



HAL
open science

Évaluation de la morbi-mortalité des patients sous assistance extracorporelle veino-artérielle: étude rétrospective au CHU d'Amiens

Matthieu Caboche

► **To cite this version:**

Matthieu Caboche. Évaluation de la morbi-mortalité des patients sous assistance extracorporelle veino-artérielle: étude rétrospective au CHU d'Amiens. Médecine humaine et pathologie. 2021. dumas-03256770

HAL Id: dumas-03256770

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03256770>

Submitted on 10 Jun 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.



FACULTE DE MEDECINE D'AMIENS

ANNEE 2021

N° 2021-37

**EVALUATION DE LA MORBI-MORTALITE DES PATIENTS SOUS ASSISTANCE
EXTRACORPORELLE VEINO-ARTERIELLE :
ETUDE RETROSPECTIVE AU CHU D'AMIENS**

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

SPECIALITE ANESTHESIE - REANIMATION

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT

LE 12 MAI 2021

PAR

MONSIEUR MATTHIEU CABOCHE

PRESIDENT DU JURY : Monsieur le Professeur Hervé DUPONT

MEMBRES DU JURY : Monsieur le Professeur Pascal BERNA

Monsieur le Professeur Yazine MAHJOUB

DIRECTEUR DE THESE : Monsieur le Docteur Christophe BEYLS

A mon maître et président de jury,

Monsieur le Professeur Hervé DUPONT

Professeur des Universités-Praticien Hospitalier

(Anesthésie-Réanimation)

Chef de Service d'Anesthésie

Chef de service de Réanimation Polyvalente

Chef du Pôle Anesthésie-Réanimations

Vous me faites l'honneur de présider cette thèse.

Je vous remercie pour la qualité de l'enseignement dont j'ai pu bénéficier durant toutes ces années d'externat, puis d'internat.

Veillez trouver par ce travail le témoignage de ma reconnaissance et de mon profond respect.

A mon maître et membre du jury,

Monsieur le Professeur Pascal BERNA

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Chef de Service de Chirurgie Thoracique et des Soins Continus Vasculaires et Thoraciques

Coordinateur Adjoint du Pôle "Thorax - Coeur - Vaisseaux"

Vous me faites l'honneur de juger cette thèse. La qualité de votre travail force le respect et l'admiration. C'est un privilège de pouvoir bientôt travailler à vos côtés.

Soyez assuré de ma reconnaissance et de mon profond respect.

A mon maître et membre du jury,

Monsieur le Professeur Yazine MAHJOUR

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier

Anesthésiologie, réanimation, médecine d'urgence

Responsable de l'Unité de Réanimation Cardiaque Thoracique Vasculaire et Respiratoire

Tu me fais l'honneur de juger ce travail et de m'accueillir dans ton service.

Je te remercie de l'enseignement que tu m'as prodigué et du temps que tu as pris pour moi, tant au lit du malade qu'en dehors. Ton humanité est un exemple pour nous tous. Sois assuré du respect et de l'admiration que je te porte.

A mon maître et directeur,

Monsieur le Docteur Christophe BEYLS

Praticien Hospitalier

(Cardiologie, Réanimation)

Unité de Réanimation Cardiaque Thoracique Vasculaire et Respiratoire

Tu m'as fait l'honneur de me diriger pour ce travail.

Merci pour la rigueur de ton encadrement ta confiance et ta disponibilité.

Merci de tes conseils pour ce travail et de ton accompagnement tout au long de mon cursus.

Sois assuré de mon respect et de mon amitié.

Remerciements,

A ma famille,

A ma femme, merci d'avoir toujours été là pour moi pour m'aider, me rassurer ou tout simplement prendre soin de moi. Mon amour pour toi a toujours été une évidence et je n'ai jamais eu le moindre doute sur notre avenir et la capacité à fonder (très bientôt) une famille ensemble. Tu es ma plus grande force et ton amour est ce que j'ai de plus précieux. Je ne serais jamais parvenu jusque-là sans ta présence au quotidien. Merci d'être toi, d'être là pour moi, chaque jour.

Merci aussi à l'ensemble de ta famille qui m'a accueilli auprès d'elle depuis plusieurs années.

A mes parents, vous qui m'avez toujours soutenu depuis l'enfance, vous avez toujours été un exemple pour moi par l'amour et l'aide que vous m'avez apporté depuis ma naissance. Je ne serais jamais devenu qui je suis sans vous. J'ai eu la chance d'avoir une enfance heureuse et épanouie dans notre joli petit village du Pas de Calais. Toujours en vadrouille, à vélo, au football et à la pêche surtout !

A mon petit frère, bien que nous ayons l'air si différent, nous savons au fond de nous que l'on se ressemble plus qu'on n'ose se l'avouer. Tu es sans aucun doute une des personnes qui me connaît le mieux. Nous avons passé notre jeunesse à faire les quatre cents coups et tous ces souvenirs resteront toujours gravés en moi. Je suis heureux que tu aies trouvé ta voie, que tu sois épanoui aussi bien dans ta vie personnelle que professionnelle. C'est aussi en grande partie grâce à ma belle-sœur chérie qui est auprès de toi depuis plusieurs années déjà. Tu sais bien que tu pourras toujours compter sur moi.

A mes grands-parents, Mamou, Papy, Mamie, merci d'avoir toujours été là pour moi, de me soutenir, de vous être toujours préoccupés et soucieux de moi. Je suis fier d'être votre petit fils.

A mon beau-frère et ami, aussi loin que je m'en souviens, j'ai l'impression de t'avoir toujours connu. Tu es finalement un peu mon deuxième frère. Je suis content que tu aies enfin trouvé la joie dans ta vie et le bonheur de fonder déjà une grande famille. La nature doit bien te connaître (toi qui ne fais jamais les choses à moitié). Je suis fier de tout ce que tu as accompli dans ta vie et vous remercie de nous avoir choisi comme parrain et marraine.

A mes oncles, tantes, cousins, cousines, ma filleule chérie, j'aimerais tant pouvoir passer plus de temps avec vous, je suis heureux de faire partie de votre famille.

A mes amis,

A ceux sur qui je peux toujours compter, qui me connaissent depuis plusieurs années, j'ai passé avec vous de merveilleux moments aussi bien lors de nos célèbres soirées comme nos vacances. Nous avons passé ensemble de super_moments et je peux vous assurer que ce n'est que le début !

A mes chefs, à mes collègues,

Merci à ma promo de DES, une des meilleures qui soit passée au CHU d'Amiens (d'après ce qu'on m'a dit).

Merci surtout à tous les médecins qui ont participé à l'ensemble de l'enseignement de qualité que j'ai eu la chance de recevoir au CHU d'Amiens et qui m'ont permis d'arriver jusque-là.

Merci à l'ensemble de mes cointernes qui m'ont accompagné durant des mois, jamais je n'oublierai les moments de rigolades qui nous redonnaient du baume au cœur pendant notre longue et difficile formation de cinq ans.

Au service d'Anesthésie et de Réanimation du CH de Compiègne qui m'a accueilli au tout début de mon internat et a su m'enseigner les premières connaissances.

Au service de Réanimation du CH de Beauvais qui a été une des pierres angulaires de ma formation, un endroit où j'ai rencontré des personnes formidables qui m'ont appris la rigueur et stimulé ma soif de connaissances.

Au service de réanimation chirurgicale, merci à toute l'équipe de m'avoir accompagné lors de mes débuts au CHU, de votre bienveillance et de vos enseignements.

A l'équipe du bloc opératoire, merci de tout ce que vous m'avez donné et apporté durant l'ensemble de mon parcours, je suis heureux de pouvoir travailler bientôt de nouveau avec vous.

Au service de réanimation et au bloc CCV du CHRU de Lille, merci de m'avoir accueilli dans votre prestigieux service durant ces six mois qui m'ont permis d'observer d'autres façons de travailler, de rencontrer des prises en charge qui m'étaient jusqu' alors inconnues et agrémenter ma palette de connaissances afin d'envisager plus sereinement mon avenir.

Au service de réanimation CTV, merci à toute l'équipe pour votre accueil et votre gentillesse.

Merci aussi pour toutes les connaissances que vous m'avez transmises, les enseignements et la rigueur de travail qui m'ont conforté dans mon choix de vous rejoindre dans quelques mois.

Merci aussi à tous ceux que je n'ai pas pu citer, tellement de monde à remercier, tellement d'années passées...

TABLE DES MATIERES

I.	INTRODUCTION	18
1.	Historique	18
2.	Principe technique de l'ECLS	19
A.	Terminologie	19
B.	Mise en place.....	19
C.	Composition du circuit.....	20
3.	Indications de l'ECLS	22
A.	Le choc cardiogénique	22
a.	Définition :	22
b.	Recommandations :.....	22
B.	L'ACR réfractaire.....	23
a.	Définition :	23
b.	Recommandations :.....	23
C.	Contre-indications	24
D.	Etiologies	25
E.	Stratégie	26
F.	Pronostic	26
4.	Complications de l'ECLS	27
A.	Complications mécaniques.....	27
a.	Thrombose du circuit	27
b.	Embolie gazeuse	27
c.	Dysfonctionnement de la pompe et la membrane d'oxygénation.....	27
d.	Rupture des tubulures et décanulation accidentelle	27
B.	Complications non mécaniques	28
a.	Hémorragiques.....	28
b.	Ischémiques et thromboemboliques.....	28
c.	Neurologiques.....	28
d.	Infectieuses	28
e.	Hématologiques	29
f.	Pulmonaires	29
g.	Syndrome Arlequin.....	29

II.	MATERIELS ET METHODES.....	30
1.	1. Sélection des patients.....	30
A.	Cadre de l'étude.....	30
B.	Critères d'inclusion.....	30
C.	Critères de non inclusion.....	31
2.	2. Recueil des données	31
A.	Données patients.....	31
B.	Données ECLS	32
C.	Biologie.....	32
D.	Complications.....	32
E.	Devenir	33
3.	3. Analyse statistique.....	33
III.	RESULTATS.....	34
1.	1. Caractéristiques générales des patients.....	34
A.	Antécédents et indications de l'ECLS	34
B.	Etiologies indiquant l'implantation de l'ECLS	36
C.	Biologie avant la pose de l'ECLS.....	38
D.	Lieu et technique d'implantation de l'ECLS.....	38
E.	Coronarographie.....	39
F.	Décharge ventriculaire gauche et cure de lévosimendan	39
2.	2. Régression logistique des facteurs de mortalité	40
3.	3. Courbe ROC des valeurs biologiques associées au décès en analyse multivariée	41
4.	4. Complications, devenir et transferts	42
A.	Complications et devenir	42
B.	Transferts	44
5.	5. Evolution du nombre d'ECLS par année.....	46
IV.	DISCUSSION.....	47
1.	1. Résumé des principaux résultats	47
2.	2. Mortalité par rapport à la littérature	47
3.	3. Facteurs associés à la mortalité.....	47
4.	4. Complications	49
5.	5. Transferts.....	50
6.	6. Evolution du nombre d'ECLS par an	50
7.	7. Limites.....	51
V.	CONCLUSION.....	52
VI.	ANNEXE.....	53
VII.	BIBLIOGRAPHIE	62

Annexes

Figure n ° 1	Registre ELSO International ECLS 2020	19
Figure n ° 2	Schéma d'une ECLS (d'après <i>University of Iowa Hospitals & Clinics</i>).....	20
Figure n ° 3	Exemple console ROTAFLOW™ (GETINGE)	21
Figure n ° 4	Algorithme de décision d'une ECLS en cas d'ACR réfractaire d'après SFAR..	24
Figure n ° 5	Schéma explicatif du syndrome Arlequin acquis sous ECLS	29
Figure n ° 6	Flow Chart de l'étude.....	34
Figure n ° 7	Diagramme à secteurs représentant les étiologies de choc cardiogénique	37
Figure n ° 8	Diagramme à secteurs représentant les étiologies d'ACR réfractaire	37
Figure n ° 9	Courbe ROC du pH et de l'Hémoglobine avant la pose de l'ECLS	41
Figure n ° 10	Histogramme empilé représentant les étiologies de transfert	44
Figure n ° 11	Schéma représentant le parcours des patients transférés.....	45
Figure n ° 12	Evolution du nombre d'ECLS par an depuis 2008	46
Tableau 1	Indications et contre-indications de l'ECLS	25
Tableau 2	Caractéristiques de la population générale	35
Tableau 3	Comparaison des paramètres biologiques avant la pose de l'ECLS	38
Tableau 4	Comparatif du lieu et de la technique de pose de l'ECLS	38
Tableau 5	Comparatif en cas de coronarographie	39
Tableau 6	Comparatif de la décharge ventriculaire gauche et lévosimendan.....	39
Tableau 7	Régression logistique des variables associées à la mortalité en univariée.....	40
Tableau 8	Comparatif des complications survenues en réanimation	43
Annexe 1	: Classification INTERMACS.....	53
Annexe 2	: Revue de la littérature.....	54
Annexe 3	: Définition des complications sous ECLS selon ELSO	60
Annexe 4	: Echelle du score neurologique CPC	61

LISTE DES ABREVIATIONS

ACR : Arrêt Cardio-Respiratoire

AHA : American Heart Association

AVC : Accident Vasculaire Cérébral

BCPIA : Ballon de Contre Pulsion Intra Aortique

BPCO : Broncho Pneumopathie Chronique Obstructive

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

CIV : Communication Inter Ventriculaire

CPC : Cerebral Performance Category

ECLS : « Extracorporeal Life Support »

ECMO : « Extracorporeal Membrane Oxygenation »

ECMO V-A : « Extracorporeal Membrane Oxygenation » veino-artérielle

ECMO V-V : « Extracorporeal Membrane Oxygenation » veino-veineuse

EEG : Electroencéphalogramme

EER : Epuration Extrarénale

ELSO : « Extracorporeal Life Support Organization »

ESC : European Resuscitation Council

ETCO₂ : Concentration Télé-Expiratoire de CO₂

FV : Fibrillation Ventriculaire

HTA : Hypertension artérielle

HTAP : Hypertension artérielle pulmonaire

IC : Insuffisance Cardiaque

IDM : Infarctus Du Myocarde

IRC : Insuffisance Rénale Chronique

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

LATA : Limitation et Arrêt des Thérapeutiques Actives

NSTEMI : Infarctus du Myocarde sans Elévation du segment ST

OAP : Œdème Aigu Pulmonaire

PaO₂ : Pression artérielle en oxygène

PAS : Pression Artérielle Systolique

PAVM : Pneumopathie Acquisée sous Ventilation Mécanique

RCP : Réanimation Cardio-Pulmonaire

SaO₂ : Saturation artérielle en Oxygène

SDRA : Syndrome de Détresse Respiratoire Aigu

SFAR : Société Française d'Anesthésie et de Réanimation

SVO₂ : Saturation Veineuse en Oxygène

STEMI : Infarctus du Myocarde avec Elévation du segment ST

TDM : Tomodensitométrie

TIH : Thrombopénie induite par l'héparine

TP : Torsades de Pointes

TV : Tachycardie Ventriculaire

UMAC : Unité mobile d'assistance circulatoire

I. INTRODUCTION

L'assistance circulatoire mécanique, plus connue sous le nom anglais « extracorporeal life support (ECLS) » est une technique d'assistance qui a pour but de pallier temporairement aux insuffisances cardiocirculatoires (1). Les deux principales indications médicales sont l'arrêt cardio-respiratoire (ACR) réfractaire (2,3) et le choc cardiogénique persistant (2,4). Bien que cette technique soit d'utilisation croissante, la mortalité des patients sous ECLS reste élevée notamment à cause des complications multiples inhérentes à cette technique (5,6).

L'objectif principal de ce travail est d'étudier la morbi-mortalité associée à la pose d'une ECLS médicale au CHU d'Amiens afin de permettre l'identification des facteurs associés à la mortalité hospitalière.

1. Historique

La première utilisation d'une machine assurant une suppléance des fonctions cardio-respiratoires chez l'homme remonte à 1953 par John Gibbon au décours d'une chirurgie cardiaque (7,8). Initialement, les premières utilisations en pratique clinique d'oxygénation par membrane extracorporelle (« ECMO » en anglais) ne sont rapportées qu'à partir des années 1970 dans le traitement du syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) réfractaire résistant au traitement médical optimal dans les services de réanimation pédiatrique mais sans support cardiocirculatoire (9).

C'est à la fin des années 1970 que l'ECLS est utilisée pour la prise en charge du choc cardiogénique réfractaire mais sans amélioration de la survie des patients (10).

En 2008, une étude monocentrique rétrospective sur 81 patients trouve pour la première fois un intérêt de la technique sur la survie hospitalière (11). Depuis, le recours à l'ECLS est entré dans les algorithmes de prise en charge, en commençant par l'arrêt cardiaque réfractaire (3)

Depuis, son utilisation n'a cessé de s'accroître aboutissant à des recommandations dans des indications plus larges (12–15) (Figure n°1).

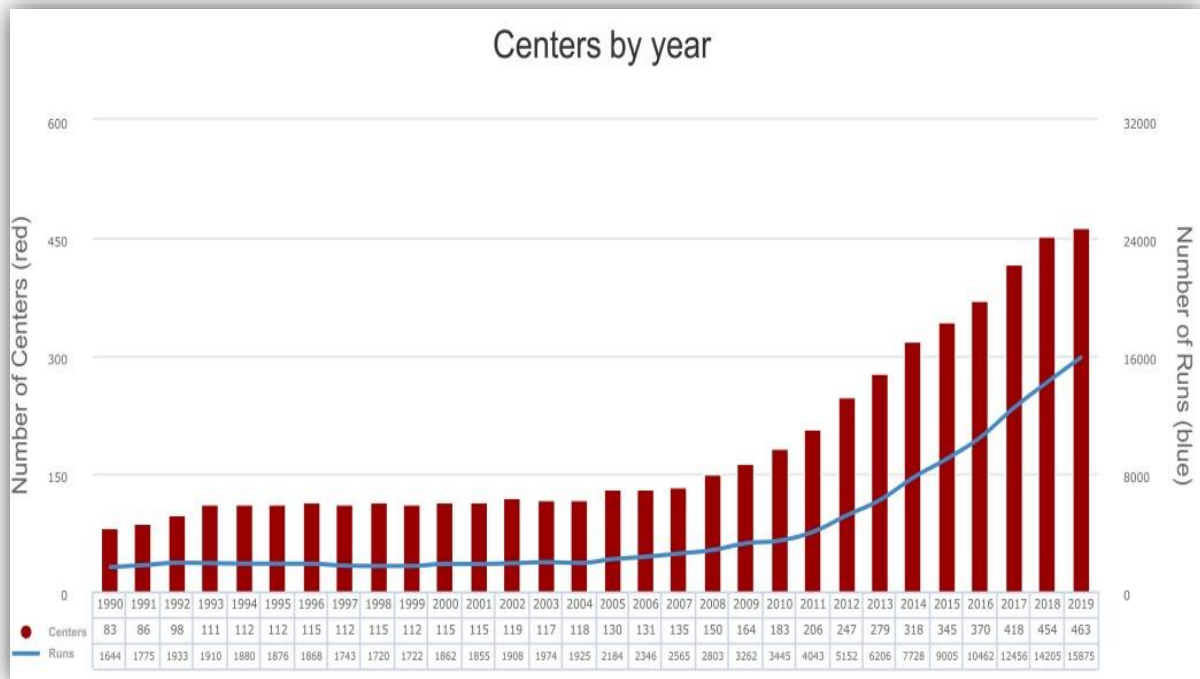


Figure n ° 1

Registre ELSO International ECLS 2020

2. Principe technique de l'ECLS

A. Terminologie

Plusieurs termes sont utilisés pour décrire les différentes techniques d'oxygénation extracorporelle et de support hémodynamique. Le terme ECMO a pour objectif l'oxygénation du sang. Pour certaines équipes, ce terme sous-entend une assistance respiratoire exclusive par canulation veino-veineuse. Le terme ECLS « extracorporeal life support » fait lui référence à un support double cardiocirculatoire et respiratoire avec abord veino-artériel (Figure n°2). C'est ce terme qui sera préféré pour la présentation de ce travail.

B. Mise en place

L'ECLS a pour objectif de suppléer totalement ou partiellement et de façon temporaire les fonctions cardio-respiratoires. En aucun cas elle s'avère être une technique pérenne.

C'est une technique de secours en attendant la récupération fonctionnelle des organes qu'elle supplée ou dans l'attente d'une greffe voire de l'implantation d'un système d'assistance de longue durée.

L'implantation se fait le plus souvent en urgence au lit du malade ou en salle de coronarographie. Dans certaines indications « semi urgentes » il peut être décidé d'implanter l'ECLS au bloc opératoire. Elle peut être mise soit par voie chirurgicale avec abord des vaisseaux, soit par voie percutanée selon la méthode de Seldinger.

La présence d'un perfusionniste est requise pour gérer le circuit et la machine lors de la pose. Lorsque le transport du malade s'avère impossible, les unités mobiles d'assurances circulatoires (UMAC) permettent d'offrir l'accès à cette technique à un plus grand nombre de malades.

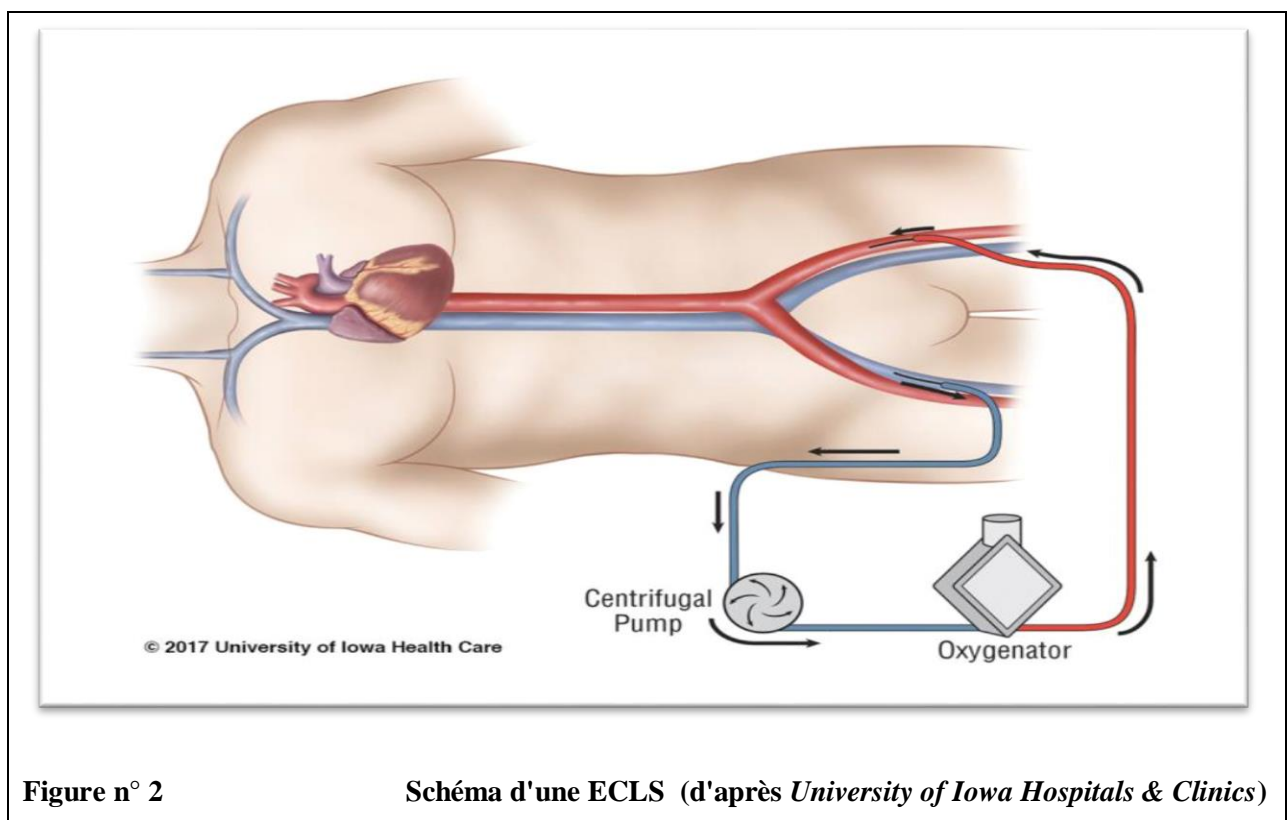


Figure n° 2

Schéma d'une ECLS (d'après *University of Iowa Hospitals & Clinics*)

C. Composition du circuit

Le système est composé de deux canules (une canule d'aspiration et une canule de réinjection), une pompe centrifuge, un oxygénateur, une console de contrôle et un circuit (Figure n°3).

La mise en place des canules peut être centrale ou périphérique.

En cas de canulation périphérique, la canule de drainage se situe classiquement au niveau de la veine fémorale ou de la veine jugulaire interne droite et la canule de réinjection se situe au niveau de l'artère fémorale ou axillaire droite. En cas de canulation centrale, l'implantation se fait au niveau de l'oreillette droite et de l'aorte.

La pompe centrifuge permet de suppléer partiellement ou totalement le cœur. La turbine, située au centre de la pompe, permet d'assurer le débit par accélération centrifuge. La vitesse de rotation de la turbine en tours par minute détermine le débit de la pompe. Il n'existe cependant pas de relation entre le débit sanguin et le nombre de tours par minute. Le débit est en effet déterminé par un état de précharge et de postcharge donné. Ce dernier est mesuré par un capteur à ultrasons. Le débit doit permettre une saturation veineuse en oxygène (SVO2) supérieure à 70%. (15)

La membrane d'oxygénation se situe en aval de la pompe. Elle est reliée à un mélangeur de gaz sur lequel un débit et une fraction en oxygène sont réglés. La membrane permet d'assurer les échanges gazeux (oxygénation, décarboxylation) par convection. Elle est composée classiquement de fibres creuses et microporeuses de polyméthylpentène. Un échangeur thermique est associé au système, il permet de réchauffer ou de refroidir le patient en fonction des situations.

La console de contrôle permet de régler le débit en déterminant une vitesse de rotation de la pompe. Elle est munie d'un système d'alarme avec détecteur de pression.

Le circuit permet de relier les différents éléments entre eux. Il est classiquement pré hépariné afin de limiter les conséquences liées à l'inflammation et à l'activation de la coagulation.

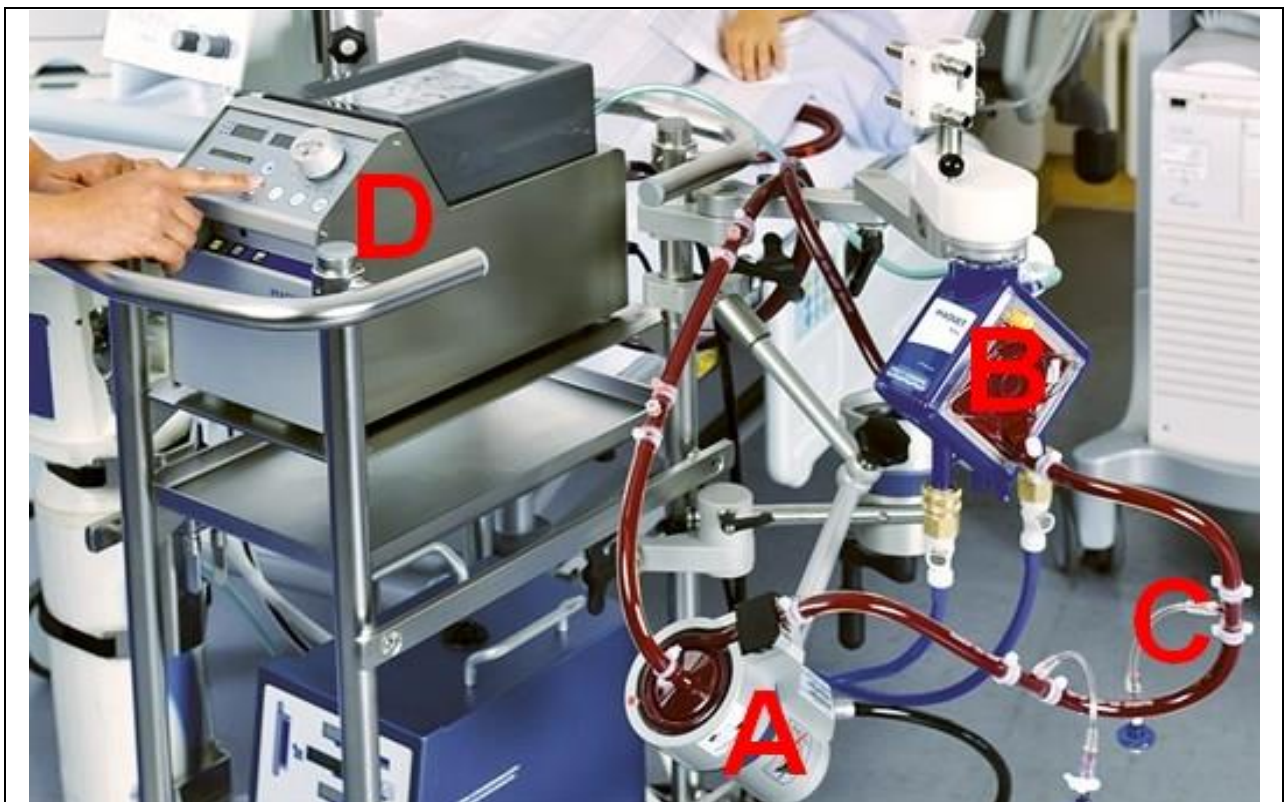


Figure n ° 3

Exemple console ROTAFLOW™ (GETINGE)

A : Pompe centrifuge

B : Oxygénateur

C : circuit

D : Console

3. Indications de l'ECLS

Les indications classiques de l'ECLS selon l'ELSO regroupent deux grandes catégories :

- le choc cardiogénique persistant malgré un traitement médical optimal (13,16,17)
- l'arrêt cardio-respiratoire (ACR) réfractaire (3,12,18) .

A. Le choc cardiogénique

a. **Définition :**

Le choc cardiogénique est caractérisé par un état d'insuffisance circulatoire associé à une hypoperfusion tissulaire dont l'origine est une défaillance cardiaque.

Les critères diagnostiques regroupent une hypotension artérielle (pression artérielle systolique (PAS) < 90 mmHg ou la nécessité d'un support vasopresseur pour maintenir ce seuil) associée à des signes cliniques de choc ainsi que la preuve d'une défaillance cardiaque. Les signes d'hypoperfusion tissulaire sont appréciés par les répercussions sur l'organisme de la défaillance : l'état neurologique (obnubilation, troubles de la vigilance, confusion), la fonction rénale (oligurie avec diurèse < 0.5 ml/kg/h) et l'état cutané (cyanose et froideurs des extrémités, les marbrures ou encore le temps de recoloration cutané) auxquels il faut ajouter les indices métaboliques biologiques de perfusion tissulaire telle que la lactatémie.

Le choc cardiogénique fait partie des chocs dits à bas débit cardiaque tel que l'est le choc hypovolémique, et c'est la raison pour laquelle l'hypovolémie doit être formellement éliminée au préalable du diagnostic de choc cardiogénique (13).

b. **Recommandations :**

À l'heure actuelle, il n'y a pas de preuves solides issues d'essais contrôlés randomisés montrant que l'ECLS réduit la mortalité dans le choc cardiogénique.

Par conséquent, l'American Heart Association (AHA) recommande l'ECLS dans cette indication avec une classe IIa (17) tandis que l'European Resuscitation Council (ESC) avec une classe IIb (13). Les patients appartiennent à la classification fonctionnelle INTERMACS 1 ou 2 (Annexe 1).

B. L'ACR réfractaire

a. Définition :

L'ACR réfractaire est habituellement défini par l'absence de reprise d'une activité circulatoire spontanée après une période d'au moins 30 min de réanimation cardio-pulmonaire (RCP) médicalisée en normothermie.

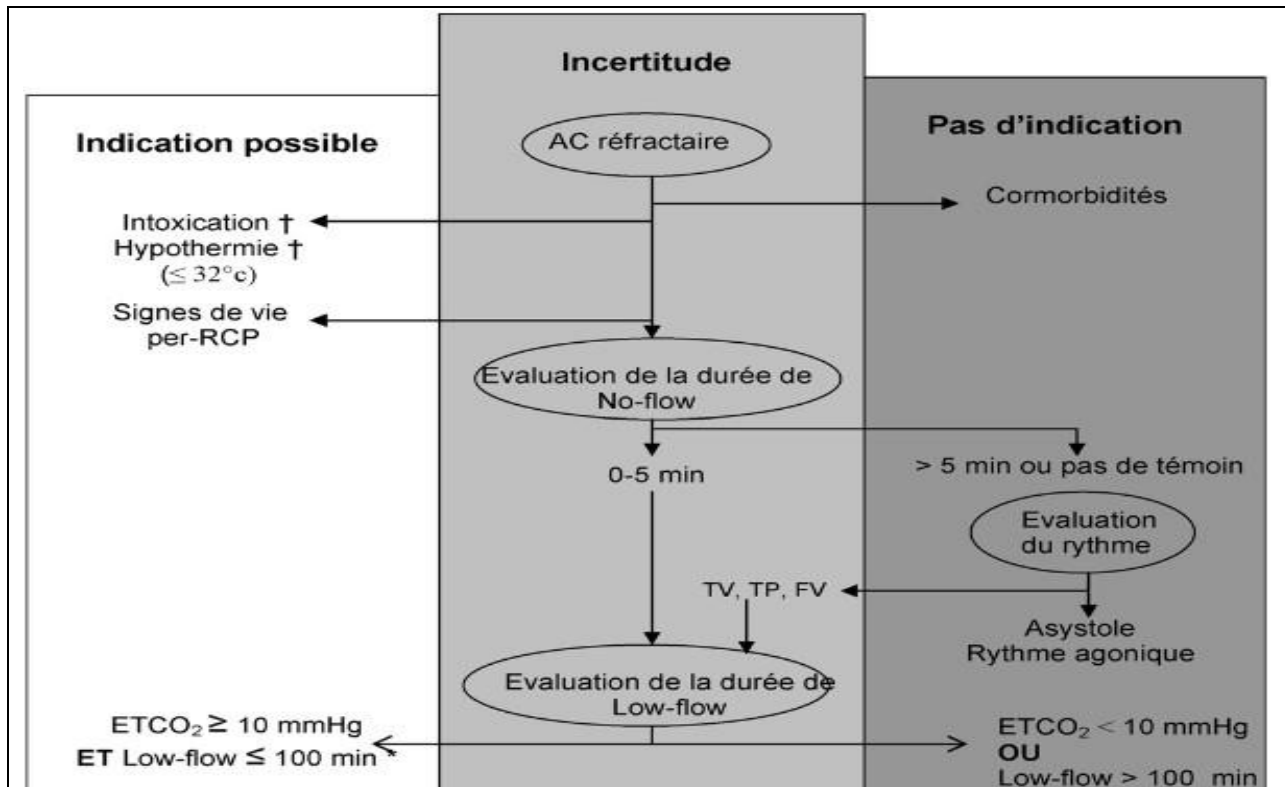
Sur le plan physiopathologique, deux éléments sont essentiels pour le raisonnement médical lié à la poursuite ou non de la RCP : la durée de débit cardiaque nul (no-flow) avant la RCP ; la durée de bas débit cardiaque (low-flow) pendant la RCP. Une durée de no-flow nulle traduit la réalisation immédiate de la RCP par les témoins de l'ACR et constitue la cible prioritaire de l'assistance circulatoire dans les ACR réfractaires. La durée de no-flow prend une importance prééminente car il s'agit à l'évidence de la variable ayant l'impact le plus fort sur le pronostic neurologique du patient. Bien qu'elle joue un rôle moindre, la période de low-flow n'est pas sans importance. Une durée prolongée de low-flow constitue un risque accru de souffrance cérébrale et participe au syndrome de défaillance multiviscérale observé après ACR (3).

b. Recommandations :

À l'heure actuelle, il n'y a pas non plus de preuves solides issues d'essais contrôlés randomisés montrant que l'ECLS améliore la mortalité dans l'ACR réfractaire.

C'est pourquoi, l'International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) a publié en 2020 la recommandation suivante : « nous suggérons que l'ECPR puisse être considéré comme une thérapie de secours pour certains patients ayant subi un arrêt cardiaque en cas d'échec de la RCP conventionnelle dans les contextes où il peut être mis en œuvre » qui est une « recommandation faible » avec « un très faible niveau de preuve » (12).

Pour rappel, la Société Française d'Anesthésie et de Réanimation (SFAR) a publié en 2009 des recommandations sur les indications de l'assistance circulatoire dans le traitement des arrêts cardiaques réfractaires avec un d'algorithme de décision (3) (Figure n°4).



*AC : arrêt cardiaque ; RCP : réanimation cardiopulmonaire ; TV : tachycardie ventriculaire ; FV : fibrillation ventriculaire ; TP : torsades de pointes ; ETCO₂: concentration télé-expiratoire de CO₂ (évaluée 20 min après le début de la RCP médicalisée). * : une durée de RCP > 100 min peut être acceptée dans le cas des intoxications par les cardiotropes; †: indications reconnues par l'International Liaison Committee on Resuscitation (ILCR) (19). Les comorbidités sont celles qui amèneraient à ne pas indiquer des soins invasifs (réanimation, chirurgie, angioplastie coronaire par exemple). La durée du low-flow comprend la RCP de base (témoins et secouristes) et la RCP médicalisée.*

Figure n° 4 Algorithme de décision d'une ECLS en cas d'ACR réfractaire d'après SFAR 2009 (3)

C. Contre-indications

Les contre-indications découlent d'un rapport bénéfices risques défavorable issu de la gravité des comorbidités du patient (démence, cancer, défaillance d'organe non cardiaque, âge physiologique avancé...), des risques inhérents à l'anticoagulation (coagulopathie sévère, chirurgie récente, hématome cérébral, dissection aortique...), d'un défaut de projet thérapeutique connu (cardiopathie terminale contre indiquée à une assistance lourde ou une transplantation) ou d'une difficulté technique d'implantation des canules (artériopathie périphérique avancée, obésité...) (3,15) (Tableau 1).

D. Etiologies

Les principales étiologies sont résumées dans le Tableau 1 (14,16,20–23).

<u>Indications</u>
<ul style="list-style-type: none">• Choc cardiogénique compliquant un IDM• Myocardite fulminante• Cardiomyopathie septique• Cardiomyopathie du peripartum• Syndrome de Takotsubo• Cardiopathie congénitale avec décompensation cardiaque aiguë• Choc cardiogénique en post opératoire d'une chirurgie cardiaque• Intoxication aux cardiotropes• Insuffisance cardiaque globale ou droite (dans l'attente d'une thérapie)• Dysfonction primaire du greffon après transplantation cardiaque• Choc cardiogénique post arrêt cardiaque• Arythmie ventriculaire réfractaire• HTAP avec défaillance ventriculaire droite• Embolie pulmonaire massive
<u>Contre-indications</u>
Absolues <ul style="list-style-type: none">• Défaillance d'organe irréversible (non cardiaque) mettant en jeu le pronostic vital• IC terminale sans possibilité de transplantation ou d'assistance ventriculaire de longue durée
Relatives <ul style="list-style-type: none">• Dissection aortique• Insuffisance aortique sévère• Coagulopathie sévère ou contre-indication à une anticoagulation• Accès vasculaires limités, artériopathie périphérique sévère• Age physiologique avancé
<i>IDM : infarctus du myocarde ; HTAP : hypertension artérielle pulmonaire ; IC : insuffisance cardiaque</i>

Tableau 1

Indications et contre-indications de l'ECLS

E. Stratégie

L'ECLS étant une thérapie transitoire, son indication s'inclue dans un projet de soin prédéfinie classiquement divisé en trois stratégies (16):

- « *Bridge to recovery* » : cette stratégie concerne la majorité des indications. Elle est choisie lorsque les probabilités de récupération fonctionnelle sont importantes avec possibilité de récupération ad integrum de la fonction cardiaque comme pour l'insuffisance cardiaque aiguë dans le cadre d'une myocardite et l'intoxication par les cardiotropes.

- « *Bridge to decision therapy* » : dans cette stratégie, une récupération fonctionnelle de la fonction cardiaque n'est pas envisagée. L'assistance est mise en place lorsque la décompensation aiguë menace les autres organes à très court terme. Il s'agit d'une stratégie de sauvetage dans l'attente d'une greffe ou d'une assistance longue durée mais si cela n'est pas envisageable après réévaluation du patient, une limitation thérapeutique peut être envisagée.

- « *Bridge to destination therapy* » : il s'agit dans ce cas de pallier la défaillance (cardiaque) lorsqu'une décision de greffe ou d'assistance longue durée est déjà établie.

F. Pronostic

En dehors de la survenue des différentes complications, le pronostic des patients sous ECLS dépend principalement de l'indication.

Dans le choc cardiogénique, le taux de mortalité selon le registre ELSO 2019 (toutes étiologies) est de 56%. Il est cependant notable que certaines études ont démontré des taux de survie supérieurs à 66% dans les cas de myocardite aiguë (24–26), de cardiomyopathie septique (27,28) et dans certaines intoxications médicamenteuses (29).

Dans l'arrêt cardiaque réfractaire, le taux de mortalité selon le registre ELSO est de 71%. Ce taux diffère cependant de façon considérable en fonction du lieu de survenue de l'arrêt cardio circulatoire : intra (30,31) ou extra hospitalier (32).

Afin d'aider à la prise de décision, plusieurs études menées ont permis de mettre en évidence certains facteurs influençant la survie (33,34).

Différents scores ont donc été publiés afin d'orienter les prises en charge comme les scores SAVE (35), ENCOURAGE (36), TRIPOD (37) ou REMEMBER (38).

4. Complications de l'ECLS

Les complications liées à l'implantation d'une ECLS sont multiples et la plupart du temps graves. Elles augmentent significativement la morbi-mortalité des patients et sont à prendre en compte avant toute décision d'implantation (6). Elles sont classiquement séparées en deux catégories : les complications mécaniques et non mécaniques. Elles peuvent se rencontrer lors de l'implantation, l'assistance ou la décanulation. Une utilisation prolongée en augmente la survenue (39).

Leurs fréquences varient selon les études (Annexe 2), c'est pourquoi une prise en charge par des équipes entraînées est nécessaire afin d'en limiter le nombre.

A. Complications mécaniques

a. Thrombose du circuit

La formation de thrombus dans le circuit peut survenir malgré une anticoagulation efficace. Leur incidence varie de 3 à 22% selon les études (40). L'impact de la formation de thrombi dépend de leurs localisations : embolies systémiques, altération de l'oxygénateur, difficultés de drainage.

b. Embolie gazeuse

La présence d'air dans le circuit peut entraîner un désamorçage de la pompe, voire la survenue d'embolie gazeuse dans environ 2% des cas (40).

c. Dysfonctionnement de la pompe et la membrane d'oxygénation

Les dysfonctionnements de la pompe sont devenus rares avec les machines actuelles et sont le plus souvent secondaire à une mauvaise gestion ou au manque d'expérience du personnel.

Le problème rencontré avec la membrane d'oxygénation est le plus souvent un défaut d'efficacité. Il augmente avec la durée d'assistance et se retrouve dans environ 20% des cas (40).

d. Rupture des tubulures et décanulation accidentelle

Ces complications sont rares mais potentiellement fatales compte tenu du diamètre des tubulures et du débit de l'ECMO.

B. Complications non mécaniques

a. **Hémorragiques**

Les complications hémorragiques sont les plus fréquentes sous ECLS et représentent la principale cause de morbi-mortalité (41). Elles surviennent dans environ 60% des cas (42). Elles dépendent de plusieurs facteurs : l'anticoagulation curative, l'altération de la coagulation avec acquisition de maladie de Willebrand de type 2A avec déficit en facteur VIII associé et de la fonction plaquettaire (43). Des plaies vasculaires lors de la mise en place des canules peuvent également entraîner des saignements importants mais la plupart des complications hémorragiques sont liées à l'utilisation des traitements anticoagulants.

b. **Ischémiques et thromboemboliques**

Les complications ischémiques regroupent les thromboses veineuses et artérielles. La plus fréquente est l'ischémie du membre inférieur : l'insertion de la canule dans l'artère fémorale peut, par son diamètre, obstruer le vaisseau et entraîner une ischémie du membre en aval. Dans environ 10% des cas, cela entraîne un syndrome des loges nécessitant une fasciotomie et dans 5% des cas peut conduire à l'amputation du membre (6). Sa survenue est diminuée par la mise en place d'une canule de reperfusion au niveau de l'artère fémorale superficielle permettant d'assurer la perfusion du membre (Figure 3). La survenue d'une ischémie aiguë de membre durant l'assistance est corrélée avec une augmentation de la mortalité (44).

c. **Neurologiques**

Les principales complications neurologiques qui surviennent dans 10 à 15% des cas observés sont cérébro-vasculaires (ischémiques 3.6 à 5 % et/ou hémorragiques 1.8 à 5%). Les lésions sont aggravées par l'âge, une implantation pour ACR, l'utilisation d'inotropes pendant l'assistance et la survenue d'hypoglycémie après la pose. Leurs survenues sous ECLS entraînent une diminution importante de la survie des patients avec une mortalité proche de 90%. (45–47)

d. **Infectieuses**

Selon les études, le taux d'infections nosocomiales varie de 9 à 65% au cours de l'assistance circulatoire. Cela va d'une infection localisée à un choc septique pouvant entraîner le décès du patient. Elles sont soit directement liées à l'ECMO (infection de canules, médiastinites en cas de canulation centrale) ou indirectement dans le cadre des infections acquises en réanimation (pneumopathies, infections de cathéters).

e. Hématologiques

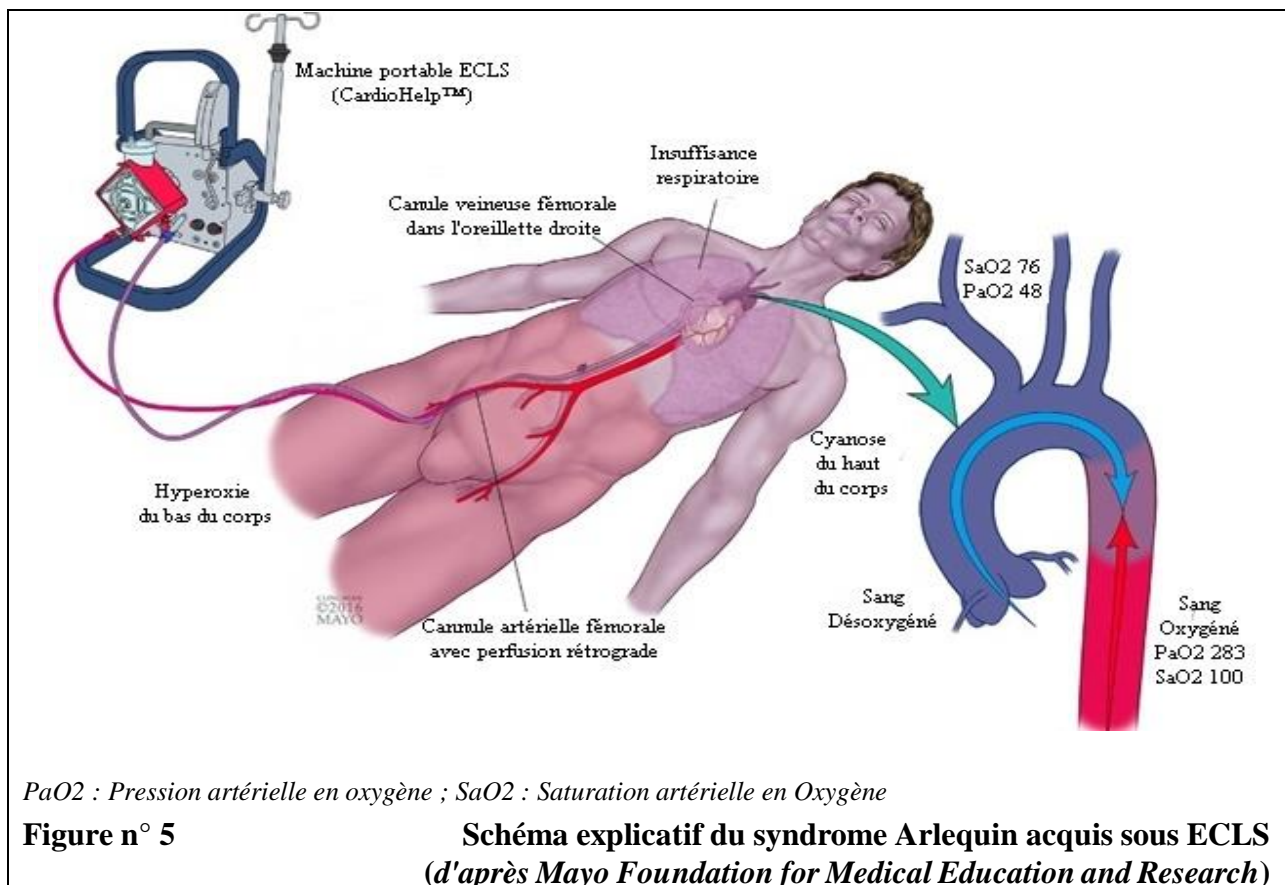
Les principales complications hématologiques sont l'anémie hémolytique et les thrombopénies. Dans moins de 1% des cas les patients peuvent développer une thrombopénie induite à l'héparine qui est létale dans un tiers des cas (48).

f. Pulmonaires

Les complications pulmonaires regroupent l'œdème pulmonaire aigu (OAP), le pneumothorax et l'hémothorax. Les deux dernières sont des complications liées à la canulation veineuse jugulaire ou artérielle pour la voie d'abord axillaire (49). L'abord percutané sous échographie a permis une diminution de ces complications et est devenu progressivement la technique recommandée (50,51). La survenue d'un OAP est liée à la présence d'un flux rétrograde au niveau de l'aorte qui augmente la postcharge ventriculaire gauche. Une décharge du ventricule gauche peut alors être nécessaire (52,53).

g. Syndrome Arlequin

En cas de canulation artérielle fémorale et lorsqu'une contractilité cardiaque persiste ou récupère, le flux créé va entrer en compétition avec le flux en provenance de la réinjection aortique. Le sang issu du passage transpulmonaire va préférentiellement être redirigé vers les troncs supra aortiques pouvant être responsable d'une ischémie cérébrale et coronaire (Figure n°5) (54).



II. MATERIELS ET METHODES

1. Sélection des patients

A. Cadre de l'étude

Cette étude rétrospective monocentrique a été conduite dans le service de réanimation cardiaque-thoracique et vasculaire du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) d'Amiens. L'ensemble des patients ayant été implantés d'une ECLS hors contexte post chirurgical ont été inclus de 2008 à 2020 par recherche systématique du codage CCAM « EQLA002 ou EQQP004 » sur l'ensemble des dossiers informatisés des patients couvrant cette période.

Notre service de réanimation comporte 20 lits et réalise environ 1000 entrées par an. Il est le deuxième centre de référence (après Lille) pour l'assistance circulatoire et dispose d'une équipe mobile d'assistance circulatoire (UMAC) composée d'un anesthésiste réanimateur, d'un chirurgien et d'un perfusionniste. Un service de cardiologie interventionnel et de chirurgie cardiaque est disponible en permanence dans notre structure. Notre service est en relation avec le Centre Hospitalier Régional de Lille et les hôpitaux de l'Assistance Publique des Hôpitaux de Paris pour les transferts en cas d'indication d'assistance circulatoire au long cours ou de transplantation cardiaque comme ces pratiques ne sont pas réalisées au sein de notre hôpital. Depuis 2018, le centre dispose pour la décharge ventriculaire gauche de la pompe cathéter d'assistance cardiaque Impella™ 5.0 en plus de la décharge chirurgicale et du ballon de contre pulsion intra-aortique (BCPIA).

B. Critères d'inclusion

Tous les patients assistés de plus de 18 ans ont été inclus. Ils présentaient soit un choc cardiogénique réfractaire (INTERMACS 1 (13)) défini comme une hypotension artérielle persistante (PAS < 90 mmHg) associée à des signes d'hypoperfusion tissulaire (confusion, extrémités froides et/ou cyanosées, marbrures, oligurie, élévation du lactate sanguin) malgré un support en catécholamines à hautes doses (et jugé adéquat), en l'absence d'hypovolémie et avec la preuve d'une dysfonction cardiaque (le plus souvent par échographie cardiaque transthoracique)

soit un arrêt cardiaque réfractaire avec indications d'assistance circulatoire jugées selon les recommandations actuelles (3).

L'ensemble des données patients recueillies a été anonymisé avant l'analyse en accord avec la « Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés ».

C. Critères de non inclusion

Les patients présentant un syndrome de bas débit cardiaque post-cardiotomie et ceux ayant une partie ou la totalité du dossier hospitalier absent n'ont pas été inclus.

2. Recueil des données

A. Données patients

Ont été recueillies de façon standardisée :

- Données anthropométriques (Age, sexe, taille, poids, IMC, surface corporelle)
- Score IGS2 (55) et durée de séjour
- Facteurs de risques cardiovasculaires retenus par la Haute Autorité de Santé (HTA, diabète de type 2, dyslipidémie, tabagisme actif ou sévère), antécédents notables (coronaropathie ischémique, angor, pontage aorto-coronarien depuis plus d'un an, bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO), insuffisance rénale chronique (IRC), insuffisance cardiaque chronique avec FEVG < 30%)
- En cas d'ACR initial, il était précisé s'il s'agissait d'un arrêt cardiaque initial récupéré ou réfractaire, l'endroit de survenue (maison, lieu publique, en salle de coronarographie ou intra hospitalier), la présence d'un témoin initial (formé à la RCP ou non) le type de rythme initial (rythme choquable ou non), la durée de *no flow* et de *low flow* totale jusqu'à la pose de l'ECLS, le nombre de choc électrique externe, l'utilisation d'adrénaline et sa quantité ainsi que l'utilisation d'une planche à masser.
- En cas d'infarctus du myocarde (IDM) initial, il était noté le type d'IDM (STEMI ou NSTEMI), la réalisation d'une coronarographie, si celle-ci était normale ou non, la réalisation d'une angioplastie coronarienne et si la revascularisation a été totale.

B. Données ECLS

Les données recueillies concernant l'ECLS étaient :

- L'année et la pathologie indiquant la pose
- La pose par l'UMAC, la durée sous ECLS et la nécessité d'une nouvelle ECLS
- Insertion ECLS : percutanée ou chirurgicale, périphérique ou centrale, veino-artérioveineuse (VAV)
- La présence d'un OAP hydrostatique et/ou de sludge intra ventriculaire à la pose
- La mise en place d'une décharge avec précision du dispositif (BCPIA, Impella™, Centrale, Atrioseptomie), sa durée et la réalisation d'une cure de lévosimendan.

C. Biologie

Les données biologiques réalisées avant la pose de l'ECLS comprenaient le pH, la pression artérielle en oxygène (PaO₂) en mmHg, la pression artérielle en dioxyde de carbone (PaCO₂) en mmHg et la lactatémie sur un gaz du sang artériel ainsi que les troponines plasmatiques (ng/l), la créatininémie (mmol/l), les transaminases (UI/l), l'hémoglobininémie (g/dl) et la natrémie (mmol/l).

D. Complications

Les complications survenues durant le séjour ont également été relevées (Annexe 3):

- Complications neurologiques : score « Cerebral Performance Category » (CPC) au réveil (Annexe 4), Electroencéphalogramme (EEG) avec score Synek ou compatible avec un état de mort encéphalique, présence de lésions cérébrales à la Tomodensitométrie (TDM) ou l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) cérébrale (hémorragique, ischémique, mort encéphalique).
- Défaillances d'organes : assistance par épuration extra rénale, nombre de jours sous ventilation mécanique, trachéotomie.
- Complications vasculaires : thrombotiques (amputation membre inférieur, thrombose induite par l'héparine (TIH), ischémie aigue du membre persistante malgré reperfusion), hémorragiques majeures (cérébrale ou ayant été responsables du décès)

- Complications mécaniques de l'ECLS : thrombose aigue (oxygénateur ou canule) ou hémorragie ayant entraîné le décès.
- Complications infectieuses : pneumopathie acquise sous ventilation mécanique (PAVM), médiastinite.

E. Devenir

Les données relevées concernant le devenir du patient étaient :

- La survie à la sortie de l'hôpital avec le score CPC
- Les dossiers des patients transférés ont été récupérés et analysés.

3. Analyse statistique

Les variables continues sont présentées sous forme de moyenne +/- écart type, médiane [25- 75]. Les variables quantitatives sont exprimées en nombres (%). Les variables quantitatives ont été explorées par le test du Chi-2 en univariée. Les variables continues avec une distribution normale étaient explorées par le test T de Student. En cas de distribution non normale, le test de Man-Whitney était utilisé. Le seuil de significativité pour les facteurs en univarié était de 0,1. Les aires sous les courbes (AUC) des paramètres biologiques avant l'implantation de l'ECLS ont été comparées en utilisant le test de Delong.

Une analyse multivariée par régression logistique évaluait l'association entre les facteurs retrouvés en univariée dans le groupe décès et la mortalité. Les facteurs étaient sélectionnés en univariées pour une valeur de p de moins de 0.1 ou ceux qui sont connus comme associés à la mortalité.

Toutes les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel IBM SPSS (SPSS, version 24, IBM, New York, NY). La limite de signification statistique était $P < 0,05$.

Toutes les valeurs P sont les résultats de tests bilatéraux.

III. RESULTATS

1. Caractéristiques générales des patients

Entre janvier 2008 et décembre 2020, 280 patients ont bénéficiés de la pose d'une ECLS au CHU d'Amiens. Sur l'ensemble de ces patients, 16 ont été exclus pour manque de données et 97 pour contexte chirurgical. Nous avons donc au total inclus 167 patients sous ECLS pour choc cardiogénique ou arrêt cardiaque réfractaire hors cardiectomie.

Sur ces 167 patients, 121 (72%) sont décédés et 46 (28%) ont survécus (Figure n°6).

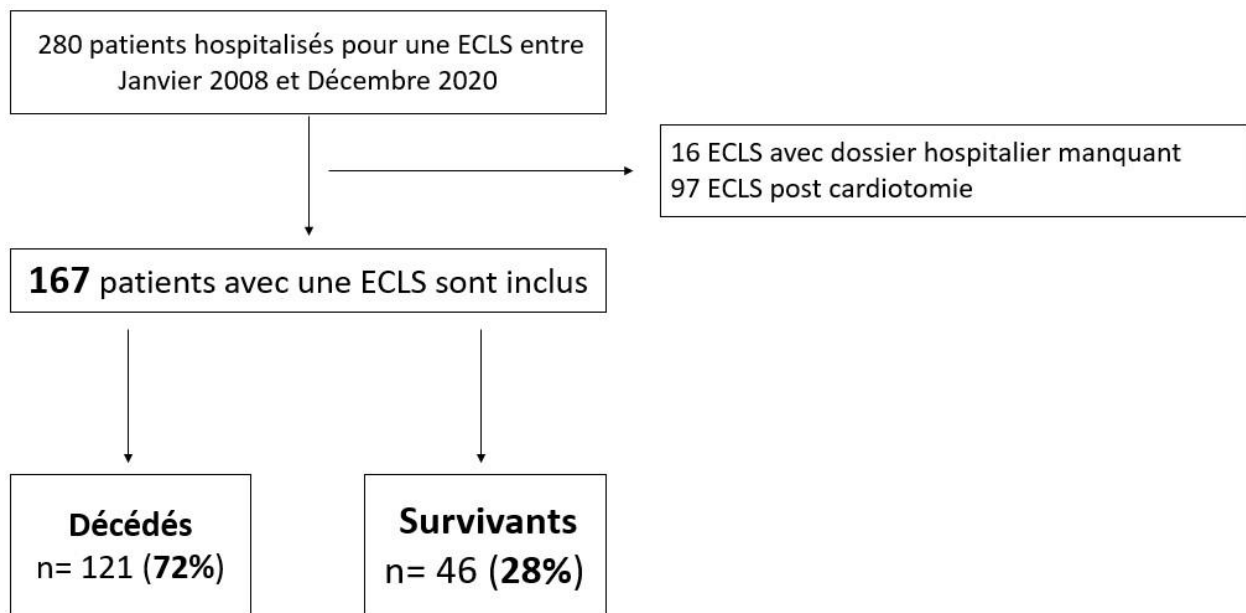


Figure n ° 6

Flow Chart de l'étude

A. Antécédents et indications de l'ECLS

Les caractéristiques des patients au moment de l'implantation de l'ECLS sont détaillées dans les Tableaux 2, 3, 4, 5 et 6 et les Figures n°7 et 8. La population générale était âgée en moyenne de 53 ans et était composée en majorité de sexe masculin avec un score IGS2 moyen à 58. Un grand nombre d'entre eux présentait des facteurs de risques cardiovasculaires avec une HTA (34%), un diabète (17%), une hypercholestérolémie (25%), un tabagisme actif (27%) et des antécédents de coronaropathie (11%) sans différence significative entre les sujets vivants et décédés. Les patients décédés avaient un score IGS2 (64 [51-76]) significativement supérieur aux survivants (50 [42-62]). L'indication d'implantation était un choc cardiogénique pour 62 patients (37%) avec une mortalité à 61% et un ACR réfractaire pour 105 patients (63%) avec une mortalité à 79%.

Variables	Population générale (n=167)	Décédés (n=121)	Vivants (n=46)	Valeur de p
Age (années)	53 [40-63]	55 [41-63]	51 [37-61]	0.25
IMC (kg.m ⁻²)	26 [24-31]	26 [24-31]	24 [22-29]	0.04
score IGS2	58 [47-72]	64 [51-76]	50 [42-62]	0.0001
Sexe masculin (n; %)	109 (65)	82 (68)	27 (59)	0.28
Antécédents (n; %)				
HTA	57 (34)	44 (36)	13 (28)	0.36
Diabète de type 2	29 (17)	23 (19)	6 (13)	0.49
Hypercholestérolémie	42 (25)	32 (26)	10 (22)	0.69
Tabagisme actif	45 (27)	30 (25)	15 (33)	0.33
BPCO	2 (2)	1 (1)	1 (2)	-
Coronaropathie ischémique	18 (11)	13 (11)	5 (11)	1
Pontage aorto-coronarien *	3 (2)	3 (2)	0 (0)	-
Insuffisance cardiaque chronique**	10 (6)	7 (6)	2 (4)	1
Insuffisance rénale chronique	3 (2)	2 (2)	1 (2)	-
Indication ECLS (n; %)				
Choc cardiogénique (n=62) (37)				
- Ischémie myocardique	27 (16)	17 (14)	10 (22)	0.25
- Myocardite	10 (6)	3 (2)	7 (15)	0.005
- CIV	6 (4)	4 (3)	2 (4)	0.66
- Cardiopathie valvulaire	6 (4)	3 (2)	3 (7)	0.34
- Septique	13 (8)	11 (9)	2 (4)	0.51
ACR réfractaire (n=105) (63)				
- Ischémie myocardique	50 (30)	40 (33)	10 (22)	0.18
- Embolie pulmonaire	17 (10)	16 (13)	1 (2)	0.04
- Etiologies diverses	18 (11)	10 (8)	8 (17)	0.08
- Orage rythmique	6 (4)	3 (2)	3 (7)	0.34
- Noyade	6 (4)	6 (5)	0 (0)	-
- Etiologie inconnue	8 (5)	8 (7)	0 (0)	-

IMC : Indice de Masse Corporelle ; IGS2 : Indice de gravité simplifié 2 ; HTA : Hypertension Artérielle ; BPCO : Bronchopneumopathie obstructive ; ECLS : Extra Corporeal Life Support, CIV : Communication Interventriculaire ; ACR : Arrêt Cardiaque et Respiratoire

* depuis plus d'un an ; ** avec FEVG <30%

Tableau 2

Caractéristiques de la population générale

B. Etiologies indiquant l'implantation de l'ECLS

Les étiologies indiquant l'implantation de l'ECLS étaient hétérogènes avec une prédominance d'ischémie myocardique. Les étiologies en fonction du type d'indication choc cardiogénique et ACR réfractaire sont représentés ci-dessous par des diagrammes à secteurs (Figure n°7 et Figure n°8).

Chez les patients qui avaient pour indication un choc cardiogénique réfractaire lors de l'implantation de l'ECLS, l'ischémie myocardique était majoritaire (27 patients).

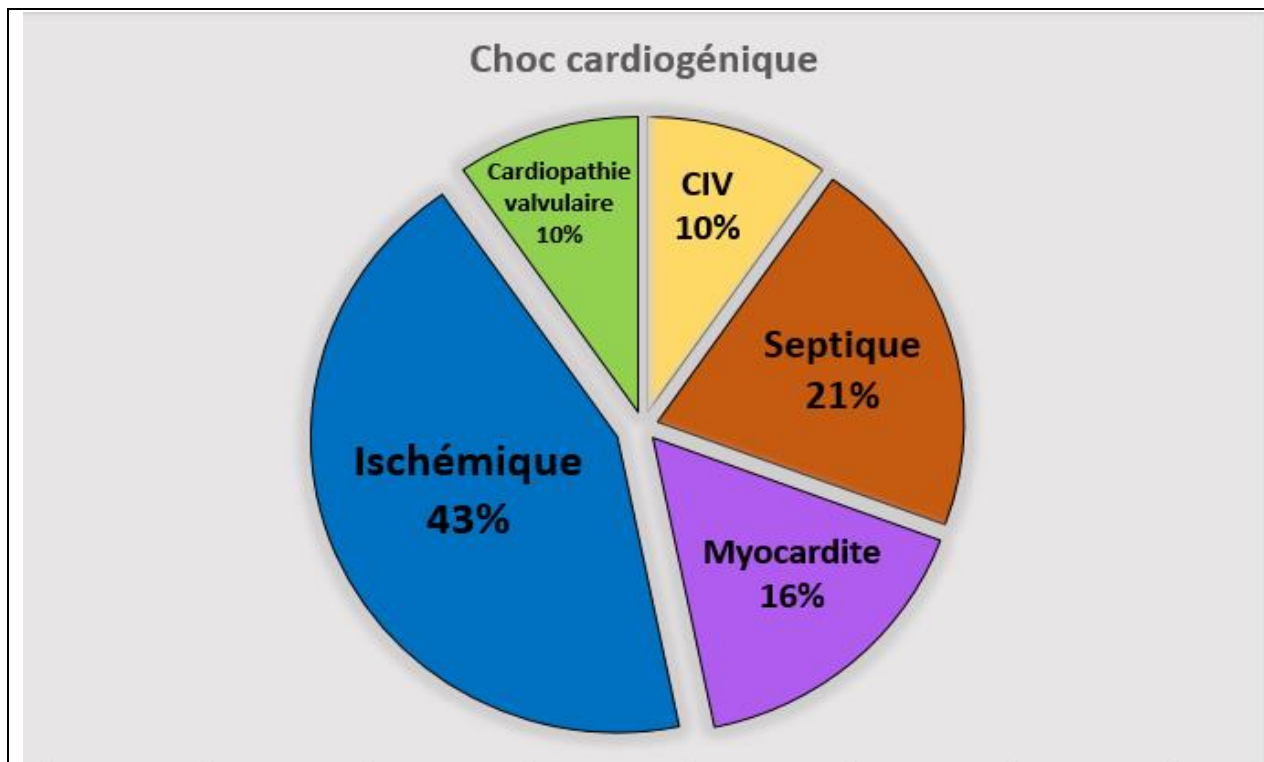
Les autres patients présentaient une cardiopathie septique (13 patients), une myocardite (10 patients), une communication interventriculaire (6 patients) ou une cardiopathie valvulaire (6 patients).

Il y avait significativement plus de survivants chez les patients présentant une myocardite ($p = 0.005$).

Chez les patients qui avaient pour indication un ACR réfractaire lors de l'implantation de l'ECLS, l'ischémie myocardique était majoritaire (50 patients).

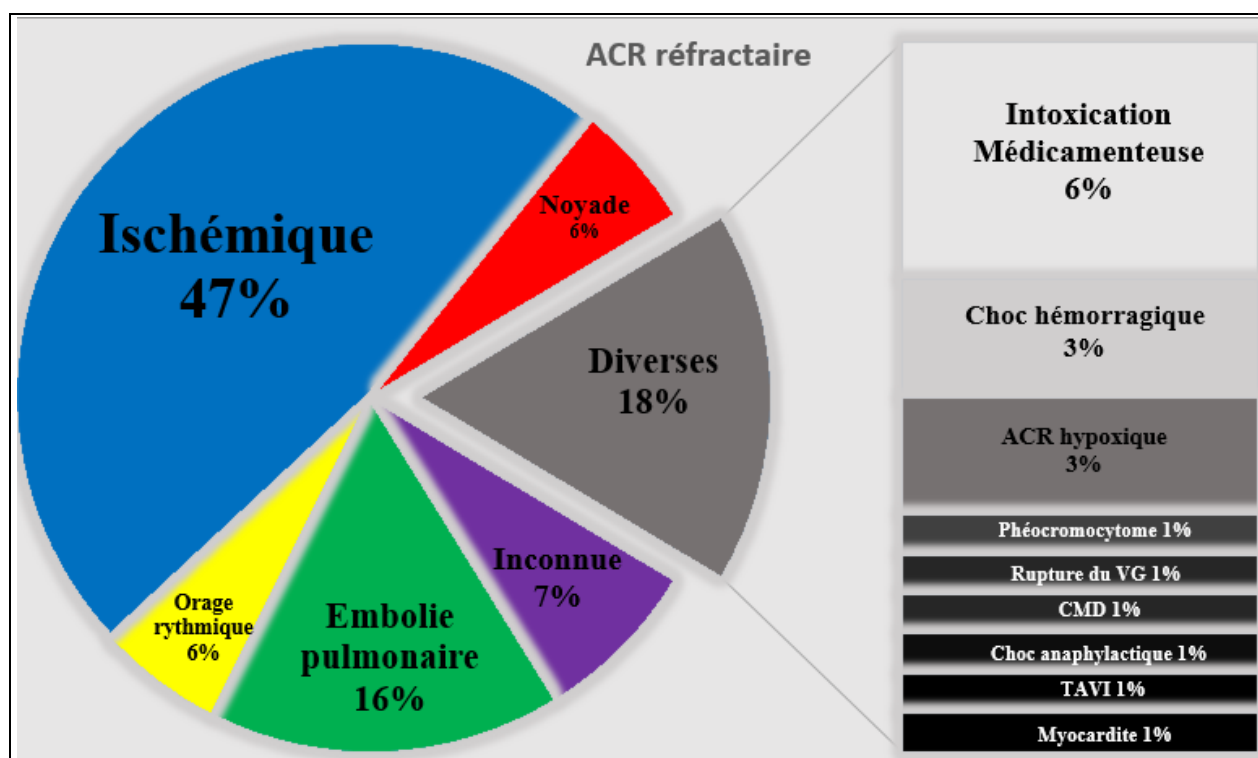
Les autres présentaient une embolie pulmonaire (17 patients), un orage rythmique (6 patients), une noyade (6 patients) ou d'autres causes regroupées dans le Tableau 2 et la Figure n°8 dans « diverses » (18 patients).

Il y avait significativement ($p = 0.04$) plus de décès chez les patients qui présentaient un arrêt cardiaque réfractaire secondaire à une embolie pulmonaire lors de l'implantation de l'ECLS.



CIV : Communication Interventriculaire

Figure n ° 7 Diagramme à secteurs représentant les étiologies de choc cardiogénique



ACR : Arrêt Cardio-Respiratoire ; VG : Ventricule Gauche ; CMD : Cardiomyopathie Dilatée ; TAVI : Transcatheter Aortic Valve Implantation

Figure n ° 8 Diagramme à secteurs représentant les étiologies d'ACR réfractaire

C. Biologie avant la pose de l'ECLS

Avant l'implantation de l'ECLS, les patients vivants avaient significativement en analyse univariée (Tableau 3) un pH plus élevé (7.28 [7.18-7.42] ($p < 0.001$)), une lactatémie inférieure (5.7 [2.7-11] mmol/l ($p < 0.001$)), une PaO₂ plus basse (79 [60-166] mmHg ($p = 0.015$)) et une hémoglobine plus élevée (12.2 [10.2-14.2] g/dl ($p = 0.032$)) que chez les patients décédés.

Un grand nombre de patients n'avait pas de dosage de troponine et de transaminases avant la pose de l'ECLS et ces données n'ont donc pas été retenues dans l'analyse statistique

Variables	Population générale (n=167)	Décédés (n=121)	Vivants (n=46)	Valeur de p
<u>Biologie avant ECLS :</u>				
pH	7.1 [6.9-7.3]	7.11 [6.8-7.2]	7.28 [7.18-7.42]	0.001
PaO ₂ (mmHg)	118 [66-255]	139 [73-283]	79 [60-166]	0.015
Lactate (mmol/l)	11 [5-18]	15 [6.8-19]	5.7 [2.7-11]	0.001
Hémoglobine (g/dl)	11.0 [9.6-13.3]	10.8 [9.1-13.2]	12.2 [10.2-14.2]	0.032
PaCO ₂ (mmHg)	37 [25-52]	37 [25-55]	34 [25-50]	0.44
Créatinine (μmol/l)	116 [91-159]	118 [97-158]	109 [80-172]	0.61
Natrémie (mmol/l)	140 [136-145]	140 [136-144]	140 [136-145]	0.55

PaO₂ : Pression artérielle en oxygène ; PaCO₂ : Pression artérielle en dioxyde de carbone

Tableau 3 Comparaison des paramètres biologiques avant la pose de l'ECLS

D. Lieu et technique d'implantation de l'ECLS

Les patients vivants, en analyse univariée, ont significativement ($p = 0.035$) été plus nombreux (32 patients (70%)) à avoir l'implantation de l'ECLS en salle de coronarographie ($p = 0.035$) et la pose percutanée était significativement ($p = 0.033$) la technique la plus utilisée chez les survivants (18 patients (39%)) que chez les décédés (27 patients (22%)) (Tableau 4).

Variables	Population générale (n=167)	Décédés (n=121)	Vivants (n=46)	Valeur de p
UMAC (n; %)	12 (7)	8 (6)	4 (9)	0.73
Pose en coronarographie (n; %)	55 (33)	23 (19)	32 (70)	0.035
Pose percutanée (n ; %)	45 (27)	27 (22)	18 (39)	0.033

UMAC : Unité Mobile d'Assistance Circulatoire

Tableau 4 Comparatif du lieu et de la technique de pose de l'ECLS

E. Coronarographie

Au total, 97 patients (58%) ont bénéficié d'une coronarographie. Celle-ci était normale dans 14% (23 patients) des cas. 61 patients (37%) ont eu une angioplastie coronarienne (Tableau 5).

Variables	Population générale (n=167)	Décédés (n=121)	Vivants (n=46)	Valeur de p
Coronarographie (n; %)	97 (58)	70 (58)	27 (59)	1
- Normale	23 (14)	15 (12)	7 (15)	0.61
- Angioplastie	61 (37)	41 (34)	20 (43)	0.28

Tableau 5 Comparatif en cas de coronarographie

F. Décharge ventriculaire gauche et cure de lévosimendan

Au total, 66 patients (40%) ont bénéficié d'une décharge ventriculaire gauche (Tableau 6) qui était majoritairement le BCPIA avec 61 patients (37%). Les autres techniques étaient la plupart du temps utilisées dans un second temps avec 5 centralisations, 5 Impella 5.0™ et 5 atrioseptomies. Au total, 25 patients (15%) ont reçu une cure de lévosimendan avec un nombre significativement plus important chez les vivants (30%) que chez les patients décédés (9%).

Variables	Population générale (n=167)	Décédés (n=121)	Vivants (n=46)	Valeur de p
OAP (n; %)	36 (22)	22 (18)	14 (30)	0.1
Stase VG (n; %) *	43 (36)	34 (28)	9 (20)	0.32
Décharge VG (n; %)	66 (40)	47 (39)	19 (41)	0.86
<u>Type de décharge VG :</u>				
- BCPIA (n; %)	61 (37)	45 (37)	16 (35)	0.85
▪ Jours sous BPCIA	3 [2-5]	3 [1-5]	5 [2-6]	0.13
- Centralisation (n; %)	5 (3)	3 (2)	2 (4)	-
- Impella (n; %)	5 (3)	1 (1)	4 (9)	-
- Atrioseptomie	5 (3)	3 (2)	2 (4)	-
Cure de lévosimodan (n; %)	25 (15)	11 (9)	14 (30)	0.019

OAP : Œdème Aiguë du Poumon ; VG : Ventricule Gauche ; BCPIA : Ballon de Contre Pulsion Intra-Aortique

* Sur l'échographie cardiaque

Tableau 6 Comparatif de la décharge ventriculaire gauche et d'une cure de Lévosimendan

2. Régression logistique des facteurs de mortalité

En analyse multivariée, le pH (OR 0.698, [0.545 ; 0.894], $p = 0.004$), l'hémoglobine (OR 0.826, [0.687 ; 0.995], $p = 0.044$) et le score IGS2 (OR 1.038, [1.008 ; 1.070], $p = 0.013$) sont les variables associées à la mortalité hospitalière (Tableau 7).

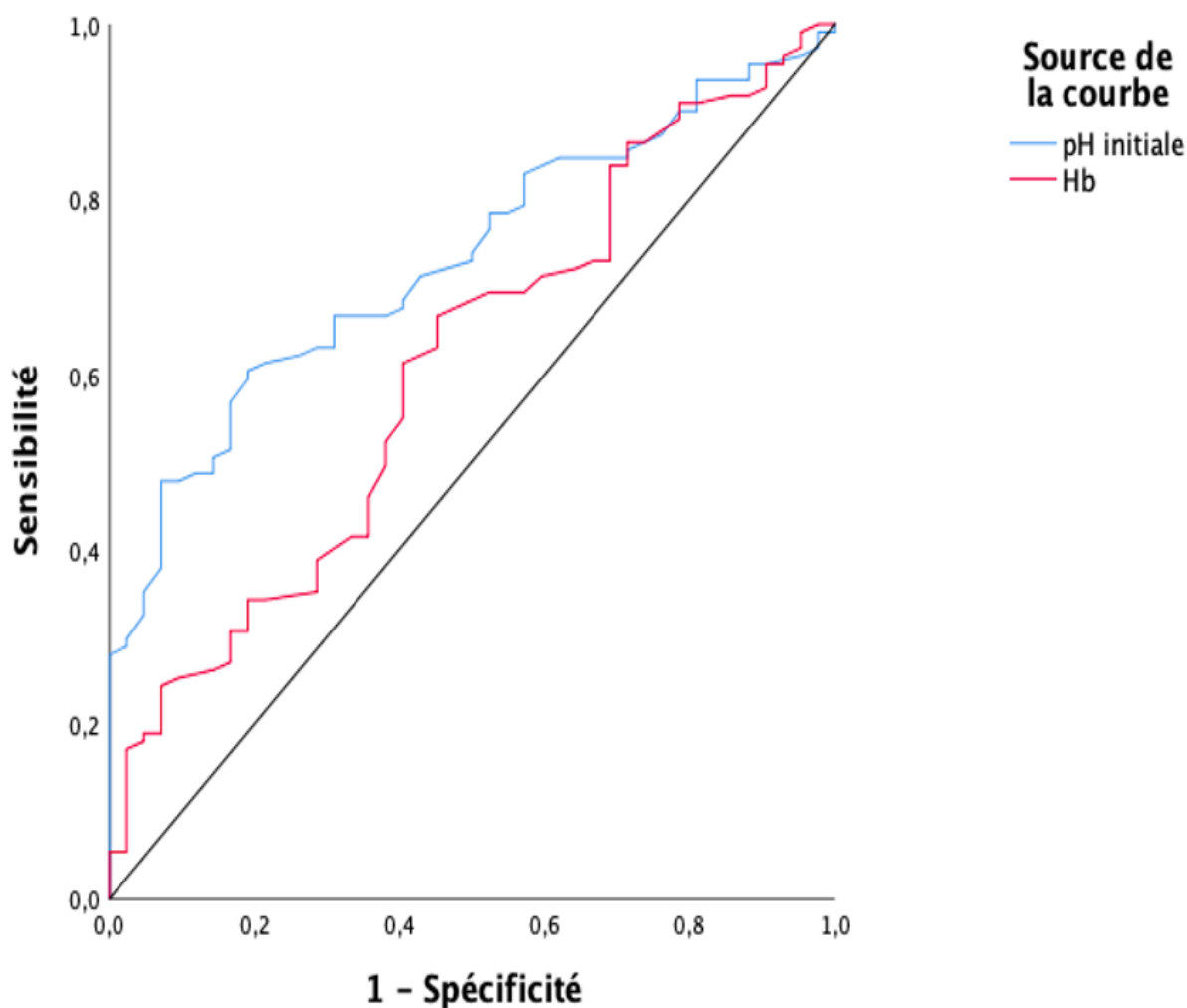
Variabes	OR (exp β)	Valeur de p	Intervalle de confiance (95% OR)
pH	0.698	0.004	[0.545 ; 0.894]
Hémoglobine	0.826	0.044	[0.687 ; 0.995]
Score IGS 2	1.038	0.013	[1.008 ; 1.070]
Lactate	0.980	0.329	[0.941 ; 1.021]
PaO2	1.003	0.166	[0.999 ; 1.008]
ACR réfractaire	0.949	0.925	[0.320 ; 2.813]
Pose en coronarographie	0.931	0.884	[0.357 ; 2.430]

OR : Odd Ratio ; PaO2 : Pression artérielle en Oxygène

Tableau 7	Régression logistique des variables associées à la mortalité en univariée
------------------	--

3. Courbe ROC des valeurs biologiques associées au décès en analyse multivariée

Les courbes ROC des valeurs biologiques associées à la mortalité hospitalière en analyse multivariée sont significativement différentes de 0.5 pour le pH initial (AUC = 0.730 ; [0.650 ; 0.810] ; p = 0.041) et l'hémoglobine (AUC = 0.609 ; [0.650 à 0.810] ; p = 0.050) (Figure n°9).



Variables	AUC	Valeur de p	Intervalle de confiance *
pH	0.730	< 0.001	[0.650 ; 0.810]
Hémoglobine	0.609	0.037	[0.511 ; 0.707]

AUC: Area Under Curve ; * à 95%

Figure n ° 9 Courbe ROC du pH et de l'Hémoglobine avant la pose de l'ECLS

4. Complications, devenir et transferts

A. Complications et devenir

Les complications et le devenir des patients sont présentés dans le Tableau 8.

La durée de séjour en réanimation était en moyenne de 15 jours [7-22] pour les patients qui ont survécu et 2 jours [0-6] pour ceux qui sont décédés dont 56 patients (46%) dans les premières 24h.

Sur les 46 patients survivants, 43 (93%) avait un score CPC à 1 ou 2.

Pour les complications pulmonaires, il y avait significativement ($p < 0.0001$) plus de PAVM (67%) chez les survivants que chez les patients décédés (34%) ainsi que de trachéotomie (17% contre 2%). La durée moyenne de jours sous ventilation mécanique était statistiquement ($p < 0.001$) plus élevée chez les patients vivants (15 jours [7-25]) que chez les patients décédés (2 jours [1-7]). L'ECLS a dû être modifiée en veino-artério-veineuse pour 10 patients (6%).

Pour les complications rénales, au total, 47% ont reçu une épuration extrarénale sans différence significative entre les groupes.

Pour les complications neurologiques de la population générale, il y avait, 5% d'AVC hémorragique, 12% d'AVC ischémique et 7% de diagnostic scanographique de mort cérébrale. Le nombre d'EEG comportant un score SYNEK étant trop faible, les données n'ont pas été prises en compte.

Pour les complications vasculaires, l'ischémie aigue de membre est survenue dans 8% des cas et l'amputation de membre inférieur chez 2% des patients. Au total, 2% des malades ont présenté une TIH. Les complications hémorragiques étant mal tracées dans les dossiers, celles-ci n'ont pu être exploitées.

Variabiles	Population générale (n=167)	Décédés (n=121)	Vivants (n=46)	Valeur de p
Nombre de jours moyen en réanimation	3 [1-13]	2 [0-6]	15 [7-22]	0.0001
Nombre de jours moyen sous ECLS	3 [1-7]	2 [1-5]	7 [4-17]	0.0001
Décès sous ECLS < 24h (n; %)	56 (34%)	56 (46%)	-	-
<u>Défaillances d'organe :</u>				
EER (n; %)	78 (47)	59 (49)	19 (41)	0.48
Nombre de jours moyen sous VM	4 [1-12]	2 [1-7]	15 [7-25]	0.0001
Trachéotomie (n; %)	11 (7)	3 (2)	8 (17)	0.002
Nouvelle ECLS (n; %)	7 (4)	2 (2)	5 (11)	0.018
VAV (n; %)	10 (6)	7 (6)	3 (7)	1
<u>Complications infectieuses : (n; %)</u>				
PAVM	72 (43)	41 (34)	31 (67)	0.0001
Médiastinite	3 (2)	0 (0)	3 (7)	-
<u>Complications neurologiques (TDM): (n; %)</u>				
- AVC hémorragique	8 (5)	7 (6)	1 (2)	0.45
- AVC ischémique	20 (12)	16 (13)	4 (9)	0.60
- Mort cérébrale	8 (5)	8 (7)	-	-
<u>Complications vasculaires : (n; %)</u>				
- Ischémie aigue de membre inférieur	14 (8)	10 (8)	4 (9)	1
- Amputation membre inférieur	3 (2)	1 (1)	2 (4)	-
- TIH	3 (2)	2 (2)	1 (2)	-
<u>Complications ECLS : (n; %)</u>				
Mécanique	7 (4)	2 (2)	5 (11)	0.016
<u>Devenir :</u>				
Transfert pour assistance lourde	12 (7%)	4 (3%)	8 (17%)	0.0001
Score CPC sortie réanimation :				
- 1-2	46 (28%)	3 (2%)	43 (93%)	0.0001
- 3-4	3 (2%)	-	3 (7%)	-

ECLS : Extracorporeal Life Support ; EER : Epuration extrarénale ; VM : Ventilation Mécanique ; VAV : Veino-artérioveineuse ; PAVM : Pneumopathie Acquise sous Ventilation Mécanique, TDM : Tomodensitométrie ; TIH : Thrombopénie Induite par l'Héparine ; CPC : Cerebral Performance Scale

Tableau 8 Comparatif des complications survenues en réanimation

B. Transferts

Au total, 12 patients ont été transférés pour décharge ventriculaire gauche (1 patient) et 11 patients pour assistance cardiaque longue durée ou greffe.

Le patient transféré pour décharge ventriculaire gauche l'a été avant 2018 pour un choc cardiogénique sur cardiopathie du post partum, a bénéficié d'une Impella 5.0™ et a survécu.

Les 11 patients transférés pour assistance cardiaque longue durée ou greffe l'ont été pour un choc cardiogénique réfractaire ischémique (7 patients), une décompensation d'une cardiopathie chronique en attente de greffe (2 patients), une myocardite (1 patient) et une cardiomyopathie dilatée (1 patient). (Figure n°10)

Sur les 8 survivants, 1 patient est sorti sans recevoir d'assistance cardiaque longue durée ou de greffe, 1 patient a bénéficié d'emblée d'une greffe, 6 patients d'une assistance cardiaque longue durée (2 patients un Heartmate II™, 1 patient un Heartmate III™, 2 patients un Heartware™ et 1 patient un CardioWest™) dont 3 qui ont ensuite été greffés cardiaques (Figure n°11).

Les huit patients qui ont survécu sont toujours vivants au 1^{er} mars 2021 avec un score CPC \leq 2.

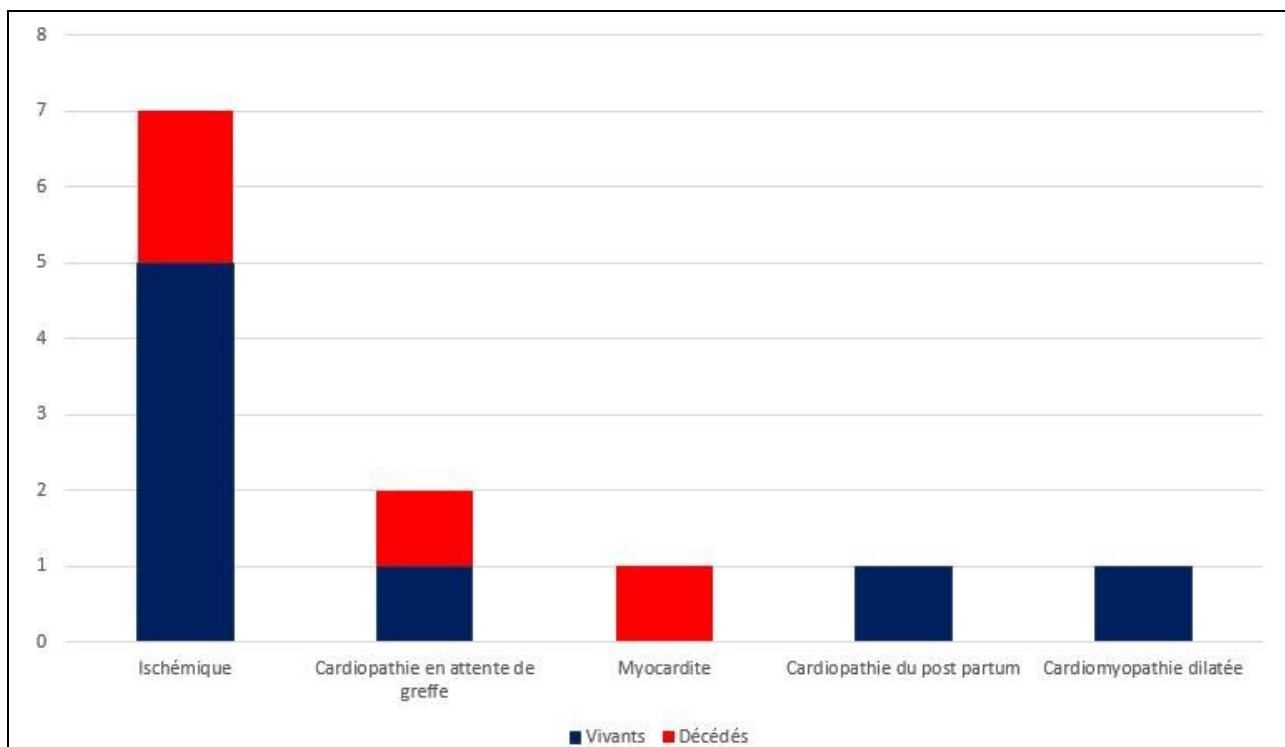


Figure n ° 10

Histogramme empilé représentant les étiologies de transfert

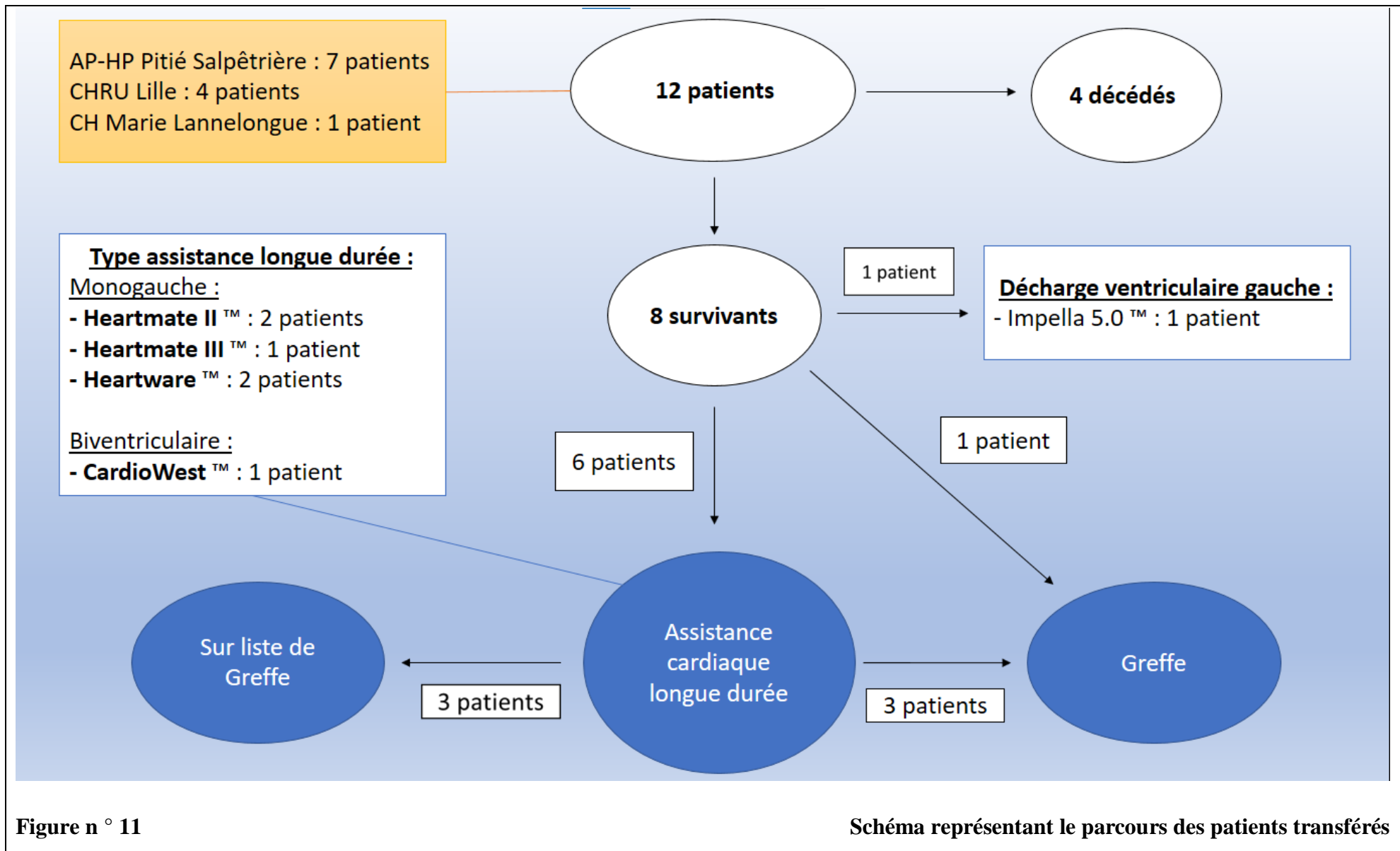


Figure n ° 11

Schéma représentant le parcours des patients transférés

5. Evolution du nombre d'ECLS par année

Au cours des quatre premières années de la période d'inclusion, le nombre d'ECLS par an était faible restant inférieur ou égal à 5 par an (Figure n°12).

De 2012 à 2016, le nombre d'ECLS a augmenté de façon intermittente avec une baisse en 2015 à 14 ECLS par an pour atteindre un pic en 2016 à 32.

De 2012 à 2016, le taux de survie moyen a été de 21.7% et a progressé de 2017 à 2020 à 32.2% avec une baisse du nombre d'implantation par an à partir de 2016 avec un nombre de patients vivants stable autour de 5 par an.

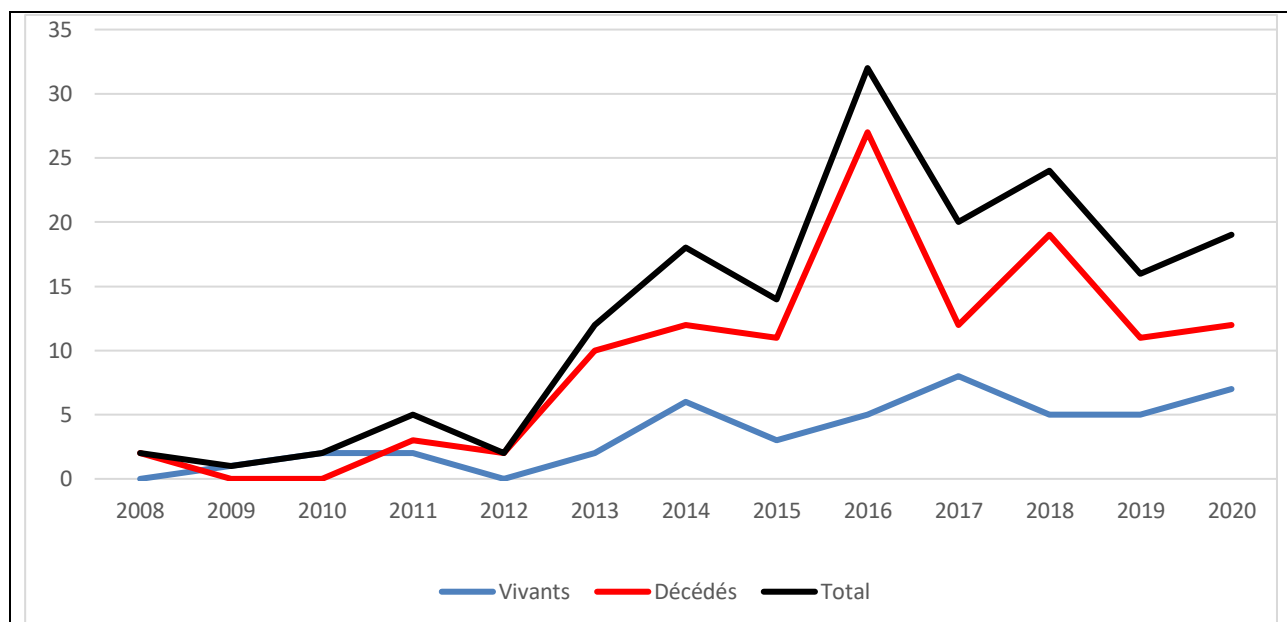


Figure n ° 12

Evolution du nombre d'ECLS par an depuis 2008

IV. DISCUSSION

Le nombre d'implantations d'ECLS dans le monde par année ne fait que croître depuis plus de 10 ans. Cependant, la mortalité hospitalière continue d'être effroyable avec une mortalité à 56% en cas de choc cardiogénique réfractaire et à 71% en cas d'ACR réfractaire d'après le registre de l'ELSO 2019.

1. Résumé des principaux résultats

Les résultats principaux de notre étude peuvent être résumés ainsi : (1) la mortalité hospitalière de l'ECLS médicale depuis 2008 au CHU d'Amiens est de 72%, (2) les facteurs associés à la mortalité hospitalière de notre cohorte sont le score IGS2, le pH et l'Hémoglobine avant l'implantation de l'ECLS, (3) la majorité des survivants ont un état neurologique favorable et (4) les complications les plus fréquentes sont l'insuffisance rénale aiguë nécessitant une EER (47%) et la PAVM (43%).

2. Mortalité par rapport à la littérature

Dans notre étude, sur les 167 patients ayant bénéficié d'une ECLS d'indication médicale entre 2008 et 2020 au CHU d'Amiens dans le cadre d'un choc cardiogénique (62 patients) ou d'un arrêt cardiaque réfractaire (105 patients), la mortalité hospitalière était de 72 %. Ceci est en accord avec les cohortes ayant un profil similaire dans les dernières données de la littérature (39,56). Malgré une mortalité élevée, les survivants ont majoritairement (93%) une bonne évolution neurologique avec un score CPC à la sortie à 1 ou 2 qui est plus bas que les données habituelles (31).

3. Facteurs associés à la mortalité

L'utilisation de l'ECLS de façon déraisonnée peut impacter de façon significative l'utilisation des ressources hospitalières (humaines et matérielles) (57) compte tenu du taux élevé de mortalité mais également des complications graves liées à cette technique. Même s'il existe plusieurs scores permettant d'estimer la survie (35,36,38), les facteurs associés à la mortalité sont variables selon les études et la décision de mise en place d'une ECLS peut quelquefois s'avérer être difficile.

Parmi les nombreuses variables associées à la mortalité présentes dans ces scores et dans la littérature, trois étaient individualisées dans notre cohorte.

Le pH à l'entrée a été trouvé comme un facteur indépendant associé à la mortalité en analyse multivariée avec un $p = 0.004$ et une aire sous la courbe ROC à 0.730 ce qui conforte les données de la littérature existantes (58,59).

Le score IGS2, comme Anselmi et al (60) et Schmidt et al (35) était aussi un facteur indépendant associé à la mortalité en analyse multivariée avec un $p = 0.013$.

La concentration en hémoglobine à l'entrée était dans notre cohorte, également en analyse multivariée, un facteur associé à la mortalité avec un $p = 0.044$. L'hémoglobine ayant un rôle prépondérant dans le transport en oxygène, il semble cohérent qu'elle le soit encore plus chez les patients en état de choc cardiogénique ou en ACR réfractaire. Le recours à l'ECLS provoque en plus une hémodilution. Cependant, peu d'études ont étudié cette valeur biologique. A notre connaissance, seule une étude monocentrique rétrospective à faible effectif (61) a trouvé que l'anémie initiale était associée à la mortalité à 30 jours.

Dans notre étude, bien qu'étant significativement différente ($p < 0.001$) en analyse univariée, la lactatémie initiale n'était pas retrouvée significative en analyse multivariée contrairement à un grand nombre d'études (31,34,56,59,60,62–65). Cela peut être dû aux différences de délais entre l'analyse biologique et l'initiation de l'ECLS ou alors à un manque de puissance de l'étude.

L'implantation de l'ECLS en coronarographie était en analyse univariée un facteur protecteur de mortalité avec un $p < 0.035$. On peut penser que la pose de l'ECLS en salle de coronarographie par rapport à la pose au lit du malade permet un confort chirurgical et anesthésique supérieur avec une meilleure installation et un monitoring plus rigoureux ce qui permet un temps de pose plus rapide et donc un low flow avant la pose plus faible qui est un facteur protecteur dans la littérature (31,59,66). De plus, les conditions d'asepsie lors de l'implantation dans ce contexte d'urgence absolue s'en retrouvent grandement améliorées.

Comme Danial et al (50), l'abord percutané chez 27% de nos patients était plus fréquemment retrouvé avec un $p = 0.0033$ chez les vivants en analyse univariée.

On remarque dans notre étude qu'environ 40% de l'ensemble des patients a bénéficié d'une décharge ventriculaire gauche avec une grande majorité de BCPIA (37% de la population générale) avec recours peu fréquent à l'Impella 5.0™, à l'atrioseptotomie et la centralisation.

Dans notre étude, comme dans la littérature (67), la décharge ventriculaire gauche par BCPIA n'améliorait pas la survie de manière significative.

Comme Kaddoura et al (68), l'utilisation d'une cure de lévosimendan était statistiquement plus fréquente chez les patients ayant survécus en analyse univariée avec un $p = 0.019$ mais du fait d'un faible nombre de patient l'ayant reçue (15%) et d'un nombre important de décès dans les premières 24 heures (34%) il peut s'agir d'un biais statistique. Seule une étude randomisée contrôlée permettrait de confirmer cette hypothèse

4. Complications

Dans notre cohorte, environ la moitié des patients (47%) ont nécessité une épuration extrarénale. Cette variable, n'a pas été retrouvée comme facteur associé à la mortalité contrairement à plusieurs études (39,63).

L'autre complication fréquente était la pneumopathie nosocomiale acquise sous ventilation mécanique identifiée chez 43% des patients avec une différence significative ($p < 0.0001$) de survenue entre les patients vivants et décédés qui peut s'expliquer par le fait que la durée de ventilation mécanique était significativement ($p = 0.0001$) plus longue chez les survivants qui avaient une durée de séjour plus élevée de 5 jours en moyenne ($p < 0.0001$). Ce taux paraît cohérent avec ceux attendus par rapport à la littérature (69).

Le taux de complications neurologiques était de 12% pour l'AVC ischémique et 5 % pour l'AVC hémorragique qui sont semblables par rapport à la littérature (45).

L'ischémie aigue de membre inférieur dans notre cohorte survenait chez 8% des patients avec un taux d'amputation du membre inférieur de 2% allant jusqu'à 4% chez les survivants. Ces chiffres sont en accord avec ceux retrouvés dans la littérature (5,30,41,58,63,70–73).

Les complications mécaniques de l'ECLS n'étaient pas fréquentes (4%) et dans les valeurs basses par rapport avec les valeurs habituelles de la littérature (5,73,74). Cela peut s'expliquer par un biais de mémorisation ou le fait que 34% des patients sont décédés dans les premières 24h.

La survenue d'une médiastinite était rare dans notre étude (2%) du fait d'un taux de canulation centrale bas à 3% dans cette cohorte d'ECLS hors cardiectomie.

Il n'a pas été possible dans notre étude de relever le taux d'infection locale du fait d'un nombre important de données manquantes et d'une mise en culture non systématique des canules lors de l'explantation. Cependant, il n'a pas été montré dans la littérature que l'acquisition d'infection nosocomiale augmentait significativement la mortalité en analyse multivariée (75).

5. Transferts

Notre centre ne disposant pas de la capacité de mise en place d'assistance cardiaque longue durée ou de transplantation cardiaque, 12 patients ont été transférés dans des centres de référence pour réalisation de ces techniques. Sur ces 12 patients, 8 ont survécu avec pose de 6 assistances longue durée qui a mené à la transplantation cardiaque chez 4 patients. Ces 8 patients sont toujours vivants aux dernières nouvelles. Le registre Européen EUROMACS trouve une survie à 73%, 63%, et 61% à respectivement 1, 2, et 3 ans chez les patients ayant reçu une assistance cardiaque longue durée (76). On pourrait se demander si la sélection de nos patients en vue d'un transfert était trop strict et qu'un plus grand nombre de transfert aurait pu augmenter la survie comme certaines études le laissent suggérer (77). Cette réflexion est susceptible d'être secondaire à un biais rétrospectif étant donné l'analyse difficile du fait d'une période vaste d'inclusion et d'une hétérogénéité importante des patients.

6. Evolution du nombre d'ECLS par an

Après quelques années où initialement le nombre d'implantation d'ECLS par an était faible, l'évolution a ensuite été croissante jusqu'en 2016 avec 32 ECLS.

A partir de 2017, on peut voir sur la Figure n°12, une baisse du nombre d'ECLS contrastant avec la tendance de l'ELSO (Figure 1). De plus, on peut observer qu'à partir de 2012 le nombre de survivants est en hausse. De ce fait, cela entraîne une augmentation du taux de survie passant de 21.7% de 2012 à 2016 à 32.2% de 2017 à 2020.

La baisse du nombre d'ECLS peut s'expliquer par la mise en place à cette période de critères de sélection des patients éligibles à l'ECLS plus stricts, notamment en ce qui concerne les patients présentant un ACR réfractaire.

De plus, plusieurs protocoles infirmiers ont été instaurés au sein du service à partir de cette date et un nombre plus important de personnels était formé à cette pratique. Grunau et al (78) a trouvé que la mise en place de protocoles et de simulations réduisait considérablement le temps de low flow avant la mise de l'ECLS. On pourrait penser que l'évolution de la technique et des pratiques, l'encadrement de plus en plus rigoureux de l'implantation et la surveillance de l'ECLS ont permis d'améliorer la prise en charge des patients.

7. Limites

Cette étude comporte cependant un certain nombre de biais. C'est tout d'abord une étude observationnelle monocentrique rétrospective. Le recueil de données dans ce type d'étude est parfois complexe et il se peut que certaines informations soient imprécises ou manquantes. Ces biais de classement ou de mesures ont pu imputer certaines observations et influencer sur les analyses finales.

La distribution non proportionnelle des indications et des étiologies du choc cardiogénique ou de l'ACR entre les patients décédés et ayant survécu constitue également un biais statistique qu'il convient de garder à l'esprit à la lecture des résultats de cette étude. En effet, les patients décédés (121 patients) sont plus de deux fois plus nombreux que les patients ayant survécu (46 patients). Les patients présentant une myocardite aiguë étaient plus nombreux ($p = 0.005$) chez les survivants (15%) que chez les décédés (2%) et il est connu dans la littérature (24–26) que la mortalité est plus faible chez les patients sous ECLS présentant une myocardite qui est un facteur protecteur de mortalité dans le score SAVE (35). De même, les patients ayant présenté une embolie pulmonaire étaient plus nombreux ($p = 0.04$) chez les patients décédés (10%) que chez les patients vivants (2%). De plus, un grand nombre de patients (34%) sont décédés le premier jour.

La généralisation des résultats à une autre population se doit également d'être prudente. En effet, il s'agit d'une étude qui ne s'est intéressée qu'aux patients hors contexte chirurgical, lesquels sont souvent inclus dans ce type de travaux (79,80).

Enfin, avec une inclusion étalée sur plus de 12 années, il est très fortement possible qu'un effet temps entre en jeu dans les modalités de prise en charge des patients (Low flow avant pose de l'ECLS, gestion des complications, stratégies de décharge...) et dans le devenir à court ou moyen terme.

V. CONCLUSION

L'ECLS permet dans le choc cardiogénique et l'arrêt cardiaque réfractaire une augmentation de la survie avec une mortalité restant cependant très élevée malgré les progrès techniques et l'avancement des connaissances comme le montre notre étude où la mortalité hospitalière était de 72%.

Bien qu'aidée par plusieurs scores et la connaissance de facteurs associés au décès, notamment le pH, le score IGS2 et l'hémoglobine retrouvés dans notre cohorte, la décision ou non d'implantation reste pour le clinicien une décision difficile qui se fait la plupart du temps dans un contexte d'urgence.

L'ECLS reste également pourvoyeuse de complications graves avec un impact non négligeable sur le patient et génératrice de coûts hospitaliers croissants du fait d'une augmentation constante du nombre d'implantations dans le monde. Dans notre étude, les complications les plus fréquemment retrouvées étaient l'insuffisance rénale aiguë nécessitant une épuration extrarénale (47%), la pneumopathie acquise sous ventilation mécanique (43%) et l'accident vasculaire cérébral ischémique (12%).

Pour permettre une meilleure gestion des patients sous ECLS, la réalisation d'essais cliniques randomisés multicentriques et la formation continue du personnel sembleraient être nécessaires.

VI. ANNEXE

Annexe 1 : Classification INTERMACS

INTERMACS level	NYHA Class	Description	Device	1y survival with LVAD therapy
1. Cardiogenic shock "Crash and burn"	IV	Haemodynamic instability in spite of increasing doses of catecholamines and/or mechanical circulatory support with critical hypoperfusion of target organs (severe cardiogenic shock).	ECLS, ECMO, percutaneous support devices	52.6±5.6%
2. Progressive decline despite inotropic support "Sliding on inotropes"	IV	Intravenous inotropic support with acceptable blood pressure but rapid deterioration of renal function, nutritional state, or signs of congestion.	ECLS, ECMO, LVAD	63.1±3.1%
3. Stable but inotrope dependent "Dependent stability"	IV	Haemodynamic stability with low or intermediate doses of inotropics, but necessary due to hypotension, worsening of symptoms, or progressive renal failure.	LVAD	78.4±2.5%
4. Resting symptoms "Frequent flyer"	IV ambulatory	Temporary cessation of inotropic treatment is possible, but patient presents with frequent symptom recurrences and typically with fluid overload.	LVAD	78.7±3.0%
5. Exertion intolerant "Housebound"	IV ambulatory	Complete cessation of physical activity, stable at rest, but frequently with moderate fluid retention and some level of renal dysfunction.	LVAD	93.0±3.9% ¹
6. Exertion limited "Walking wounded"	III	Minor limitation on physical activity and absence of congestion while at rest. Easily fatigued by light activity.	LVAD / Discuss LVAD as option	-
7. "Placeholder"	III	Patient in NYHA Class III with no current or recent unstable fluid balance.	Discuss LVAD as option	-

ECLS : extracorporeal life support; ECMO : extracorporeal membrane oxygenation; INTERMACS : Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support; LVAD : left ventricular assist device; NYHA : New York Heart Association.

Annexe 2 Revue de la littérature

Année Auteur Référence	Type d'étude	Population	Nombre	Mortalité	Facteurs associés à la mortalité	Complications
2013 Zangrillo (5)	Revue systématique littérature, Méta analyse	Choc cardiogénique réfractaire ACR réfractaire	1763	A 30 jours 54 %		EER : 52% Pneumopathie bactérienne : 33% Hémorragiques : 33% Thrombose oxygénateur : 29% Sepsis : 26%, Hémolyse : 18% Insuffisance hépatique : 16% Ischémie aigue membre : 10% Thrombose veineuse : 10% Système nerveux central : 8%
2014 Demondion (62)	Rétrospective, monocentrique	Choc cardiogénique réfractaire hors cardiectomie (ischémique)	77	Hospitalière 67.2 %	Lactatémie élevée, Créatinine élevée et ACR pré implantation	Pneumopathie nosocomiale : 51.3% EER : 46.1% OAP 31.6% Hémorragie majeure : 21.3%
2014 Sakamoto (81)	Prospective multicentrique, observationnelle	ACR réfractaire extra hospitalier ECLS vs contrôle	454 (ECLS 234 / 159 non ECLS)	A 6 mois 68%	-	CPC (3-4) : 10%
2015 Anselmi (60)	Rétrospective, monocentrique	ACR réfractaire	49 (90% ACR intra hospitalier)	A 30 jours 36.7%	Lactatémie élevée Hypothermie Score SAPS	Tromboembolique et hémorragique : 59.2% Ischémie aigue de membre : 2% Mort cérébrale : 24.5%
2015 Xie (72)	Méta-analyse	ACR réfractaire Choc cardiogénique réfractaire hors cardiectomie	1199	Hospitalière 59.8%	-	Ischémie aigue membre : 10.7% Fasciotomie : 9.2% AVC ischémique : 7.8 % Insuffisance rénale aigue : 47.4%

Année Auteur Référence	Type d'étude	Population	Nombre	Mortalité	Facteurs associés à la mortalité	Complications
2015 Schmidt (35)	Rétrospective, multicentrique (ELSO)	Choc cardiogénique réfractaire	3846	Hospitalière 58%	Insuffisance rénale chronique, durée de ventilation mécanique, dysfonction organes, ACR, cardiopathie congénitale, faible pression pulsée et HCO3 bas avant ECLS (Protecteurs : Age jeune, faible poids, myocardite, Transplantation cardiaque, rythme choquable, pression diastolique élevée, PEP basse)	Insuffisance hépatique : 5% SDRA : 12% Neurologiques (AVC ischémique et hémorragique, épilepsie) : 6% Insuffisance rénale aiguë : 14%
2015 Brunet (58)	Rétrospective, monocentrique	ACR réfractaire Choc cardiogénique réfractaire	64 (ACR réfractaire 29 / Choc cardiogénique 35)	Mortalité hospitalière 63%	pH bas (Protecteur : intoxication médicamenteuse)	EER : 54% Ichémie aiguë de membre : 10.9% Hémorragie sévère : 17.1% Mort cérébrale : 6.4% Défaillance multi viscérale : 43% LATA : 10.9%
2016 De Waha (82)	Rétrospective, monocentrique	Choc cardiogénique réfractaire	83 (≤ 60 ans vs > 60ans)	Hospitalière ≤ 60 ans : 58% > 60ans : 82 %	-	EER : ≤ 60 ans 32% > 60 ans 46% Choc septique : 16 % (2 groupes) Complications canules (Hémorragies, ischémie, infections) : ≤ 60 ans 32% et > 60 ans 36%

Année Auteur Référence	Type d'étude	Population	Nombre	Mortalité	Facteurs associés à la mortalité	Complications
2016 Pineton de Chambrun (70)	Rétrospective, monocentrique	Choc cardiogénique réfractaire	94	Hospitalière : 72% A un an : 73%	SOFA, INR, rythme non choquable avant ECLS	Hémorragiques 26%, Infectieuses 18% , Ischémie aigue de membre 15%
2016 Lorusso (45)	Rétrospective, multicentrique	Choc cardiogénique réfractaire > 70 ans vs < 70 ans	5408	Hospitalière : - 69,5% ≥ 70 ans - 56,9% < 70 ans	Age	-
2016 Blumenstein (30)	Rétrospective, monocentrique	ACR réfractaire	353	Hospitalière 73%	Age, APACHE II score	Ischémie aigue de membre 17% Hémorragie majeure 32%
2016 Debaty (59)	Revue systématique littérature, Méta analyse	ACR réfractaire	841	Hospitalière 85%	Rythme non choquable, pH bas, Lactate élevé, Low flow avant ECLS	
2017 Pavasini (63)	Revue de la littérature	Choc cardiogénique réfractaire ACR réfractaire (ischémique)	739	- 58% à 30 jours - 24% à 6 mois (pour les patients survivants à la sortie) - 17% à un an (pour les patients survivants à 6mois)	SDRA, EER, Insuffisance hépatique, AVC, lactatémie élevée, créatinine à l'entrée	Insuffisance rénale aigue : 41% Hémorragie : 25% Neurologique grave : 21% Infections : 21% Ischémie aigue de membre : 12% Défaillance multi-viscérale : 40% Mort cérébrale : 27%
2017 Haas (73)	Rétrospective, multicentrique	ACR réfractaire	217	Hospitalière 72,4%	Genre masculin	Hémorragiques 31,3%, Infectieuses 15,2% Membres inférieurs (ischémie /aponévrotomie / syndrome des loges) 15,2%, mécaniques 8,8%

Année Auteur Référence	Type d'étude	Population	Nombre	Mortalité	Facteurs associés à la mortalité	Complications
2017 D'Arrigo (31)	Méta analyse	Arrêt cardiaque réfractaire	856	Hospitalisation : 62.1 %	(Protecteurs : Rythme choquable initial, faible low flow, lactatémie basse, SOFA bas et baisse créatinine à 24h.)	CPC 3-4 : 15.6%
2017 Delmas (64)	Rétrospective multicentrique	Choc cardiogénique réfractaire ACR réfractaire	82	A 30 jours : 59.8% A 3 mois : 68.3 %	Lactatémie à l'entrée Insuffisance rénale aigue	
2018 Pozzi (74)	Rétrospective monocentrique	Arrêt cardiaque réfractaire	131	Hospitalière : 82.4%	(Protecteur : Rythme choquable)	Neurologique (CPC 3-4) : 37.9% EER : 29.9% Infectieuses : 24.5% Mécanique : 4.6%
2018 Wilson-Smith (79)	Revue systématique littérature, Méta analyse	Choc cardiogénique réfractaire (Post cardiectomie 613 patients)	17515	Hospitalière : 57%	-	SDRA : 11.2% EER : 22.4% Insuffisance hépatique : 8.5% Hémorragies majeures : 19.8% AVC ischémique et hémorragique : 14.9% Infections : 18.3%
2019 Bouglé (65)	Rétrospective monocentrique	Choc cardiogénique réfractaire post arrêt cardiaque	43	A 1 an 81%	Lactatémie élevée à l'entrée	-

Année Auteur Référence	Type d'étude	Population	Nombre	Mortalité	Facteurs associés à la mortalité	Complications
2019 Jäämaa-Holmberg (83)	Rétrospective monocentrique	Choc cardiogénique réfractaire	133	A 1 an : 39.1%	Bicarbonatémie basse Transfusion CGR	Patients ≤ 60 ans à 1 an reprenant le travail : 56%
2019 Pozzi (84)	Rétrospective monocentrique	Choc cardiogénique réfractaire (ischémique)	56	Hospitalière : 58.9%		Ischémie aiguë de membre : 21.4% Neurologiques (AVC ischémique et hémorragique, mort cérébrale) : 28.6% EER : 35.7% Infections nosocomiales : 57.1%
2020 Lee (85)	Rétrospective monocentrique	Choc cardiogénique réfractaire ACR réfractaire	151	A 30 jours 62.3%	ACR, Après exclusion patients décédés < 48h : EER + Complications majeurs (infections + saignements majeurs + AVC + EER + vasculaires (hémorragie et thrombotique))	Infections : 15.8% Hémorragies : 8.6 % AVC ischémique : 5.3% Complications vasculaires : 9.9% Ischémie mésentérique : 0% Syndrome compartiment abdominal : 2.6% EER : 19%
2020 Masyuk (56)	Rétrospective multicentrique (60 centres, German Lifebridge® Registry)	Choc cardiogénique réfractaire ACR réfractaire	444	A 30 jours : 84%	Lactatémie élevée à l'entrée	EER : 32% Défaillance multiviscérale : 26% AVC : 2% Transfusion : 71% Hémolyse : 26% Infarctus du myocarde : 22%

Année Auteur Référence	Type d'étude	Population	Nombre	Mortalité	Facteurs associés à la mortalité	Complications
2020 Zhigalov (80)	Rétrospective monocentrique	Choc cardiogénique réfractaire post cardiectomie (357 patients) Choc cardiogénique réfractaire hors cardiectomie (105 patients)	459	Hospitalière 75.2% (Hors cardiectomie)	-	Hémorragies : 20.9% Thrombose pompe : 1.9% Trachéotomie : 14.3% Insuffisance rénale aiguë : 36.2% AVC ischémique : 9.5% AVC hémorragique : 2.9%
2020 Guenther (86)	Rétrospective monocentrique	Choc cardiogénique réfractaire ACR réfractaire	180	A 30 jours : 43.9%	-	-
2020 Lackermair (87)	Prospective, randomisé, monocentrique, ouverte, stade IV	Choc cardiogénique réfractaire (ischémique)	21 vs 21	A 1 an : ECLS 19% vs 38% groupe contrôle	-	-
2020 Salna (88)	Rétrospective monocentrique	ACR réfractaire	112	Hospitalière : 61%	Créatininémie élevée à l'entrée	-
2020 Siao (66)	Rétrospective monocentrique	ACR réfractaire	112	A 6 mois : 63.4% (CPC = 1 survivants : 71 %)	Lieu survenue ACR Low flow avant ECLS Rythme non choquable	EER : 30.4%
2021 Miraglia (89)	méta analyse	ACR réfractaire	3352	A 30 jours : 77% (CPC 1-2 : 18% des survivants)	-	

Annexe 3 : Définition des complications sous ECLS selon ELSO

L'OAP sous ECLS était défini par une majoration des besoins en oxygène associé à un syndrome alvéolo-interstitiel radiologique et une élévation des pressions de remplissage du ventricule gauche mesurées par échographie cardiaque ou via un cathéter artériel pulmonaire.

Le diagnostic d'AVC nécessitait une confirmation scanographique par un radiologue spécialisé.

La définition des infections nosocomiales était en accord avec celles du *Centers for Disease Control and Prevention National Nosocomial Infections Surveillance Système (90)*.

L'ischémie aiguë du membre inférieur était diagnostiquée lorsqu'il y avait une pâleur du membre inférieur associée à une froideur et l'absence de pouls confirmée par un examen doppler.

La définition des saignements majeurs sous ECLS était celle de l'ELSO : un événement hémorragique associé à une chute d'hémoglobine d'au moins 2 points ou d'une nécessité de transfusion d'au moins 2 culots globulaires en 24h ou en cas d'hémothorax, d'hémorragie du système nerveux central, d'hématome rétropéritonéal ou tout saignement nécessitant une intervention médico-chirurgicale rapide.

La définition des pneumopathies nosocomiales était en accord avec les recommandations de la SFAR 2017.

Enfin le recours à l'épuration extrarénale se faisait en accord avec les recommandations françaises.

Cerebral Performance Categories Scale

CPC Scale

Note: If patient is anesthetized, paralyzed, or intubated, use "as is" clinical condition to calculate scores.

CPC 1. Good cerebral performance: conscious, alert, able to work, might have mild neurologic or psychologic deficit.

CPC 2. Moderate cerebral disability: conscious, sufficient cerebral function for independent activities of daily life. Able to work in sheltered environment.

CPC 3. Severe cerebral disability: conscious, dependent on others for daily support because of impaired brain function. Ranges from ambulatory state to severe dementia or paralysis.

CPC 4. Coma or vegetative state: any degree of coma without the presence of all brain death criteria. Unawareness, even if appears awake (vegetative state) without interaction with environment; may have spontaneous eye opening and sleep/awake cycles. Cerebral unresponsiveness.

CPC 5. Brain death: apnea, areflexia, EEG silence, etc.

Safar P. Resuscitation after Brain Ischemia, in Grenvik A and Safar P Eds: Brain Failure and Resuscitation, Churchill Livingstone, New York, 1981; 155-184.

Figure n ° 15

Echelle du score neurologique CPC

VII. BIBLIOGRAPHIE

1. Thiagarajan RR, Barbaro RP, Rycus PT, McMullan DM, Conrad SA, Fortenberry JD, et al. Extracorporeal Life Support Organization Registry International Report 2016: ASAIO J. 2017;63(1):60-7.
2. Link MS, Berkow LC, Kudenchuk PJ, Halperin HR, Hess EP, Moitra VK, et al. Part 7: Adult Advanced Cardiovascular Life Support: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 3 nov 2015;132(18 Suppl 2):S444-464.
3. Recommandations sur les indications de l'assistance circulatoire dans le traitement des arrêts cardiaques réfractaires. *Ann Fr Anesth Réanimation*. 2009 Feb;28(2):182-6.
4. Ouweneel DM, Schotborgh JV, Limpens J, Sjauw KD, Engström AE, Lagrand WK, et al. Extracorporeal life support during cardiac arrest and cardiogenic shock: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. déc 2016;42(12):1922-34.
5. 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.
6. 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*. févr 2014;97(2):610-6.
7. Bartlett RH. Extracorporeal Life Support: History and New Directions: ASAIO J. sept 2005;51(5):487-9.
8. Mosier JM, Kelsey M, Raz Y, Gunnerson KJ, Meyer R, Hypes CD, et al. Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) for critically ill adults in the emergency department: history, current applications, and future directions. *Crit Care Lond Engl*. 17 déc 2015;19:431.
9. Bartlett R. ECLS: Past, present, and future. *Qatar Med J [Internet]*. 14 févr 2017 [cité 5 janv 2021];2017(1). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5474576/>
10. Prankoff T, Hirschl RB, Steimle CN, Anderson HL, Bartlett RH. Efficacy of extracorporeal life support in the setting of adult cardiorespiratory failure. *ASAIO J Am Soc Artif Intern Organs* 1992. sept 1994;40(3):M339-343.

11. 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.* mai 2008;36(5):1404-11.
12. Soar J, Berg KM, Andersen LW, Böttiger BW, Cacciola S, Callaway CW, et al. Adult Advanced Life Support: 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation.* nov 2020;156:A80-119.
13. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JGF, Coats AJS, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J.* 14 juill 2016;37(27):2129-200.
14. Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, Butler J, Casey DE, Colvin MM, et al. 2017 ACC/AHA/HFSA Focused Update of the 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Failure Society of America. *Circulation.* 8 août 2017;136(6):e137-61.
15. ELSO General Guidelines for all ECLS Cases August, 2017, Ann Arbor, MI, USA www.else.org. Disponible sur: https://www.else.org/Portals/0/ELSO%20Guidelines%20General%20All%20ECLS%20Version%201_4.pdf
16. ELSO Adult Cardiac Failure Supplement to the ELSO General Guidelines Version 1.3 December 2013 Ann Arbor, MI, USA www.else.org. Disponible sur: <https://www.else.org/Portals/0/IGD/Archive/FileManager/e76ef78eabcusersshyerdocumentselseguidelinesforadultcardiacfailure1.3.pdf>
17. Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, Butler J, Casey DE, Drazner MH, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 15 oct 2013;62(16):e147-239.
18. ELSO ECPR Supplement to the ELSO General Guidelines Version 1.3 December 2013 Ann Arbor, MI, USA www.else.org. Disponible sur:

<https://www.else.org/Portals/0/IGD/Archive/FileManager/e76ef78eabcusersshyerdocumentselseguidelinesforadultcardiacfailure1.3.pdf>

19. International Liaison Committee on Resuscitation. 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Part 4: Advanced life support. *Resuscitation*. déc 2005;67(2-3):213-47.
20. Levy B, Bastien O, Karim B, Benjelid K, Cariou A, Chouihed T, et al. Experts' recommendations for the management of adult patients with cardiogenic shock. *Ann Intensive Care*. déc 2015;5(1):52.
21. 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.
22. Neumann F-J, Sousa-Uva M, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*. 7 janv 2019;40(2):87-165.
23. Abrams D, Combes A, Brodie D. Extracorporeal membrane oxygenation in cardiopulmonary disease in adults. *J Am Coll Cardiol*. 1 juill 2014;63(25 Pt A):2769-78.
24. Asaumi Y, Yasuda S, Morii I, Kakuchi H, Otsuka Y, Kawamura A, et al. Favourable clinical outcome in patients with cardiogenic shock due to fulminant myocarditis supported by percutaneous extracorporeal membrane oxygenation. *Eur Heart J*. oct 2005;26(20):2185-92.
25. Mirabel M, Luyt C-E, Leprince P, Trouillet J-L, Léger P, Pavie A, et al. Outcomes, long-term quality of life, and psychologic assessment of fulminant myocarditis patients rescued by mechanical circulatory support. *Crit Care Med*. mai 2011;39(5):1029-35.
26. Cheng R, Hachamovitch R, Kittleson M, Patel J, Arabia F, Moriguchi J, et al. Clinical outcomes in fulminant myocarditis requiring extracorporeal membrane oxygenation: a weighted meta-analysis of 170 patients. *J Card Fail*. juin 2014;20(6):400-6.
27. Bréchet N, Luyt C-E, Schmidt M, Leprince P, Trouillet J-L, Léger P, et al. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation support for refractory cardiovascular dysfunction during severe bacterial septic shock. *Crit Care Med*. juill 2013;41(7):1616-26.
28. Bréchet N, Hajage D, Kimmoun A, Demiselle J, Agerstrand C, Montero S, et al. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation to rescue sepsis-induced cardiogenic shock: a

retrospective, multicentre, international cohort study. *Lancet Lond Engl.* 22 août 2020;396(10250):545-52.

29. Daubin C, Lehoux P, Ivascau C, Tasle M, Bousta M, Lepage O, et al. Extracorporeal life support in severe drug intoxication: a retrospective cohort study of seventeen cases. *Crit Care Lond Engl.* 2009;13(4):R138.

30. Blumenstein J, Leick J, Liebetau C, Kempfert J, Gaede L, Groß S, et al. Extracorporeal life support in cardiovascular patients with observed refractory in-hospital cardiac arrest is associated with favourable short and long-term outcomes: A propensity-matched analysis. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* nov 2016;5(7):13-22.

31. D'Arrigo S, Cacciola S, Dennis M, Jung C, Kagawa E, Antonelli M, et al. Predictors of favourable outcome after in-hospital cardiac arrest treated with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation.* déc 2017;121:62-70.

32. Lunz D, Calabrò L, Belliato M, Contri E, Broman LM, Scandroglio AM, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for refractory cardiac arrest: a retrospective multicenter study. *Intensive Care Med.* mai 2020;46(5):973-82.

33. Hou X. Predicting short-term outcomes in patients supported with venoarterial extracorporeal membrane oxygenation. *Perfusion.* juill 2020;35(5):369-70.

34. Porto I, Mattesini A, D'Amario D, Sorini Dini C, Della Bona R, Scicchitano M, et al. Blood lactate predicts survival after percutaneous implantation of extracorporeal life support for refractory cardiac arrest or cardiogenic shock complicating acute coronary syndrome: insights from the CareGem registry. *Intern Emerg Med.* 9 août 2020;

35. Schmidt M, Burrell A, Roberts L, Bailey M, Sheldrake J, Rycus PT, et al. Predicting survival after ECMO for refractory cardiogenic shock: the survival after veno-arterial-ECMO (SAVE)-score. *Eur Heart J.* 1 sept 2015;36(33):2246-56.

36. Muller G, Flecher E, Lebreton G, Luyt C-E, Trouillet J-L, Bréchet N, et al. The ENCOURAGE mortality risk score and analysis of long-term outcomes after VA-ECMO for acute myocardial infarction with cardiogenic shock. *Intensive Care Med.* mars 2016;42(3):370-8.

37. Moons KGM, Altman DG, Reitsma JB, Ioannidis JPA, Macaskill P, Steyerberg EW, et al. Transparent Reporting of a multivariable prediction model for Individual Prognosis or Diagnosis (TRIPOD): explanation and elaboration. *Ann Intern Med.* 6 janv 2015;162(1):W1-73.

38. Wang L, Yang F, Wang X, Xie H, Fan E, Ogino M, et al. Predicting mortality in patients undergoing VA-ECMO after coronary artery bypass grafting: the REMEMBER score. *Crit Care Lond Engl*. 11 janv 2019;23(1):11.
39. Lee SY, Jeon K-H, Lee HJ, Kim J-B, Jang H-J, Kim JS, et al. Complications of veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation for refractory cardiogenic shock or cardiac arrest. *Int J Artif Organs*. janv 2020;43(1):37-44.
40. Sidebotham D, McGeorge A, McGuinness S, Edwards M, Willcox T, Beca J. Extracorporeal membrane oxygenation for treating severe cardiac and respiratory failure in adults: part 2-technical considerations. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. févr 2010;24(1):164-72.
41. Tanaka D, Hirose H, Cavarocchi N, Entwistle JWC. The Impact of Vascular Complications on Survival of Patients on Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Ann Thorac Surg*. mai 2016;101(5):1729-34.
42. Aubron C, DePuydt J, Belon F, Bailey M, Schmidt M, Sheldrake J, et al. Predictive factors of bleeding events in adults undergoing extracorporeal membrane oxygenation. *Ann Intensive Care*. déc 2016;6(1):97.
43. Görlinger K, Bergmann L, Dirkmann D. Coagulation management in patients undergoing mechanical circulatory support. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. juin 2012;26(2):179-98.
44. Gulkarov I, Bobka T, Elmously A, Salemi A, Worku B, Gambardella I, et al. The Effect of Acute Limb Ischemia on Mortality in Patients Undergoing Femoral Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Ann Vasc Surg*. janv 2020;62:318-25.
45. Lorusso R, Barili F, Mauro MD, Gelsomino S, Parise O, Rycus PT, et al. In-Hospital Neurologic Complications in Adult Patients Undergoing Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation: Results From the Extracorporeal Life Support Organization Registry. *Crit Care Med*. oct 2016;44(10):e964-972.
46. Nasr DM, Rabinstein AA. Neurologic Complications of Extracorporeal Membrane Oxygenation. *J Clin Neurol Seoul Korea*. oct 2015;11(4):383-9.
47. Sutter R, Tisljar K, Marsch S. Acute Neurologic Complications During Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Systematic Review. *Crit Care Med*. sept 2018;46(9):1506-13.
48. Kimmoun A, Oulehri W, Sonnevile R, Grisot P-H, Zogheib E, Amour J, et al. Prevalence and outcome of heparin-induced thrombocytopenia diagnosed under veno-arterial extracorporeal

membrane oxygenation: a retrospective nationwide study. *Intensive Care Med.* sept 2018;44(9):1460-9.

49. Rupperecht L, Lunz D, Philipp A, Lubnow M, Schmid C. Pitfalls in percutaneous ECMO cannulation. *Heart Lung Vessels.* 2015;7(4):320-6.

50. Danial P, Hajage D, Nguyen LS, Mastroianni C, Demondion P, Schmidt M, et al. Percutaneous versus surgical femoro-femoral veno-arterial ECMO: a propensity score matched study. *Intensive Care Med.* déc 2018;44(12):2153-61.

51. Ultrasound Guidance for Extra-corporeal Membrane Oxygenation General Guidelines. 2015. Ann Arbor, MI, USA www.elseo.org. Disponible sur: https://www.elseo.org/Portals/0/Files/elseo_Ultrasoundguidance_ecmogeneral_guidelines_May2015.pdf

52. Roumy A, Liaudet L, Rusca M, Marcucci C, Kirsch M. Pulmonary complications associated with veno-arterial extra-corporeal membrane oxygenation: a comprehensive review. *Crit Care* [Internet]. 11 mai 2020 [cité 15 janv 2021];24. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7216520/>

53. Donker DW, Brodie D, Henriques JPS, Broomé M. Left ventricular unloading during veno-arterial ECMO: a review of percutaneous and surgical unloading interventions. *Perfusion.* mars 2019;34(2):98-105.

54. Geyer M, Gohrbandt B, Sagoschen I, Hartmann T, Post F, Vahl C-F, et al. Pitfalls of cannulation for extracorporeal life support: review of the literature and illustrative case presentation. *J Artif Organs Off J Jpn Soc Artif Organs.* mars 2018;21(1):8-16.

55. Le Gall JR, Lemeshow S, Saulnier F. A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. *JAMA.* 22 déc 1993;270(24):2957-63.

56. Masyuk M, Abel P, Hug M, Wernly B, Haneya A, Sack S, et al. Real-world clinical experience with the percutaneous extracorporeal life support system: Results from the German Lifebridge® Registry. *Clin Res Cardiol Off J Ger Card Soc.* janv 2020;109(1):46-53.

57. Oude Lansink-Hartgring A, van den Hengel B, van der Bij W, Erasmus ME, Mariani MA, Rienstra M, et al. Hospital Costs Of Extracorporeal Life Support Therapy. *Crit Care Med.* avr 2016;44(4):717-23.

58. Brunet J, Valette X, Ivascau C, Lehoux P, Sauneuf B, Dalibert Y, et al. Extracorporeal Life Support for Refractory Cardiac Arrest or Shock: A 10-Year Study. *ASAIO J Am Soc Artif Intern Organs* 1992. déc 2015;61(6):676-81.
59. Debaty G, Babaz V, Durand M, Gaide-Chevronnay L, Fournel E, Blancher M, et al. Prognostic factors for extracorporeal cardiopulmonary resuscitation recipients following out-of-hospital refractory cardiac arrest. A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. mars 2017;112:1-10.
60. Anselmi A, Flécher E, Corbineau H, Langanay T, Le Bouquin V, Bedossa M, et al. Survival and quality of life after extracorporeal life support for refractory cardiac arrest: A case series. *J Thorac Cardiovasc Surg*. oct 2015;150(4):947-54.
61. Elabbassi W, Aila FA, Chowdhury MA, Najib A, Zaid H, Michelin M, et al. The impact of severity of initial illness, determined by SOFA score, and presence of anemia on outcomes among patients requiring Extra Corporal Membrane Oxygenation (ECMO) support: A single center experience. *Indian Heart J*. déc 2017;69(6):762-6.
62. Demondion P, Fournel L, Golmard J-L, Niculescu M, Pavie A, Leprince P. Predictors of 30-day mortality and outcome in cases of myocardial infarction with cardiogenic shock treated by extracorporeal life support. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg*. janv 2014;45(1):47-54.
63. Pavasini R, Cirillo C, Campo G, Nobre Menezes M, Biscaglia S, Tonet E, et al. Extracorporeal Circulatory Support in Acute Coronary Syndromes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Crit Care Med*. nov 2017;45(11):e1173-83.
64. Delmas C, Conil J-M, Sztajnic S, Georges B, Biendel C, Dambrin C, et al. Early Prediction of 3-month Survival of Patients in Refractory Cardiogenic Shock and Cardiac Arrest on Extracorporeal Life Support. *Indian J Crit Care Med Peer-Rev Off Publ Indian Soc Crit Care Med*. mars 2017;21(3):138-45.
65. Bouglé A, Le Gall A, Dumas F, Geri G, Malissin I, Voicu S, et al. ExtraCorporeal life support for Cardiac ARrest in patients with post cardiac arrest syndrome: The ECCAR study. *Arch Cardiovasc Dis*. avr 2019;112(4):253-60.
66. Siao F-Y, Chiu C-W, Chiu C-C, Chang Y-J, Chen Y-C, Chen Y-L, et al. Can we predict patient outcome before extracorporeal membrane oxygenation for refractory cardiac arrest? *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 23 juin 2020;28(1):58.

67. Ro SK, Kim JB, Jung SH, Choo SJ, Chung CH, Lee JW. Extracorporeal life support for cardiogenic shock: influence of concomitant intra-aortic balloon counterpulsation. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg*. août 2014;46(2):186-92; discussion 192.
68. Kaddoura R, Omar AS, Ibrahim MIM, Alkhulaifi A, Lorusso R, Elsherbini H, et al. The Effectiveness of Levosimendan on Venous-Arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation Management and Outcome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 16 janv 2021;
69. Bouglé A, Bombled C, Margetis D, Lebreton G, Vidal C, Coroir M, et al. Ventilator-associated pneumonia in patients assisted by veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation support: Epidemiology and risk factors of treatment failure. *PloS One*. 2018;13(4):e0194976.
70. Pineton de Chambrun M, Bréchet N, Lebreton G, Schmidt M, Hekimian G, Demondion P, et al. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation for refractory cardiogenic shock post-cardiac arrest. *Intensive Care Med*. déc 2016;42(12):1999-2007.
71. Bisdas T, Beutel G, Warnecke G, Hoepfer MM, Kuehn C, Haverich A, et al. Vascular complications in patients undergoing femoral cannulation for extracorporeal membrane oxygenation support. *Ann Thorac Surg*. août 2011;92(2):626-31.
72. Xie A, Phan K, Tsai Y-C, Yan TD, Forrest P. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation for cardiogenic shock and cardiac arrest: a meta-analysis. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2015;29(3):637-45.
73. Haas NL, Coute RA, Hsu CH, Cranford JA, Neumar RW. Descriptive analysis of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation following out-of-hospital cardiac arrest-An ELSO registry study. *Resuscitation*. oct 2017;119:56-62.
74. Pozzi M, Armoiry X, Achana F, Koffel C, Pavlakovic I, Lavigne F, et al. Extracorporeal Life Support for Refractory Cardiac Arrest: A 10-Year Comparative Analysis. *Ann Thorac Surg*. mars 2019;107(3):809-16.
75. Abrams D, Grasselli G, Schmidt M, Mueller T, Brodie D. ECLS-associated infections in adults: what we know and what we don't yet know. *Intensive Care Med*. févr 2020;46(2):182-91.
76. Gustafsson F, Rogers JG. Left ventricular assist device therapy in advanced heart failure: patient selection and outcomes. *Eur J Heart Fail*. mai 2017;19(5):595-602.

77. Aguayo E, Kwon OJ, Dobaria V, Sanaiha Y, Hadaya J, Sareh S, et al. Impact of interhospital transfer on clinical outcomes and costs of extracorporeal life support. *Surgery*. juill 2020;168(1):193-7.
78. Grunau B, Carrier S, Bashir J, Dick W, Harris L, Boone R, et al. A comprehensive regional clinical and educational ECPR protocol decreases time to ECMO in patients with refractory out-of-hospital cardiac arrest. *CJEM*. nov 2017;19(6):424-33.
79. Wilson-Smith AR, Bogdanova Y, Roydhouse S, Phan K, Tian DH, Yan TD, et al. Outcomes of venoarterial extracorporeal membrane oxygenation for refractory cardiogenic shock: systematic review and meta-analysis. *Ann Cardiothorac Surg*. janv 2019;8(1):1-8.
80. Zhigalov K, Sá MPBO, Safonov D, Zagitov I, Alofesh A, Pavlova V, et al. Clinical outcomes of venoarterial extracorporeal life support in 462 patients: Single-center experience. *Artif Organs*. juin 2020;44(6):620-7.
81. Sakamoto T, Morimura N, Nagao K, Asai Y, Yokota H, Nara S, et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with out-of-hospital cardiac arrest: a prospective observational study. *Resuscitation*. juin 2014;85(6):762-8.
82. de Waha S, Graf T, Desch S, Fuernau G, Eitel I, Pöss J, et al. Outcome of elderly undergoing extracorporeal life support in refractory cardiogenic shock. *Clin Res Cardiol Off J Ger Card Soc*. mai 2017;106(5):379-85.
83. Jäämaa-Holmberg S, Salmela B, Suojaranta R, Jokinen JJ, Lemström KB, Lommi J. Extracorporeal membrane oxygenation for refractory cardiogenic shock: patient survival and health-related quality of life. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg*. 1 avr 2019;55(4):780-7.
84. Pozzi M, Flagiello M, Armoiry X, Generali T, Adamou Nouhou K, Koffel C, et al. Extracorporeal life support in the multidisciplinary management of cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction. *Catheter Cardiovasc Interv Off J Soc Card Angiogr Interv*. 15 févr 2020;95(3):E71-7.
85. Lee SY, Jeon K-H, Lee HJ, Kim J-B, Jang H-J, Kim JS, et al. Complications of venoarterial extracorporeal membrane oxygenation for refractory cardiogenic shock or cardiac arrest. *Int J Artif Organs*. janv 2020;43(1):37-44.

86. Guenther SPW, Hornung R, Joskowiak D, Vlachea P, Feil K, Orban M, et al. Extracorporeal life support in therapy-refractory cardiocirculatory failure: looking beyond 30 days. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 21 déc 2020;
87. Lackermair K, Brunner S, Orban M, Peterss S, Orban M, Theiss HD, et al. Outcome of patients treated with extracorporeal life support in cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: 1-year result from the ECLS-Shock study. *Clin Res Cardiol Off J Ger Card Soc*. 12 nov 2020;
88. Salna M, Sanchez J, Fried J, Masoumi A, Witer L, Kurlansky P, et al. Ten-year outcomes of extracorporeal life support for in-hospital cardiac arrest at a tertiary center. *J Artif Organs Off J Jpn Soc Artif Organs*. déc 2020;23(4):321-7.
89. Miraglia D, Ayala JE. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for adults with shock-refractory cardiac arrest. *J Am Coll Emerg Physicians Open*. févr 2021;2(1):e12361.
90. Garner JS, Jarvis WR, Emori TG, Horan TC, Hughes JM. CDC definitions for nosocomial infections, 1988. *Am J Infect Control*. juin 1988;16(3):128-40.

RESUME

EVALUATION DE LA MORBI-MORTALITE DES PATIENTS SOUS ASSISTANCE EXTRACORPORELLE VEINO ARTERIELLE : ETUDE RETROSPECTIVE AU CHU D'AMIENS

Introduction :

L'ECLS (extracorporeal life support) est une technique d'assistance qui a pour but de pallier temporairement les insuffisances cardiocirculatoires. Les deux principales indications médicales sont l'arrêt cardio-respiratoire (ACR) réfractaire et le choc cardiogénique persistant. Bien que cette technique soit d'utilisation croissante, la mortalité des patients sous ECLS reste élevée notamment à cause des complications multiples inhérentes à cette technique.

Le but de cette étude est d'étudier la morbi-mortalité de l'ECLS médicale par comparaison des patients vivants et décédés afin d'identifier les variables associées à la mortalité hospitalière.

Matériel et méthodes :

Il s'agit d'une étude observationnelle, rétrospective, réalisée dans le service de réanimation cardiaque du CHU d'Amiens. Ont été inclus tous les patients majeurs traités par une ECLS de 2008 à 2020. Ont été exclus les patients en post cardiectomie. Une comparaison des patients vivants et décédés a été réalisée par analyse univariée. Les facteurs associés à la mortalité étaient ensuite analysés en analyse multivariée par régression logistique. Les taux de complications ont également été recueillis.

Résultats :

167 patients ont été inclus dans notre étude. La mortalité hospitalière était de 72%. 93% des patients survivants avaient un score CPC à 1 ou 2. 62 patients présentaient un choc cardiogénique et 105 patients un ACR réfractaire. Les facteurs associés à la mortalité en analyse multivariée étaient le pH (OR 0.698, $p = 0.004$), le score IGS2 (OR 1.038, $p = 0.013$) et l'hémoglobine (OR 0.826, $p = 0.044$). Concernant les complications, 47% des patients ont reçu une épuration extrarénale, 43% ont eu une pneumopathie acquise sous ventilation mécanique, 12% un accident vasculaire cérébral (AVC) ischémique, 8% une ischémie aigüe de membre, 5% un AVC hémorragique, 4% une complication mécanique de l'ECLS, 2% une amputation de membre inférieur et 2% une TIH.

Conclusion :

L'ECLS permet dans le choc cardiogénique et dans l'arrêt cardiaque réfractaire une augmentation de la survie avec une mortalité et un nombre de complications restant cependant très élevé malgré les progrès techniques et l'avancement des connaissances. Bien qu'aidee par plusieurs scores et la connaissance de facteurs associés au décès, la décision ou non d'implantation reste pour le médecin une décision difficile qui se fait en plus la plupart du temps dans un contexte d'urgence.

Mots clés : ECLS, ECMO-VA, mortalité, choc cardiogénique, ACR réfractaire, complications, pronostic

ABSTRACT

MORBI-MORTALITY ASSESSMENT OF PATIENTS TREATED BY EXTRACORPORAL LIFE SUPPORT: RETROSPECTIVE STUDY AT AMIENS HOSPITAL

Introduction:

Extracorporeal life support (ECLS) is an assistive technique, which temporarily aims at remedying cardio-circulatory insufficiencies. The two main medical indications are refractory cardiac arrest and persistent cardiogenic shock. Although this technique is of increasing use, ECLS patient mortality remains high, especially because of the multiple complications related to this technique. The aim of this study is to explore the morbidity and mortality associated with the use of an ECLS outside the context of post cardiectomy by comparing living and deceased patients in order to identify associated variables of hospital mortality.

Material and methods:

This is an observational, retrospective study carried out in the cardiac intensive care unit at department of the University Hospital of Amiens. All adult patients treated with ECLS from 2008 to 2020 were included. Post cardiectomy patients were excluded. A comparison of living and deceased patients was performed by univariate analysis. The factors associated to mortality were then analyzed in multivariate analysis by logistic regression. Complication rates were also collected.

Results:

167 patients were included in our study. The hospital mortality rate was 72%. 93% of survivors had a CPC score of 1 or 2. 62 patients showed a cardiogenic shock and 105 patients a refractory cardiac arrest. The factors associated to mortality in multivariate analysis were pH (OR 0.698, $p = 0.004$), IGS2 score (OR 1.038, $p = 0.013$) and hemoglobin (OR 0.826, $p = 0.044$). Regarding complications, 47% of patients received renal replacement therapy, 43% had ventilator-associated pneumonia, 12% an ischemic stroke, 8% an acute limb ischemia, 5% a hemorrhagic stroke, 4% a mechanical complication of ECLS, 2% a lower limb amputation and 2% a TIH.

Conclusion:

In cardiogenic shock and refractory cardiac arrest, ECLS allows an increase in survival with mortality and a number of complications remaining however very high despite technical progress and advances in knowledge. The decision whether or not to implant remains a difficult one for the clinician, which is moreover often made in an emergency context, even though several scores and predictive factors of death in the literature help it.

Keywords: ECLS, ECMO-VA, mortality, cardiogenic shock, refractory cardiac arrest, complications, outcome