



HAL
open science

**Extra-Corporeal Membrane Oxygenation durant la
transplantation pulmonaire : causes et complications.
Analyse d'un recueil prospectif de l'hôpital Foch de 2012
à 2014**

Julien Fessler

► **To cite this version:**

Julien Fessler. Extra-Corporeal Membrane Oxygenation durant la transplantation pulmonaire : causes et complications. Analyse d'un recueil prospectif de l'hôpital Foch de 2012 à 2014. Sciences du Vivant [q-bio]. 2015. dumas-01235847

HAL Id: dumas-01235847

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01235847>

Submitted on 30 Nov 2015

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.

**UNIVERSITE DES ANTILLES
ET DE LA GUYANE**

2014-2015

**FACULTE DE MEDECINE
HYACINTHE BASTARAUD**

N° 2015AGUY0894

THÈSE

Thèse soutenue à la Faculté des Sciences de la Santé Simone Veil de l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines et examinée par les enseignants de la dite Faculté pour le compte de la Faculté de Médecine Hyacinthe BASTARAUD de l'Université des Antilles et de la Guyane

Le 23 octobre 2015

Pour obtenir le grade de
DOCTEUR EN MEDECINE

Par

FESSLER Julien

**Extra-Corporeal Membrane Oxygenation durant la
transplantation pulmonaire – Causes et Complications
– Analyse d'un recueil prospectif de l'Hôpital Foch de
2012 à 2014**

Jury de Thèse

Président du jury : M. le Professeur Marc Fischler

Juges : M. le Professeur Philippe DABADIE

M. le Professeur Philippe AEGERTER

M. le Professeur Marc COGGIA

M. le Professeur Arnaud FAUCONNIER

M. le Professeur Dominique LEGULUDEC

Mme le Docteur Anne-Sophie LOT

M. le Docteur Noël POMMEPUY

M. le Docteur Bernard SONGY

Directeur de thèse : M. le Docteur Morgan LE GUEN

Liste des enseignants

Université des Antilles et de la Guyane
Faculté de Médecine Hyacinthe Bastaraud
2014-2015

UNIVERSITE DES ANTILLES ET DE LA GUYANE



FACULTE DE MEDECINE HYACINTHE BASTARAUD

Présidente de l'Université : Corinne MENCE-CASTER

Doyen de la Faculté de Médecine : Raymond CESAIRE

Vice-Doyen de la Faculté de Médecine : Suzy DUFLO

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

Serge ARFI	Médecine Interne CHU de Martinique Tél : 05 96 55 22 55
Bruno HOEN	Maladies Infectieuses CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES Tél : 05 90 89 15 45
Pascal BLANCHET	Chirurgie Urologique CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES Tél : 05 90 89 13 95
André-Pierre UZEL	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES Tél : 05 90 89 14 66
Pierre COUPPIE	Dermatologie CH de CAYENNE Tél : 05 94 39 53 39
Thierry DAVID	Ophtalmologie CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES Tél : 05 90 89 14 55
Suzy DUFLO	ORL – Chirurgie Cervico-Faciale CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES Tél : 05 90 93 46 16
Eustase JANKY	Gynécologie-Obstétrique CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES Tél 05 90 89 13 89
Georges JEAN-BAPTISTE	Rhumatologie

	CHU de Martinique Tél : 05 96 55 23 52
François ROQUES	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire CHU de Martinique Tél : 05 96 55 22 71
Jean ROUDIE	Chirurgie Digestive CHU de Martinique Tél : 05 96 55 21 01
Jean-Louis ROUVILLAIN	Chirurgie Orthopédique CHU de Martinique Tél : 05 96 55 22 28
Didier SMADJA	Neurologie CHU de Martinique Tél : 05 96 55 22 61
André WARTER	Anatomopathologie CHU de Martinique Tél : 05 96 55 23 50
André CABIE	Maladies Infectieuses CHU de Martinique Tél : 05 96 55 23 01
Philippe CABRE	Neurologie CHU de Martinique Tél : 05 96 55 22 61
Raymond CESAIRE	Bactériologie-Virologie-Hygiène option virologie CHU de Martinique Tél : 05 96 55 24 11
Philippe DABADIE	Anesthésiologie/Réanimation CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES Tél : 05 96 89 11 82
Maryvonne DUEYMES-BODENES	Immunolog CHU de Martinique Tél : 05 96 55 24 24
Régis DUVAUFERRIER	Radiologie et Imagerie Médicale CHU de Martinique Tél : 05 96 55 21 84
Annie LANNUZEL	Neurologie CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES Tél : 05 90 89 14 13

Louis JEHEL	Psychiatrie Adulte CHU de Martinique Tél : 05 96 55 20 44
Mathieu NACHER	Epidémiologie CH de CAYENNE Tél : 05 94 93 50 24
Guillaume THIERY	Réanimation CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES Tél : 05 90 89 17 74
Magalie DEMAR	Parasitologie et Infectiologie CH de CAYENNE Tél : 05 94 39 53 09

Professeurs des Universités Associé

Jeannie HELENE-PELAGE	Médecine générale Cabinet libéral au Gosier Tél : 05 90 84 44 40
-----------------------	--

Maître de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers

Christine AZNAR	Parasitologie CH de CAYENNE Tél : 05 94 39 50 54
Christophe DELIGNY	Gériatrie et Biologie du Vieillessement CHU de Martinique Tél : 05 96 55 22 55
Philippe GARSAUD	Epidémiologie, Economie de la Santé et Prévention CHU de Martinique Tél : 05 90 89 14 55
Jocelyn INAMO	Cardiologie CHU de Martinique Tél : 05 96 55 23 72
Franciane GANE-TROPLENT	Médecine Générale Cabinet libéral les Abymes Tél : 05 90 20 39 37
Fritz-Line VELAYOUDOM épouse CEPHISE	Endocrinologie CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES Tél : 05 90 89 13 03
Marie-Laure LALANNE-MISTRIH	Nutrition

CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES
Tél : 05 90 89 13 00

Sébastien BREUREC

Bactériologie & Vénérologie
CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES
Tél : 05 90 89 12 80

Chefs de Clinique des Universités - Assistants des Hôpitaux

Rémi EYRAUD

Urologie
CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES
Tél : 05 90 89 13 95

Lauren BRUNIER-AGOT

Rhumatologie
CHU de FORT-DE-FRANCE
Tél : 05 96 55 23 52

Xavier BOUILLOUX

Chirurgie Orthopédique et
Traumatologie
CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES
Tél : 05 90 89 14 66

Philippe CARRERE

Médecine Générale
CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES
Tél : 06 90 99 99 11

Cédric Sandy PIERRE

ORL
CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES
Tél : 05 90 89 13 95

Pierre CARRET

Orthopédie
CHU de FORT-DE-FRANCE
Tél : 05 90 55 22 28

Julie SAMBOURG

Dermatologie – Maladies Infectieuses
CH de CAYENNE
Tél : 05 94 39 53 59

Katlyne POLOMAT

Médecine Interne
CHU de FORT-DE-FRANCE
Tél : 05 96 55 22 55

Teddy TOTO	Gynécologie Obstétrique CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES Tél : 06 90 37 32 40
Laurent BRUREAU	Urologie CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES
Natacha JACQUES-ROUSSEAU	Anesthésiologie/Réanimation CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES Tél : 05 96 89 11 82
Jérémy GUILLE	ORL CHU de POINTE-À-PITRE/ABYMES Tél : 05 90 89 13 95
Marie BLETTERY	Rhumatologie CHU de FORT-DE-FRANCE Tél : 05 96 55 23 52
Thibaut SCHOELL	Chirurgie Thoracique et Cardiovasculaire CHU de FORT-DE-FRANCE Tél : 05 96 55 22 71
Guillaume ROUX	Parasitologie CH de CAYENNE Fax : 05 94 39 53 09

Remerciements

À nos maîtres et directeurs de thèse

Monsieur le Professeur Marc FISCHLER, pour l'honneur que vous me faites à présider mon jury de thèse. Je vous suis sincèrement reconnaissant pour la patience, l'immense disponibilité et l'exceptionnelle réactivité dont vous faites preuve à chaque fois. Merci pour l'enrichissement professionnel que vous m'apportez. A vos côtés, j'entre dans une nouvelle étape de ma carrière.

À mes jurés, je vous remercie d'avoir accepté de juger cette thèse et de m'apporter les critiques nécessaires à l'évolution de ce travail.

À mon directeur de thèse, le Docteur Morgan LE GUEN, tu as accepté de m'encadrer avec patience et gentillesse malgré ton énorme charge de travail. Merci pour ton humilité et ton très bon humour. Merci de m'intégrer à présent dans ton équipe et dans le projet de développer l'anesthésie-réanimation de demain. Que ce travail et les suivants témoignent de ma reconnaissance, de mon admiration et de mon amitié !

À mes maîtres d'internat

Au Professeur Didier JOURNOIS, pour votre esprit pédagogue, il nous a permis d'accomplir un internat exceptionnel bien qu'acrobatique. Ce sont les patients qui vous remercient.

Au Professeur Bernard CHOLLEY, pour votre humanité, votre dynamisme et votre patience.

Au Professeur Marc BEAUSSIER, pour l'apprentissage des bases fondamentales de mon métier.

Au Docteur Jean-Pierre BEDOS, pour la patience et pour m'avoir ouvert les portes de votre service.

Au Docteur Jacques BRINGIER, pour votre gentillesse et votre simplicité.

Aux Docteurs Ruddy VALENTINO, Hossein MEHDAOUI et Cyrille CHABARTIER pour m'avoir enseigné les bases de la réanimation et l'approche face aux patients et à leurs familles.

Au Professeur Philippe DABADIE, pour m'avoir fait confiance et m'avoir permis de parcourir cette aventure si exotique.

Aux équipes de l'Hôpital Foch sans qui un tel travail n'aurait pas été possible.

Aux équipes du CHU de Pointe-à-Pitre, du CHU de la Martinique, de l'HEGP, de l'Hôpital Saint-Antoine, de l'Hôpital André Mignot, du SAMU de Garches et du Centre Hospitalier de la Basse-Terre grâce à qui ces années d'internat ont été un réel plaisir.

Aux patients qui m'ont tant apporté.

À ma famille

À Papa, qui m'a soutenu et fait confiance pendant ces années même si j'ai choisi un chemin qui n'était peut-être pas le plus rapide pour arriver à ce que je veux, mais qui était peut-être aussi le meilleur que je pouvais choisir, je te le permets.

A Mami, por el apoyo y la confianza durante este largo caminar que fueron los estudios, quizás un poco peculiar, no el más facil pero sí el más interesante para mí.

À Sarah & co, de tout cœur même si on est à l'autre bout du monde.

À mes grands-parents, un rêve qui devient réalité.

A Pepe, mi abuelo, hoy te doy una razón para sentirte orgulloso de mí, por los pasos del abuelo Jaspar.

A Tata, mi abuela, aunque no sea cirujano plástico.

À Hubert, Marie-Odile, Marie-Rosine, Marie-Thérèse, merci du soutien pendant toutes ces années.

A mis Pepito y Andria, por el ojo experto exterior, les seguiré mandando más.

A Mimita y Laurita.

A Pedrito, un ejemplo !!!! De mayor quiero ser como tú...

A todos mis primos et cousins.

À Zinou, merci.

A Marisol, mi copiloto catalizador de sueños.

À la famille MARIE-ELIZA/CERIL pour m'avoir ouvert les portes de leur famille et m'avoir intégré comme leur fils.

À mes co-internes, chefs, compagnons et amis

À mes co-internes antillais pour l'esprit d'équipe face à l'adversité.

À mes co-internes parisiens, pour l'intégration.

À Natacha la plus belle des Chefs de Cliniques, tchimbé raid pa moly pliss foss.

Aux Frégatiens, pour l'aventure quotidienne et la leçon de vie que nous avons appris ensemble.

Aux Vieux-Fortins, per la dolce vita.

À mes amis, Afif, Alan, Ali, Camille, Carole, Cecy, Christophe, David, Diderot, Elsa, Emmanuel, Fanny, Federica, Florence, Gaby, Hassan, Hugo, Jaime, Javier, Laura, Léo, Maga, Manon, Margot, Marie, Martin, Seghir, Omar, Philippe, Poncho, Ray, Rebeca, Rosa, Santi, Tat, Za, Zaire

« L'homme pense et veut connaître la signification des phénomènes dont l'observation lui a révélé l'existence. Pour cela il raisonne, compare les faits, les interroge, et, par les réponses qu'il en tire, les contrôle les uns par les autres. C'est ce genre de contrôle, au moyen du raisonnement et des faits, qui constitue, à proprement parler, l'expérience, et c'est le seul procédé que nous ayons pour nous instruire sur la nature des choses qui sont en dehors de nous. Dans le sens philosophique, l'observation montre et l'expérience instruit. »

Claude Bernard – Introduction à la médecine expérimentale

Table des matières

1 Abréviations.....	15
2 Introduction.....	17
3 Matériel et méthode.....	19
3.1 Patients.....	19
3.2 Prise en en charge des transplantations pulmonaires	19
3.3 Recueil des données.....	21
3.4 Analyse statistique.....	22
4 Résultats.....	24
4.1 Population étudiée.....	24
4.2 ECMO.....	25
4.2.1 Distribution des ECMO.....	25
4.2.2 Durée des ECMO selon leur modalité.....	25
4.2.3 Technique de mise en place de l'ECMO.....	26
4.3 Facteurs pré-opératoires d'une ECMO per-opératoire.....	26
4.4 Facteurs per-opératoires de l'ECMO.....	29
4.5 Données de fin de chirurgie.....	30
4.6 Complications post-opératoire.....	31
4.6.1 Complications graves.....	31
4.6.2 Complications modérées.....	35
4.6.3 Complications minimales.....	37
5 Discussion.....	39
5.1 Particularités de la transplantation pulmonaire	39
5.1.1 Principaux chiffres.....	39
5.1.2 ECMO.....	42
5.2 Intérêt de l'ECMO en transplantation pulmonaire.....	43
5.3 Des transplantations schématisées en trois groupes.....	45
5.4 Complications propres.....	47
5.5 Limites.....	49
5.6 Perspectives.....	50
6 Conclusion.....	52
7 Bibliographie.....	53
8 Abstract.....	58
9 Résumé.....	60
10 Serment d'Hippocrate.....	62
11 Annexe 1	63
12 Imprimature.....	68

1 Abréviations

ACFA : Arythmie Complète par Fibrillation Auriculaire

ACR : Arrêt Cardio-Respiratoire

AVC : Accident Vasculaire Cérébrale

BIS : Index Bispectral

BPCO : Bronchopneumopathie Chronique Obstructive

CEC : Circulation Extra-Corporelle

CGR : Concentré de Globules Rouges

CPA : Concentré de Plaquettes d'Aphérèse

DPG : Dysfonction Primaire du Greffon

ECG : Electrocardiogramme

ECMO : Extra-Corporeal Membrane Oxygenation

ECMO V-A : Extra-Corporeal Membrane Oxygenation Veino-Artérielle

ECMO V-V: Extra-Corporeal Membrane Oxygenation Veino-Veineuse

EER : Épuration Extra-Rénale

EP : Embolie Pulmonaire

ETO : Echocardiographie Trans-œsophagienne

FeCO₂ : Fraction Expirée en Dioxyde de Carbone

FiO₂ : Fraction Inspirée en Oxygène

FPI : Fibrose Pulmonaire Idiopathique

FR : Fréquence Respiratoire

HTAP : Hypertension Artérielle Pulmonaire

IC : Index Cardiaque

ICU : Intensive Care Unit

IDM : Infarctus du Myocarde

IMC : Index de Masse Corporelle

IQR : Interquartiles

ITV : Intégrale Temps Vitesse

NO : Monoxyde d'Azote

NYHA : New York Heart Association

OAP : Œdème Aigu du Poumon

PA : Pression Artérielle

PaCO₂ : Pression Artérielle en Dioxyde de Carbone

PaO₂ : Pression Artérielle en Oxygène

PAPm : Pression Artérielle Pulmonaire moyenne

PEEP : Positive End Expiratory Pressure

PFC : Plasma Frais Congelé

RVAP : Résistances Vasculaires Artérielles Pulmonaires

SaO₂ : Saturation Artérielle en Oxygène

SDRA : Syndrome de Détresse Respiratoire Aigu

SU-p : Super-Urgence pulmonaire

SvO₂ : Saturation Veineuse en Oxygène

TVP : Thrombose Veineuse Profonde

USI : Unité de Soins Intensifs

VD : Ventricule Droit

VNI : Ventilation Non-Invasive

2 Introduction

Plus de 3 000 transplantations pulmonaires ont été réalisées en France depuis 1987. Le nombre de nouveaux patients sur liste d'attente augmente (271 versus 312 de 2010 à 2011, soit + 20 %) malgré l'augmentation du nombre de transplantation. Par ailleurs, la survie à un an augmente (72 % et 83 % respectivement pour les périodes de 1998 à 2004 et 2005 à 2012) (1). Les progrès en réanimation tel que l'application systématique d'une ventilation protectrice avec pression expiratoire positive (PEEP) ou les nouveaux traitements immunosuppresseurs ont profondément amélioré les suites opératoires et la survie des patients transplantés (2). De plus, l'évolution des techniques d'anesthésie et chirurgicales a profondément changé l'approche de la transplantation pulmonaire (3–6). Ainsi, le développement de la transplantation bipulmonaire séquentielle qui correspond à l'implantation d'un poumon puis du second par deux thoracotomies antérieures sous-mamelonnaires a limité le recours systématique à la Circulation Extra-Corporelle (CEC). Toutefois, cet abord chirurgical n'a pas d'influence sur la survenue d'épisodes d'hypertension artérielle pulmonaire (HTAP), d'hypoxémie ou d'hypercapnie réfractaire (3). Or chacune de ces étiologies peut imposer ou faire discuter le recours à une assistance cardiopulmonaire per-opératoire. Dans ce contexte, l'Oxygénation par Membrane Extracorporelle, plus communément appelée ECMO (Extra-Corporeal Membrane Oxygenation), peut être veino-veineuse ou veino-artérielle. Elle peut être posée par abord « périphérique » (fémoral ou jugulaire) et elle représente actuellement une assistance extracorporelle qui peut suppléer soit uniquement la fonction respiratoire (rôle de décarboxylation ou d'oxygénation), soit également la fonction cardiaque (assistance cardiogène partielle).

Peu à peu, l'ECMO tend à remplacer la CEC en transplantation pulmonaire, pourvoyeuse de plus de complications (4,6,7). En effet, la CEC induit une activation

intense de la cascade inflammatoire par un contact prolongé entre le sang et l'air, qui entraîne de multiples complications à type de défaillance primaire du greffon, allant jusqu'au syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA), à l'insuffisance rénale aiguë nécessitant une épuration extrarénale (8) ou à type de troubles majeurs de l'hémostase (9–11). De plus, les saignements sont majorés par l'utilisation de posologies plus importantes d'héparine (300 UI/kg). À l'inverse, les nouveaux circuits d'ECMO permettent de réduire les quantités d'anticoagulant administrée dans les 24 premières heures d'utilisation et limitent ainsi les complications hémorragiques (12,13). Par ailleurs, l'abord est percutané et limite ainsi les complications chirurgicales immédiates.

Néanmoins, la stratégie d'utilisation de l'ECMO fait débat (4,6,7). En effet, les complications décrites dans la littérature ne sont pas négligeables. Il s'agit principalement d'ischémie du membre inférieur, de syndrome de loges, d'AVC ischémique ou hémorragique, d'insuffisance rénale aiguë sur nécrose tubulaire aiguë, de saignement, de complication thrombo-embolique, d'infection, notamment au site d'insertion, ou d'hémolyse. Toutefois, ces événements ont été décrits dans des études issues, la plupart du temps, de la réanimation du SDRA ou du choc cardiogénique avec des assistances maintenues en place plusieurs jours voire plusieurs semaines (14–21). Or, dans le cadre des ECMO per-transplantation, la durée d'implantation attendue est souvent plus courte (22), quelques heures en per-opératoire strict, voire quelques jours en cas de défaillance respiratoire (dysfonction primaire du greffon). L'incidence des complications dans ce contexte n'est pas connue (23). Par ailleurs, les critères de décision de mise en place de l'ECMO, l'influence de sa mise en place en urgence et la décision du moment de son ablation doivent être précisés (9).

L'objectif de ce travail est d'analyser les causes et les complications post-

opératoires des transplantations pulmonaires réalisées sous ECMO.

3 Matériel et méthode

3.1 Patients

Cette étude s'intéresse à l'ensemble des patients opérés à l'Hôpital Foch, Suresnes, France, pour une transplantation pulmonaire entre janvier 2012 et décembre 2014. Ont été exclus de cette analyse les transplantations monopulmonaires, les patients sous ECMO en pré-opératoire dans le cadre du « pont à la transplantation pulmonaire », les patients ayant bénéficié d'une CEC et ceux transplantés plusieurs fois sur la période étudiée.

3.2 Prise en en charge des transplantations pulmonaires

La technique anesthésique est très standardisée au sein de notre centre et la décision de transplantation fait suite à une évaluation multidisciplinaire avec les pneumologues, chirurgiens thoraciques, réanimateurs et anesthésistes. Initialement, en l'absence de contre-indication, un cathéter péridural est placé à l'étage thoracique avec une perfusion continue de lévobupivacaine 0,5 % et de sufentanil 0,25 % débutée à un débit de 5 ml/h. L'anesthésie générale est délivrée par propofol et rémifentanil avec contrôle de l'index bispectral (BIS, Aspect Medical System, MA, États-Unis) (24,25). Les saignements sont limités par un protocole antifibrinolytique (acide tranexamique 30 mg/kg à l'induction puis 5 mg/kg/h). La vérification de la position de la sonde d'intubation à double lumière se fait par fibroscopie. Le monitoring hémodynamique repose sur l'échocardiographie trans-œsophagien (ETO, Vivid 7 et sonde multiplan 6.2/5.0 MHz, GE Healthcare, Fairfield, CT, États-Unis) et un cathéter de Swan-Ganz (Edwards Lifesciences Corp, Irvine, CA, États-Unis) placé en jugulaire interne droit. Un cathéter artériel est mis dans l'artère radiale droite après test d'Allen. La noradrénaline est débutée de façon systématique à 0,1 mg/h ainsi que le NO à 10 ppm si les pressions

artérielles pulmonaires sont élevées ou en cas de diminution de la fonction du ventricule droit (VD) à l'ETO. La ventilation est dite permissive, c'est-à-dire avec un volume courant de 6 à 7 ml/kg de poids idéal. Pour limiter l'acidose, la fréquence respiratoire est adaptée à la PaCO₂. La PEEP est réglée entre 5 et 10 cm H₂O et le temps expiratoire est prolongé en cas de syndrome obstructif.

Dans notre centre, au cours de la transplantation pulmonaire, l'ECMO est instaurée d'emblée en cas d'HTAP sévère ou en urgence en cours même de l'intervention. Les conditions qui font discuter l'ECMO en urgence sont soit hémodynamique (notamment lors du clampage de l'artère pulmonaire), soit respiratoire (en cas d'hypercapnie non contrôlée avec acidose respiratoire importante ou d'hypoxémie réfractaire).

Il s'agit d'une ECMO artério-veineuse type Rotaflow Centrifugal Pump®, (Maquet, Jostra Medizintechnik AG, Hirrlingen, Allemagne). En per-opératoire, l'ECMO est habituellement mise en place en fémoro-fémoral après abord chirurgical du scarp droit. Dans certaines situations, la canulation peut être centrale (aorte ascendante et atriocave). La canule artérielle varie de 15 à 17 French et la canule veineuse varie de 20 à 24 French. L'artère fémorale superficielle est immédiatement revascularisée par un désilet 16G. Un bolus de 50 UI/kg d'héparine est administré avant la canulation. Le débit de l'ECMO est initialement réglé au débit cardiaque théorique et pour une PAPm < 25-30 mmHg, puis, après transplantation du premier poumon, il est diminué pour permettre un débit sanguin trans-pulmonaire oxygéné et ainsi limiter l'ischémie chaude. L'ischémie chaude correspond au délai pendant lequel l'organe est encore dans l'organisme, *in situ*, non ou mal perfusé. Le débit de l'ECMO est réglé en fonction de l'intégrale temps-vitesse ITV pulmonaire ou aortique ainsi que de la FeCO₂.

En fin d'intervention, l'ECMO est retirée si les paramètres ventilatoires et hémodynamiques le permettent. Puis une extubation sur table est systématiquement envisagée si le $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 300$ mmHg avec un relais immédiat par VNI.

3.3 Recueil des données

Au cours de chaque intervention un compte-rendu est réalisé au fur et à mesure par l'anesthésiste en charge. Ce document est tenu par l'intermédiaire du logiciel FilemakerPro. Un certain nombre de champs (démographiques, événements, timing, biologie) ont été préalablement sélectionnés pour alimenter une base de données. Le recueil des données disponibles en post-opératoire est fait à partir des compte-rendus d'hospitalisation informatisés (réanimation, soins intensifs respiratoires puis en pneumologie conventionnelle) (voir Annexe 1).

Les données démographiques relevées sont l'âge, le sexe, le poids, la taille, l'index de masse corporelle (IMC), ainsi que la pathologie responsable de l'insuffisance respiratoire terminale. Nous avons relevé les co-morbidités associées (diabète et hypertension artérielle pulmonaire). Pour les patients hospitalisés en soins intensifs en pré-opératoire, la nécessité d'une ventilation mécanique invasive ou le recours à des catécholamines est relevé.

Les données chirurgicales recueillies pour l'étude sont le critère d'urgence, la réhabilitation du greffon par procédure « Ex-vivo », le score OTO du donneur, la durée d'ischémie de chaque côté, les antécédents de chirurgie thoracique ou la re-transplantation pulmonaire, et le recours à la plasmaphérèse pré-opératoire. Nous avons relevé le type d'ECMO, le volume de remplissage et les saignements per-opératoires ainsi que les besoins en produits sanguins labiles.

Les complications ont été relevées dès l'arrivée au bloc opératoire et jusqu'à la

fin de l'hospitalisation. Elles ont été classées selon leur sévérité. Les événements considérés comme complications graves sont : la mortalité et les durées d'hospitalisation, l'apparition d'une nouvelle défaillance nécessitant une suppléance d'organe, le grade 3 de dysfonction primaire du greffon au troisième jour, l'ECMO secondaire, le choc septique, l'insuffisance rénale aiguë nécessitant le recours à l'épuration extrarénale, la survenue d'accidents vasculaires cérébraux (AVC) avec séquelle ou d'un infarctus du myocarde (IDM) avec choc cardiogénique, les arrêts cardio-respiratoires (ACR). Les complications considérées comme modérées sont : les embolies gazeuses au déclantage des veines pulmonaires avec retentissement systémique, le choc hémorragique nécessitant une ré-intervention chirurgicale (nombre de produits sanguins labiles \pm hémostase chirurgicale) et le recours à la trachéotomie. Les événements considérés comme complications mineures sont : les complications chirurgicales au scarpa et au membre inférieur, les embolies gazeuses au déclantage des veines pulmonaires sans retentissement systémique sévère mais objectivé par le BIS, l'ECG ou l'ETO, les incidents thrombo-emboliques artériels ou veineux, l'arythmie complète par fibrillation auriculaire (ACFA).

L'étude est approuvée par le Comité d'Évaluation des Protocoles de Recherche Observationnelle de la Société de Pneumologie de Langue Française.

3.4 Analyse statistique

L'analyse statistique a été faite en plusieurs étapes. D'abord, nous avons recherché les facteurs en faveur du recours à l'ECMO et les indicateurs de temps opératoire de mise en place. Pour cela, nous avons comparé les caractéristiques démographiques et les données per-opératoires des patients n'ayant pas bénéficié d'une ECMO per-opératoire (groupe "pas d'ECMO") avec l'ensemble des patients ayant

bénéficié d'une ECMO per-opératoire (groupe "ECMO totale").

Par la suite, nous avons séparé les patients ayant été transplantés sous ECMO en deux groupes : les patients dont l'ECMO était uniquement per-opératoire font partie du groupe "ECMO courte", les patients dont l'ECMO a été prolongée en post-opératoire font partie du groupe "ECMO longue".

Nous avons alors recherché des facteurs en faveur d'une ECMO prolongée. Pour cela, nous avons comparé les caractéristiques démographiques et les données per-opératoire des patients ayant bénéficié d'une "ECMO courte" avec celles des patients ayant bénéficié d'une "ECMO longue".

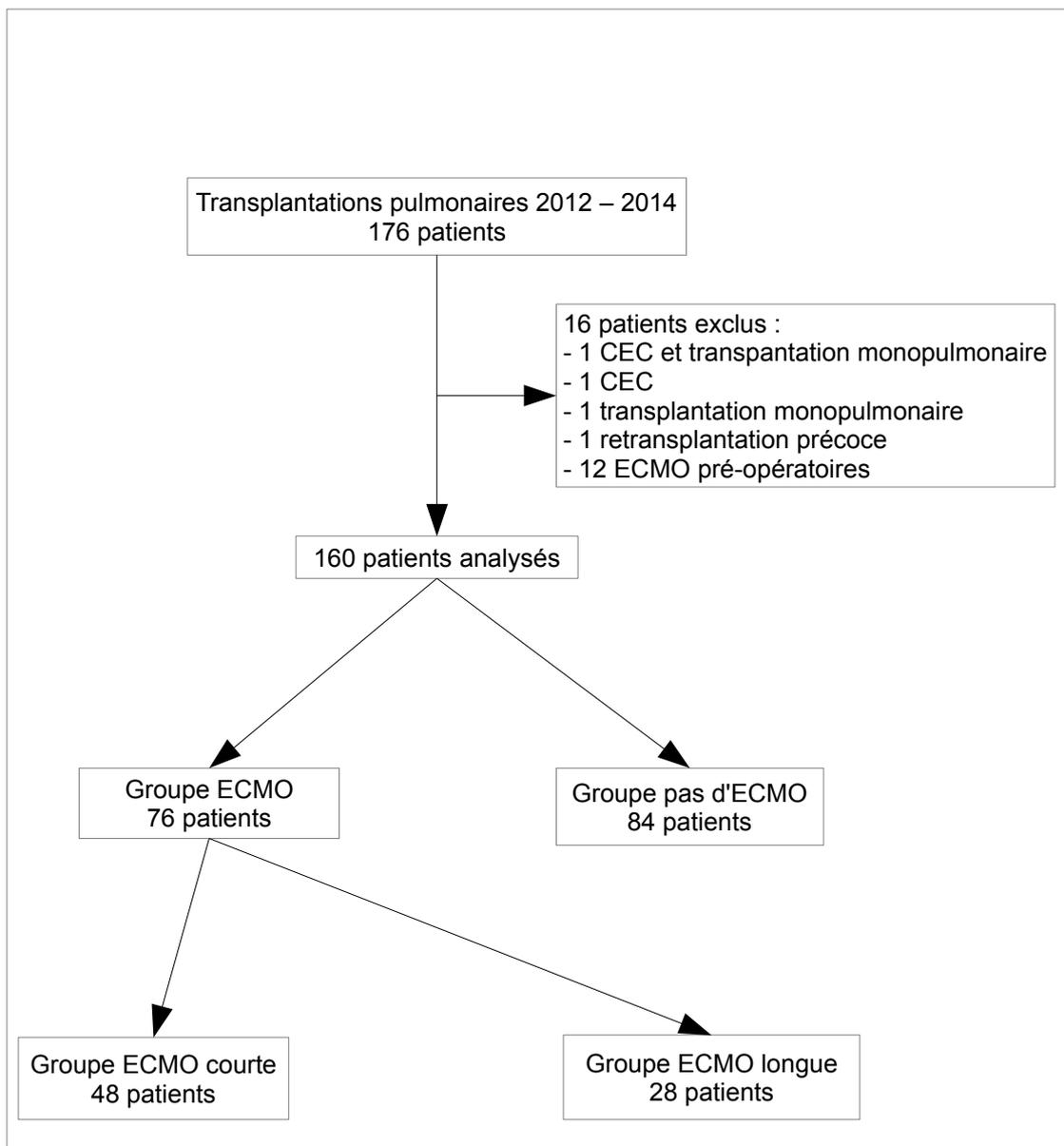
Enfin, nous avons évalué l'impact du recours à une "ECMO courte" pour ce qui concerne les complications et le pronostic post-opératoire par rapport aux patients du groupe "pas d'ECMO" et au groupe "ECMO longue". Pour cela, nous avons comparé les complications et l'évolution post-opératoires entre les groupes "pas d'ECMO" et "ECMO courte" ainsi qu'entre les groupes "ECMO courte" et "ECMO longue".

L'ensemble des données est exprimé en médianes et 25^{ème} et 75^{ème} quartiles pour la partie quantitative tandis que les données qualitatives sont rendues en nombres et en pourcentages. L'analyse de l'ensemble des données a été effectuée sur un mode univarié. Les comparaisons entre les groupes reposent sur des tests de Fischer quand il s'agit de proportions, tandis que les données continues ont été comparées par la réalisation d'un test de Mann-Whitney ou de Wilcoxon. Les courbes actuarielles de survie ont été comparées par un test de Log-rank. Une valeur du p est considérée statistiquement significative si $< 0,05$. Les logiciels SPSS et Biostat TGV ont été utilisés pour la réalisation de ces analyses et des courbes actuarielles.

4 Résultats

4.1 Population étudiée

Figure 1. Diagramme de flux – Recueil des données



De janvier 2012 à décembre 2014, 176 patients ont été transplantés à l'Hôpital Foch. Seize patients ont été exclus de l'étude : douze patients ont bénéficié d'une ECMO pré-opératoire en « pont à la transplantation pulmonaire », deux patients d'une circulation extracorporelle, deux patients d'une transplantation monopulmonaire, dont

un sous circulation extracorporelle et un a été transplanté deux fois durant l'étude à 8 mois d'intervalle.

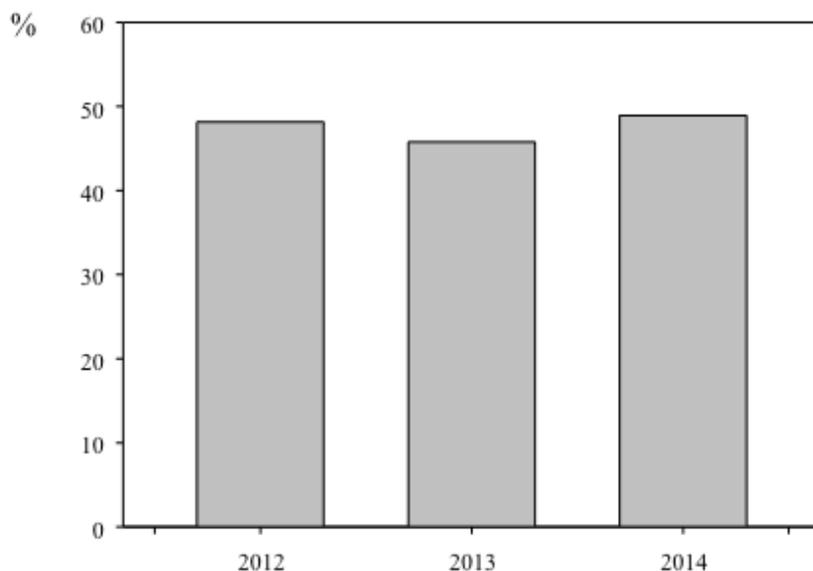
Dans le groupe "pas d'ECMO", il y a eu deux transplantations rein-poumon et une foie-poumon. Dans le groupe "ECMO longue", il y a eu une transplantation foie-poumon.

4.2 ECMO

4.2.1 Distribution des ECMO

Parmi les 160 patients étudiés, 76 ont bénéficié d'une ECMO (52,8 %) : 49 % en 2012 (23/47 patients), 46 % en 2013 (27/59 patients), 48 % en 2014 (26/54 patients) ($p = 0,94$).

Figure 2. Proportions de transplantations pulmonaires réalisées sous ECMO



4.2.2 Durée des ECMO selon leur modalité

Parmi les 76 patients qui ont bénéficié d'une ECMO en cours d'intervention, 48 ont eu une ECMO de courte durée et 28 ont eu une ECMO de longue durée.

La durée médiane d'utilisation de l'ECMO est de 280 minutes [230 – 315] dans le groupe "ECMO courte" contre 1440 minutes [1440 – 2880] dans le groupe "ECMO longue", avec $p < 0,001$.

4.2.3 Technique de mise en place de l'ECMO

La totalité des ECMO utilisées en per-opératoire ont fonctionné sur le mode veino-artériel. L'abord vasculaire de l'ECMO est fémoro-fémoral à 85 % dans le groupe "ECMO courte" contre 93 % dans le groupe "ECMO longue". Pour tous les patients pour qui l'ECMO était centrale et qui n'ont pas pu être sevrés en fin d'intervention (2/10 patients), l'ECMO a été mise en place secondairement en fémoro-fémoral.

4.3 Facteurs pré-opératoires d'une ECMO per-opératoire

Nous observons que les patients ayant nécessité le recours à l'ECMO sont plus souvent inscrits sur liste de transplantation en super-urgence (17,11 % contre 3,57 %, $p = 0,006$). Ils ont plus volontiers une HTAP pré-opératoire (55,26 % contre 34,52 %, $p = 0,01$). De même, les patients transplantés pour fibrose pulmonaire ont plus souvent besoin d'une ECMO per-transplantation (34,21 % contre 7,14 %, $p < 0,001$). Par contre, les transplantations pour les patients atteints d'emphysème pulmonaire sont moins souvent réalisées sous ECMO (36,9 % contre 21,05 %, $p = 0,03$). (Tableau 1a)

Les données démographiques des patients étudiés sont regroupées dans les Tableaux 1 1a et 1b.

Tableau 1a. Données démographiques des groupes "pas d'ECMO" et ECMO .

	"pas d'ECMO" 84 patients	ECMO 76 patients	
Âge (années)	40 [29-55]	41 [28-55]	0,95
Sexe (homme)	48 (57,14)	35 (46,00)	0,2
Index de masse corporelle (kg/m ²)	19 [18-22]	20 [18-24]	0,84
Super-urgence	3 (3,57)	13 (17,11)	0,006
Durée sur liste d'attente (jours)	29 [11-60]	28 [7,5-76,5]	0,9
Mucoviscidose	47 (55,95)	34 (44,74)	0,2
Emphysème	31 (36,90)	16 (21,05)	0,03
Fibrose pulmonaire idiopathique	6 (7,14)	26 (34,21)	< 0,001
HTAP primaire	0 (0,00)	0 (0,00)	NA
Replantation	4 (4,76)	4 (5,26)	1
Antécédent de chirurgie thoracique	17 (20,24)	22 (28,95)	0,26
Unité de soins intensifs pré-opératoire	5 (5,95)	16 (21,05)	0,008
Catécholamines pré-opératoire	0 (0,00)	3 (3,95)	0,18
Ventilation pré-opératoire	1 (1,20)	3 (3,95)	0,34
HTAP préop	29 (34,52)	42 (55,26)	0,01
Diabète	29 (34,52)	22 (28,95)	0,49
Plasmaphérèse	26 (30,95)	25 (32,89)	0,86
Score OTO	7 [5 - 7]	6 [4-8]	0,18

Les données sont représentées en nombre (pourcentage) ou en médianes [25-75^{ème} quartiles].

En ce qui concerne les caractéristiques initiales des patients pour lesquels une ECMO a été mise en place pendant la transplantation, nous n'avons pas retrouvé de facteur en faveur de leur maintien en post-opératoire. (Tableau 1b)

Tableau 1b. Données démographiques des groupes "ECMO courte" et "ECMO longue"

	"ECMO courte" 48 patients	"ECMO longue" 28 patients	
Âge (années)	45 [26-56]	40 [31-50]	0,88
Sexe (homme)	23 (47,92)	12 (42,86)	0,81
Index de masse corporelle (kg/m ²)	19 [17-22]	20,5 [18-25]	0,11
Super-urgence	8 (16,67)	5 (17,86)	1
Durée sur liste d'attente (jours)	20 [5-57]	34,5 [10-90]	0,18
Mucoviscidose	20 (41,67)	14 (50,00)	0,63
Emphysème	10 (20,83)	6 (21,43)	1
Fibrose pulmonaire idiopathique	18 (37,50)	8 (28,57)	0,46
HTAP primaire	0 (0,00)	0 (0,00)	NA
Retransplantation	2 (4,17)	2 (7,14)	0,62
Antécédent de chirurgie thoracique	15 (31,25)	7 (25,00)	0,61
Unité de soins intensifs pré-opératoire	11 (22,92)	5 (17,86)	0,77
Catécholamines pré-opératoire	2 (4,16)	1 (3,57)	0,69
Ventilation pré-opératoire	3 (6,25)	0 (0,00)	0,29
HTAP préop	30 (62,50)	12 (42,86)	0,15
Diabète	13 (27,08)	9 (32,14)	0,79
Plasmaphérèse	15 (31,25)	10 (35,71)	0,8
Score OTO	6 [4-8]	6 [4-8]	0,59

Les données sont représentées en nombre (pourcentage) ou en médianes [25-75^{ème} quartiles].

4.4 Facteurs per-opérateurs de l'ECMO

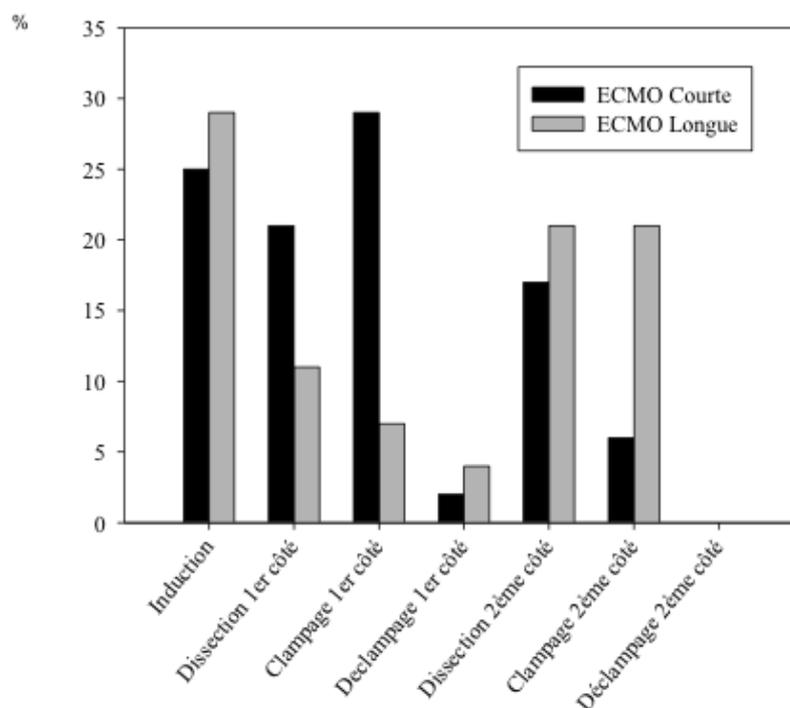
Les causes de mise en place d'ECMO sont similaires entre les groupes. Il s'agit en majorité d'ECMO pour cause hémodynamique per-opératoire (52 % dans le groupe "ECMO courte" et 46,4 % dans le groupe "ECMO longue") (Tableau 2).

Tableau 2. Causes de l'ECMO selon les groupes

Cause de l'ECMO	"ECMO courte"	"ECMO longue"	p
Hémodynamique	25 (52)	13 (46,4)	0,81
Respiratoire	12 (25)	7 (25)	1
Mixte	8 (16,6)	1 (3,5)	0,14
Prophylactique	3 (6,2)	7 (25)	0,03

Les données sont représentées en nombre (pourcentage).

Figure 3. Temps de mise en place de l'ECMO



Les indications de l'ECMO se font tout au long de l'intervention. Les pics d'indications d'"ECMO courte" sont principalement à l'induction, au clampage du

premier côté et lors de la dissection du deuxième côté. Il s'agit alors d'indications de principe sur une HTAP préopératoire, de dysfonction du ventricule droit sur poussée d'HTAP ou d'hypoxémie réfractaire. Par contre, les pics d'indications d'"ECMO longue" sont à l'induction, lors de la dissection du deuxième côté et lors du clampage du deuxième côté. Il s'agit d'indications liées à une HTAP importante ou à une hypoxémie persistante, pouvant témoigner d'une défaillance primaire du greffon très précoce (Figure 3).

Il n'y a pas de différence entre les groupes pour la durée d'ischémie froide, que ce soit pour le premier ou pour le deuxième poumon.

Les saignements per-opératoires et la quantité de produits sanguins labiles sont augmentés pour les patients transplantés sous ECMO, sans différence entre les patients du groupe "ECMO courte" et ceux du groupe "ECMO longue".

4.5 Données de fin de chirurgie

Le taux d'extubation en fin d'intervention est similaire entre les patients des groupes "pas d'ECMO" et "ECMO courte" (respectivement 52 % et 39 %, $p = 0,2$)

En fin d'intervention, nous notons une plus grande instabilité hémodynamique chez les patients "sous ECMO" (lactatémie des patients du groupe ECMO totale à 3,4 mmol/l [2,2 - 4,9] contre 2 mmol/l [1,5 - 2,78] pour les patients du groupe "pas d'ECMO", $p < 0,001$). Néanmoins, les doses de noradrénaline sont similaires entre les groupes "pas d'ECMO" et "ECMO totale" et entre les groupes "pas d'ECMO" et "ECMO courte" (Tableaux 3).

Tableau 3a. Données de fin de chirurgie des groupes "pas d'ECMO" et ECMO totale

	"pas d'ECMO"	ECMO totale	p
Noradrénaline en fin d'intervention (mg/h)	0,5 [0,2-1]	0,5 [0,3-1,2]	0,25
Lactate en fin d'intervention (mmol/l)	2 [1,5-2,78]	3,4 [2,2-4,9]	< 0,001
Extubation en fin d'intervention (nombre)	44 (52,38)	19 (25)	< 0,001

Les données sont représentées en nombre (pourcentage) ou en médianes [25-75^{ème} quartiles].

Tableau 3b. Données de fin de chirurgie des groupes "pas d'ECMO" et "ECMO courte"

	"pas d'ECMO"	"ECMO courte"	p
Noradrénaline en fin d'intervention (mg/h)	0,5 [0,2-1]	0,45 [0,2-1]	0,81
Lactate en fin d'intervention (mmol/l)	2 [1,5-2,78]	2,9 [2-4,68]	< 0,001
Extubation en fin d'intervention (nombre)	44 (52,38)	19 (39,58)	0,2

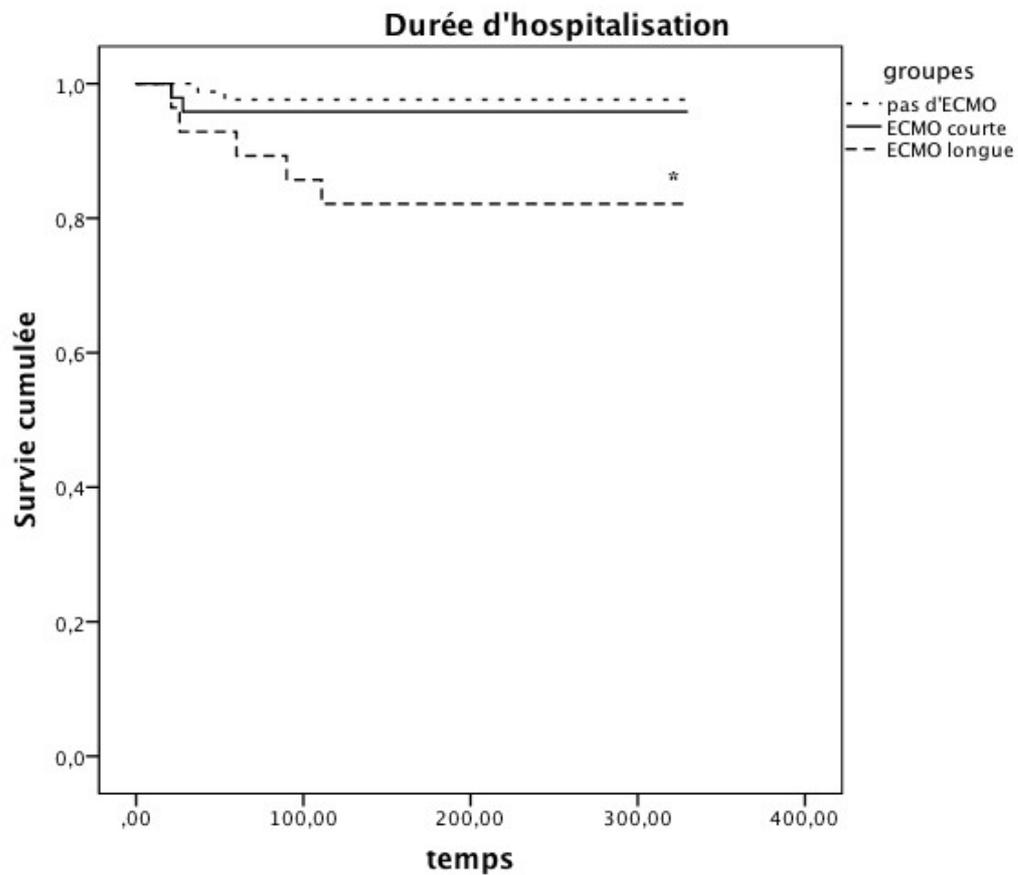
Les données sont représentées en nombre (pourcentage) ou en médianes [25-75^{ème} quartiles].

4.6 Complications post-opératoire

4.6.1 Complications graves

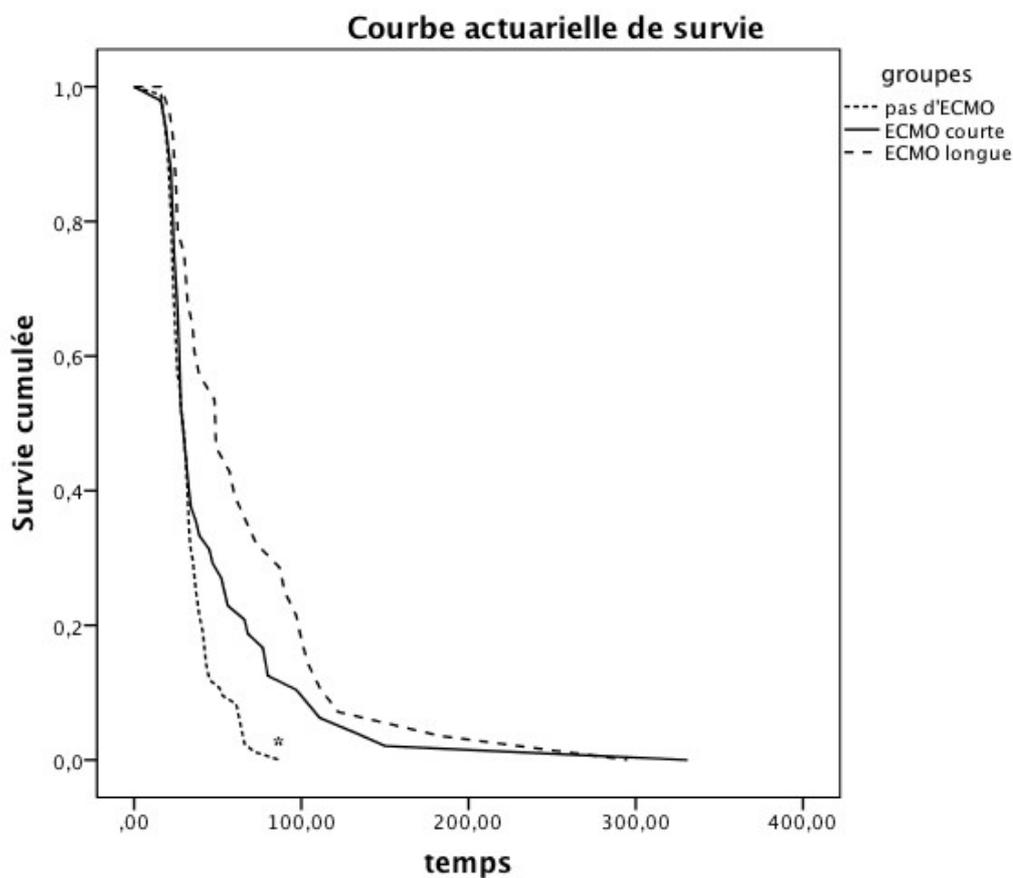
La survie hospitalière est inférieure dans le groupe "ECMO longue" par rapport au groupe "pas d'ECMO" (Log-Rank, $p = 0,007$). (Figure 4)

Figure 4. Courbe de survie hospitalière



La durée de séjour hospitalière est supérieure pour le groupe "ECMO longue" par rapport au groupe "pas d'ECMO" (Log-Rank, $p < 0,001$) (Figure 5).

Figure 5. Courbe de durée de séjour en réanimation



Les complications graves (mortalité, durée de séjour en réanimation et durée de séjour intra-hospitalière) des patients du groupe "ECMO courte" sont similaires à celles du groupe "pas d'ECMO" (Tableau 4a).

Dans notre cohorte, il n'y a pas plus d'événements vasculaires cérébraux pour les patients sous ECMO que sans ECMO. Il n'y a pas eu d'infarctus du myocarde avec séquelle dans notre cohorte.

Cinq arrêts cardio-circulatoires ont eu lieu en per-opératoire, un sur inefficacité circulatoire sur choc hémorragique lors de l'hépatectomie malgré une ECMO déjà fonctionnelle (transplantation foie-poumon). Deux patients ont présenté un arrêt cardio-circulatoire à l'induction sur insuffisance cardiaque droite aiguë, un patient lors du

clampage du deuxième côté et un par trouble conducteur en fin d'intervention. Ces derniers ont nécessité la pose d'une ECMO en urgence en fémoro-fémoral. Ces 5 patients ont bénéficié de l'ECMO en post-opératoire.

Tableau 4a. Complications graves des groupes "pas d'ECMO" et "ECMO courte"

	"pas d'ECMO" 84 patients	"ECMO courte" 48 patients	p
Mortalité à J30	0 (0)	2 (4)	0,13
Mortalité hospitalière	2 (2)	2 (4)	0,62
Durée totale d'hospitalisation (jours)	29,5 [23 - 38]	31 [24 - 55]	0,11
Durée de séjour en unité de soins intensifs (jours)	19 [15 - 24]	20 [15 - 28]	0,25
28 jours libres d'unité de soins intensifs	9 [4 - 13]	8 [0 - 13]	0,24
Arrêt cardio-circulatoire	3 (4)	5 (10)	0,13
Défaillance primaire du greffon de grade 3 à J3	10 (12)	12 (26)	0,054
ECMO secondaire	1 (1)	4 (8)	0,058
Choc septique	13 (15)	12 (25)	0,24
Choc hémorragique	6 (7)	4 (8)	1
Reprise chirurgicale	8 (10)	7 (15)	0,4
Épuration extrarénale	2 (2)	1 (2)	1
Accident vasculaire cérébrale avec séquelle	1 (1)	1 (2)	1
Infarctus du myocarde avec choc cardiogénique	0 (0)	0 (0)	NA

Les données sont représentées en nombre (pourcentage) ou en médianes [25-75^{ème} quartiles].

Il y a plus de complications graves dans le groupe "ECMO longue" que dans le groupe "ECMO courte". La gravité du tableau respiratoire des patients explique la nécessité d'une ECMO prolongée. Par conséquent, ceci explique des durées globales d'hospitalisation et de séjour en soins intensifs prolongées, respectivement 31 jours [24 - 55] contre 49 jours [30 - 95], $p = 0,02$ et 20 jours [15 - 28] contre 35,5 jours [21 - 70], $p = 0,002$, pour les patients du groupe ECMO courte et "ECMO longue". De même, il y a

plus d'épuration extrarénale dans le groupe "ECMO longue" par rapport au groupe "ECMO courte" (68 % contre 2 %, $p < 0,001$). La dysfonction primaire du greffon de grade 3 au troisième jour est plus fréquente chez les patients du groupe "ECMO longue", ce qui à la fois peut être la cause de l'ECMO mais peut aussi en être la conséquence (Tableau 4b).

Tableau 4b. Complications graves des groupes "ECMO courte" et "ECMO longue"

	"ECMO courte" 48 patients	"ECMO longue" 28 patients	p
Mortalité à J30	2 (4)	2 (7)	0,62
Mortalité hospitalière	2 (4)	5 (18)	0,09
Durée totale d'hospitalisation (jours)	31 [24 - 55]	49 [30 - 95]	0,02
Durée de séjour en unité de soins intensifs (jours)	20 [15 - 28]	35,5 [21 - 70]	0,002
28 jours libres d'unité de soins intensifs	8 [0 - 13]	0 [0 - 6]	0,003
Arrêt cardio-circulatoire	5 (10)	7 (25)	0,11
Défaillance primaire du greffon de grade 3 à J3	12 (25)	18 (64)	0,001
ECMO secondaire	4 (8)	3 (11)	0,7
Choc septique	12 (25)	13 (46)	0,07
Choc hémorragique	4 (8)	12 (49)	< 0,001
Reprise chirurgicale	7 (15)	11 (39)	0,02
Épuration extrarénale	1 (2)	19 (68)	< 0,001
Accident vasculaire cérébrale avec séquelle	1 (2)	1 (4)	0,57
Infarctus du myocarde avec choc cardiogénique	0 (0)	0 (0)	NA

Les données sont représentées en nombre (pourcentage) ou en médianes [25-75^{ème} quartiles].

4.6.2 Complications modérées

Bien que la mise en place de l'ECMO, qui est un dispositif vasculaire invasif, soit prolongée, nous n'observons pas de différence en ce qui concerne les complications

vasculaires ($p = 0,96$) (Tableau 5a).

Les complications sévères liées à la survenue d'embolie gazeuse au déclampage du greffon sont similaires entre les groupes ($p = 0,66$).

Tableau 5a. Complications modérées des groupes "pas d'ECMO" et "ECMO courte"

	"pas d'ECMO" 84 patients	"ECMO courte" 48 patients	p
Embolie gazeuse avec retentissement systémique	4 (5)	3 (6)	0,50
28 jours libres de ventilation mécanique invasive	27 [22 - 28]	26 [3 - 28]	0,09
Durée totale de ventilation mécanique invasive (jours)	1 [0 - 6]	2 [2 - 23]	0,14
Réintubation	13 (15)	7 (15)	1
Trachéotomie	9 (11)	15 (31)	0,004
Complication vasculaire	8 (10)	5 (10)	0,96

Les données sont représentées en nombre (pourcentage) ou en médianes [25-75^{ème} quartiles].

La durée de ventilation mécanique invasive est augmentée dans le groupe "ECMO longue" par rapport au groupe "ECMO courte" respectivement, 24,5 jours [9 - 30] contre 2 jours [2 - 23] ($p < 0,001$) (Tableau 5b).

Tableau 5b. Complications modérées des groupes "ECMO courte" et "ECMO longue"

	"ECMO courte" 48 patients	"ECMO longue" 28 patients	p
Embolie gazeuse avec retentissement systémique	3 (6)	3 (11)	0,66
28 jours libres de ventilation mécanique invasive	26 [3 - 28]	3,5 [0 - 19]	< 0,001
Durée totale de ventilation mécanique invasive (jours)	2 [2 - 23]	24,5 [9 - 30]	< 0,001
Réintubation	7 (15)	5 (18)	0,75
Trachéotomie	15 (31)	17 (61)	0,01
Complication vasculaire	5 (10)	4 (14)	0,71

Les données sont représentées en nombre (pourcentage) ou en médianes [25-75^{ème} quartiles].

4.6.3 Complications minimales

La fréquence de complications au scarpa est augmentée en cas de recours à l'ECMO, 10 % dans le groupe "ECMO courte" contre 1 % dans le groupe "pas d'ECMO", $p = 0,02$, mais les complications au membre inférieur sont similaires entre ces deux groupes. Par contre, il y a plus de complications au membre inférieur en cas d'"ECMO longue" par rapport aux patients du groupe "ECMO courte" (respectivement 18 % contre 2 %, $p = 0,002$).

Par ailleurs, nous observons plus de recours aux produits sanguins labiles en post-opératoire dans le groupe "ECMO longue" que dans le groupe "ECMO courte". Ce phénomène ne se retrouve pas dans les groupes "pas d'ECMO" et "ECMO courte" (Tableaux 6).

Tableau 6a. Complications minimales des groupes "pas d'ECMO" et "ECMO courte"

	"pas d'ECMO" 84 patients	"ECMO courte" 48 patients	p
Scarpa	1 (1)	5 (10)	0,02
Membre inférieur	2 (2)	1 (2)	1
Embolie gazeuse avec retentissement paraclinique (BIS, ETO, ECG non systémique)	29 (35)	18 (38)	0,90
Arythmie complète par fibrillation auriculaire	20 (24)	11 (23)	1
Culot globulaire rouge	0 [0 - 1]	0 [0 - 0,75]	0,96
Plasma frais congelé	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]	0,88
Concentré issu d'aphérèse	0 [0 - 0]	0 [0 - 0]	0,4

Les données sont représentées en nombre (pourcentage) ou en médianes [25-75^{ème} quartiles].

Tableau 6b. Complications minimales des groupes "ECMO courte" et "ECMO longue"

	"ECMO courte" 48 patients	"ECMO longue" 28 patients	P
Scarpa	5 (10)	5 (18)	0,48
Membre inférieur	1 (2)	5 (18)	0,02
Embolie gazeuse avec retentissement paraclinique (BIS, ETO, ECG non systémique)	18 (38)	11 (39)	1
ACFA	11 (23)	7 (25)	1
CGR	0 [0 – 0,75]	0 [1 - 14]	< 0,001
PFC	0 [0 - 0]	0 [0 - 5]	0,007
CPA	0 [0 - 0]	0,5 [0 - 3]	0,006

Les données sont représentées en nombre (pourcentage) ou en médianes [25-75^{ème} quartiles].

5 Discussion

5.1 Particularités de la transplantation pulmonaire

5.1.1 Principaux chiffres

En France, les principales indications conduisant à la transplantation pulmonaire sont l'emphysème-BPCO (32 %), la mucoviscidose (26 %) et la fibrose pulmonaire (19 %). L'hypertension artérielle pulmonaire (HTAP) mal contrôlée consécutive à une atteinte pulmonaire reste a contrario la principale indication de greffe cœur-poumons (62 %). Les critères d'inscription sur liste de greffe dépendent de la maladie respiratoire et suivent les règles suivantes :

- un haut risque (> 50 %) de décès à cause de la maladie pulmonaire dans les 2 ans si la transplantation n'est pas réalisée ;
- une forte probabilité (> 80 %) de survie 90 jours après la transplantation pulmonaire ;
- une forte probabilité (> 80 %) de survie à 5 ans post-transplantation si le greffon est fonctionnel (25).

Le nombre de transplantations pulmonaires est en forte augmentation ces dernières années (+ 35 % entre 2008 et 2013). Ceci s'explique à la fois par l'augmentation du nombre total de prélèvements et par une augmentation de l'efficacité du prélèvement pulmonaire. Parmi les 375 nouveaux malades inscrits en attente de greffe pulmonaire en 2013, 9,5 % sont décédés avant transplantation. Vingt-deux patients (5,9 %) ont moins de 18 ans et 127 (33,9 %) ont 56 ans ou plus. Quarante-huit patients (23,4 %) sont hospitalisés au moment de l'inscription, 12 (3,2 %) sont sous ventilation assistée invasive et 15 (4,0 %) sous ECMO.

La durée médiane d'attente sur liste de greffe a nettement diminué ces dernières années en partie grâce à l'élargissement des critères de don (Tableau 7) (27). Deux autres modalités ont réduit les délais d'attente. Il s'agit de l'apparition de la procédure de réhabilitation du poumon prélevé (procédure « Ex-Vivo ») qui permet de tester en circuit fermé (ECMO) et dans une enceinte stérile les poumons prélevés avant de décider leur implantation (28,29) et de l'attribution prioritaire dans le cadre de la modalité « Super-Urgence pulmonaire » (SU-p) depuis juillet 2007, pour les patients les plus sévères. La SU-p a été créée pour permettre la transplantation de patients dont l'état clinique s'est dégradé et qui présentent un risque vital mais dont l'état clinique reste compatible avec une greffe pulmonaire, c'est-à-dire en l'absence de défaillance aiguë d'un deuxième organe ou d'infection systémique (30). Les critères de SU-p prennent en compte la menace à court terme du pronostic vital du fait de la sévérité de la maladie respiratoire et la difficulté d'obtenir un greffon (groupe rare, morphotype, anatomie). Les critères d'inscription en SU-p sont :

- Mucoviscidose et dilatation des bronches ;
- Ventilation invasive (intubation) avec ou sans assistance type ECMO ou menace de ventilation invasive (VNI > 18h /J depuis plus de 3 jours) ;
- PaCO₂ > 80 mmHg sous VNI en l'absence de cause réversible ;
- Mise sous assistance type ECMO ;
- Fibrose pulmonaire idiopathique ou secondaire ;
- Ventilation invasive (intubation) avec ou sans assistance type ECMO ou menace de ventilation invasive (oxygénothérapie > 12 L/min et SaO₂ < 90 % malgré le traitement médical maximal en l'absence de cause réversible) ;

- Mise sous assistance type ECMO ;
- Maladies vasculaires pulmonaires ;
- HTAP sévère (NYHA IV, IC < 2L/min/m² et RVAP > 1200 dyn/s/cm⁵) malgré plus de 72h de traitement médical maximal.

Cette inscription n'est possible qu'une seule fois pour une durée de 8 jours, renouvelable une fois.

Ces éléments ont nettement fait diminuer la mortalité sur liste d'attente (12,1 décès pour 100 patient-années en 2013) et le délai avant transplantation. Il a été sur la période de 2010 à 2013 de 2,7 mois [2,4 – 3,0]. Cette durée est fortement variable (de 1 à 16 mois) entre les centres en fonction des caractéristiques des malades inscrits, ainsi que des politiques d'inscription et de greffe. Entre 2011 et 2012, la survie à 1 an en France après une greffe bi-pulmonaire est de 76%. Celle-ci dépend essentiellement de l'indication de la greffe, avec de meilleurs résultats pour la mucoviscidose (80 %) par rapport à la fibrose pulmonaire (63 %) (31).

Tableau 7. Définition des critères idéaux, marginaux dans le cas des donneurs de poumons potentiels (27).

Donneur idéal	Donneur à critères élargis	Donneur marginal
Age < 55 ans	Age < 65 ans	
PO ₂ /FiO ₂ > 400 mmHg, FiO ₂ = 1, PEEP 5 mmHg	PO ₂ /FiO ₂ : 200-400 mmHg, FiO ₂ = 1, PEEP 5 mmHg	PO ₂ /FiO ₂ < 200 mmHg
Non fumeur	Tabagisme < 20 paquets-année	
Radiographie thoracique normale	Radiographie thoracique acceptable	
Pas d'inhalation	Inhalation	Toilette bronchique si sécrétions sales
Bactériologie négative sur les aspirations bronchiques	Sepsis en cours de traitement	Sepsis en cours de traitement avec de fortes doses d'antibiotiques
Pas de traumatisme thoracique	Traumatisme thoracique mineur	
Pas d'antécédents de chirurgie thoracique	Antécédents possibles de chirurgie cardiaque	
Intubation < 24h		

5.1.2 ECMO

L'Extracorporeal Membrane Oxygenation est un dispositif d'assistance cardiocirculatoire qui a été initialement décrit par John Gibbon en 1939 pour le traitement des défaillances respiratoires du nouveau-né. Mais cette technique a connu un développement rapide en réanimation et en chirurgie cardiaque et thoracique à partir des années 2000, notamment à cause de l'épidémie de grippe H1N1 et au développement de matériaux beaucoup plus biocompatibles. Le sang est puisé dans le système cave par déclivité puis il traverse une membrane qui décarboxyle et oxygène le

sang, puis il est remis en circulation grâce à une pompe centrifuge vers le patient à fort débit via des canules qui peuvent être artérielles ou veineuses selon le mode d'assistance choisi (respiratoire pure ou circulatoire). Le sang est réchauffé par l'appareil afin d'éviter les hypothermies qui majorent, entre autres, les troubles de la coagulation.

Ses principales indications respiratoires en réanimation sont l'hypoxémie réfractaire ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 50$ mmHg pendant 3 h ou < 80 mmHg pendant 6 h à $\text{FiO}_2 = 1$) ou l'hypercapnie réfractaire ($\text{pH} < 7,20$) en dépit d'une stratégie de ventilation protectrice optimale (12,16,32–35). Ses principales indications hémodynamiques sont le choc cardiogénique par infarctus aigu du myocarde, par cardiomyopathie dilatée terminale, par myocardites virales ou toxiques, suite à une cardiectomie ou à un arrêt cardiaque réfractaire (36–43).

En transplantation pulmonaire les critères d'éligibilité et le délai de recours à l'ECMO méritent encore des précisions. En effet, sa mise en place systématique en début d'intervention pourrait être accompagnée de moins de complications que si elle était placée en urgence, ce d'autant que les hypoxémies, les hypercapnies majeures (avec ventilation protectrice impossible et acidose) ou les bas débits cardiaques sur insuffisance cardiaque droite aiguë auxquels sont soumis ces patients sont probablement source de morbidité supplémentaire (9).

5.2 Intérêt de l'ECMO en transplantation pulmonaire

Dans cette étude, nous observons que 50 % des transplantations pulmonaires se déroulent sous ECMO. L'ECMO per-opératoire était tout à fait anecdotique jusqu'en 2007, elle s'est rapidement imposée comme méthode d'assistance cardiopulmonaire de choix au cours des transplantations pulmonaires à l'Hôpital Foch à partir de 2008. Ce phénomène est observé dans d'autres centres de transplantation pulmonaire avec des

résultats encourageants (4,6,7). Le développement rapide de l'ECMO en chirurgie cardiaque et thoracique, tout comme pour la réanimation du SDRA suite à l'épidémie de grippe H1N1, a permis une meilleure compréhension de sa physiopathologie et de sa gestion. Cette adoption en moins de 4 ans, aux dépens de la CEC, outre sa faible morbidité, est due à la miniaturisation des dispositifs et à la rapidité de mise en place par des abords vasculaires de moins en moins invasifs. Une fois en place, la stabilité hémodynamique qu'elle confère, notamment lors des clampages des artères pulmonaires, permet de limiter l'hypoperfusion et le recours à un remplissage massif ou à des doses élevées de catécholamines qui majorent l'ischémie bronchique et le risque de déhiscence des sutures bronchiques. De plus, la décarboxylation par le circuit d'ECMO autorise une ventilation protectrice fondamentale sur des nouveaux poumons fragilisés par des temps d'ischémie prolongés (2,6,16,44,45). Ces ECMO sont principalement mises en place en première partie d'intervention. À l'induction, il s'agit d'ECMO mises en place de principe, de patients présentant une dysfonction du ventricule droit suite à la ventilation en pression positive, de patients avec une hypercapnie réfractaire ou présentant un bas débit cardiaque. Lors du clampage du premier côté, le clampage de l'artère pulmonaire entraîne une dysfonction du ventricule droit. Lors du clampage du deuxième côté, il peut également s'agir d'ECMO mises en place pour une dysfonction du ventricule droit au clampage de l'artère pulmonaire, mais il peut aussi s'agir d'hypoxémie lié à l'œdème de reperfusion ou au shunt intrapulmonaire du fait de la mauvaise qualité du poumon implanté. Enfin, dans certains cas, il peut s'agir d'une ECMO de sauvetage lors d'arrêts cardio-circulatoires. Le plus souvent, les patients ayant nécessité une ECMO en deuxième partie de chirurgie ne peuvent être sevrés en fin d'intervention.

Bien que depuis 2007, plusieurs études aient comparé les complications et la

sécurité de l'ECMO en transplantation pulmonaire par rapport à la CEC (4,6,7), l'ECMO manque d'évaluation globale sur son profil de sécurité, entre autres, par rapport aux patients n'ayant pas bénéficié d'ECMO per-opératoire. Aucune étude n'avait jusqu'à présent évalué les complications liées à l'utilisation d'une ECMO de courte durée uniquement per-opératoire par rapport à l'absence d'ECMO ou d'ECMO de longue durée. Notre étude s'inscrit dans cette démarche d'évaluation de pratique.

5.3 Des transplantations schématisées en trois groupes

Nous décrivons donc une cohorte de trois groupes dont la gravité est distincte, du fait de la sévérité de la pathologie respiratoire, des difficultés chirurgicales et des comorbidités. Tout ceci conduit à différents niveaux d'assistance cardiopulmonaire, par ECMO.

Le premier groupe, qui n'a pas besoin d'ECMO lors de sa prise en charge péri-opératoire, correspond aux patients dont la transplantation se fait habituellement en dehors de toute défaillance respiratoire nécessitant une assistance ventilatoire prolongée (ventilation non invasive, ventilation mécanique invasive ou ECMO) et pour qui les conditions chirurgicales, hémodynamiques et ventilatoires per-opératoires sont relativement simples. Il en découle alors des suites opératoires sans particularité, avec un profil d'événements indésirables moindres et donc un séjour en soins intensifs plus court. Ceci est aussi mis en évidence par le taux élevé d'extubation immédiatement (52 %) en fin d'intervention. La survie de ce groupe est significativement plus élevée que les autres.

Nous constatons chez les patients transplantés sous ECMO qu'ils sont plus souvent transplantés en inscrits SU, qu'il y a plus de fibroses idiopathiques et plus d'HTAP pré-opératoire. Par contre, il y a moins de recours à l'ECMO en cas de

transplantation pour emphysème pulmonaire. Bien que le recours précoce à l'ECMO puisse être prévu en réunion de concertation pluridisciplinaire quand la sévérité de l'état du patient et la complexité chirurgicale ne laissent guère d'autre choix, celle-ci peut aussi survenir en urgence. Compte-tenu des conditions respiratoires et hémodynamique avantageuses, nous nous demandons alors si la mise en place systématique de l'ECMO ne devrait pas être envisagée. Les scarpas sont préparés de façon systématique pour optimiser la mise en place de l'ECMO en cas d'urgence. Il s'agit tout de même d'une technique mini-invasive bien maîtrisée par les équipes chirurgicales mais qui reste délicate, avec plus de complications vasculaires et au scarpa, notamment dans notre population atteinte de mucoviscidose, donc d'individus de petit gabarits souvent dénutris et aux vaisseaux de faible calibre et fragiles, ou de patients atteints de BPCO et donc avec de l'athérosclérose.

Le groupe "ECMO courte" correspond à des patients pour qui l'ECMO est mise en place pour faire face à un événement aigu, hémodynamique tel qu'une HTAP sévère (parfois iso-systémique) ou une inefficacité circulatoire par embolie gazeuse ou choc hémorragique, ou respiratoire tel qu'une hypercapnie ou une hypoxémie réfractaire. Si cet événement est réglé en fin d'intervention, alors son sevrage est envisagé en fin de chirurgie. La mortalité hospitalière et les durées d'hospitalisation restent alors comparables à celle des patients ne requérant "pas d'ECMO". De même, nous n'observons pas plus de dysfonction primaire du greffon de grade 3 dans le groupe "ECMO courte" que dans le groupe sans ECMO et les durées totales de ventilation mécanique sont similaires.

En ce qui concerne les patients qui nécessitent une ECMO de longue durée, celle-ci est mise en place chez des patients dont l'état de gravité est maximal et lors d'un événement aigu mais qui ne peut être résolu en fin d'intervention, soit du fait d'une

grande instabilité hémodynamique en cours de résolution, soit du fait d'une dysfonction primaire du greffon. Celui-ci peut être dû à une incompatibilité immunologique précoce, à des conditions chirurgicales plus complexes et plus hémorragiques, conduisant à une majoration de la transfusion en produits sanguins labiles et à une augmentation des volumes de remplissage per-opératoire. En effet, nous observons dans notre cohorte que les patients présentant une plus grande instabilité hémodynamique per-opératoire, avec une lactatémie augmentée et des besoins en noradrénaline plus importants nécessitent que l'ECMO soit prolongée en post-opératoire. Bien que nous n'observions pas de différence statistiquement significative sur les durées d'ischémie froide, Felten & al ont observé une plus forte prévalence des DPG 3 si l'ischémie froide est supérieure à 6 heures (45).

5.4 Complications propres

Les patients du groupe "ECMO courte" présentent un profil de complications similaires à ceux n'ayant pas nécessité le recours à l'ECMO pendant leur transplantation.

Dans le cadre de l'ECMO de longue durée, l'incidence des complications observées dans notre cohorte est comparable à ce qui est observé dans la littérature des patients issus de la réanimation, que ce soit dans le choc cardiogénique réfractaire ou dans le cadre du SDRA (voir tableau 8). Cette incidence semble corrélée à l'état de gravité des patients et à la durée d'utilisation de l'ECMO. Dans le cadre du SDRA et du choc cardiogénique, Cheng & al. observent, dans une méta-analyse de 1866 patients issus de 20 études sur le choc cardiogénique, 40 % d'événements hémorragiques graves, 5 % d'AVC et 23 % d'infections graves (20). Zangrillo & al, dans une méta-analyse reprenant 1763 patients issus de 12 études, relèvent 33 % d'événements hémorragiques graves, 8 % d'AVC, 52 % de recours à l'EER, 10 % d'ischémie aiguë de membre, et

52 % d'infections graves (13).

Dans les séries concernant la transplantation pulmonaire, Lafarge & al. observent, chez 36 patients en pont à la transplantation pulmonaire, 14 % d'événements hémorragiques graves, 3 % d'ischémie de membre inférieur, 25 % de thrombose veineuse profonde et aucun cas d'épuration extrarénale (46). Aigner & al. ont décrit une cohorte de 130 patients transplantés sous ECMO, dont deux étaient en pont à la transplantation et 51 ont nécessité une ECMO en post-opératoire. Ils observent 21 % d'hémorragies graves, 1 % d'AVC, 4 % de complications vasculaires et 4 % de d'ECMO secondairement mises en place à distance de la transplantation (6). Biscotti & al. décrivent une cohorte également hétérogène de 47 patients transplantés sous ECMO où 21 % des patients disposaient d'une ECMO pré-opératoire et 10 % ne pouvaient en être sevrée en fin d'intervention. Ils observent 6,4 % d'hémorragies graves, 6,4 % d'AVC, 8,5 % nécessitant une EER post-opératoire et 6,4 % de complications vasculaires (7).

Tableau 8. Complications des ECMO comparées aux cohortes de la littérature.

	"ECMO longue"	Cheng & al (20)	Zangrillo & al (13)	Lafarge & al (46)	Aigner & al (6)	Biscotti & al (7)
Patients	Transplantation pulmonaire	Choc cardiogénique	SDRA	Transplantation pulmonaire	Transplantation pulmonaire	Transplantation pulmonaire
Accident vasculaire cérébrale	4 %	5 %	8 %	nr	1 %	6,4 %
Choc hémorragique	49 %	40 %	33 %	14 %	21 %	6,4 %
Choc septique	46 %	23 %	52 %	nr	nr	nr
Épuration extrarénale	68 %	nr	52 %	0 %	nr	8,5 %
Complications vasculaires	14 %	nr	nr	25 %	4 %	6,4 %
Complications au membre inférieur	18 %	nr	10 %	3 %	nr	nr

ECMO : extra-corporeal membrane oxygenation, AVC : accident vasculaire cérébral, EER : épuration extrarénale, nr : non renseigné

En ce qui concerne les complications locales au scarpa ou au membre inférieur, elles sont supérieures chez les patients ayant bénéficié d'une ECMO sans pour autant que nous retrouvions, dans notre cohorte, de séquelles majeures avec handicap. Celles-ci sont décrites par Aigner & al en transplantation pulmonaire avec une incidence de 4 % de complications vasculaires et 7 % de lymphorrhées. Tudorache & al. décrivent une dissection aortique de type B avec défaillance hépatique. En chirurgie vasculaire (47), Pejkić & al., sur une série de 120 patients opérés d'un pontage aorto-bi-fémorale, observent que ces complications de complications à type d'infection au scarpa, lymphocèle ou désunion cicatricielle, sont souvent diagnostiquées assez tard (60 % après le retour à domicile) (48). Toutefois, nos patients sont difficilement comparables car il s'agit de patients sans pathologie vasculaire.

5.5 Limites

Il s'agit de la plus grande cohorte monocentrique française suivie à un an. L'Hôpital Foch est le premier centre de transplantation pulmonaire en France. Ce caractère monocentrique permet un recueil de données principalement prospectif, standardisé et informatisé en temps réel. Les protocoles de prise en charge des patients transplantés sont standardisés, dès l'évaluation par les pneumologues jusqu'à la réanimation, en passant par l'anesthésie.

Il s'agit d'une population particulière, essentiellement atteinte de mucoviscidose, 53 % dans notre cohorte contre 26 % sur le registre national. Ce sont des patients jeunes, avec de faibles co-morbidités cardiovasculaires, de petite taille, souvent dénutris et dont la gestion anti-infectieuse est complexe car souvent porteurs de germes multirésistants.

Enfin, cette étude descriptive ne permet pas de différencier les complications

strictement imputables à l'ECMO et celles inhérentes à la sévérité des patients et conduisant à l'ECMO.

5.6 Perspectives

Au vu des résultats de cette étude, de la faible incidence des complications graves et de l'absence de différence de mortalité entre les patients n'ayant pas été transplantés sous ECMO et ceux dont l'ECMO a été de courte durée, nous nous demandons si l'ECMO ne devrait pas être proposée de façon systématique, ou du moins, compte-tenu de sa iatrogénie, à certains patients présentant des facteurs de risques pré-opératoires tel qu'une HTAP importante, avec des antécédents de chirurgie thoracique ou une fibrose pulmonaire idiopathique.

Il reste encore à préciser à quel moment enlever l'ECMO. Après un événement aussi agressif qu'est la transplantation pulmonaire, accompagnée de transfusion ou de remplissage massif, de doses élevées de catécholamines, ne faudrait-il pas sevrer les patients de l'ECMO de façon plus progressive ? Ne faudrait-il pas laisser le temps aux nouveaux poumons de résorber l'œdème en partie lié aux lésions d'ischémie-reperfusion ? Nous n'observons pas de différence en ce qui concerne le recours à une ECMO secondaire après transplantation, ce qui laisse présager que nos critères d'ablation en fin d'intervention, au bloc opératoire, sont adaptés. Néanmoins, il faut tenir compte que la DPG3 est un phénomène qui démarre au bloc dès le déclampage du pédicule vasculaire pulmonaire. Dans les cas où l'ECMO doit être poursuivie, la transformation de l'ECMO V-A en V-V pourrait être une solution moins iatrogène, permettant un sevrage progressif et une ventilation protectrice. Certaines équipes, comme celle de Vienne (49), ont montré l'intérêt de poursuivre l'ECMO V-A en post opératoire pendant quelques heures voire quelques jours pour prévenir et limiter

le développement de défaillance sévère en cas de situation jugée à haut risque.

Tudorache & al ont proposé le maintien de l'ECMO pendant 8 jours [5-19] après transplantation pulmonaire pour HTAP primitive, pour permettre un remodelage progressif du ventricule gauche avec des durées de ventilation invasive et de séjour en réanimation plus courtes (47). Toutefois ces patients sont très différents de ceux étudiés dans notre cohorte.

6 Conclusion

La transplantation pulmonaire se déroule dans 50 % des cas sous ECMO. Celle-ci peut être de courte durée lorsqu'un événement respiratoire ou hémodynamique est transitoire. Alors, l'évolution post-opératoire de ces patients rejoint celle des patients n'en ayant pas nécessité. Néanmoins, il se discute encore le moment de son ablation. En revanche, l'ECMO peut être poursuivie en post-opératoire, principalement pour des hypoxémies per-opératoire non contrôlées par les méthodes de ventilation et pharmacologiques classiques. Ces patients présentent alors des complications post-opératoires importantes.

Des études prospectives multicentriques de pratique sont nécessaires pour préciser le moment de mise en place des ECMO, les réglages des débits et la stratégie de sevrage.

7 Bibliographie

1. Yusen RD, Edwards LB, Kucheryavaya AY, Benden C, Dipchand AI, Dobbels F, et al. The Registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: Thirty-first Adult Lung and Heart–Lung Transplant Report—2014; Focus Theme: Retransplantation. *J Heart Lung Transplant*. 2014;33(10):1009–24.
2. Mascia L, Pasero D, Slutsky AS, Arguis MJ, Berardino M, Grasso S, et al. Effect of a lung protective strategy for organ donors on eligibility and availability of lungs for transplantation: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2010 15;304(23):2620–7.
3. Raffin L, Michel-Cherqui M, Sperandio M, Bonnette P, Bisson A, Loirat P, et al. Anesthesia for bilateral lung transplantation without cardiopulmonary bypass: initial experience and review of intraoperative problems. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 1992;6(4):409–17.
4. Inci I, Schuurmans M, Boehler A, Weder W. Zurich University Hospital lung transplantation programme: update 2012. *Swiss Med Wkly*. 2013 22
5. Hayanga JA, D’Cunha J. The surgical technique of bilateral sequential lung transplantation. *J Thorac Dis*. 2014;6(8):1063.
6. Aigner C, Wisser W, Taghavi S, Lang G, Jaksch P, Czyzewski D, et al. Institutional experience with extracorporeal membrane oxygenation in lung transplantation☆. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2007;31(3):468–74.
7. Biscotti M, Yang J, Sonett J, Bacchetta M. Comparison of extracorporeal membrane oxygenation versus cardiopulmonary bypass for lung transplantation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014 ; 148(5):2410–6.
8. Mao H, Katz N, Ariyanon W, Blanca-Martos L, Adýbelli Z, Giuliani A, et al. Cardiac surgery-associated acute kidney injury. *Blood Purif*. 2014;37(suppl 2):34–50.
9. Diamond JM, Lee JC, Kawut SM, Shah RJ, Localio AR, Bellamy SL, et al. Clinical risk factors for primary graft dysfunction after lung transplantation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;187(5):527–34.
10. Davidson S. State of the Art - How I manage coagulopathy in cardiac surgery patients. *Br J Haematol*. 2014;164(6):779–89.
11. Asimakopoulos G, Smith PL, Ratnatunga CP, Taylor KM. Lung injury and acute respiratory distress syndrome after cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg*. 1999;68(3):1107–15.
12. Combes A, Bacchetta M, Brodie D, Müller T, Pellegrino V. Extracorporeal membrane oxygenation for respiratory failure in adults. *Curr Opin Crit Care*. 2012;18(1).

13. 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.* 2013;15(3):172–8.
14. Pham T, Combes A, Rozé H, Chevret S, Mercat A, Roch A, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for pandemic influenza A(H1N1)–induced acute respiratory distress syndrome: a cohort study and propensity-matched analysis. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013;187(3):276–85.
15. Gothner M, Buchwald D, Schlebes A, Strauch JT, Schildhauer TA, Swol J. Use of extracorporeal membrane oxygenation in combination with high-frequency oscillatory ventilation in post-traumatic ARDS: ECMO and HFOV in ARDS. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2013;57(3):391–4.
16. Kolla S, Awad SS, Rich PB, Schreiner RJ, Hirschl RB, Bartlett RH. Extracorporeal life support for 100 adult patients with severe respiratory failure. *Ann Surg.* 1997;226(4):544–564.
17. Brogan TV, Thiagarajan RR, Rycus PT, Bartlett RH, Bratton SL. Extracorporeal membrane oxygenation in adults with severe respiratory failure: a multi-center database. *Intensive Care Med.* 2009;35(12):2105–14.
18. Noah MA, Peek GJ, Finney SJ, Griffiths MJ, Harrison DA, Grieve R, et al. Referral to an Extracorporeal Membrane Oxygenation center and mortality among patients with severe 2009 influenza A(H1N1). *JAMA.* 2011, 19;306(15):1659.
19. Maj G, Calabrò MG, Pieri M, Melisurgo G, Zangrillo A, Pappalardo F. Abdominal compartment syndrome during Extracorporeal Membrane Oxygenation. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2012;26(5):890–2.
20. Cheng R, Hachamovitch R, Kittleson M, Patel J, Arabia F, Moriguchi J, et al. Complications of Extracorporeal Membrane Oxygenation for treatment of cardiogenic shock and cardiac arrest: a meta-analysis of 1,866 adult patients. *Ann Thorac Surg.* 2014;97(2):610–6.
21. Australia and New Zealand Extracorporeal Membrane Oxygenation (ANZ ECMO) Influenza Investigators, Davies A, Jones D, Bailey M, Beca J, Bellomo R, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for 2009 influenza A(H1N1) acute respiratory distress syndrome. *JAMA.* 2009, 4;302(17):1888–95.
22. Fischer S, Bohn D, Rycus P, Pierre AF, de Perrot M, Waddell TK, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for primary graft dysfunction after lung transplantation: analysis of the Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) Registry. *J Heart Lung Transplant.* 26(5):472–7.
23. Pereszlenyi A. Bilateral lung transplantation with intra- and postoperatively prolonged ECMO support in patients with pulmonary hypertension. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2002;21(5):858–63.
24. Liu N, Chazot T, Trillat B, Michel-Cherqui M, Marandon JY, Law-Koune J-D, et al. Closed-loop control of consciousness during lung transplantation: an observational

- study. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2008;22(4):611–5.
25. Liu N, Chazot T, Hamada S, Landais A, Boichut N, Dussaussoy C, et al. Closed-loop administration of propofol and remifentanyl guided by bispectral index: a randomized multicenter study. *Anesth Analg*. 2011;112(3):546–57.
 26. Weill D, Benden C, Corris PA, Dark JH, Davis RD, Keshavjee S, et al. A consensus document for the selection of lung transplant candidates: 2014—An update from the Pulmonary Transplantation Council of the International Society for Heart and Lung Transplantation. *J Heart Lung Transplant*. 2015;34(1):1–15.
 27. Nathan SD. The Future of Lung Transplantation. *CHEST J*. 2015, 1;147(2):309.
 28. Sage E, Mussot S, Trebbia G, Puyo P, Stern M, Darteville P, et al. Lung transplantation from initially rejected donors after ex vivo lung reconditioning: the French experience. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2014, 1;46(5):794–9.
 29. Cypel M, Yeung JC, Liu M, Anraku M, Chen F, Karolak W, et al. Normothermic ex vivo lung perfusion in clinical lung transplantation. *N Engl J Med*. 2011;364(15):1431–40.
 30. Roux A, Beaumont-Azuar L, Hamid AM, De Miranda S, Grenet D, Briend G, et al. High emergency lung transplantation: dramatic decrease of waiting list death rate without relevant higher post-transplant mortality. *Transpl Int*. 2015;28(9):1092–101.
 31. Rapport médical et scientifique du prélèvement et de la greffe en France – Agence de la Biomédecine – 2013.
 32. Combes A, Brodie D, Bartlett R, Brochard L, Brower R, Conrad S, et al. Position paper for the Organization of Extracorporeal Membrane Oxygenation Programs for acute respiratory failure in adult patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;190(5):488–96.
 33. Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, Wilson A, Allen E, Thalanany MM, et al. Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet Lond Engl*. 2009;374(9698):1351–63.
 34. Abrams D, Brodie D. Emerging Indications for Extracorporeal Membrane Oxygenation in adults with respiratory failure. *Ann Am Thorac Soc*. 2013;10(4):371–7.
 35. Brodie D, Bacchetta M. Extracorporeal membrane oxygenation for ARDS in adults. *N Engl J Med*. 2011;365(20):1905–14.
 36. Combes A, Leprince P, Luyt C-E, Bonnet N, Trouillet J-L, Léger P, et al. Outcomes and long-term quality-of-life of patients supported by extracorporeal membrane oxygenation for refractory cardiogenic shock: *Crit Care Med*. 2008;36(5):1404–11.
 37. Loforte A, Marinelli G, Musumeci F, Folesani G, Pilato E, Martin Suarez S, et al.

- Extracorporeal Membrane Oxygenation Support in refractory cardiogenic shock: treatment strategies and analysis of risk factors: ECMO support in cardiogenic shock. *Artif Organs*. 2014;38(7):E129–E141.
38. Rastan AJ, Dege A, Mohr M, Doll N, Falk V, Walther T, et al. Early and late outcomes of 517 consecutive adult patients treated with extracorporeal membrane oxygenation for refractory postcardiotomy cardiogenic shock. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;139(2):302–311.e1.
 39. Mégarbane B, Leprince P, Deye N, Résière D, Guerrier G, Rettab S, et al. Emergency feasibility in medical intensive care unit of extracorporeal life support for refractory cardiac arrest. *Intensive Care Med*. 2007, 24;33(5):758–64.
 40. Caceres M, Esmailian F, Moriguchi JD, Arabia FA, Czer LS. Mechanical circulatory support in cardiogenic shock following an acute myocardial infarction: a systematic review: mechanical circulatory support. *J Card Surg*. 2014;29(5):743–51.
 41. Hashiba K, Okuda J, Maejima N, Iwahashi N, Tsukahara K, Tahara Y, et al. Percutaneous cardiopulmonary support in pulmonary embolism with cardiac arrest. *Resuscitation*. 2012;83(2):183–7.
 42. Maggio P, Hemmila M, Haft J, Bartlett R. Extracorporeal Life Support for massive pulmonary embolism. *J Trauma Acute Care Surg*. 2007;62(3).
 43. Asaumi Y. Favourable clinical outcome in patients with cardiogenic shock due to fulminant myocarditis supported by percutaneous extracorporeal membrane oxygenation. *Eur Heart J*. 2005, 1;26(20):2185–92.
 44. Garcia JP, Iacono A, Kon ZN, Griffith BP. Ambulatory extracorporeal membrane oxygenation: a new approach for bridge-to-lung transplantation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;139(6):e137–e139.
 45. Felten M-L, Sinaceur M, Treilhaud M, Roze H, Mornex J-F, Pottecher J, et al. Factors associated with early graft dysfunction in cystic fibrosis patients receiving primary bilateral lung transplantation. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2012, 1;41(3):686–90.
 46. Lang G, Taghavi S, Aigner C, Rényi-Vámos F, Jaksch P, Augustin V, & al. Primary lung transplantation after bridge with Extracorporeal Membrane Oxygenation: a plea for a shift in our paradigms for indications. *Transplantation*. 2012;93(7):729–36.
 47. Tudorache I, Sommer W, Kühn C, Wiesner O, Hadem J, Fühner T, et al. Lung transplantation for severe pulmonary hypertension—awake Extracorporeal Membrane Oxygenation for postoperative left ventricular remodelling: *Transplantation*. 2015;99(2):451–8.
 48. Pejkić S, Dragaš M, Ilić N, Končar I, Opačić D, Maksimović Ž, et al. Incidence and relevance of groin incisional complications after aortobifemoral bypass grafting. *Ann Vasc Surg*. 28(8):1832–9.

49. Lang G, Aigner C, Winkler G, Shkirdladze K, Wisser W, Dekan G, et al. Prolonged venoarterial extracorporeal membrane oxygenation after transplantation restores functional integrity of severely injured lung allografts and prevents the development of pulmonary graft failure in a pig model. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;137(6):1493–8.

8 Abstract

Extra-Corporeal Membrane Oxygenation during Lung Transplantation – Causes and Complications

Keywords : Lung transplantation, Extracorporeal Membrane Oxygenation, Cardiopulmonary support, Peri-operative complications, Survival.

Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) has progressively replaced cardiopulmonary bypass in providing cardiopulmonary support to patients undergoing lung transplantation. The objective of the current study was to analyze the causes and complications related to ECMO on lung transplants patients at the Foch Hospital.

The study group consisted of 160 patients who underwent double lung transplantation between January 2012 and December 2014. 84 patients did not receive ECMO while 76 patients received ECMO due to hemodynamic (50%), respiratory causes (25%) or both (25%). 48 of the 76 patients required “short-duration preoperative ECMO” while 28 had “long-duration postoperative ECMO” if hypoxemia persisted following the surgery. Patients with preoperative pulmonary hypertension or idiopathic pulmonary fibrosis were more often transplanted while receiving ECMO where as patients transplanted for chronic obstructive pulmonary disease did not need as much ECMO. In-hospital mortality was 2 % for patients who did not receive ECMO and 4 % for the “short-duration ECMO” group ($p = 0,62$), but was higher (7%) in patients who received “long-duration ECMO” (log-rank, $p = 0,007$). Median in-hospital stay was 29,5 days [23 – 38] and 31 days [24 – 55] for the “no ECMO” and “short-duration ECMO” groups, respectively ($p = 0,11$) but was higher 49 days [30 - 45] in the “long-duration ECMO” group (log-rank, $p < 0,001$). The incidence of lower limb complications was 2 % for “no ECMO” and “short-duration ECMO” groups ($p = 1$), but

was 18 % for the “long-duration ECMO” group ($p = 0,023$). Also patients who received “long-duration ECMO” had more episodes of hemorrhagic shock (49%) when compared to the “short-duration ECMO” group (8 %, $p < 0,001$).

The results of the study indicate that the rate of complications of patients undergoing short-duration ECMO is similar to patients not requiring cardiopulmonary support but indicates that is worse in patients who require postoperative ECMO.

9 Résumé

Extra-Corporeal Membrane Oxygenation durant la transplantation pulmonaire – Causes et Complications

Mots-clefs : Transplantation pulmonaire, Extracorporeal Membrane Oxygenation, Assistance Cardio-Pulmonaire, Complications péri-opératoire, Survie.

La transplantation bipulmonaire peut nécessiter le recours à une méthode d'assistance cardiopulmonaire. L'Oxygénation par Membrane Extra-Corporelle (ECMO) tend à remplacer de plus en plus la Circulation Extra-Corporelle.

Il s'agit d'une étude observationnelle qui analyse les causes et les complications des transplantations pulmonaires réalisées sous ECMO.

De janvier 2012 à décembre 2014, 160 patients ont bénéficié d'une transplantation bipulmonaire à l'Hôpital Foch, dont 84 sans ECMO et 76 avec ECMO. 48 patients ont bénéficié d'une ECMO de courte durée, c'est-à-dire uniquement per-opératoire et 28 d'une ECMO de longue durée, c'est-à-dire per et post-opératoire, principalement à cause d'une hypoxémie per-opératoire réfractaire. 50 % des indications d'ECMO ont été d'origine hémodynamique, alors que 25 % ont été respiratoire. Les patients présentant une HTAP préopératoire ou une fibrose pulmonaire idiopatique ont plus souvent nécessité une ECMO en cours d'intervention (respectivement 7,4 % contre 34,2 %, $p < 0,001$ et 34,5 % contre 55,2 %, $p = 0,01$). Alors que les patients transplantés pour emphysème pulmonaire ont moins eu recours à l'ECMO (36 % contre 21 %, $p = 0,03$). La mortalité hospitalière a été de 2 % et 4 %, respectivement pour les groupes "pas d'ECMO" et "ECMO courte" ($p = 0,62$), mais la survie actuarielle a été plus basse pour les patients du groupe "ECMO longue" (log-rank, $p = 0,007$). La durée médiane de

séjour hospitalière a été de 29,5 jours [23 – 38] et de 31 jours [24 – 55] respectivement, pour les groupes "pas d'ECMO" et "ECMO courte" ($p = 0,11$), mais la durée actuarielle de séjour hospitalière a été plus longue pour les patients du groupe "ECMO longue" (log-rank, $p < 0,001$). L'incidence des complications au membre inférieur a été de 2 % pour les groupes "pas d'ECMO" et "ECMO courte" ($p = 1$) alors qu'elle a été de 18 % pour le groupe "ECMO longue" ($p = 0,023$). Il y a eu plus de choc hémorragique dans le groupe "ECMO longue" que dans le groupe "ECMO courte" (respectivement 49 % contre 8 %, $p < 0,001$).

Les patients transplantés sous EMCO de courte durée présente une évolution post-opératoire similaire à celle des patients transplantés sans ECMO. En revanche, si une hypoxémie per-opératoire persiste en fin d'intervention, l'ECMO est poursuivie en soins intensifs et ces patients présentent alors des complications post-opératoires importantes.

10 Serment d'Hippocrate

Au moment d'être admis à exercer la médecine, en présence des maîtres de cette école et de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité qui la régissent.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous les éléments physiques et mentaux, individuels collectifs et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions.

J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou dignité.

Même sous la contrainte, je ne ferai usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients de décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer leurs consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera.

Je ne me laisserai influencer ni par la recherche du gain ni par la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés.

Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers.

Je ferai tout pour soulager les souffrances, sans acharnement. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission.

Que je sois modéré en tout, mais insatiable de mon amour de la science.

Je n'entreprendrai rien qui ne dépasse mes compétences ; je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses,

Que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque.

11 Annexe 1

Exemple de fiche de recueil de données per-opératoires

Service d'Anesthésie

Compte-Rendu d'Anesthésie- Transplantation Bipulmonaire pour: Mucoviscidose

Nom:

Prénom:

Né(e) le:

âge :

sexe :

Date de l'intervention

Anesthésistes:

IADE:

Chirurgiens préleveurs:

Chirurgiens greffeurs:

Perfusionniste:

Inscription en SuperU :

Redux :

Date d'inscription :

Durée d'inscription:

ANTÉCÉDENTS Médicaux:

Maladie respiratoire

Diabète ?

Antécédents de pneumothorax ou de chirurgie thoracique

Colonisation bactérienne et profil de résistance

oxygénothérapie

Poids (Kg) : IMC =

Taille (cm) SC (m2)=

DNID : DID :

Allergie

HTAP : si oui, PAPS : PAPM : PFO connu :

Insuffisance rénale:

Infection à Cepacia: CMV :

Plasmaphérèse pré op: TP : INR : TCA :

Héparine :

ECMO préop:

Chirurgicaux:

Chirurgie thoracique:

Gastrostomie: P.A.C:

Donneur

Numéro Cristal: CMV:

Age (ans):

Tabagisme (PA):

Aspirations bronchiques:

Aspect Radio Pulmonaire:

PaO2/FiO2 en PEP 5: => Score d'OTO =

Heure Clampage donneur:

Procédure ex vivo:

Heure de fin de procédure ex vivo: => GDS:

PROTOCOLE ANESTHÉSIQUE:

FiO2	
Vt	
FR	
PEEP	

pH	
PaCO ₂	
PaO ₂	
HCO ₃ ⁻	
Lactate	
Hb	

PAPS	
PAPM	
PAPD	

Evolution des PAP :

PA	
FC	
Noradré	
NO	
SvO ₂	
IC	

Déclampage de l'AP:

durée d'ischémie

Examen échographique inchangé

Evènements au déclampage:

saignement estimé (ml)

Evaluation des embolies gazeuses au déclampage de l'AP par coupe à 120° : mesures sur la partie initiale de l'aorte ascendante:

=> Bullage minime/modéré/majeur

=> Durée totale bullage

Retentissement ETO (Coupe VG rondelle) altération contractilité:

Retentissement ECG: sus décalage ST:

Retentissement BIS:

Retentissement hémodynamique (inefficacité circulatoire)

DEUXIÈME TRANSPLANTATION, CÔTÉ GAUCHE

Ventilation Unipulmonaire sur premier greffon: Pb ?

lesquels:

Clampage de l'AP:

Examen échographique:

Evènements au clampage:

FiO2	
Vt	
FR	
PEEP	

pH	
PaCO ₂	
PaO ₂	
HCO ₃ ⁻	
Lactate	
Hb	

PAPS	
PAPM	
PAPD	

Evolution des PAP :

PA	
FC	
Noradré	
NO	
SvO ₂	
IC	

Déclampage de l'AP:

FiO2	
Vt	
FR	
PEEP	

pH	
PaCO ₂	
PaO ₂	
HCO ₃ -	
Lactate	
Hb	

PAPS	
PAPM	
PAPD	

Evolution des PAP :

PA	
FC	
Noradré	
NO	
SvO ₂	
IC	

Durée d'ischémie:

Examen échographique:

Evènements au déclampage:

lesquels:

Saignement estimé (cc):

Evaluation des embolies gazeuses au déclampage de l'AP par coupe à 120° : mesures sur la partie initiale de l'aorte ascendante:

=>

=> Durée totale bullage < 20 sec

Retentissement ETO (Coupe VG rondelle) altération contractilité:

Retentissement ECG: sus décalage ST:

RetentissementBIS:

Retentissement hémodynamique (inefficacité circulatoire):

Problèmes survenus au cours de la VBP:

FERMETURE:

FiO2	
Vt	
FR	
PEEP	

pH	
PaCO ₂	
PaO ₂	
HCO ₃ -	
Lactate	
Hb	

PAPS	
PAPM	
PAPD	

Evolution des PAP :

PA	
FC	
Noradré	
NO	
SvO ₂	
IC	

P/F =

Hémostase:

TP

TCA

Plaquettes

Réintubation:

Radio pulmonaire:

Fibroscopie:

Extubation :

VNI:

Analgésie post opératoire:

AU TOTAL:

CG:

PVI:

Plaquettes:
d'EMCO

Novoseven (mg):

Fibrinogène(g):

PPSB:

Ringer lact:

Sérum Phy:

Plasmion:

H.E.A.:

Alb. 4 %:

Alb. 20 %:

CONCLUSION:

Péridurale utilisée :

CEC : ECMO :

Sortie sous ECMO durée totale

NO per op sortie sous NO

saignement total estimé:

Cell Saver retransfusé :

diurèse totale :

drain D (ml) :

drain G (ml) :

type de transplantation effectuée

heure transfert en ICU

durée de séjour au bloc

12 Imprimature

NOM ET PRÉNOM : FESSLER Julien

SUJET DE THÈSE : Extra-Corporeal Membrane Oxygenation durant la transplantation pulmonaire – Causes et Complications – Analyse d'un recueil prospectif de l'Hôpital Foch de 2012 à 2014

THÈSE : Médecine spécialisée – Année 2015

NUMÉRO : 2015AGUY0894

MOTS-CLEFS : Transplantation pulmonaire, Extracorporeal Membrane Oxygenation, Assistance Cardio-Pulmonaire, Complications péri-opératoire, Survie.

RÉSUMÉ :

Objectif : La transplantation bipulmonaire peut nécessiter le recours à une méthode d'assistance cardiopulmonaire. L'Oxygénation par Membrane Extra-Corporelle (ECMO) tend à remplacer la Circulation Extra-Corporelle.

Matériel et méthode : Il s'agit d'une étude observationnelle qui analyse les causes et les complications des transplantations pulmonaires réalisées sous ECMO.

Résultats : Entre 2012 et 2014, 160 patients ont bénéficié d'une transplantation bipulmonaire, dont 84 sans ECMO et 76 avec ECMO. 48 patients ont bénéficié d'une ECMO de courte durée, uniquement per-opératoire et 28 d'une ECMO de longue durée, principalement à cause d'une hypoxémie réfractaire. Les patients présentant une HTAP préopératoire ou une fibrose pulmonaire idiopatique ont plus souvent nécessité une ECMO. La mortalité hospitalière a été similaire entre les groupes "pas d'ECMO" et "ECMO courte" ($p = 0,62$), mais la survie actuarielle a été plus basse pour le groupe "ECMO longue" ($p = 0,007$). La durée médiane de séjour hospitalière a été similaire entre les groupes "pas d'ECMO" et "ECMO courte" ($p = 0,11$), mais supérieur pour le groupe "ECMO longue" ($p < 0,001$). L'incidence des complications au membre inférieur a été de 2 % pour les groupes "pas d'ECMO" et "ECMO courte" ($p = 1$) alors qu'elle a été de 18 % pour le groupe "ECMO longue" ($p = 0,023$).

Conclusion : Les patients transplantés sous ECMO de courte durée présente une évolution post-opératoire similaire à celle des patients transplantés sans ECMO. En revanche, si une hypoxémie per-opératoire persiste en fin d'intervention, l'ECMO est poursuivie en soins intensifs et ces patients présentent alors des complications post-opératoires importantes.

Président du jury : M. le Professeur Marc Fischler

Juges : M. le Professeur Philippe DABADIE

M. le Professeur Philippe AEGERTER

M. le Professeur Marc COGGIA

M. le Professeur Arnaud FAUCONNIER

M. le Professeur Dominique LEGULUDEC

Mme. le Docteur Anne-Sophie LOT

M. le Docteur Noël POMMEPUY

M. le Docteur Bernard SONGY

Directeur de thèse : M. le Docteur Morgan LE GUEN