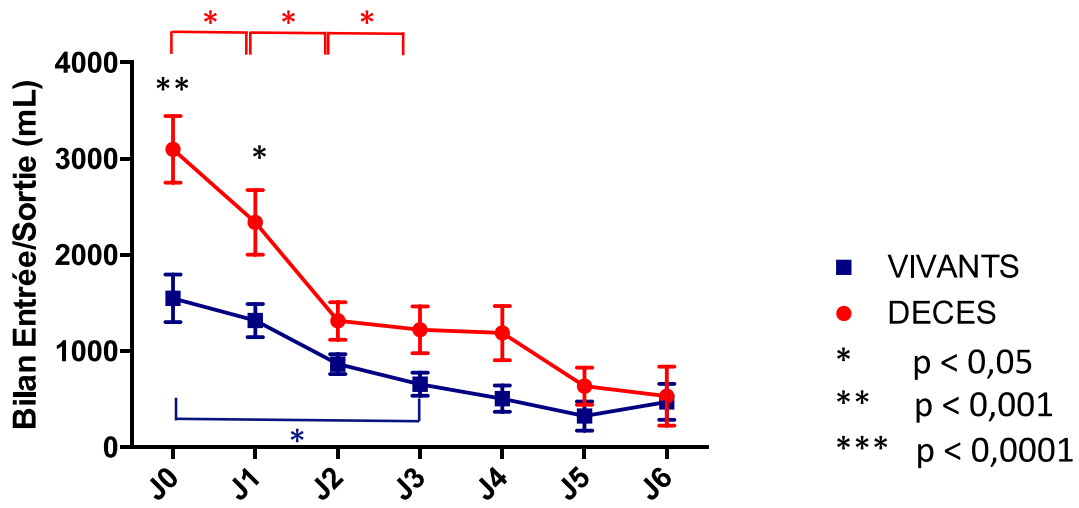


Figure 5 : évolution du bilan hydrique entrées/sorties de J0 à J6

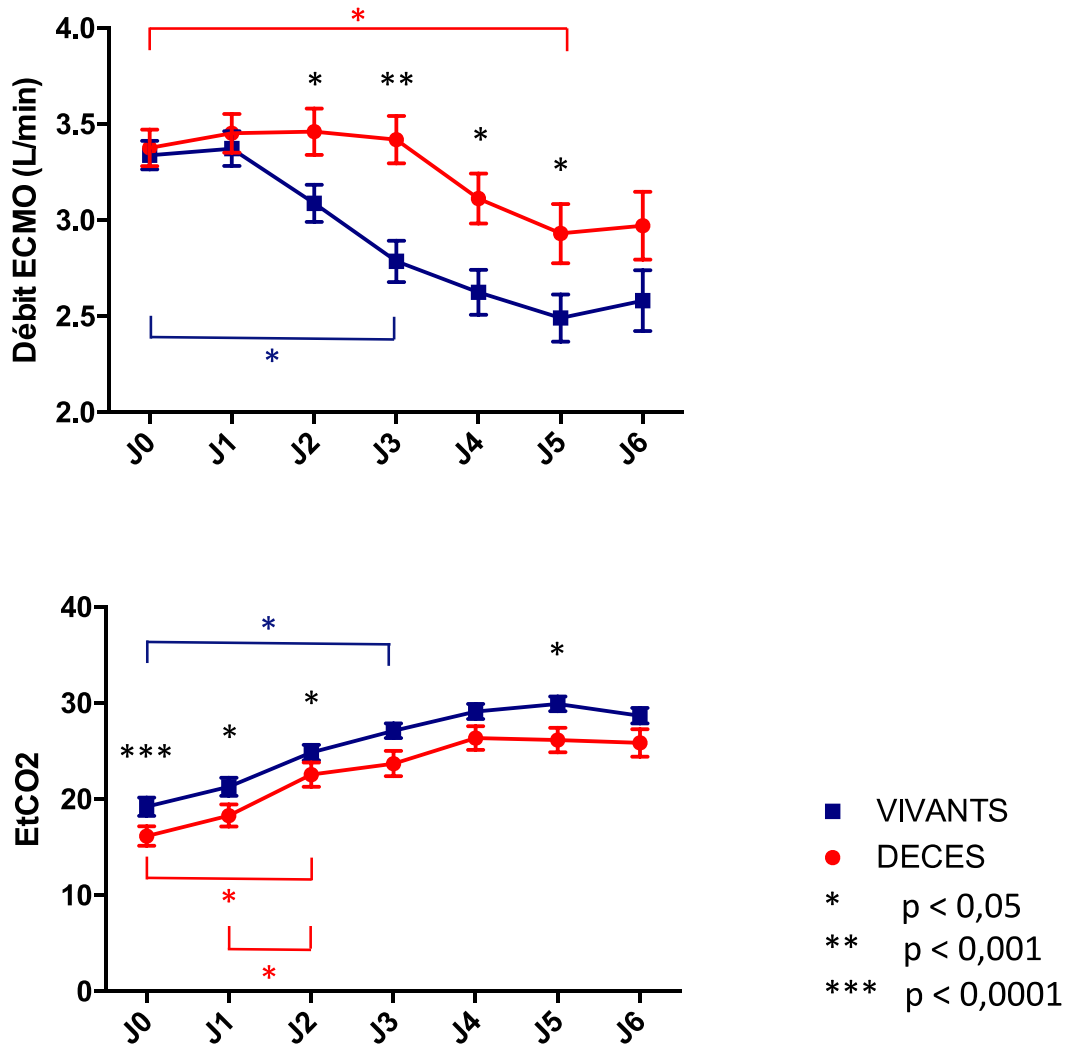


Figure 6 : évolution du débit sanguin de l'ECMO et de l'ETCO2

ETCO2 : fraction expirée en dioxyde de carbone en fin d'expiration ; ECMO-VA : extracorporel membrane oxygenation

Nous remarquons dans la figure 6 que le débit sanguin délivré par l'ECMO était globalement plus faible chez les patients vivants à J30 à partir de J2. Il existait une décroissance significative du débit d'ECMO dans les deux groupes à partir de J0. Quant à l'ETCO2, il était globalement plus haut dans le groupe « vivants à J30 » et l'évolution était croissante dans les deux groupes de J0 à J2 chez les patients décédés et de J0 à J3 chez les vivants.

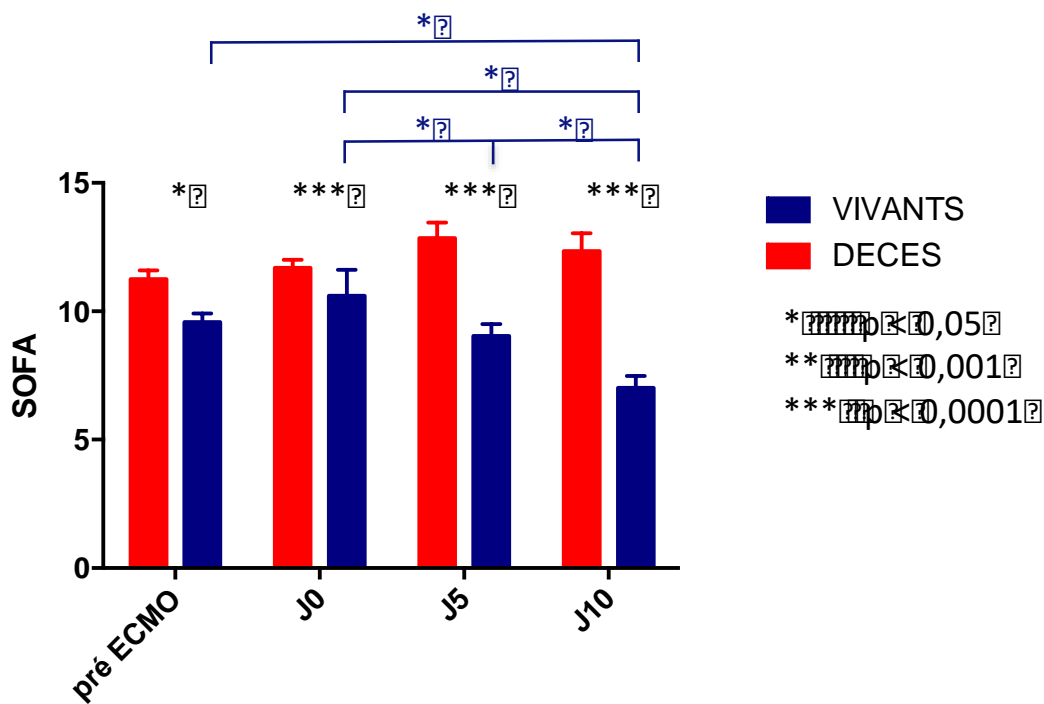


Figure 7 : évolution du SOFA score

SOFA Score : sequential organ failure assessment

Le score SOFA était globalement meilleur avant la mise sous ECMO et jusqu'à J10 dans le groupe « Vivants à J30 ». A partir de J0, le score diminuait significativement dans le groupe « Vivants » alors qu'il semblait augmenter de manière non significative entre J0 et J5 dans le groupe « Décédés ». Nous nous sommes également intéressés à l'évolution des défaillances organe par organe. Concernant le pourcentage de patient sous ventilation mécanique, il n'existait pas de différence significative à J0 ($p = 0,587$) avec 100 % de patients ventilé dans le groupe « Décédés » et 93 % dans le groupe « Vivants à J30 ». A partir de J1 et cela jusqu'à J6, il existait une différence significative avec une ventilation mécanique plus fréquente parmi les patients décédés.

3.7 Analyse multivariée

Les résultats de l'analyse multivariée sur la mortalité à J30 sont présentés dans le tableau 5 et ceux relatifs au critère de jugement composite dans le tableau 6.

Tableau 5 : Résultats de l'analyse multivariée sur la mortalité à J30

Caractéristiques	p value	Odds ratio	OR IC [95 %]
IMC	0,001	1,16	1,06-1,26
SOFA pré-ECMO	0,002	1,27	1,09-1,48
Dose maximale NAD J0-J6 (µg/kg/min)	0,002	1,90	1,28-2,82
Etiologie post-cardiotomie	0,005	4,55	1,57-13,17
Etiologie ischémique	0,305	1,64	0,64-4,19
AOMI	0,005	15,06	2,26-100,50

IMC : Indice de masse corporelle ; IGS II : Indice de Gravité simplifié II ; SOFA : Sequential Organ Failure Assessment ; ECMO : extracorporeal membrane oxygenation ; SAVE Score : survival after veino-arterial ECMO ; NAD : Noradrénaline ; AOMI : Artériopathie oblitérante des membres inférieurs ; OR : odds ratio ; IC : Intervalle de confiance à 95 %

Les variables incluses dans le modèle multivarié (avec $p < 0,1$ en analyse univariée) étaient : Age, IMC, IGS 2 admission, SOFA pré-ECMO, SAVE score, Dose maximale NAD des 7 premiers jours, étiologies post-cardiotomie et ischémique (SCA), AOMI, et intubation avant ECMO.

Tableau 6 : Résultats de l'analyse multivariée sur le critère de jugement composite

Caractéristiques	p value	Odds ratio	OR IC [95 %]
Age	0,213	1,023	0,984-1,063
SAVE score	0,022	0,895	0,813-0,984
PAM minimale	0,014	0,921	0,862-0,983
NAD > 0,5 µg/kg/min	0,034	3,410	1,096-10,611

IMC : Indice de masse corporelle ; SAVE Score : survival after veino-arterial ECMO ; NAD : Noradrénaline ; OR : odds ratio ; IC : Intervalle de confiance à 95 %

Dans cette analyse pour prédire la survenue de complications du critère composite (IRA, FA, TV ou FV dans les 7 jours et décès à J30), les variables utilisées dans le modèle étaient l'âge, l'IMC, l'IGS II, le score SAVE, la PAM minimale sur J0 à J6, le pic du lactate sur J0 à J6, l'étiologie post-cardiotomie et une posologie de noradrénaline supérieure à 0,5 µg/kg/min sur J0 à J6.

4 Discussion

Chez les patients en choc cardiogénique présentant une vasoplégie débutante sous ECMO-VA, l'incidence du critère de jugement principal composite regroupant décès à J30, insuffisance rénale aiguë et arythmie sévère s'élève à 81 %.

Un taux de complications graves si important peut s'expliquer en premier lieu par la gravité de l'état de santé des patients à l'inclusion. La méta analyse sur les complications sous ECMO de Zangrillo et al publiée en 2013 retrouve une incidence des complications graves comparable à la nôtre (12). Le choc cardiogénique est grevé d'une morbi-mortalité très importante même en l'absence d'ECMO-VA, il n'est donc pas surprenant de retrouver un taux de complications si important (1). La mortalité des patients nécessitant l'implantation d'une ECMO-VA pour choc cardiogénique reste élevée (12). L'étude de notre cohorte de 146 patients entre 2015 et 2018 retrouve une mortalité à J30 de 49 %, ce qui est assez proche des résultats d'autres grandes études. L'étude du registre Allemand de 8351 patients sous ECMO-VA entre 2007 et 2015 retrouve une mortalité de 61 % (13). Dans une autre étude Allemande menée plus récemment entre 2016 et 2019, la mortalité globale à J30 était de 60,6 % (14). Ils ont également montré que la mortalité était moins importante dans les centres où un grand nombre de procédures étaient pratiquées annuellement : elle passe de 61 % pour les hôpitaux réalisant moins de 50 ECMO par an, à 53 % dans les centres réalisant plus de 100 ECMO par an (14). Il semble donc que l'expérience des équipes médicales et paramédicales soit un élément clé dans la prise en charge des patients sous assistances circulatoires en particulier dans la gestion de l'ECMO-VA et de ses complications.

Concernant la durée du séjour sous ECMO, nous ne retrouvons pas de différence significative entre les « Vivants » et « Décédés à J30 », avec une durée d'ECMO d'environ 7 jours comme dans l'étude menée par Koerner et al aux USA chez 184 patients entre 2014 et 2018 (15). Smith et al rapporte un nombre de jours sous ECMO plus faible, avec une médiane de 4 jours. Ils retrouvent une augmentation de la mortalité quand l'ECMO dure moins de 4 jours reflétant les échecs précoces de traitement. Par la suite, ils montrent que la mortalité ré-augmente après quinze jours sous ECMO-VA (16). En effet plus le séjour sous ECMO-VA se prolonge plus les risques de complications augmentent, en particulier les risques d'hémolyse, d'insuffisance rénale, les risques thrombotiques, les AVC ainsi que les problèmes infectieux. Tout cela peut aboutir à des dysfonctions d'organes pouvant conduire au décès du patient.

Nous avons cherché à déterminer les critères pronostiques associés à la survenue de complications graves et à la mortalité. Les résultats de l'analyse multivariée sur la mortalité à J30 montraient une association statistiquement significative pour l'IMC, l'antécédent d'AOMI, l'étiologie post-cardiotomie, le SOFA pré-ECMO et la dose maximale de noradrénaline sur les 7 premiers jours. D'autres paramètres comme l'âge, le score IGS II, le score SAVE, la ventilation mécanique avant l'implantation de l'ECMO-VA, la dose de noradrénaline avant implantation de l'ECMO VA ou une vasoplégie réfractaire (dose de noradrénaline > 1µg/kg/min) dans les 2 premières heures après l'implantation, la lactatémie ou la clairance du lactate à J1 ne semblent pas être associés à une plus forte mortalité. L'antécédent d'AOMI semble être un facteur de risque de mortalité majeur avec un OR à 15. L'artériopathie joue un rôle majeur dans les complications sous ECMO-VA non seulement sur le plan local au site de canulation mais plus généralement sur le risque vasculaire rénal, mésentérique et cérébral. Ces facteurs de mauvais pronostique, notamment la posologie maximale de noradrénaline et le score SOFA, concordent avec ceux retrouvés dans le cadre de la prise en charge du choc septique où l'utilisation de noradrénaline a été beaucoup plus étudiée (17). L'équipe de Auchet et al concluait qu'une posologie de noradrénaline supérieure à 0,75 µg/kg/min et un score SOFA supérieur à 10 étaient des facteurs de risque indépendants de mortalité (18). Ce qui diffère c'est la temporalité : en effet, la dose de noradrénaline avant l'implantation d'ECMO-VA ou dans les 2 premières heures suivants l'implantation n'est pas associée à un plus fort taux de complications graves (critère composite) ou de mortalité. Une autre différence importante concerne la dose de noradrénaline beaucoup plus élevée sous ECMO-VA, y compris chez les survivants, avec une dose maximale médiane supérieure à 1,2 µg/kg/min au cours des 7 premiers jours. Ces différences s'expliquent bien sûr par la nature différente de l'état de choc et le recours à l'assistance circulatoire. Il s'agit de la première cohorte de cette ampleur qui décrit les doses de noradrénaline utilisées pour tenter de maintenir une cible de PAM sous ECMO-VA.

Nous avons souhaité décrire l'évolution hémodynamique des patients lors des 7 premiers jours suivants l'implantation de l'ECMO-VA. Le rationnel de l'utilisation de l'ECMO-VA dans le choc cardiogénique est de rétablir un débit sanguin satisfaisant afin d'améliorer la perfusion des organes pour casser le cercle vicieux du choc cardiogénique qui conduit à la défaillance multiviscérale et au décès. La littérature actuelle n'a pas encore prouvé de manière formelle l'amélioration du pronostic avec l'utilisation de l'ECMO dans le choc cardiogénique. En effet, nous déplorons l'absence d'essai contrôlé randomisé sur l'ECMO-VA incluant un bras contrôle pour confirmer son impact sur le pronostic des patients en choc cardiogénique. Pour des

raisons éthiques, un groupe contrôle sans recours à l'ECMO-VA semble inenvisageable. Nous pouvons néanmoins nous appuyer sur des paramètres cliniques et biologiques pour tenter d'expliquer les phénomènes qui ont lieu après la mise en place de l'ECMO-VA. En premier lieu, nous avons remarqué l'augmentation initiale des doses de noradrénaline et de dobutamine lors de la mise en place de l'ECMO-VA. Cette augmentation précoce et transitoire des doses d'amines peut s'expliquer par une aggravation de la vasoplégie déclenchée lors de l'hypoperfusion tissulaire secondaire à l'état de choc cardiogénique. Il existe probablement un syndrome d'ischémie reperfusion dans les premières heures après l'implantation de l'ECMO-VA, participant également à l'aggravation de la vasoplégie initiale. Ensuite, nous notons une décroissance des doses d'amines dès J0, en particulier la noradrénaline, associée à une stabilité voire une augmentation de la pression artérielle moyenne. Concernant l'amélioration de la perfusion des organes, nous avons noté une décroissance très franche du lactate sérique entre J0 et J2 reflétant l'amélioration globale de l'état circulatoire des malades. Un autre paramètre intéressant montrant l'amélioration hémodynamique est la diminution progressive du bilan entrée/sortie, conséquence de la diminution des besoins de remplissage, de la reprise d'une diurèse ou d'une déplétion par épuration extra rénale. Nous avons remarqué une diminution du débit sanguin de l'ECMO dès J1-J2, accompagnée d'une augmentation progressive de la fraction expirée en CO₂ ; cela s'explique probablement par la reprise d'une activité circulatoire native permettant une diminution du débit d'assistance. Concernant le monitoring de l'ETCO₂, Eliet et al ont montré qu'il existe une corrélation entre le débit sanguin transpulmonaire mesuré par cathétérisme cardiaque droit et l'ETCO₂ pour des débits inférieurs à 2L/min (19). Nous avons également recueilli les valeurs de la pression pulsée (pression artérielle systolique moins pression artérielle diastolique) qui est le reflet de l'éjection myocardique. Il existe une augmentation progressive de cette pression pulsée traduisant la récupération, au moins partielle, de la capacité d'éjection du ventricule gauche.

Nous nous sommes intéressés au caractère pronostique des différents paramètres recueillis, nous avons remarqué que l'ensemble des courbes comparants les groupes « Vivants » et « Décédés à J30 » suivent globalement la même évolution sur les 7 premiers jours. Il apparaît néanmoins que les paramètres sont plus favorables dans le groupe « Vivants ». Comme nous pouvions l'imaginer la dose de noradrénaline est plus faible dans le groupe « Vivants » à partir de J1 et ce jusqu'à J6. Nous avons remarqué qu'il n'y a pas de différence significative pour la dose de noradrénaline en pré-ECMO et à J0. La vasoplégie initiale ne semble donc pas être un bon critère pronostique. En effet, les deux groupes ont en moyenne environ 1 µg/kg/min de

noradrénaline avant l'implantation de l'ECMO-VA. En revanche, à J1 la dose moyenne de noradrénaline dans groupe « Décédés à J30 » est de 1,3 µg/kg/min alors qu'elle est de 0,8 µg/kg/min chez les vivants ($p = 0,0059$). Nous avons défini, de façon arbitraire, la vasoplégie réfractaire par des besoins en noradrénaline > 1 µg/kg/min ; il semble donc que la présence d'une vasoplégie réfractaire après 24h sous ECMO-VA soit associée à une plus grande mortalité.

Le seul paramètre dont l'évolution peut sembler contre-intuitive est la saturation veineuse centrale en oxygène. Après une augmentation initiale correspondant au rétablissement d'un débit sanguin adapté à la demande métabolique, il existe dès J1 une légère diminution de la ScvO₂ (20). Plusieurs explications sont envisageables, une baisse du débit d'assistance décidée par le clinicien, ou une baisse du taux d'hémoglobine secondaire à un saignement ou une hémolyse. Nous constatons également que la ScvO₂ est plus faible dans le groupe « Vivants » en particulier avant l'implantation de l'ECMO-VA ; 61 % contre 70 % ($p = 0,0027$) avec une différence qui se maintient au cours des 4 premiers jours sous ECMO-VA. Une explication peut être qu'un certain nombre des patients qui vont évoluer vers le décès présente dès le départ un état de choc « dépassé » correspondant à un défaut d'extraction de l'oxygène par les cellules. Cela aboutit à une ScvO₂ faussement normale ou élevée avec souvent une hyperlactatémie associée (21).

Notre étude présente cependant plusieurs limites. La première est son caractère rétrospectif et observationnel. Cela engendre de nombreuses données manquantes, d'autant plus lorsque les patients provenaient d'autres centres hospitaliers. Le caractère monocentrique est aussi une limite à notre étude. Nous avons néanmoins pu analyser les dossiers de 146 malades dont la prise en charge représente la « vraie vie ». L'étude de cette cohorte permet de mieux connaître la gestion actuelle de la vasoplégie sous ECMO-VA dans le service et d'envisager l'utilisation de nouvelles thérapeutiques afin d'améliorer nos pratiques. Cependant, compte-tenu de la durée de séjour médiane de 29 jours en réanimation et de 51 jours à l'hôpital pour les survivants à J30, il serait probablement plus adapté d'étudier la mortalité à J60 à J90 car un certain nombre de décès liés à un échec ou des complications de la prise en charge initiale peuvent survenir au-delà de J30.

Le but de notre étude était de faire un état des lieux concernant la gestion de la vasoplégie sous ECMO dans le service. Nous avons aujourd'hui la possibilité d'utiliser la vasopressine pour traiter la vasoplégie réfractaire. Au regard de ces résultats, il serait intéressant de comparer

l'incidence des complications avec l'utilisation de vasopressine. Un projet d'étude sur ce sujet est en cours dans le service. L'intérêt porté à cette molécule est grandissant, l'étude de Klein et al compare la noradrénaline et la vasopressine comme traitement de la vasoplégie sous ECMO-VA en post arrêt cardio-circulatoire chez des cochons. Plusieurs paramètres semblent en faveur de la vasopressine comme la vitesse de clairance du lactate, une nécessité de remplissage moindre et une diminution de la congestion pulmonaire (22). Russel et al ont cherché à comparer la noradrénaline et la vasopressine dans le cadre du choc septique (23). Ils n'ont pas trouvé de différence significative sur la mortalité à 30 jours ni sur la survenue d'événements indésirables graves. La vasopressine présente des intérêts physiologiques dans la gestion de la vasoplégie qui expliquent l'intérêt que porte de nombreuses équipes pour ce traitement (24).

5 Conclusion

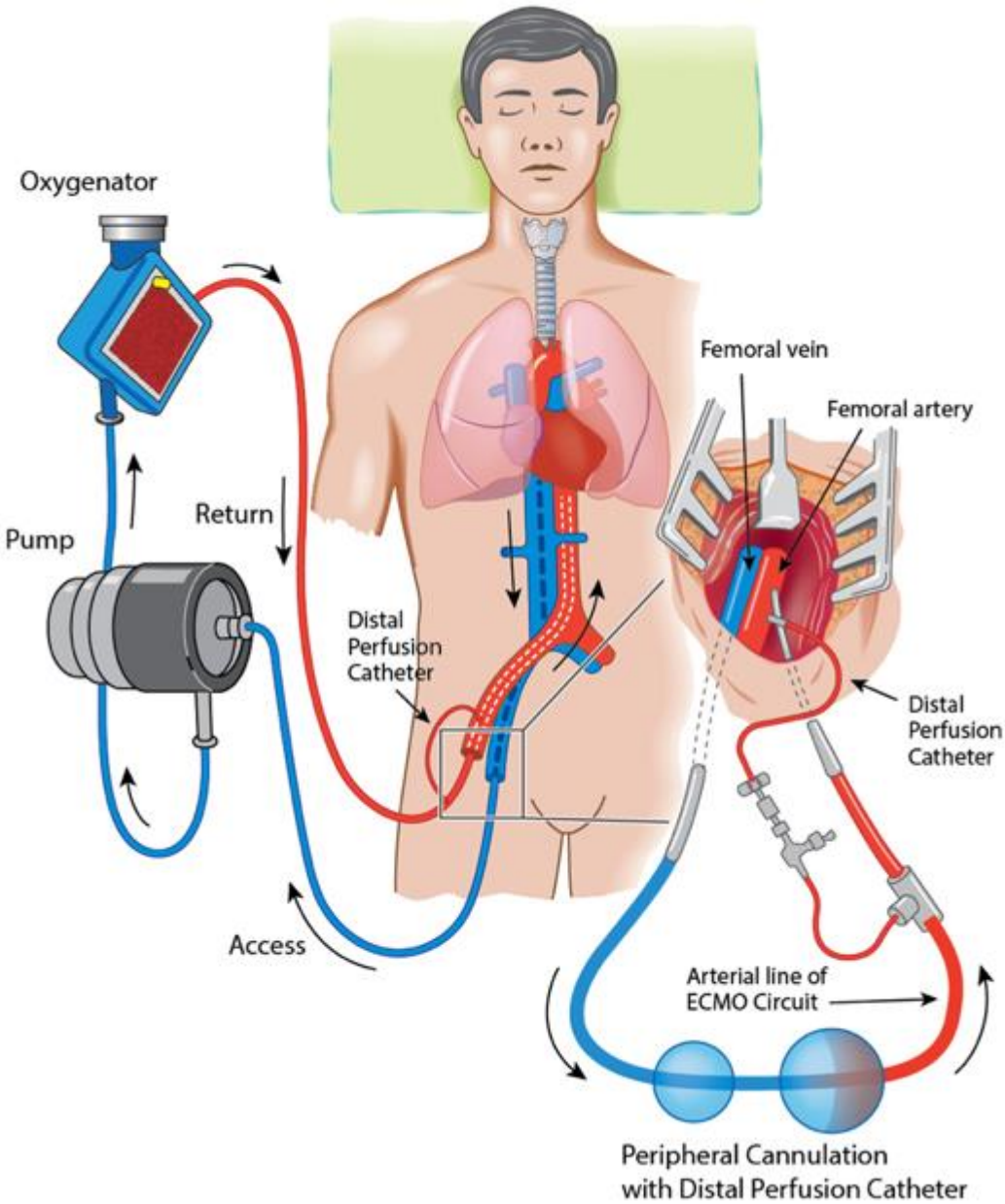
Dans notre étude de cohorte, descriptive, observationnelle, rétrospective de janvier 2015 à décembre 2018, monocentrique au CHU Arnaud de Villeneuve à Montpellier, menée sur 146 malades en choc cardiogénique traités par ECMO-VA et sous noradrénaline à plus de 0,1 µg/kg/min, la mortalité à J30 était de 49 %. L'incidence de la vasoplégie réfractaire sous ECMO-VA est de 66 % dans les 7 premiers jours. L'incidence du critère composite comprenant la mortalité, l'insuffisance rénale aiguë et l'arythmie sévère est de 81 %. L'ECMO-VA permet de corriger les dysfonctions circulatoires initiales mais pas de compenser la vasoplégie secondaire induite en partie par la réponse inflammatoire. Parmi les facteurs associés à la mortalité à J30, le score SOFA très élevé avant ECMO devrait inciter à une implantation plus précoce de l'assistance circulatoire et la dose maximale de noradrénaline au cours des 7 premiers jours à rechercher des stratégies d'épargne ainsi qu'à une étude des conséquences microcirculatoire des vasopresseurs.

6 Bibliographie

1. van Diepen S, Katz JN, Albert NM, Henry TD, Jacobs AK, Kapur NK, et al. Contemporary Management of Cardiogenic Shock: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 17 oct 2017;136(16):e232-68.
2. Puymirat E, Fagon JY, Aegerter P, Diehl JL, Monnier A, Hauw-Berlemont C, et al. Cardiogenic shock in intensive care units: evolution of prevalence, patient profile, management and outcomes, 1997-2012. *Eur J Heart Fail*. févr 2017;19(2):192-200.
3. Shaefi S, O'Gara B, Kociol RD, Joynt K, Mueller A, Nizamuddin J, et al. Effect of cardiogenic shock hospital volume on mortality in patients with cardiogenic shock. *J Am Heart Assoc*. 5 janv 2015;4(1):e001462.
4. Mandawat A, Rao SV. Percutaneous Mechanical Circulatory Support Devices in Cardiogenic Shock. *Circ Cardiovasc Interv*. mai 2017;10(5).
5. De Backer D, Biston P, Devriendt J, Madl C, Chochrad D, Aldecoa C, et al. Comparison of dopamine and norepinephrine in the treatment of shock. *N Engl J Med*. 4 mars 2010;362(9):779-89.
6. Bonello L, Delmas C, Schurtz G, Leurent G, Bonnefoy E, Aissaoui N, et al. Mechanical circulatory support in patients with cardiogenic shock in intensive care units: A position paper of the « Unité de Soins Intensifs de Cardiologie » group of the French Society of Cardiology, endorsed by the « Groupe Athérome et Cardiologie Interventionnelle » of the French Society of Cardiology. *Arch Cardiovasc Dis*. oct 2018;111(10):601-12.
7. Thiele H, Zeymer U, Neumann F-J, Ferenc M, Olbrich H-G, Hausleiter J, et al. Intraaortic balloon support for myocardial infarction with cardiogenic shock. *N Engl J Med*. 4 oct 2012;367(14):1287-96.
8. Eliet J, Gaudard P, Zeroual N, Rouvière P, Albat B, Mourad M, et al. Effect of Impella During Venous-Arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation on Pulmonary Artery Flow as Assessed by End-Tidal Carbon Dioxide. *ASAIO J Am Soc Artif Intern Organs* 1992. août 2018;64(4):502-7.
9. Asfar P, Meziani F, Hamel J-F, Grelon F, Megarbane B, Anguel N, et al. High versus low blood-pressure target in patients with septic shock. *N Engl J Med*. 24 avr 2014;370(17):1583-93.
10. Stolk RF, van der Pasch E, Naumann F, Schouwstra J, Bressers S, van Herwaarden AE, et al. Norepinephrine Dysregulates the Immune Response and Compromises Host Defense during Sepsis. *Am J Respir Crit Care Med*. 15 sept 2020;202(6):830-42.
11. Tanaka D, Shimada S, Mullin M, Kreitler K, Cavarocchi N, Hirose H. What Is the Optimal Blood Pressure on Venous-Arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation? Impact of Mean Arterial Pressure on Survival. *ASAIO J Am Soc Artif Intern Organs* 1992. juin 2019;65(4):336-41.
12. Zangrillo A, Landoni G, Biondi-Zoccai G, Greco M, Greco T, Frati G, et al. A meta-analysis of complications and mortality of extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care Resusc J Australas Acad Crit Care Med*. sept 2013;15(3):172-8.

13. Becher PM, Schrage B, Sinning CR, Schmack B, Fluschnik N, Schwarzl M, et al. Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation for Cardiopulmonary Support. *Circulation*. 13 nov 2018;138(20):2298-300.
14. Becher PM, Goßling A, Schrage B, Twerenbold R, Fluschnik N, Seiffert M, et al. Procedural volume and outcomes in patients undergoing VA-ECMO support. *Crit Care Lond Engl*. 5 juin 2020;24(1):291.
15. Koerner MM, Harper MD, Gordon CK, Horstmanshof D, Long JW, Sasevich MJ, et al. Adult cardiac veno-arterial extracorporeal life support (VA-ECMO): prevention and management of acute complications. *Ann Cardiothorac Surg*. janv 2019;8(1):66-75.
16. Smith M, Vukomanovic A, Brodie D, Thiagarajan R, Rycus P, Buscher H. Duration of veno-arterial extracorporeal life support (VA ECMO) and outcome: an analysis of the Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) registry. *Crit Care Lond Engl*. 6 mars 2017;21(1):45.
17. Rhodes A, Evans LE, Alhazzani W, Levy MM, Antonelli M, Ferrer R, et al. Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for Management of Sepsis and Septic Shock: 2016. *Intensive Care Med*. mars 2017;43(3):304-77.
18. Aucht T, Regnier M-A, Girerd N, Levy B. Outcome of patients with septic shock and high-dose vasopressor therapy. *Ann Intensive Care*. déc 2017;7(1):43.
19. Mourad M, Eliet J, Zeroual N, Saour M, Sentenac P, Manna F, et al. Pulse pressure and end-tidal carbon dioxide for monitoring low native cardiac output during veno-arterial ECLS: a prospective observational study. *Crit Care Lond Engl*. 22 2020;24(1):569.
20. Zeroual N, Blin C, Saour M, David H, Aouinti S, Picot M-C, et al. Restrictive Transfusion Strategy after Cardiac Surgery. *Anesthesiology*. 1 mars 2021;134(3):370-80.
21. Teboul J-L, Hamzaoui O, Monnet X. SvO₂ to monitor resuscitation of septic patients: let's just understand the basic physiology. *Crit Care Lond Engl*. 2011;15(6):1005.
22. Klein T, Grandmougin D, Liu Y, Orlowski S, Albuisson E, Tran N, et al. Comparison of Vasopressin versus Norepinephrine in a Pig Model of Refractory Cardiogenic Shock Complicated by Cardiac Arrest and Resuscitated with Veno-Arterial ECMO. *Shock* Augusta Ga. 3 févr 2021;
23. Russell JA, Walley KR, Singer J, Gordon AC, Hébert PC, Cooper DJ, et al. Vasopressin versus norepinephrine infusion in patients with septic shock. *N Engl J Med*. 28 févr 2008;358(9):877-87.
24. Physiology of Vasopressin Relevant to Management of Septic Shock. *Chest*. 1 sept 2001;120(3):989-1002.

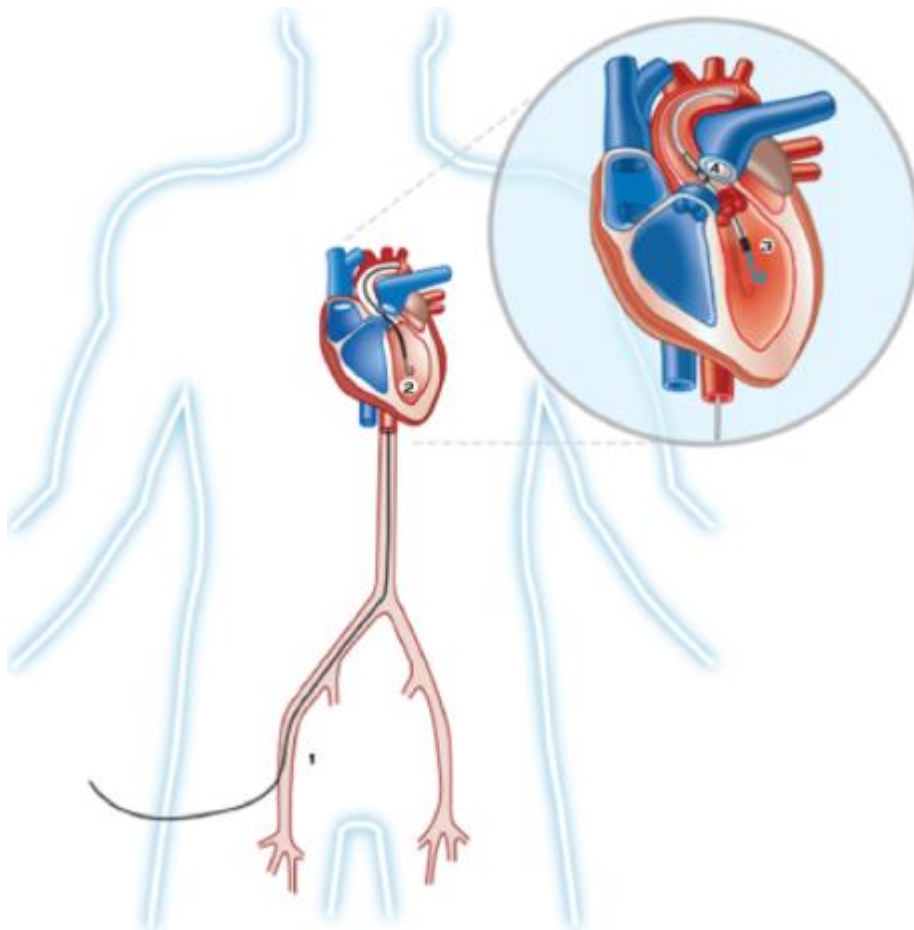
7 Appendix



Appendix 1 : fonctionnement schématique d'une ECMO-VA.



Appendix 2 : Photographie d'une ECMO-VA avec canulation périphérique du scarpin gauche ; 1 - canule veineuse d'admission ; 2 - canule artérielle de réinjection ; 3 - canule de reperfusion du membre inférieur gauche



Appendix 3 : système Impella® ; 1 – artère fémorale commune ; 2 – ventricule gauche ; 3 – zone d'admission du sang (entrée de la pompe) ; 4 – zone éjection du sang (sortie de la pompe)

SAVE

Survival After Veno-arterial ECMO

The SAVE Score has been developed by [ELSO](#) and [The Department of Intensive Care at The Alfred Hospital, Melbourne](#). It is designed to assist prediction of survival for adult patients undergoing Extra-Corporeal Membrane Oxygenation for refractory cardiogenic shock. It should not be considered a substitute for clinical assessment.

Diagnosis: ⓘ

- Myocarditis
- Refractory VT/VF
- Post heart or lung transplantation
- Congenital heart disease
- Other diagnoses

- Age (years):**
- 18-38
 - 39-52
 - 53-62
 - ≥63

- Weight (kg):**
- <65
 - 65-89
 - ≥90

Cardiac:

- Pulse pressure pre ECMO ≤20 mmHg ⓘ
- Diastolic BP pre ECMO ≥40 mmHg ⓘ
- Pre-ECMO cardiac arrest

Respiratory:

- Peak inspiratory pressure ≤20 cmH₂O
- Intubation duration pre ECMO (hrs)
 - ≤10
 - 11-29
 - ≥30

Renal:

- Acute renal failure ⓘ
- Chronic renal failure ⓘ
- HCO₃ pre ECMO ≤15 mmol/L ⓘ

Other organ failures pre ECMO:

- Central nervous system dysfunction ⓘ
- Liver failure ⓘ

Appendix 4 : Calcul du SAVE score

ELSO : extracorporeal life support organization

Variables indépendantes pré ECMO-VA associées à la mortalité

Variabes	Score ENCOURAGE : Nombre de points
Age > 60 ans	5
Sexe Féminin	7
Indice de masse corporel > 25 kg/m ²	6
Score de Glasgow < 6	6
Créatininémie > 150 µmol/l	5
Lactate	
< 2 mmol/l	0
2-8 mmol/l	8
> 8 mmol/l	11
Taux Prothrombine < 50 %	5

D'après Muller *et al.* 2016

Appendix 5 : calcul du score ENCOURAGE

5 Classes	Survie attendue
Score ENCOURAGE	Score ENCOURAGE
0 – 12 points	92 %
13 – 18 points	70 %
19 – 22 points	35 %
23 – 27 points	28 %
≥ 28 points	17 %

Appendix 6 : survie attendue à 30 jours selon les 5 classes du score ENCOURAGE

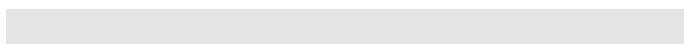
System	Score				
	0	1	2	3	4
Respiration					
PaO ₂ /FIO ₂ , mmHg (kPa)	≥400 (53.3)	<400 (53.3)	<300 (40)	<200 (26.7) with respiratory support	<100 (13.3) with respiratory support
Coagulation					
Platelets, ×10 ³ μL ⁻¹	≥150	<150	<100	<50	<20
Liver					
Bilirubin, mg dL ⁻¹ (μmol L ⁻¹)	<1.2 (20)	1.2–1.9 (20–32)	2.0–5.9 (33–101)	6.0–11.9 (102–204)	>12.0 (204)
Cardiovascular	MAP ≥70 mmHg	MAP <70 mmHg	Dopamine <5 or dobutamine (any dose) ^a	Dopamine 5.1–15 or epinephrine ≤0.1 or norepinephrine ≤0.1 ^a	Dopamine >15 or epinephrine >0.1 or norepinephrine >0.1 ^a
Central Nervous System (CNS)					
Glasgow Coma Scale score ^b	15	13–14	10–12	6–9	<6
Renal					
Creatinine, mg dL ⁻¹ (μmol L ⁻¹)	<1.2 (110)	1.2–1.9 (110–170)	2.0–3.4 (171–299)	3.5–4.9 (300–440)	>5.0 (440)
Urine output, mL per day				<500	<200

FIO₂: fraction of inspired oxygen; MAP: mean arterial pressure; PaO₂: partial pressure of oxygen.

^aCatecholamine doses are given as μg kg⁻¹ min⁻¹ for at least 1 h.

^bGlasgow Coma Scale scores range from 3 to 15; higher score indicates better neurological function.

Appendix 7 : appendix calcul du SOFA Score



SERMENT

- *En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Être suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.*
- *Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.*
- *Admis (e) dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.*
- *Respectueux (se) et reconnaissant (e) envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.*
- *Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert (e) d'opprobre et méprisé (e) de mes confrères si j'y manque.*

RESUME

Choc cardiogénique sous ECMO veino-artérielle avec composante vasoplégique

Objectif : Décrire l'incidence des complications majeures chez les patients traités par ECMO-VA pour choc cardiogénique avec composante vasoplégique et leur profil hémodynamique.

Matériel et méthode : Etude de cohorte, descriptive, observationnelle, rétrospective de janvier 2015 à décembre 2018, monocentrique au CHU Arnaud de Villeneuve à Montpellier incluant les patients admis pour choc cardiogénique dû à un syndrome coronarien aigu (SCA), une décompensation de cardiopathie chronique, une myocardite aiguë infectieuse ou adrénérergique, ou en post-cardiotomie et présentant une vasoplégie nécessitant une dose de noradrénaline $> 0,1 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ dans les 48 heures après la mise sous ECMO-VA. Le critère de jugement principal était l'incidence des complications majeures constituant un critère composite comprenant la mortalité à 30 jours, l'insuffisance rénale aiguë et l'arythmie sévère. Les objectifs secondaires étaient notamment de décrire l'incidence de vasoplégie réfractaire et le profil hémodynamique des 7 premiers jours. Enfin, nous avons effectué une comparaison de deux groupes en fonction de la mortalité à J30 selon ces mêmes critères d'évaluation.

Résultats : Nous avons inclus 146 malades dans cette étude, avec mortalité à 7 jours de 24 %, à 30 jours de 49 % et à 3 mois de 62 %. L'incidence du critère de jugement principal (critère composite comprenant la mortalité à 30 jours, l'insuffisance rénale aiguë KDIGO 2-3 et l'arythmie sévère) était de 81 %. L'incidence de la vasoplégie réfractaire dans les 48 premières heures était de 49 % et dans les 7 premiers jours de 66 %. Concernant le devenir des malades après l'ECMO : 51 % étaient sevrés, 8 % bénéficiaient d'une transplantation cardiaque, 3 % de l'implantation d'un LVAD, 3 % d'une autre assistance longue durée et 34 % décédaient sous ECMO. L'analyse multivariée retrouvait comme facteurs associés à la mortalité l'IMC, le SOFA pré-ECMO, la dose maximale de noradrénaline sur les 7 premiers jours, l'étiologie post-cardiotomie et l'antécédent d'AOMI. Ceux associés aux complications graves étaient le score SAVE, une PAM abaissée et une posologie de noradrénaline supérieure à $0,5 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$.

Conclusion : Chez les patients en choc cardiogénique sous ECMO-VA avec composante vasoplégique, la mortalité à J30 est de 49 % et le taux de complications évalué par le critère de jugement composite est majeur, à 81 %. L'ECMO-VA permet de corriger les dysfonctions circulatoires initiales mais pas de compenser la vasoplégie secondaire induite en partie par la réponse inflammatoire. Parmi les facteurs associés à la mortalité à J30, le score SOFA très élevé avant ECMO devrait inciter à une implantation plus précoce de l'assistance circulatoire et la dose maximale de noradrénaline au cours des 7 premiers jours à rechercher des stratégies d'épargne ainsi qu'à une étude des conséquences microcirculatoire des vasopresseurs.

Mots clés : Réanimation, Choc cardiogénique, vasoplégie, assistance circulatoire mécanique, assistance circulatoire extra corporelle, ECMO, noradrénaline