

UNIVERSITE DE LIMOGES

FACULTE DE MEDECINE



ANNEE 2010



THESE N° 3126/1

Unité Mobile d'Assistance Circulatoire Est-ce faisable à Limoges ?

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement le 04 octobre 2010

PAR

Marie-Claire MOZZICONACCI

12/02/1982, Paris XIV.

EXAMINATEURS DE LA THESE

M. le Professeur LASKAR Marc	- Président
M. le Professeur VIGNON Philippe	- Juge
Mme le Dr DUMOITIER Nathalie	- Juge
M. le Dr LE GUYADER Alexandre	- Directeur de thèse
M. le Dr CAILLOCE Dominique	- Membre invité

2 rue du Dr MARCLAND
87025 Limoges cedex
Tel. 05 55 43 58 00
Fax 05 55 43 58 01
www.unilim.fr



DOYEN DE LA FACULTE :

Monsieur le Professeur VALLEIX Denis

ASSESEURS :

Monsieur le Professeur LASKAR Marc
Monsieur le Professeur MOREAU Jean-Jacques
Monsieur le Professeur PREUX Pierre-Marie

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS :

*C.S= Chef de Service

ACHARD Jean-Michel	PHYSIOLOGIE
ADENIS Jean-Paul (C.S)	OPHTALMOLOGIE
ALAIN Sophie	BACTERIOLOGIE, VIROLOGIE
ALDIGIER Jean-Claude (C.S)	NEPHROLOGIE
ARCHAMBEAUD-MOUVEROUX Françoise (C.S)	MEDECINE INTERNE
ARNAUD Jean-Paul (C.S)	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
AUBARD Yves (C.S)	GYNECOLOGIE- OBSTETRIQUE
BEAULIEU Pierre	ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE
BEDANE Christophe (C.S)	DERMATOLOGIE- VENEREOLOGIE
BERTIN Philippe (C.S)	THERAPEUTIQUE
BESSEDE Jean-Pierre (C.S)	OTO- RHINO- LARYNGOLOGIE
BONNAUD François	PNEUMOLOGIE
BONNETBLANC Jean-Marie	DERMATOLOGIE- VENEREOLOGIE
BORDESSOULE Dominique (C.S)	HEMATOLOGIE
CHARISSOUX Jean-Louis	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
CLAVERE Pierre (C.S)	RADIOTHERAPIE
CLEMENT Jean-Pierre(C.S)	PSYCHIATRIE ADULTE
COGNE Michel (C.S)	IMMUNOLOGIE
COLOMBEAU Pierre	UROLOGIE
CORNU Elisabeth	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE
COURATIER Philippe	NEUROLOGIE
DANTOINE Thierry (C.S)	GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT
DARDE Marie-Laure (C.S)	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE
DAVIET Jean-Christophe	MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION
DE LUMLEY WOODYEAR Lionel	PEDIATRIE
DENIS François	BACTERIOLOGIE- VIROLOGIE
DESPOINT Jean-Claude	NUTRITION
DRUET- CABANAC Michel (C.S)	MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL
DUMAS Jean-Philippe (C.S)	UROLOGIE

DUMONT Daniel
ESSIG Marie
FEISS Pierre
FEUILLARD Jean (C.S)
FOURCADE Laurent
GAINANT Alain (C.S)
GAROUX Roger (C.S)
GASTINNE Hervé (C.S)
GUIGONIS Vincent
JACCARD Arnaud
JAUBERTEAU- MARCHAN Marie-Odile
LABROUSSE François (C.S)
LACROIX Philippe
LASKAR Marc (C.S)
LIENHARDT-ROUSSIE Anne (C.S)
MABIT Christian
MAGY Laurent
MARQUET Pierre
MATHONNET Muriel
MAUBON Antoine
MELLONI Boris (C.S)
MERLE Louis
MONTEIL Jacques (C.S)
MOREAU Jean-Jacques (C.S)
MOULIES Dominique (C.S)
MOUNAYER Charbel
NATHAN-DENIZOT Nathalie (C.S)
PARAF François
PLOY Marie-Cécile (C.S)
PREUX Pierre- Marie
ROBERT Pierre-Yves
SALLE Jean-Yves (C.S)
SAUTEREAU Denis (C.S)
SAUVAGE Jean-Pierre
STURTZ Franck (C.S)
TESSIER- CLEMENT Marie-Pierre
TREVES Richard
TUBIANA-MATHIEU Nicole (C.S)
VALLAT Jean-Michel (C.S)
VALLEIX Denis (C.S)
VANDROUX Jean-Claude
VERGNEGRE Alain (C.S)
VIDAL Elisabeth (C.S)
VIGNON Philippe
VIROT Patrice (C.S)

MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL
 NEPHROLOGIE
 ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE
 HEMATOLOGIE
 CHIRURGIE INFANTILE
 CHIRURGIE DIGESTIVE
 PEDOPSYCHIATRIE
 REANIMATION MEDICALE
 PEDIATRIE
 HEMATOLOGIE
 IMMUNOLOGIE
 ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUE
 MEDECINE VASCULAIRE
 CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE
 PEDIATRIE
 ANATOMIE
 NEUROLOGIE
 PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE
 CHIRURGIE DIGESTIVE
 RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE
 PNEUMOLOGIE
 PHARMACOLOGIE CLINIQUE
 BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE
 NEUROCHIRURGIE
 CHIRURGIE INFANTILE
 RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE
 ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE
 ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUE
 BACTERIOLOGIE ET VIROLOGIE
 EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION
 OPHTALMOLOGIE
 MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION
 GASTRO-ENTEROLOGIE, HEPATOLOGIE
 OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE
 BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
 ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES
 RHUMATOLOGIE
 CANCEROLOGIE
 NEUROLOGIE
 ANATOMIE- CHIRURGIE GENERALE
 BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE
 EPIDEMIOLOGIE- ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION
 MEDECINE INTERNE
 REANIMATION MEDICALE
 CARDIOLOGIE

Remerciements

A Monsieur le Professeur Marc LASKAR

CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE

CHIRURGIEN DES HOPITAUX

CHEF DE SERVICE

Recevez mes remerciements pour avoir accepté sans hésitation de présider cette thèse. Soyez assuré de mon profond respect.

A Monsieur le Professeur Philippe VIGNON

REANIMATION MEDICALE

MEDECIN DES HOPITAUX

CHEF DE POLE URGENCES-REANIMATION

C'est un grand honneur que vous me faites en participant au jury de cette thèse. Soyez-en remercié.

A Monsieur le Docteur Alexandre LE GUYADER

CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE
CHIRURGIEN DES HOPITAUX

Veillez croire en ma profonde reconnaissance pour l'intérêt que vous avez porté à ce travail, vos précieux conseils, votre compétence et votre disponibilité. Je vous en remercie.

A Madame le Docteur Nathalie DUMOITIER

MEDECINE GENERALE
MEDECIN LIBERAL

Je souhaite vous remercier de m'avoir admise pendant six mois dans votre cabinet et je vous exprime ma gratitude d'avoir accepté de juger ce travail.

A Monsieur le Docteur Dominique CAILLOCE

SAMU
MEDECIN DES HOPITAUX
CHEF DE SERVICE

Merci, pour l'accueil que vous m'avez réservé dans votre service à mon arrivée en Limousin, pour vos conseils, votre gentillesse et la confiance que vous m'avez toujours portée. Vous avez toute ma reconnaissance pour ce sujet passionnant.

Plan

L'assistance circulatoire

- ***Assistance circulatoire :***
Objectifs et Matériels utilisés
- ***ECMO (Extracorporeal Membrane Oxygenation) :***
Avantages, Inconvénients, Indications, Contre-indications
Mise en place et Complications

L'Unité Mobile d'Assistance Circulatoire (UMAC)

- ***Le principe de l'UMAC***
- ***Etude de faisabilité sur le CHU de Limoges***

Introduction

L'assistance circulatoire est une technique qui a vu le jour il y a plus d'un siècle. Ce terme regroupe de nombreux systèmes qui diffèrent selon le type de dispositifs, leur durée d'implantation, la suppléance totale ou partielle de la fonction cardiaque, l'assistance mono ou bi-ventriculaire, le positionnement para-corporel ou implantable, le caractère pulsatile ou continu du flux et l'alimentation pneumatique ou électrique.

Ces dernières années des progrès considérables ont été observés du fait de l'augmentation de la demande résultant de l'accroissement du nombre de patients insuffisants cardiaques, de la pénurie d'organes pour la transplantation et du coût des traitements médicaux de ces patients.

Le développement technologique a permis de miniaturiser les machines qui sont de ce fait, plus mobiles. La simplification des techniques de canulation avec l'apparition de méthodes percutanées autorise une pose en dehors du bloc opératoire. Ces améliorations ont rendu l'assistance circulatoire accessible au lit du malade élargissant ainsi son champ d'application.

La création récente d'Unités Mobiles d'Assistance Circulatoire (UMAC) permet actuellement aux équipes médicochirurgicales de se déplacer, en urgence, pour implanter ce type d'assistance, au chevet de patients instables.

Notre travail a cherché à définir la possibilité de développer l'UMAC au CHU de Limoges en faisant une étude des patients potentiels et des ressources humaines et matérielles nécessaires à cette activité.

I. L'assistance circulatoire

A. Objectifs de l'assistance circulatoire

L'assistance circulatoire mécanique est un système de pompe permettant de suppléer le ou les ventricules cardiaques. Ce concept a remplacé la notion initiale de cœur artificiel élargissant ainsi son rôle à la prise en charge partielle ou totale de la fonction hémodynamique du cœur défaillant (1).

L'objectif du système est de placer le cœur dans une situation de travail minimum soit en apportant une aide à son action, soit en le remplaçant totalement selon le dispositif choisi. La pompe permet le maintien d'un débit sanguin suffisant, ce qui apporte une stabilisation de l'hémodynamique associée à la conservation d'une perfusion tissulaire adéquate (2). Ce système est maintenu en place en attendant la récupération, l'amélioration de la fonction myocardique qu'il favorise, en diminuant la consommation d'oxygène du cœur (3).

L'oxygénation sanguine du patient est plus performante du fait d'une amélioration de la perfusion tissulaire et pulmonaire, et en cas d'ECMO (Extra Corporeal Membrane oxygenation), grâce à une oxygénation artificielle du sang lors de son passage par l'oxygénateur associé à la pompe.

Cette technique est transitoire et permet de contribuer à la survie du patient dans le but d'évaluer la gravité de sa pathologie et le potentiel de récupération du myocarde.

Quatre types d'évolution ont été définies (4) :

- Attente de récupération (bridge to recovery) : lorsque le cœur a récupéré son efficacité, le patient est complètement sevré de son assistance.
- Attente de transplantation (bridge to transplant).
- Attente d'une assistance circulatoire lourde de type ventricule paracorporel ou Heartmate® (bridge to bridge) lorsque la récupération est plus lente ou si la transplantation n'est pas possible.
- Attente d'un choix thérapeutique (bridge to decision).

B. Matériel d'assistance circulatoire

Nous n'aborderons dans ce chapitre que les dispositifs d'assistance circulatoire temporaire qui peuvent être utilisés dans le cadre de l'UMAC (Unité Mobile d'Assistance Circulatoire) en détaillant plus précisément l'ECMO.

1. Les systèmes intracorporels

a) *La Contre-Pulsion par Ballon Intra-Aortique : CPBIA*

(1) Composition du système

Le système de contre-pulsion est composé d'une sonde munie d'un ballonnet (Figure1). Celle-ci est introduite de façon rétrograde par l'artère fémorale dans l'aorte thoracique descendante. Son extrémité est positionnée deux à trois centimètres en dessous de l'origine de l'artère sous-clavière gauche. La mise en place est en général percutanée (5).

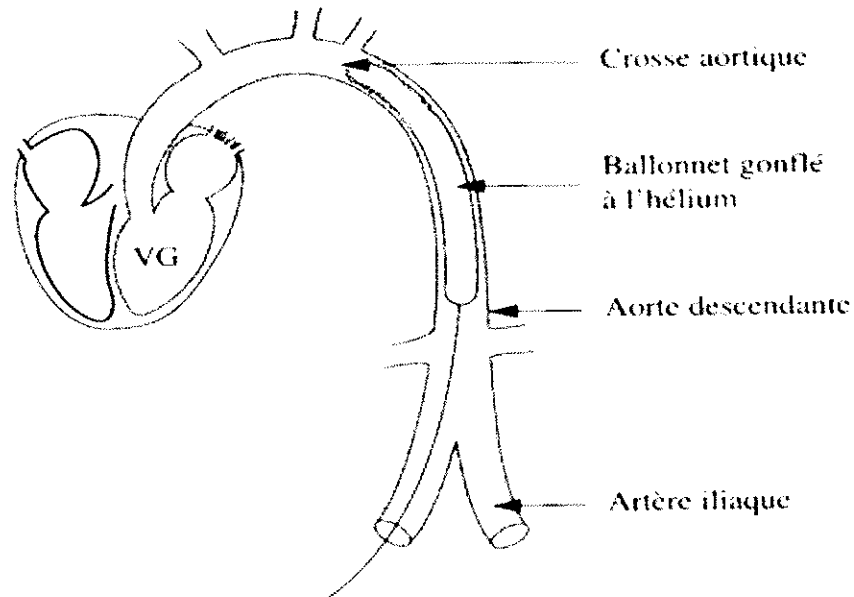


Figure 1 : schéma de la contre-pulsion par ballon intra-aortique (6)

(2) Le principe

Il repose sur la modification du régime des pressions dans l'aorte descendante par le gonflement régulier et cyclique d'un ballon de polyuréthane, par 30 à 40 millilitres d'un gaz à faible inertie (hélium ou CO₂) (7). L'action du ballon est synchronisée à l'électrocardiogramme ou à la mesure de la pression artérielle sanglante. Il s'agit donc d'une assistance monoventriculaire gauche pulsatile (8).

L'inflation du ballon a lieu durant la diastole ventriculaire, après la fermeture des valves sigmoïdes aortiques. Ceci augmente le flux sanguin administré aux organes périphériques d'aval, en particulier le rein mais aussi d'amont améliorant la perfusion cérébrale (9). Il est aussi observé une augmentation de la perfusion myocardique par l'amélioration du flux phasique coronaire du fait d'une majoration de la pression artérielle diastolique.

La déflation est rapide et se déroule juste avant la systole. Celle-ci entraîne une brutale chute de la pression intra-aortique protosystolique. Cette diminution de la post-charge (3) facilite le travail d'éjection du ventricule gauche et atténue ainsi la consommation d'oxygène du cœur (10; 11).

Au total, ce système augmente la perfusion myocardique et diminue sa consommation d'oxygène : une nette amélioration de la balance énergétique du myocarde est observée en vue d'une récupération tissulaire (8; 10; 12).

(3) Les indications

La principale indication de la CPBIA est l'ischémie myocardique sévère pouvant être associée à un choc cardiogénique et ses complications mécaniques (communication interventriculaire par rupture septale ou insuffisance mitrale par rupture ou dysfonction de piliers) (11). Cette assistance est parfois mise en place de manière préventive au cours des angioplasties à haut risque : lorsque la fonction ventriculaire gauche est très altérée ou que la revascularisation implique de larges territoires myocardiques (8).

Ce geste est réalisé en complément d'une revascularisation coronaire. En effet, ce traitement est symptomatique et entièrement dépendant de la fonction systolique ventriculaire gauche résiduelle : il ne peut à lui seul améliorer la survie du patient mais il peut limiter la nécessité d'augmentation des catécholamines, délétère pour le cœur (7).

(4) Les contre-indications

Les contre-indications absolues sont en rapport soit avec des lésions de l'aorte rendant dangereuse la mise en place du dispositif (athérome diffus, dissection aortique et anévrisme de l'aorte abdominale) soit avec une insuffisance aortique significative. En effet dans cette situation lors du gonflement du ballonnet, le flux sanguin va principalement refluer vers le cœur du fait de l'incontinence de la valve. Une augmentation majeure de la post-charge du ventricule gauche est observée sans amélioration du flux coronaire : l'action du ballonnet est donc plutôt nocive (8; 5).

L'existence d'une artériopathie oblitérante des membres inférieurs augmente le risque de complications vasculaires notamment une ischémie aiguë du membre au niveau duquel est introduit le ballonnet, ce qui en fait une contre-indication relative (12) .

(5) Les avantages et les limites de la technique

Ce système peut être facilement et rapidement mis en place (13). Il est peu onéreux et peut être utilisé lors du transport du patient vers un centre spécialisé. Il est habituellement laissé en place quelques heures à quelques jours et peut être associé à d'autres systèmes d'assistance circulatoire comme l'ECMO (10) .

Cependant, il présente quelques limitations : il ne peut être envisagé que si la valve aortique est continente comme nous l'avons vu dans les contre-indications. La capacité d'assistance est limitée car elle dépend de la fonction cardiaque résiduelle. La contre-pulsion est une aide à la fonction cardiaque qui peut augmenter le débit jusqu'à 25 % (14) mais elle ne remplace pas le ventricule défaillant.

Une inefficacité du dispositif est retrouvée en cas de trouble du rythme incontrôlable, en cas de tension artérielle inférieure à 40 mm Hg, de défaillance monoventriculaire droite ou d'arrêt cardiaque (2; 3).

De plus, du fait de la conception de la contre-pulsion, elle n'est efficace que sur la dysfonction ventriculaire gauche. Ce système n'est donc utilisable que dans les situations où l'activité du cœur droit est conservée.

Les complications sont rares (13) : elles sont de type ischémique du fait d'un positionnement anormal du ballonnet (au niveau des membres inférieurs ou des artères rénales, carotides ou sous-clavières) ou embolique, plaie vasculaire, faux anévrisme ou dissection aortique (1). Une surveillance régulière est donc bien évidemment nécessaire. Elle sera clinique avec palpation des pouls systématique avec éventuellement réalisation d'un doppler. Il est recommandé de mettre en place un traitement anticoagulant.

b) *Le système Impella*

(1) Composition du système

Le système Impella est une pompe axiale rotative électromagnétique endovasculaire miniaturisée de 10 cm de longueur (Figure 2) (7). Elle engendre un débit continu (14). Son alimentation électrique est assurée par des batteries externes. Ce dispositif est dirigé par un logiciel sur une console externe (15).

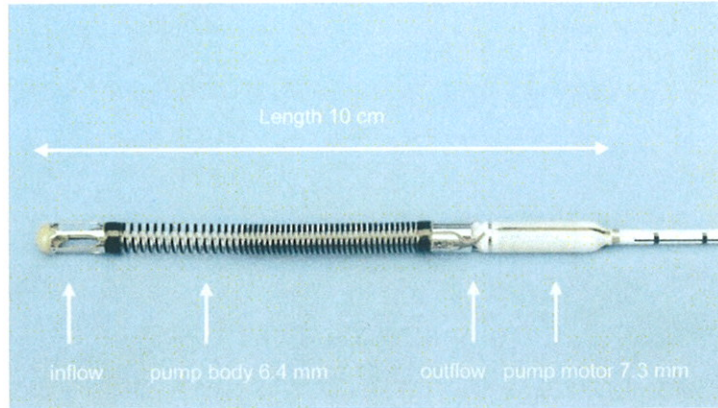


Figure 2 : pompe Impella® (16)

(2) Le principe

Cette pompe est placée à travers la valve aortique soit par voie chirurgicale pour le modèle Impella Recover (Figure 4) soit par voie percutanée pour l'Impella Acute (Figure 3). Cette dernière est insérée par voie artérielle fémorale rétrograde.

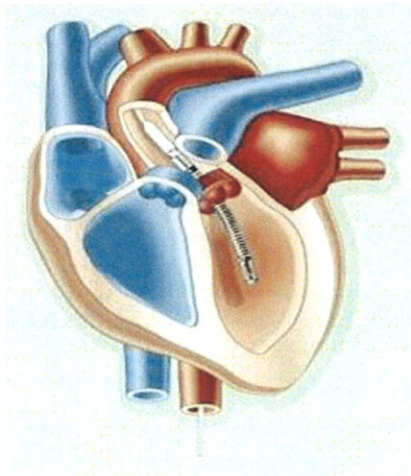


Figure 3 : Impella Acute (17)

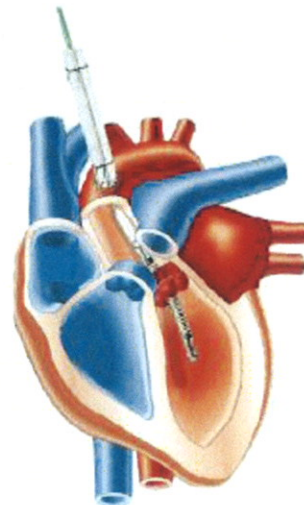


Figure 4 : Impella Recover (17)

Le sang est aspiré dans le ventricule gauche pour être réinjecté dans l'aorte ascendante selon un flux non pulsatile (18). Cependant contrairement à la contre-pulsion par ballon intra-aortique, le système n'est pas entièrement dépendant de la fonction ventriculaire gauche résiduelle car la pompe offre un support hémodynamique actif. Il est toutefois nécessaire que la fonction cardiaque droite soit préservée, car l'assistance est exclusivement gauche (7; 16). A noter l'existence d'un système similaire destiné à l'assistance du cœur droit d'implantation uniquement chirurgicale.

L'augmentation du débit sanguin apportée par l'Impella permet une diminution de la post-charge du ventricule gauche et ainsi une réduction du travail de celui-ci. Ceci entraîne une baisse de la consommation d'oxygène du myocarde associée à une majoration de la pression artérielle moyenne ainsi qu'une atténuation des pressions pulmonaires et donc une amélioration globale du débit sanguin (11).

Avant la mise en place du dispositif, il faut réaliser une échographie pour s'assurer de l'absence de thrombus intraventriculaire gauche. En effet cette situation particulière expose au risque d'embolie systémique lors de l'introduction du système (14).

(3) Les indications

L'Impella est un système récent dont les indications sont encore mal codifiées car la littérature reste parcellaire. Il est employé dans les situations où l'état du patient ne justifie pas encore la mise en place d'une ECMO ou d'une assistance ventriculaire gauche mécanique (19). Celles-ci regroupent les angioplasties coronaires à haut risque (atteinte du tronc commun avec dysfonction du ventricule gauche), le choc cardiogénique au cours de la phase aiguë de l'IDM, l'instabilité hémodynamique post-CEC. Elle peut être mise en place seule ou en association à l'ECMO (18; 11).

Néanmoins, il est nécessaire de poursuivre les études pour confirmer ces indications et mettre en évidence une diminution de la mortalité grâce à ce système (7).

(4) Les contre-indications

La principale contre-indication est l'atteinte du ventricule droit pour le système d'assistance gauche et l'atteinte du ventricule gauche lors de l'assistance droite.

(5) Les avantages et les limites de la technique

Le principal avantage de ce système est l'absence de nécessité d'une anticoagulation systémique. La surface de contact avec le sang de très faible taille, diminue considérablement les réponses inflammatoires à ce corps étranger intravasculaire et donc les phénomènes de coagulation.

Ce dispositif est complètement intravasculaire, il n'expose donc pas au risque de débranchement lors des mobilisations du patient. Du fait de la simplicité de son installation, il ne nécessite pas le recours aux chirurgiens cardiovasculaires et peut être mis en place par les cardiologues interventionnels (20).

Il offre un support hémodynamique actif ne dépendant pas totalement de la fonction cardiaque résiduelle. Les dernières études montrent une amélioration hémodynamique par majoration de l'index cardiaque et une réduction de la pression de remplissage ventriculaire.

L'utilisation de ce système est limitée à 7 jours par le fabricant.

2. Les systèmes extracorporels : ECMO

a) *Le principe*

La circulation extracorporelle périphérique ou ECMO (Figure 5) est une technique de suppléance de la fonction respiratoire et / ou circulatoire. Elle permet de mettre au repos les organes suppléés le temps de leur récupération en dérivant la quasi-totalité du sang vers un circuit externe (21).

L'ECMO veino-artérielle encore appelée ECLS (Extra Corporeal Life Support) assure une assistance respiratoire et hémodynamique, tandis que l'ECMO veino-veineuse n'a d'effet que sur la fonction respiratoire (22).

b) *Composition du système*

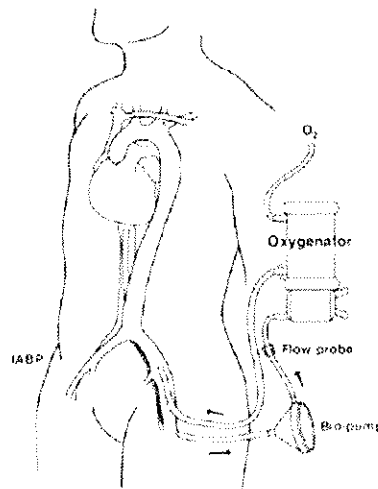


Figure 5 : Système d'assistance circulatoire de type ECMO périphérique (23)

CEC	ECMO
Réservoir sanguin (cardiotome)	Pas de réservoir sanguin
Aspiration du sang	Pas d'aspiration
Pompe occlusive à galets	Pompe non occlusive

Tableau 1 : comparaison Circulation Extra Corporelle (CEC) et ECMO

Le système est équipé de différents modules que nous allons détailler :

(1) La pompe

Elle remplace partiellement ou complètement le cœur défaillant en mettant en mouvement le sang du patient. La pompe aspire le sang à partir du cœur droit et l'éjecte dans l'oxygénateur puis la canule artérielle posée généralement en fémoral en cas d'ECMO périphérique (2).

Les pompes utilisées en ECMO sont des pompes centrifuges non occlusives (Figure6) : elles sont constituées d'une seule partie mobile qui propulse le sang soit par effet vortex soit par l'intermédiaire d'ailettes (24). Le rotor (partie mobile de la pompe) est mis en mouvement par un arbre de transmission ou un champ électromagnétique.



Figure 6 : Pompe centrifuge¹

¹ (MEDTRONIC, BIO-MEDICUS® PERFUSION SYSTEM featuring Bio-Pump® Plus Centrifugal Blood Pump and Bio-Console® 560 System, 2005)

Du point de vue physique, ce type de pompe présente deux avantages principaux : comme nous venons de le voir, la mise en mouvement du liquide est liée aux ailettes ou au tourbillon en cas d'effet vortex, ce qui minimise les contacts entre les éléments figurés sanguins et la pompe, limitant d'un côté l'hémolyse et de l'autre l'usure de la pompe. Le deuxième avantage de ce type de pompe réside dans la conception ouverte du corps de la pompe ou volute laissant passer les particules volumineuses et fluidisant ainsi la circulation à travers la pompe. Le sang est donc canalisé vers la sortie de la pompe par réduction des turbulences.

Ces pompes présentent de nombreux autres points positifs : elles sont de construction aisée car elles ne comportent ni soupape ni clapet (pompes non occlusives), sont donc peu coûteuses et leur utilisation est facile. Elles sont plus compactes que les pompes péristaltiques et leur fonctionnement est silencieux. En cas d'obstruction, il n'y a pas de risque d'éclatement et la pompe continue de fonctionner même en l'absence d'un retour sanguin adapté bien que dans cette situation, elle ne génère plus de flux sanguin efficace (25).

Par contre, le débit est variable. Il dépend non seulement de la vitesse de rotation du rotor mais aussi des paramètres hémodynamiques du patient comme la précharge et la post-charge, ainsi que la résistance à l'éjection et la taille des canules. Par ailleurs, elle nécessite une amorce avant sa mise en route.

(2) L'oxygénateur

Lors du passage du sang veineux dans l'oxygénateur, il va subir des échanges gazeux (enrichissement en oxygène et élimination de CO_2) pour acquérir une composition équivalente à celle qu'il aurait après le passage alvéolo-capillaire dans le poumon.

Les échanges gazeux sont dus à un gradient de pression partielle en gaz de part et d'autre de la membrane. Ils sont influencés par les caractéristiques sanguines (pH, température, débit sanguin), gazeuses (débit gazeux, gradient de pression partielle entre les deux milieux) et de l'oxygénateur (surface de la membrane, épaisseur du film sanguin).

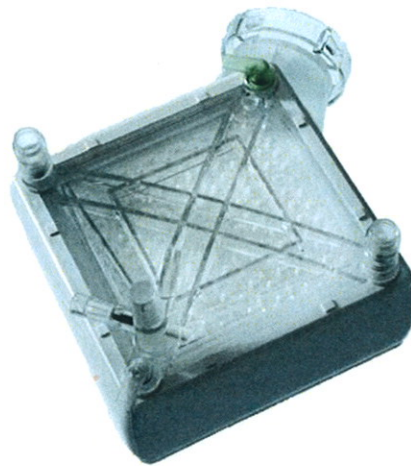


Figure 7 : Oxygénateur d'ECMO

Les membranes utilisées sont des membranes artificielles semi-perméables assimilables à la membrane alvéolo-capillaire pulmonaire (2). La circulation se fait à contre-courant ce qui permet des échanges gazeux maximaux à travers la membrane. Ils dépendent des gradients de pression partielle entre les deux milieux.

Les membranes planes issues des membranes de dialyse (Figure 8), sont actuellement abandonnées au profit d'une autre technologie : celle de la « fibre creuse » appelée « hollow fiber » dans la littérature anglo-saxonne (Figure 9). Cette dernière est une fibre constituée d'un matériau poreux qui forme la membrane semi-perméable. L'oxygénateur est donc composé d'une multitude de ces tubes dont le diamètre interne est de l'ordre du millimètre. Les deux fluides (sang et gaz) circulent l'un à l'intérieur des fibres, l'autre dans l'espace inter-fibre. Cette méthode permet d'obtenir une surface d'échange très importante avec un encombrement minimum ($3000 \text{ m}^2 / \text{m}^3$).

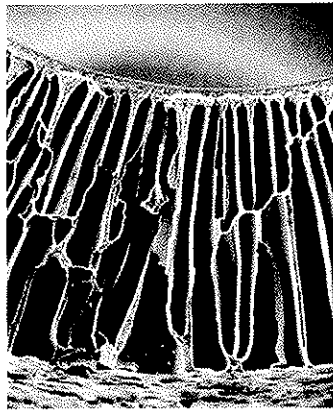


Figure 8 : membrane d'ultrafiltration conventionnelle (26)

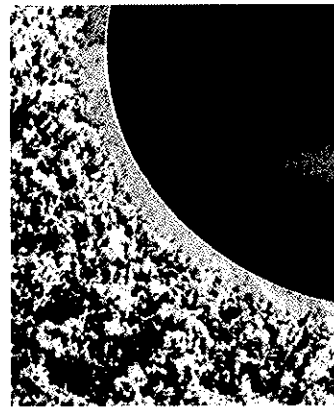


Figure 9 : membrane de type "hollow fiber" (26)

Cependant ce type de membrane présente des inconvénients : le prix est plus élevé que celui des membranes planes et la finesse des tubes les rend susceptibles de s'engorger plus facilement. De plus, l'emploi des membranes semi-perméables usuelles en polypropylène, utilisées initialement en ECMO entraîne une fuite importante de plasma et implique le changement de la membrane toutes les 48 heures. Il a donc été développé un nouveau type de membrane semi-perméable en polyméthylpentène bénéficiant d'une imperméabilisation à la silicone réduisant la fuite plasmatique (2; 25). Ces nouvelles membranes présentent une durabilité supérieure à 7 jours.

(3) Le revêtement

Lors du contact du sang avec du matériel étranger, des mécanismes réactionnels délétères pour le patient se produisent : inflammation systémique, hypercoagulabilité, activation du complément... (19). Or lorsque le sang est dans le système d'assistance circulatoire, il est en permanence en contact avec des structures exogènes. Pour améliorer la biocompatibilité des circuits, ceux-ci sont actuellement recouverts de divers types de revêtements : polymères, héparine (Figure 10).

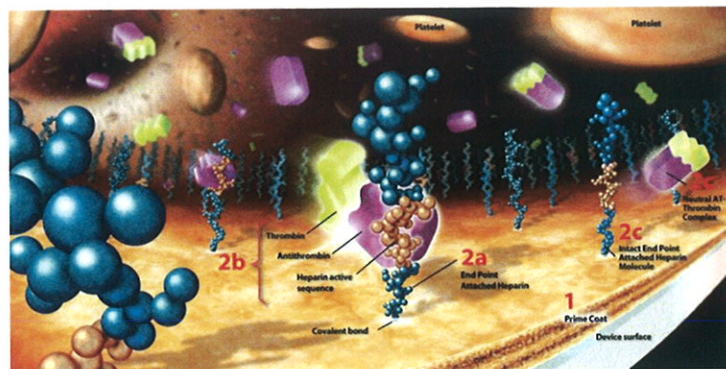


Figure 10 : Carmeda® BioActive Surface (27)

(4) L'échangeur thermique

Celui-ci a été mis en place pour limiter l'hypothermie générale induite par l'exposition du sang à la température ambiante lors de son passage dans les tuyaux de l'assistance (2).

L'échangeur thermique permet donc de faire varier la température du patient par l'intermédiaire de la température du sang injecté. Il est constitué d'un serpentin en métal placé au contact du sang. Dans ce dernier, il est possible de faire circuler soit de l'eau chauffée par une résistance pour traiter les hypothermies accidentelles soit au contraire, de l'eau refroidie par une installation frigorifique pour induire une hypothermie thérapeutique. Pour optimiser l'échange, celui-ci se fait à contre-courant (28).

c) *Les avantages de l'ECMO*

En premier lieu, nous retrouvons la facilité de la pose (29). La possibilité de mettre en place les canules par voie percutanée permet d'envisager l'installation de l'assistance au lit du malade sans avoir besoin de l'emmener au bloc opératoire, avec une simple anesthésie locale et éviter une sternotomie (30). Cette technique est finalement beaucoup moins invasive que les dispositifs implantables. Elle permet un sevrage facile et progressif, encourageant son installation chez des patients présentant des tableaux graves, pour se laisser un temps suffisant d'analyse de la situation pour juger de la pertinence de la poursuite des soins (bridge to decision). De plus, la mobilité du dispositif et la flexibilité concernant le lieu de pose, garantissent la rapidité d'installation que ce soit dans le centre de référence ou éventuellement dans un autre centre hospitalier avant le transport vers un centre spécialisé (31).

Elle permet une assistance de bonne qualité de manière simultanée au niveau circulatoire et respiratoire. L'assistance est biventriculaire ; elle est utilisable sur tous les types de défaillances même si le cœur n'éjecte plus. De même, elle peut assurer l'oxygénation en cas de défaillance respiratoire (7; 24).

L'autre avantage capital se situe au niveau du coût du dispositif : celui-ci est 2 à 40 fois moins élevé que celui des autres matériels. Le coût de l'équipement s'élève de 22 000 à 60 000 euros. La maintenance du système varie de 1800 à 6000 euros. Tandis que le matériel à usage unique coûte environ 1600 à 3000 euros. Ce qui fait un total de 22 540 à 69 000 euros (24).

Pour un dispositif implantable, le coût de l'appareil (le dispositif lui-même et sa console) varie de 90 000 à 190 000 euros auquel sont ajoutés tous les ans 30 000 euros pour la maintenance et l'entretien de l'appareil (7).

L'ECMO percutanée est moins pourvoyeuse d'accidents que l'ECMO chirurgicale par voie intrathoracique. Ce postulat dépend de l'aptitude de l'opérateur, de la localisation des canules et de la situation clinique. Cependant son débit est inférieur à celui de la voie chirurgicale. Elle ne permet pas de décharger complètement le ventricule, ce qui engendre un risque de thrombus dans les ventricules natifs.

d) *Les inconvénients de l'ECMO*

L'utilisation de cette technique ne se conçoit que de façon temporaire pour plusieurs raisons :

Premièrement du point de vue du matériel, la durée de vie des circuits (tête de la pompe et oxygénateur), bien que s'étant améliorée ces dernières années, reste limitée à une quinzaine de jours maximum. D'autre part, le maintien de ce système expose à des complications de types hémorragiques, thrombotiques ou infectieuses.

Deuxièmement du point de vue du patient, l'assistance circulatoire par ECMO impose une immobilisation stricte au lit qui n'est pas souhaitable à long terme. Cependant un travail avec le kinésithérapeute peut être envisagé chez un patient stable voire extubé, à l'exception du membre où est implanté le dispositif.

Le flux sanguin créé par la pompe est non physiologique car il est non pulsatile. Les conséquences à long terme de ce type d'écoulement doivent être étudiées : en particulier nous ne connaissons pas les implications de ce type de débit sur les différents organes en particulier au niveau des sécrétions endocrines.

Enfin, dans la majorité des cas la canule artérielle étant implantée en fémorale, le sang emprunte l'aorte de façon rétrograde. Cette « remontée » du sang expose à diverses

complications dont la plus grave est l'embolie cérébrale et sa conséquence : l'accident vasculaire (32).

Au niveau du cœur, ce système n'assure pas un drainage complet des cavités cardiaques en particulier si le débit du cœur natif diminue de manière majeure. Une augmentation de la post-charge responsable d'une distension du ventricule gauche est alors observée. Il peut aussi exister une hypertension artérielle pulmonaire avec un œdème aigu du poumon parfois hémorragique (risque de lésions pulmonaires irréversibles). Ce phénomène est aggravé en cas d'insuffisance aortique. En effet le flux rétrograde provoqué par la pompe force la barrière des valves défaillantes majorant ainsi la distension du ventricule gauche. Ce phénomène de distension aggrave l'ischémie du ventricule compromettant une éventuelle récupération myocardique (7; 31; 32). Plusieurs solutions peuvent être envisagées : le maintien d'une contractilité du ventricule gauche par un traitement inotrope positif ce qui permet une augmentation du débit cardiaque spontané, la décharge chirurgicale du ventricule gauche par position centrale de la canule veineuse dans l'oreillette gauche, la septotomie atriale de décharge ou la mise en place d'un cathéter de décharge dans l'artère pulmonaire voire le changement d'assistance au profit d'une assistance pulsatile.

Dans certaines conditions, s'il persiste une activité cardiaque systolique résiduelle suffisante, un double système de flux sanguins est observé avec compétition des flux au niveau de l'aorte, l'un venant du cœur natif et l'autre de l'ECMO (effet Arlequin) :

- D'un côté la partie haute du corps (en particulier les coronaires et les artères cérébrales) est irriguée par du sang pauvre en oxygène venant des poumons et du cœur défaillants.
- De l'autre, la partie basse du corps reçoit du sang riche en oxygène venant de l'assistance.

Cette configuration, délétère pour les « organes nobles » du patient, est difficile à mettre en évidence. En effet, il faut placer le capteur de SvO₂ au niveau de la main droite et

prélever les gaz du sang en radial droit pour permettre d'identifier l'hypoxémie de la partie haute du corps. Il est possible d'apporter une solution en déplaçant la canule artérielle qui devra être mise en position centrale par l'artère sous-clavière droite par exemple (32; 33).

Le débit de l'assistance est relativement faible en particulier si celle-ci est posée en percutanée. Celui-ci dépend du diamètre des canules. Le débit maximal de la pompe est de 5 l/min.

e) *Les indications de l'ECMO*

Nous allons envisager dans ce chapitre les critères de mise en place de l'assistance. Ceux-ci ne sont pas définis de façon univoque. La décision d'implanter une assistance circulatoire repose sur un faisceau d'arguments cliniques et paracliniques mais aussi sur l'expérience personnelle et celle du centre dans lequel le praticien travaille (33). Elle fait en général suite à une discussion collégiale.

Comme nous l'avons vu dans les paragraphes précédents, les indications évoluent avec l'apparition de nouvelles technologies qui rendent l'utilisation des dispositifs plus aisée. Malgré cela, cette technique reste lourde et grevée de complications sévères et ne doit donc être envisagée que si les chances de récupération de la fonction ventriculaire sont raisonnables ou dans le cas contraire, s'il n'existe pas de contre-indication à la transplantation cardiaque ou à une assistance mécanique de longue durée (33).

Afin d'éviter la diffusion large et inadaptée de cette méthode, le Comité d'Évaluation et de Diffusion des Innovations Technologiques (CEDIT) a jugé indispensable de préciser les indications de cette technique dans un texte paru en 2004 (20).

L'assistance cardio-respiratoire par ECMO est maintenant la technique de première ligne pour la prise en charge des chocs cardiogéniques réfractaires « d'étiologie médicale » où l'hémodynamique est précaire ou reste instable malgré un traitement optimal avec des

doses croissantes d'inotropes en particulier dans les cas d'atteinte réversible du myocarde comme les intoxications par des cardiotoxiques ou dans le cas de myocardites aiguës (33; 34).

Ce système est actuellement envisagé aussi dans des situations de détresse respiratoire aiguë étant donné sa fonction d'oxygénation du sang.

Ces situations de détresses cardiaque ou pulmonaire résistantes aux traitements, conduisent à l'acidose respiratoire, l'hypoxie tissulaire et à terme, la défaillance multi viscérale. Il est donc nécessaire de mettre en place le plus rapidement possible un système contrant ces processus (32). Une surveillance rapprochée des patients présentant des signes d'insuffisance cardiaque décompensée est recommandée pour ne pas laisser passer le moment optimal: la mise en place de l'assistance circulatoire sera mieux tolérée et plus efficace, si le patient n'a pas développé de défaillance polyviscérale. En cas d'apparition de celle-ci, les risques de décès précoce sont majeurs malgré l'implantation de la machine.

Dans certaines situations, l'assistance peut être placée en extrême urgence permettant d'assurer la survie du patient en évitant l'aggravation de l'état de choc. Il est alors possible pour l'équipe de rassembler les éléments permettant de décider de la suite de la prise en charge et de réévaluer la situation avec un peu de recul au bout de quelques heures ou quelques jours afin d'envisager soit le sevrage, soit le recours à une technique d'assistance plus lourde, la transplantation ou éventuellement un arrêt de la réanimation dans les cas les plus graves si des dommages neurologiques ou hépatiques irréversibles ont été mis en évidence (35).

L'assistance circulatoire s'envisage aujourd'hui non seulement dans les insuffisances cardiaques aiguës mais aussi au cours de pathologies cardiaques chroniques ayant un certain espoir de récupération (35) ou en attente de transplantation, voire lors d'une insuffisance cardiaque évoluée pour laquelle la transplantation n'est pas possible et l'implantation d'une assistance de longue durée envisagée. Nous ne traiterons pas de ces deux dernières situations qui sont une décision de cardiologie en dehors des situations d'urgence (24).

(1) Critères décisionnels

Nous allons donc détailler dans un premier temps les éléments pouvant aider à la décision de pose d'une assistance circulatoire en temps utile.

(a) Critères principaux

Ceux-ci ont été initialement définis pour les assistances circulatoires post-cardiotomie, mais ils servent actuellement d'indicateurs pour toutes (Tableau 2).

Tableau 2 : critères hémodynamiques de la mise en place d'une assistance ventriculaire (7; 36)

Pression artérielle systolique < 90 mm Hg ou pression artérielle moyenne < 60 mm Hg
Pression artérielle pulmonaire occlusive > 20 mm Hg
Pression auriculaire droite > 20 mm Hg
Index cardiaque < 1,8 l / min / m ²
Diurèse horaire < 20 ml
Malgré les thérapies conventionnelles par agents inotropes et vasodilatateurs artériels

L'indication de l'ECMO est portée en cas de choc cardiogénique présentant des signes de perfusion inadéquate malgré deux inotropes à doses suffisantes voire une contre-pulsion par ballonnet intra-aortique (33). Cependant, il ne faut pas attendre la présence tous ces critères pour envisager la mise en place d'une assistance : cet état est souvent trop tardif pour sauver le patient. Le recours à l'ECMO pourra être envisagé dès qu'apparaissent une dégradation clinique ou la nécessité d'augmenter les amines.

(b) Critères secondaires

Ils sont le reflet de la souffrance tissulaire.

La survenue d'une acidose métabolique lactique avec un dosage de lactates sanguins supérieur à 2 mmol / l témoigne d'une hypoperfusion périphérique importante secondaire à l'insuffisance cardiaque terminale.

L'observation d'une insuffisance hépato-cellulaire montre une souffrance viscérale majeure due à la défaillance cardiaque globale. Celle-ci se traduira par une chute du taux de prothrombine (< 60 %) de manière concomitante à une baisse du facteur V et une augmentation de la bilirubine. Cette atteinte hépatique est un facteur pronostique.

Seront aussi à suivre avec attention : la fonction rénale (oligurie rebelle) et les troubles ioniques.

En dehors des critères détaillés ci-dessus, il est bien évidemment nécessaire d'effectuer une surveillance clinique régulière. Certains signes bien que banaux, doivent attirer l'attention des équipes : nausées, douleurs abdominales, oligoanurie, signes d'hypoperfusion périphérique, OAP, baisse du niveau de conscience, tachycardie majeure ou l'apparition de troubles du rythme.

La présence de ces signes laisse quelques heures pour envisager une solution radicale et décider si la pose d'une assistance circulatoire mécanique est souhaitable chez ce patient. Une fois la décision d'assistance prise, il sera nécessaire de choisir son type selon la situation (âge du patient, sévérité de l'état de choc, présence de comorbidités), du contexte étiologique comprenant en particulier les possibilités de récupération cardiaque et l'évolution possible vers une transplantation cardiaque (37).

Nous allons maintenant détailler les différentes étiologies où le recours à l'assistance circulatoire peut être envisagé :

(2) Les cardiopathies

(a) L'infarctus du myocarde

Le choc cardiogénique à la phase aiguë de l'infarctus du myocarde est la pathologie faisant discuter le plus fréquemment l'assistance circulatoire (24). En effet, c'est une atteinte rare mais grave grevée d'une mortalité qui reste importante. Malgré un traitement optimum, l'issue est encore fréquemment fatale, jusqu'à 60 % des patients (38). Cette gravité autorise un recours à des thérapeutiques d'exception comme l'assistance circulatoire extracorporelle (37).

L'assistance circulatoire percutanée peut être proposée dès la salle de cathétérisme pour éviter de déplacer un patient instable, risquant ainsi le désamorçage de la pompe cardiaque (7). Cette technique est utilisée en particulier chez les patients dont le statut neurologique est incertain car elle permet de se donner le temps de vérifier cet état avant d'envisager un système implantable.

L'analyse du devenir de ces patients en choc cardiogénique réfractaire au traitement conventionnel sur infarctus du myocarde, traités par assistance circulatoire avant la reperfusion coronaire, est plutôt encourageante (7).

(b) *La myocardite fulminante*

Cette pathologie est relativement rare, car elle représente environ 10 % des myocardites (39). Cependant elle est potentiellement très grave car son évolution peut être rapidement mortelle du fait de l'apparition d'une défaillance cardio-circulatoire par choc cardiogénique réfractaire secondaire à une déchéance myocardique suraiguë (40). Or elle atteint principalement des sujets jeunes et antérieurement en bonne santé.

Le pronostic à long terme est excellent : si le patient dépasse la phase initiale de défaillance cardiaque, il est observé 100 % de survie sans recours à la transplantation à 12 ans (29; 40) avec une récupération complète et stable de la fonction myocardique (39).

Du fait du type de patient et de la possibilité d'une récupération ad integrum de la fonction myocardique, il est envisageable de mettre en place des thérapeutiques agressives comme l'assistance circulatoire (41; 42), en attente de la récupération myocardique qui survient en général en quelques jours à quelques semaines (19).

Dans le cas où la récupération ne semble pas pouvoir être envisagée et que la thérapeutique s'oriente vers la transplantation, il est possible de passer à un autre système d'assistance pouvant rester en place de façon plus prolongée.

Des études récentes ont montré un taux de survie entre 71 et 73 % des patients traités par assistance circulatoire dans le cadre de chocs cardiogéniques secondaires à une myocardite. Elles ont par ailleurs indiqué une relative innocuité de la technique lors du traitement de ces patients, avec un taux de réintervention pour hémorragie s'élevant à 20 % et une proportion d'accident neurologique à 6,7 %. Le pourcentage de sevrage au 6^{ème} jour était de 90 % (7).

(c) L'intoxication aiguë médicamenteuse

La défaillance cardio-circulatoire est une des principales causes de décès lors des intoxications aiguës médicamenteuses. La mortalité globale de cette pathologie est inférieure à 1 % mais elle dépasse les 10 % dans le sous-groupe des intoxications aux substances cardiotoxiques (3). En effet, la thérapeutique médicale et l'utilisation des antidotes sont en général efficaces mais la défaillance peut parfois échapper, devenant ainsi réfractaire au traitement conventionnel. Le Comité d'Evaluation et de diffusion des Innovations Technologiques (CEDIT) a reconnu que l'assistance circulatoire de type ECMO constituait parfois la seule alternative thérapeutique en cas d'intoxication avec des médicaments à effet stabilisant de membrane (20).

Le phénomène de défaillance cardio-circulatoire au cours des intoxications, est dynamique, transitoire et réversible. Il dépend de la pharmacocinétique du toxique. Dans de nombreux cas, le trouble ne dure que durant les 24 à 48 premières heures et le patient peut survivre sans aucune séquelle à condition qu'une perfusion suffisante des organes ait été maintenue durant ce délai (7; 43). Le recours aux techniques d'assistance circulatoire transitoire permet de suppléer la fonction défaillante pendant la phase critique jusqu'à ce que les effets des toxiques aient régressé. De plus, le maintien d'une perfusion systémique efficace permet de diminuer la concentration du toxique au niveau des organes cibles et ainsi faciliter son élimination que celle-ci soit hépatique ou rénale (3).

Les intoxications concernées par cette indication sont les intoxications aux substances cardiotropes (Tableau 3) (44). Celles-ci regroupent non seulement les médicaments cardiovasculaires, mais aussi toutes les autres substances ayant une action sur le cœur : produits agricoles (organophosphorés), industriels (cyanure), domestiques (trichloroéthylène) et même les plantes (digitale, aconit, colchique, if) (31).

Tableau 3 : Intoxications pouvant nécessiter le recours à une assistance circulatoire périphérique (31)

Classes pharmacologiques	Produits
Toxiques avec effet stabilisant de membrane	
Anti-arythmiques de la classe I de Vaughan Williams	Quinidine, lidocaïne, phénytoïne, mexilétine, cibenzoline, tocainide, procainamide, disopyramide, flécaïnide, propafénone,...
β-bloquants	Propranolol, acébutolol, nadexolol, pindolol, penbutolol, labétalol, métoprolol, oxprénolol
Antidépresseurs polycycliques	Amitriptyline, imipramine, clomipramine, dosulépine, maprotiline
Antiépileptique	Carbamzépine
Neuroleptiques	Phénothiazines
Antalgiques	Dextropropoxyphène
Antipaludéens	Chloroquine, quinine
Récréatifs	Cocaïne
Toxiques sans effet stabilisant de membrane	
Inhibiteurs calciques d'action cardiaque prédominante	Nifédipine, nicardipine, vérapamil, diltiazem, nimodipine, amlodipine, nitrendipine, bépridil, perhexiline
Autres cardiotropes	Méprobamate, colchicine, bêta-bloquants sans effet stabilisant de membrane, certains antihistaminiques H1, organophosphorés, aconit, if, syndrome scombroidé...

L'état de choc du à l'intoxication aiguë, est en rapport avec plusieurs mécanismes que ce soit selon le type de médicaments ou au cours d'une même intoxication. L'effet inotrope négatif est retrouvé en particulier lors des intoxications aux stabilisants de membranes (antiarythmiques de classe 1, quinidine, antidépresseurs polycycliques), aux bêta-bloquants ou aux inhibiteurs calciques. L'altération de la fonction diastolique est plutôt observée avec les digitaliques. Un choc cardiogénique peut être constaté par une atteinte directe du cœur à type de myocardite toxique (colchicine, éthylène glycol) ou de nécrose myocardique (cocaïne). D'autre part, le choc peut être vasoplégique soit par hypovolémie dans les intoxications aux champignons et aux métaux lourds, soit par vasodilatation qu'elle soit veineuse avec les dérivés nitrés ou artérielle avec les traitements antihypertenseurs.

Il est évident que l'assistance circulatoire est envisagée uniquement dans les cas de choc cardiogénique réfractaire au traitement conventionnel (43). Une fois l'indication de l'assistance posée, le geste devra être réalisé dans les plus brefs délais pour éviter l'apparition de lésions anoxiques cérébrales ou viscérales irréversibles. La précocité de la prise en charge détermine clairement le pronostic (31; 43).

L'assistance circulatoire périphérique par pompe centrifuge à débit continu doit être envisagée chez tout patient intoxiqué par une substance cardiotoxique et présentant un arrêt cardiaque persistant malgré les manœuvres de réanimation habituelles, à condition que ce dernier ait eu lieu devant témoin et que la réanimation cardio-pulmonaire de base ait été pratiquée sans délai (45).

Le choc cardiogénique réfractaire lors de l'intoxication aux produits stabilisants de membrane est défini par une PAS < 90 mm Hg malgré un remplissage adéquat par colloïdes ou cristalloïdes associé à 350 ml de bicarbonates à 8,4 % et une perfusion d'ADRENALINE > 3 mg / h, alors qu'il existe une défaillance respiratoire avec un rapport PaO₂ / FiO₂ < 150 mm Hg ou rénale (oligurie ou créatininémie > 90 μmol / l) (31).

Pour ce qui est de l'intoxication aux inhibiteurs calciques, l'assistance circulatoire sera considérée dans deux situations. Premièrement si le patient présente un choc cardiogénique ou une arythmie ventriculaire sévère, en cas d'absence de réponse à un traitement bien conduit par catécholamines à fortes doses, insuline euglycémique, chlorure de calcium et glucagon. Deuxièmement dans l'éventualité d'un SDRA sévère toxique pouvant être associé à un œdème pulmonaire lésionnel (notamment avec le Vérapamil) (7; 31; 46).

Au total, ses complications potentielles ainsi que son caractère invasif, font de cette technique une thérapeutique d'exception dans le traitement des intoxications médicamenteuses. Malgré ces restrictions, elle devra être envisagée rapidement face à un état de choc cardiogénique réfractaire aux traitements conventionnels (47).

(d) *L'arrêt cardio-respiratoire*

Malgré la diffusion au grand public des manœuvres de réanimation cardio-pulmonaire de base, l'arrêt cardio-respiratoire reste une pathologie fréquente dont le taux de mortalité est extrêmement élevé (48; 49). En effet seuls 3 à 5 % des patients victimes d'un ACR survivent (50). Même dans le cas d'arrêt cardio-respiratoire se déroulant en milieu hospitalier et donc avec une prise en charge quasi immédiate par du personnel compétent, la mortalité reste supérieure à 80 % (38).

L'assistance circulatoire est indiquée dans le traitement de sauvetage de certains arrêts cardiaques réfractaires depuis de nombreuses années (50). Cependant cette indication était jusqu'à maintenant réservée aux arrêts en rapport avec à une hypothermie profonde ou ceux survenant dans le cadre de la chirurgie cardi thoracique. La miniaturisation des appareils d'assistance et la simplification de leur mise en place en particulier grâce aux canules transcutanées, ont permis un élargissement des indications de cette technique (7; 51; 49). En particulier, des chocs anaphylactiques peranesthésiques ont été traités avec succès par cette méthode (52).

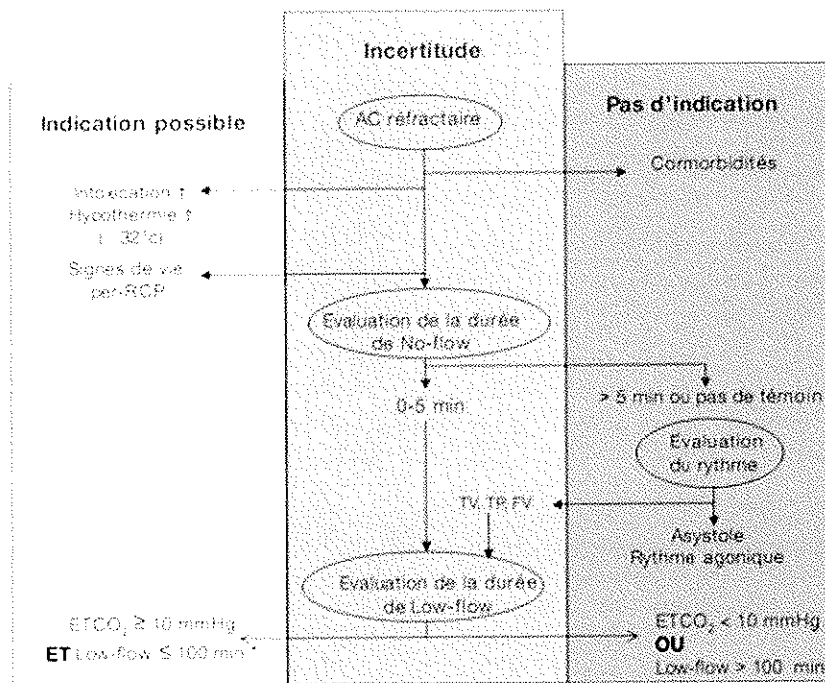
Cependant pour éviter un essor massif et non coordonné de ce traitement, ont été rédigées en 2008 des recommandations sur les indications de l'assistance circulatoire dans le traitement des arrêts cardiaques réfractaires qu'ils soient intra ou extra-hospitaliers (53).

En effet, une utilisation injustifiée de cette assistance pourrait favoriser la survie de patients ayant des séquelles neurologiques considérables, source de souffrance pour les patients eux-mêmes et leurs proches.

La réflexion à propos de l'arrêt cardiaque réfractaire était centrée sur la reprise de l'activité cardiaque. L'utilisation de l'assistance circulatoire déplace la discussion autour de la possibilité de récupération cérébrale : le système d'assistance va remplacer le cœur, le temps de mettre en place un traitement spécifique comme la revascularisation, le réchauffement d'une hypothermie ou en attendant d'observer une réversibilité de l'atteinte cardiaque dans le cas des intoxications par exemple, voire d'envisager la mise en place d'une

assistance définitive ou d'une transplantation cardiaque. Le problème du maintien d'une perfusion tissulaire efficace étant résolu, il faut se poser la question de l'atteinte cérébrale due à l'anoxie. Celle-ci n'est pas réversible et il ne faut pas prolonger par l'intermédiaire de machine, la vie de patients présentant une atteinte cérébrale majeure.

Il est proposé dans les recommandations de 2008 un algorithme de décision pour la pose de l'assistance circulatoire au cours de l'arrêt cardio-respiratoire réfractaire (Figure 11). Celui-ci impose des critères stricts ce qui permet d'éviter des situations de sauvetage malgré un pronostic catastrophique lié à une période d'anoxie prolongée (33).



*RCP : réanimation cardiopulmonaire. TV : tachycardie ventriculaire. FV : fibrillation ventriculaire. TP : tonnade de pointe. ETCO_2 : concentration télé-expiratoire de CO_2 évaluée 20 min après le début de la RCP médicamenteuse. * une durée de RCP > 100 min peut être acceptée dans le cas des intoxications par les cardiotoxiques. ? : indications reconnues par l'ICOR 11. Les comorbidités sont celles qui amèneraient à ne pas indiquer de soins intensifs (réanimation, chirurgie, anévrisme coronaire par exemple). La durée du low-flow comprend la RCP de base (rituel) et secourisme et la RCP médicamenteuse.*

Figure 11 : proposition d'algorithme de décision d'une assistance circulatoire devant un arrêt cardiaque (AC) réfractaire (53)

Celui-ci prend en compte en premier lieu, la présence de comorbidités interdisant d'envisager l'assistance : elles sont principalement représentées par les situations où une limitation des traitements invasifs est légitime (cancer évolué par exemple).

Lorsque ces contre-indications de la technique ont été écartées, il y a deux paramètres à évaluer.

Premièrement, la durée d'arrêt cardiaque avec arrêt circulatoire encore appelée « no flow ». Cette période va de l'arrêt de l'activité cardiaque efficace à la mise en route d'une technique palliant à cet arrêt de la circulation sanguine, c'est-à-dire la réanimation cardio-pulmonaire (RCP). C'est la variable ayant le plus d'impact sur le pronostic neurologique. L'assistance circulatoire n'est envisageable que chez des patients ayant fait leur arrêt cardiaque devant des témoins. En effet, l'absence de témoin ne permet pas de calculer la durée où le débit cardiaque était nul ce qui rend la réanimation cardiaque trop hasardeuse pour ce qui est du pronostic neurologique. Les seuls cas qui font remettre en question cette affirmation sont les hypothermies profondes du fait de leur caractère protecteur au niveau cérébral et les intoxications en particulier aux cardiotropes, car des cas de survie après une RCP de longue durée ont été rapportés. La constatation de signes de vie durant la RCP (mouvements volontaires, réactivité pupillaire voire gasps) doit faire remettre en question la durée de « no flow » annoncée par les témoins.

Le deuxième paramètre à prendre en compte est le « low flow » c'est-à-dire la durée de bas débit cardiaque qui se situe pendant la RCP. Bien qu'ayant moins d'importance que la précédente, il existe une relation entre la durée de « low flow » et la survie : elles sont inversement proportionnelles.

Il est cependant à noter, que ces indications sont potentielles car l'assistance circulatoire reste une thérapeutique d'exception et n'est pas disponible dans tous les centres. De plus, les recommandations étant basées sur des cohortes monocentriques de patients très sélectionnés, il sera nécessaire de confirmer ces résultats par des études prospectives à grande échelle.

Il faut donc continuer les campagnes de formation du grand public aux gestes de premiers secours et encourager à effectuer cette réanimation sans retard.

(e) L'hypothermie accidentelle

L'hypothermie majeure, inférieure à 25 °C est associée à une mortalité de 30 à 80 % (54). Le réchauffement interne est donc utilisé pour corriger rapidement ce trouble. Celui-ci peut être effectué par différentes méthodes : l'insufflation pulmonaire d'air réchauffé, le lavage des séreuses (péritoine, plèvre) avec un liquide chaud ou le réchauffement sanguin par une ECMO (55).

Outre son rôle dans le réchauffement, l'ECMO peut être envisagée en tant que simple dispositif d'assistance circulatoire en relai de la compression thoracique prolongeant ainsi son effet bénéfique (56). En effet, il est acquis qu'une RCP prolongée doit être mise en œuvre devant une inefficacité circulatoire chez un patient en hypothermie profonde, car le décès ne peut être affirmé avec certitude avant réchauffement (57). En effet, l'hypothermie en diminuant la consommation d'oxygène de l'organisme de moitié par tranche de dix degrés perdus, améliore notablement la tolérance cellulaire à l'hypoxie (54). Ceci permet d'espérer une récupération qui peut être complète chez des patients hypothermes en arrêts circulatoires prolongés (51; 58).

Cette méthode est très efficace car elle permet un réchauffement rapide (un degré toutes les dix minutes pour un débit de 4 l / min) et la restauration d'une hémodynamique satisfaisante. Cependant, elle est beaucoup plus rarement utilisée que le réchauffement externe, par exemple par couverture chauffante de type Warm Touch car la mise en œuvre de cette technique invasive nécessite une équipe disponible et entraînée.

(f) Post-chirurgicale

L'ECMO est employée en post-CEC ou en post-transplantation : le but est toujours de laisser le temps à un cœur lésé, de récupérer sa fonction optimale. Dans le cas de la transplantation, le recours au système peut devenir nécessaire dans un second temps en cas de rejet aigu ou de défaillance primaire du greffon.

(3) Les atteintes pulmonaires

Le syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA)

L'assistance cardio-respiratoire de type ECMO est envisagée chez des patients jeunes, indemnes de comorbidité présentant une insuffisance respiratoire d'origine réversible ne répondant pas aux traitements standards et dont la sévérité est majeure avec un risque de mortalité important (59; 60).

Le SDRA est la principale indication de l'assistance mécanique dans le domaine respiratoire (22). En effet ce syndrome peut entraîner une hypercapnie sévère associée à une hypoxémie réfractaires aux traitements conventionnels (32; 61). Chez les patients les plus graves, il est d'abord envisagé une ventilation dite protectrice, associant un petit volume courant et une fréquence élevée. En cas de persistance d'une hypoxémie marquée, pourra être proposé le recours à des thérapeutiques adjuvantes d'exception comme l'inhalation de monoxyde d'azote ou le décubitus ventral. Cependant, malgré une optimisation de la stratégie de ventilation, la mortalité reste aux alentours de 60 % dans les cas sévères. L'importance de ce taux de mortalité justifie le recours à des thérapeutiques invasives précoces pouvant améliorer le pronostic du patient (33; 62).

L'assistance circulatoire est une technique envisageable dans cette situation car elle se substitue au poumon défaillant pour assurer la fonction d'hématose sanguine. Elle peut être mise en place soit en attente de la récupération de la fonction pulmonaire soit dans des cas plus rares en attente de la transplantation pulmonaire (7).

Les techniques d'assistance veino-veineuse sont privilégiées s'il n'y a pas de dysfonction cardiaque associée, car celles-ci présentent moins souvent de complications que l'assistance veino-artérielle : elles permettent une diminution de l'incidence des

microthrombi pulmonaires et de la fibrose post-ECMO car elles réduisent le flux sanguin pulmonaire.

Les résultats obtenus lors des essais thérapeutiques sont contrastés et les études réalisées jusqu'à maintenant, n'ont pas un niveau de preuve suffisant, du fait d'une disparité importante entre les différents groupes, pour déboucher sur des recommandations d'utilisation de l'ECMO dans cette indication (61). Les études réalisées ont tout de même mis en évidence une relation entre la précocité de la mise en œuvre et la réussite du traitement. De même, à la suite d'études rétrospectives, des facteurs pronostiques tels que l'âge, le degré d'hypoxémie mesuré par le rapport $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2$ et la durée de ventilation précédant l'ECMO ont été décrits (7).

Cependant, il semblerait que ce traitement soit prometteur dans les cas de SDRA avec hypoxémie profonde résistants aux traitements usuels (63). Il est donc nécessaire de poursuivre les essais thérapeutiques (33), pour définir les possibilités et les limites de cette méthode dans le sauvetage des patients et le moment opportun de sa mise en place (62).

Par ailleurs, une étude a recherché l'intérêt de l'utilisation de l'ECMO en cas d'asthme sévère. Bien qu'elle ait montré un bénéfice certain, la fréquence des complications engage à être prudent et à poursuivre la recherche dans cette indication (64). De même des embolies pulmonaires massives ont pu être traitées avec succès (65; 66).

(4) Indications pédiatriques

Nous n'aborderons dans ce paragraphe que les indications spécifiques. En effet, cette technique peut bien évidemment, être mise en place dans les mêmes conditions que chez l'adulte, en cas de choc cardiogénique du à une pathologie aiguë comme une myocardite ou une intoxication aux cardiotropes ou un arrêt cardiaque hypothermique (58; 67).

L'indication principale est l'hypoxémie réfractaire aux traitements conventionnels (21; 68). Les étiologies les plus fréquentes en période néonatale sont l'atteinte pulmonaire primitive avec hypertension artérielle pulmonaire, la hernie diaphragmatique congénitale, les anomalies cardiaques congénitales et l'immaturité pulmonaire avec insuffisance en surfactant (69). Les atteintes pulmonaires primitives regroupent de nombreuses pathologies dont HTAP primitive, l'inhalation méconiale, le sepsis du au streptocoque B (70).

L'assistance circulatoire n'est pas envisagée pour tous les nouveau-nés présentant ces pathologies, des critères de sélection limitent son application. L'absence d'un de ces éléments équivaut à une contre-indication de la technique (70) :

- âge gestationnel supérieur ou égal à 34 semaines d'aménorrhée
- poids de naissance supérieur ou égal à 2000 grammes
- absence de coagulopathie ou de saignement incontrôlé
- absence d'hémorragie intracrânienne significative (grade1)
- ventilation mécanique de moins de 10 à 14 jours
- atteinte pulmonaire réversible
- absence de malformation létale
- absence de malformation cardiaque non réparable
- présence d'un échec de la thérapeutique médicale optimale.

Les résultats de l'assistance circulatoire par ECLS sont particulièrement bons chez le nouveau-né, en particulier lors exclusion de patients présentant une hernie diaphragmatique qui, du fait de leur pathologie, sont un groupe connu comme ayant une faible chance de survie. Dans cette situation, les taux de survie peuvent atteindre 80 % (69). L'ECLS est donc une thérapeutique reconnue chez le nouveau-né souffrant d'une détresse respiratoire réfractaire au traitement habituel.

f) *Les contre-indications de l'ECMO*

Elles sont peu nombreuses.

Les contre-indications absolues à la mise en place de l'assistance sont des lésions neurologiques irréversibles, un arrêt cardiaque de plus de 3 minutes non réanimé, des néoplasies terminales, une défaillance hépatique sévère avec une bilirubinémie totale supérieure à 50 $\mu\text{mol} / \text{l}$ (71). Mais aussi, les hémorragies sévères et la CIVD du fait de la nécessité de mettre en place une anticoagulation, si minime soit-elle.

Les contre-indications relatives comprennent les sepsis en cours d'évolution, les traumatismes crâniens modérés, l'immunosuppression et un âge trop avancé. Cependant, il faudra évaluer l'âge physiologique plutôt que de se fier à l'âge civil.

g) *Mise en place*

(1) La mise en place de l'assistance circulatoire

Techniques de pose

Il existe différentes techniques de pose des systèmes légers d'assistance circulatoire :

(i) La voie percutanée

C'est la technique la plus fréquemment employée. En effet, c'est la voie de l'urgence car elle permet l'implantation d'une assistance cardio-respiratoire en dehors du bloc opératoire, au lit du patient sous anesthésie locale. De plus elle est réalisable au cours de la RCP lors d'un arrêt cardiaque (71; 72).

La mise en place des canules s'effectue par la technique de Seldinger (73). La voie d'abord est horizontale, le praticien réalise une dissection a minima de la face antérieure des vaisseaux puis introduit les canules à travers la peau puis les vaisseaux sous contrôle de la vue.

La voie percutanée (Figure 12) présente de nombreux avantages : elle est moins invasive, plus facile et plus rapide à mettre en place car elle ne nécessite ni anesthésie générale ni sternotomie. Une équipe entraînée peut installer le dispositif en moins d'une heure (31). De plus, le coût est bien moindre.

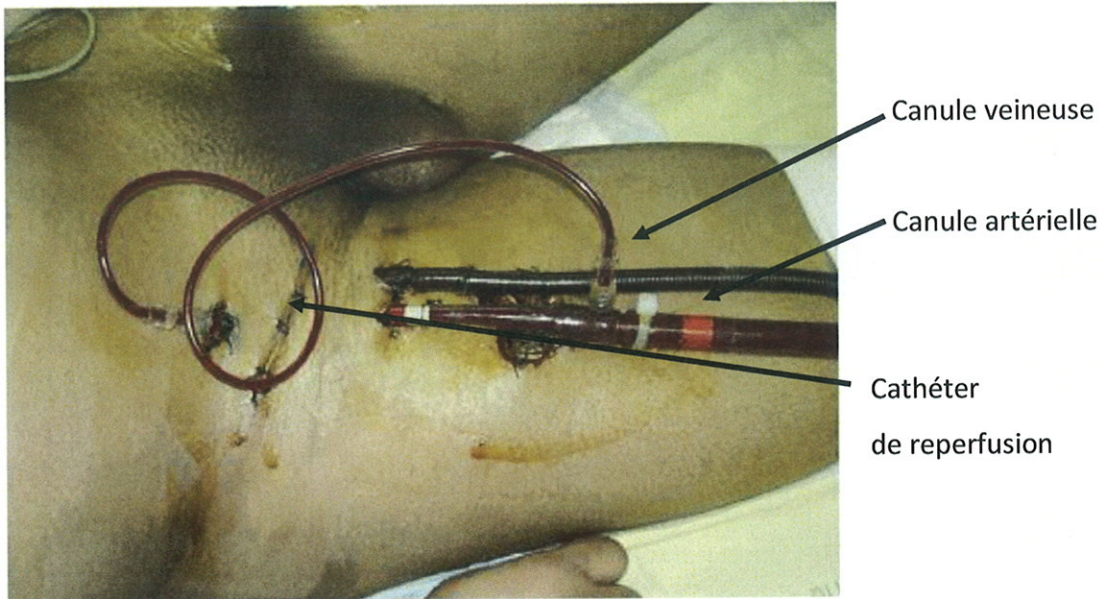


Figure 12 : ECMO Veino-Artérielle fémoro-fémorale (33)

(ii) La voie chirurgicale

La voie chirurgicale n'est employée qu'en cas de difficulté pour poser le dispositif. Cette méthode a l'avantage de diminuer le risque de complications vasculaires comme les dissections artérielles et d'assurer un contrôle de l'hémostase (31).

Cette technique peut être complète ou mixte : dans ce dernier cas il est réalisé un abord chirurgical de la face antérieure des vaisseaux fémoraux au niveau du Scarpa puis l'introduction des canules artérielles et veineuses sur guides (9).

(iii) Position des canules

Nous allons détailler la position des canules lors de la pose de l'assistance par voie percutanée exclusive ou mixte (33).

Dans le cas de la mise en place d'une assistance veino-artérielle, la canule de prélèvement sanguin dite veineuse est implantée au niveau de la veine fémorale. Elle passe par la veine cave inférieure pour rejoindre l'oreillette droite. Tandis que la canule de réinjection aussi appelée canule artérielle pénètre par l'artère fémorale, son extrémité distale étant positionnée dans l'artère iliaque commune ou l'aorte abdominale (7; 31; 32).

Si la technique choisie est l'assistance veino-veineuse, la canule de prélèvement sanguin sera placée par voie fémorale dans la veine cave inférieure, tandis que la canule de réinjection sera positionnée en situation cave supérieure par la jugulaire interne ou la sous-clavière droite (32).

La position des canules sera vérifiée par contrôle échographique transcutané voire transoesophagien qui peut accompagner la pose ou par contrôle radiologique car les sondes sont radio-opaques.

(iv) *La voie de reperfusion*

Quelle que soit la technique choisie pour la pose périphérique des canules, percutanée ou semi chirurgicale, il est indispensable de mettre en place un cathéter de reperfusion (Figure 13) permettant l'irrigation du membre inférieur en aval des canules. Ce cathéter de petite taille est placé en dérivation sur le circuit artériel et permet d'éviter les phénomènes d'ischémie du membre inférieur d'aval suite à la cathétérisation de l'artère fémorale. Il est à noter que la mise en place de ce cathéter est beaucoup plus aisée en cas d'abord chirurgical des vaisseaux fémoraux (9).

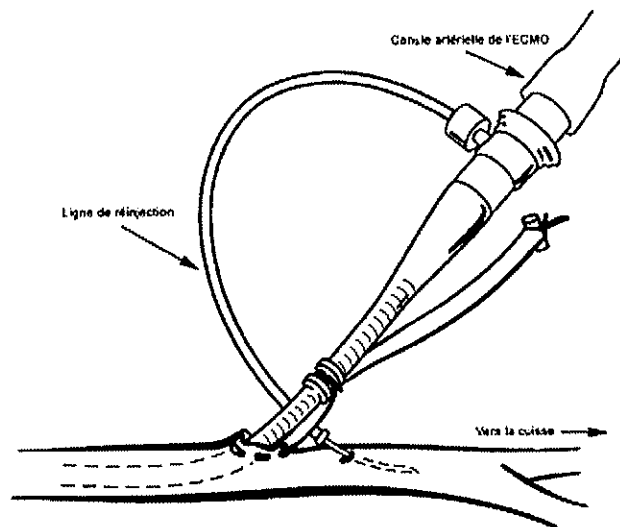


Figure 13 : cathéter de reperfusion (33)

(2) Les particularités pédiatriques

Les seules spécificités concernent les enfants de moins de 15 kg. Dans ce cas, il est nécessaire de disposer d'un matériel d'assistance adapté à la taille de l'enfant et de sang homologué pour effectuer l'amorçage du circuit. Les difficultés techniques de mise en place des canules encouragent à recourir à un chirurgien pédiatrique (53).

Lors de mise en place d'une assistance veino-artérielle, les voies d'abord de référence sont pour la canule de prélèvement au niveau de la jugulaire interne droite. L'extrémité de la sonde veineuse sera comme chez l'adulte située au niveau de l'oreillette droite. Pour la voie de réinjection, l'introduction de la canule se fera par la carotide droite et sa partie distale sera placée dans l'arche aortique (70).

Pour ce qui est de l'assistance veino-veineuse, la technique pédiatrique est différente de celle des adultes. Celle-ci fait appel à un cathéter à doubles lumières qui est placé par la veine jugulaire droite jusque dans l'oreillette droite. Le sang désaturé quitte l'oreillette droite pour aller dans le système d'assistance et le sang oxygéné est réinjecté par la deuxième lumière toujours dans l'oreillette droite mais en direction de la valve tricuspide.

(3) Traitements associés lors de la mise en place du système

(a) Initiation d'une anticoagulation efficace

L'anticoagulation du patient sous assistance cardio-respiratoire est réalisée par de l'héparine non fractionnée administrée en intraveineux continu. Une dose de charge de 100 unités / kg (38) est délivrée sauf si le patient présente une coagulopathie sévère (32; 74). La dose est ensuite adaptée dans le but d'obtenir un TCA à deux fois le témoin (33).

Si le patient présente un risque important de saignement (traumatisme crânien, polytraumatisme ou mise en place post-chirurgicale) l'initiation de l'anticoagulation sera retardée de 24h (32).

Un traitement par antiagrégant plaquettaire est associé selon le taux de plaquettes. Si celui-ci est supérieur à 100 G / l, le patient recevra de l'aspirine à dose antiagrégante : entre 50 et 100 mg par jour. Ces traitements antiagrégants et anticoagulants seront suspendus en cas de saignement majeur non contrôlable immédiatement par un traitement spécifique.

(b) La ventilation

Le maintien d'une ventilation « protectrice » est possible durant le temps de l'assistance cardio-respiratoire, cependant il n'est pas essentiel (74). En effet, la majorité des échanges gazeux s'effectue au niveau de la membrane du système d'assistance, mais il est

préférable de maintenir une ventilation minimale pour éviter les atelectasies. Celle-ci sera assurée avec une $FiO_2 < 100\%$ pour limiter les dégâts de l'oxygène à forte dose sur le poumon, dans cette situation où la ventilation a pour unique rôle d'aérer le parenchyme pulmonaire. Le volume courant sera faible entre 5 à 6 ml / kg, associé à une PEP réglée à 8 cm H₂O. Cette dernière a pour but de lutter contre la pression hydrostatique induite par l'hypertension post-capillaire et de minimiser les phénomènes d'hémorragie alvéolaire capillaire.

La ventilation invasive sera associée à une sédation minimale par fentanyl et hypnovel dès que le patient est suffisamment stable (70).

(c) L'adaptation des catécholamines

La mise en place de l'assistance stabilisant l'hémodynamique, permet en général une diminution des doses de catécholamines. Il est cependant préférable de maintenir un support inotrope même minime car il favorise la persistance d'une contractilité cardiaque améliorant la décharge du ventricule gauche et diminuant ainsi le risque de formation d'un thrombus intracavitaire (32).

(d) La transfusion

Tout patient sous ECLS est potentiellement en attente de transplantation, il est donc indispensable d'éviter au maximum les transfusions chez celui-ci. Le seuil transfusionnel généralement admis est de 7 g / dl en l'absence de complication (33), ce d'autant qu'il

n'existe plus de risque de souffrance cardiaque. En effet celle-ci est en relation avec une inadéquation entre l'apport d'oxygène et le travail du cœur. Dans le cas où l'assistance a été mise en place, le cœur est mis au repos : cette inadéquation n'existe plus (1).

La transfusion de plaquettes est déconseillée sauf en cas de thrombopénie majeure avec présence de saignements.

(4) Surveillance

Comme pour tout patient de réanimation, une surveillance rapprochée clinique, biologique et d'imagerie sera effectuée. Nous allons détailler les spécificités pour ce patient sous assistance circulatoire.

(a) Hémodynamique

Chez ces patients qui sont dépendants de l'assistance circulatoire pour survivre, il faut réaliser une échographie cardiaque quotidiennement. Celle-ci peut être soit transthoracique, soit transoesophagienne. Elle permet de vérifier le positionnement correct des canules, mais aussi les paramètres de fonctionnement du cœur natif : la fraction d'éjection du ventricule gauche et le débit sous-aortique. Ces paramètres témoignent de la récupération myocardique. Cet examen vérifiera qu'il n'y a pas de complications de type distension du ventricule gauche, épanchement péricardique ou thrombus intracavitaire.

L'électrocardiogramme sera réalisé lui aussi, de façon régulière. Il présente plusieurs intérêts : la surveillance et l'éventuelle régression des lésions ischémiques ou des troubles de conduction dus à une intoxication médicamenteuse, mais aussi le contrôle de l'apparition de troubles du rythme augmentant le risque thromboembolique.

Le monitoring constant de la pression artérielle par voie radiale permet de suivre l'efficacité du cœur natif : la détection d'un flux pulsé ne peut venir que de celui-ci car la pompe assure un débit continu (40).

La volémie et l'état d'hydratation du patient seront appréciés simplement par surveillance de la diurèse, des signes cliniques de perfusion et la mesure permanente de la pression veineuse centrale (38).

Le débit cardiaque ne pourra être estimé qu'à partir des données de la machine d'assistance car les moyens de monitoring habituels du débit cardiaque (PICO, Swan-Ganz) ne sont pas validés après la mise en place de l'assistance (25; 31).

(b) Respiratoire

La surveillance ne diffère pas de celle effectuée habituellement chez un patient de réanimation. Il faudra seulement contrôler le site de ponction des gaz du sang si ceux-ci ne sont pas prélevés sur le circuit lui-même. En effet, la voie fémorale doit être préférée à la voie radiale car il peut exister un débit antérograde dans l'aorte venant du cœur natif alimentant essentiellement la partie haute du corps. Le sang circulant par cette voie, est peu oxygéné car il vient des poumons et il ne représente pas l'oxygénation due à l'assistance qui irrigue la majeure partie du corps. Les gaz du sang seront réalisés 3 à 4 fois par jour (38).

(c) L'hémostase

Du fait de la nécessité d'une anticoagulation efficace, il faudra effectuer des mesures régulières du TCA toutes les 8 heures. L'objectif est un TCA est à 2 fois le témoin. Il est possible d'utiliser le système de l'ACT permettant une mesure du taux de coagulation au lit du patient ; cependant les études sont partagées sur son efficacité, le TCA sera donc mesuré au laboratoire (25).

(d) Le circuit

Le circuit sera surveillé de manière pluriquotidienne par l'équipe qui prend en charge le patient que ce soit sur un plan médical ou paramédical. Cette inspection assidue du circuit dans son ensemble, a pour but de vérifier le fonctionnement correct du dispositif et de dépister précocement les complications (33). Un examen macroscopique sera effectué à la recherche de dépôts de fibrines ou de caillots, que ce soit au niveau des bords de l'oxygénateur, de la pompe ou des tubulures (25). Il faudra surveiller au niveau de l'oxygénateur, l'existence d'une fuite plasmatique due à la porosité des fibres creuses, nécessitant le remplacement de celui-ci.

h) *Les complications*

Les complications sous assistance circulatoire de type ECLS restent relativement fréquentes, cependant elles sont exceptionnellement fatales (2 %) (38). Celles-ci sont d'autant plus fréquentes et sévères que l'état hémodynamique du patient est instable. Cet argument plaide en faveur de la mise en place précoce de l'assistance circulatoire, dès qu'apparaissent des arguments en faveur d'un choc réfractaire, sans attendre l'apparition de défaillance (3).

Les étiologies des complications se séparent en deux catégories : les facteurs mécaniques liés à l'appareil d'assistance circulatoire et les facteurs liés au patient lui-même.

(1) Les complications mécaniques

Elles sont plutôt rares (13 %) (38) comparées aux complications liées au patient. De plus, la prévention de ce genre de complication est simple car elle repose sur une surveillance stricte et régulière du matériel (7).

La défaillance de l'appareil peut se situer à tout niveau : l'oxygénateur, la pompe, les tuyaux, l'alimentation électrique, la source d'oxygène....

(2) Complications liées au patient

Elles peuvent apparaître soit lors de la mise en place du système, soit au cours de l'utilisation voire même au décours de celle-ci. L'hémorragie est la plus fréquemment citée (75; 76). Les études rapportent aussi des cas d'hémolyses intravasculaires, de thromboses, d'embolies que celles-ci soit thrombotiques ou gazeuses mais aussi des complications ischémiques ou infectieuses (73; 77).

II. L'UMAC : Unité Mobile d'Assistance Circulatoire

A. Intérêt de l'UMAC

L'amélioration des technologies de fabrication des machines d'assistance circulatoire ont permis comme nous l'avons vu, d'étendre à la fois les indications de cette technique mais aussi les lieux d'utilisation de celle-ci. Il est donc actuellement possible de réaliser une implantation en dehors du bloc opératoire et un transport du patient sous assistance. De cet aspect pratique, a résulté l'apparition du concept d'UMAC (4).

L'assistance circulatoire est parfois l'unique méthode offrant une chance de survie à certains patients. Or celle-ci n'est disponible que dans très peu de centres en France disposant d'un service de chirurgie thoracique et cardiovasculaire (25). L'UMAC permet de réaliser une implantation du dispositif au chevet du patient, puis le transport secondaire vers des structures plus adaptées (78).

Le recours à l'UMAC est donc envisagé lorsqu'un patient est candidat à la mise en place d'un système d'assistance cardio-respiratoire, mais que son état est trop instable pour permettre un transfert vers le service de référence possédant la maîtrise de l'implantation (33; 79). Dans cette situation où le patient est intransportable, c'est donc le service qui se déplace vers le patient et non le contraire. Des études ont montré que le déplacement du malade, une fois l'assistance mise en place, n'était pas délétère (80). L'UMAC peut aussi intervenir au sein même de l'hôpital de référence, en particulier pour effectuer le transport de patients appareillés, des soins intensifs vers le service d'imagerie médicale (22).

Pour que ce nouveau concept soit valable, il est nécessaire de mettre en place une collaboration pluridisciplinaire entre différents services d'un même hôpital et différents hôpitaux (2; 4). En effet, sont concernés : les urgences, le SAMU, la cardiologie, les réanimations polyvalentes mais aussi les services de soins intensifs de chirurgie thoracique et cardiovasculaire qui vont accueillir le patient après la pose de l'assistance circulatoire. Le choix du moment de la pose du système doit être adapté à chaque situation tenant compte des contraintes médicales, temporelles mais aussi économiques ce qui incite à rendre l'offre, la meilleure possible, par une organisation en réseau (1).

Cette stratégie permet l'optimisation de la prise en charge des patients en grande défaillance cardiogénique dont le pronostic à court terme était jusqu'à présent fatal.

B. Logistique de l'UMAC

1. L'équipe

La prise en charge des patients nécessitant l'action de l'équipe mobile d'assistance circulatoire requiert la coopération étroite d'une équipe multidisciplinaire regroupant des personnels hospitaliers et préhospitaliers (4; 53; 81). Nous allons détailler les différents rôles de cette équipe :

❖ Le perfusionniste :

Celui-ci doit préparer la machine d'assistance et surveiller son bon fonctionnement que ce soit au niveau de la machine en elle-même ou par l'intermédiaire des paramètres biologiques ou hémodynamiques du patient (79).

Ce métier n'a pas de réelle définition en France car c'est une spécialité de développement récent. Le perfusionniste est en général un infirmier ou infirmier spécialisé (IADE ou IBODE) très rarement un médecin (82).

❖ Le chirurgien cardiovasculaire :

Il est recommandé que l'abord direct des vaisseaux fémoraux soit réalisé par un chirurgien formé à cette technique. En effet, l'introduction des canules, en particulier la canule artérielle, engendre un risque de lésions vasculaires pouvant nécessiter une reprise

chirurgicale immédiate et la mise en place d'une prothèse en Dacron pour l'insertion des canules. Le chirurgien doit être assisté d'un aide.

Cependant dans le cas où le recours au chirurgien est impossible, la pose du dispositif peut être envisagée par des cardiologues interventionnels ou des réanimateurs (38).

❖ L'anesthésiste-réanimateur ou le médecin du SMUR :

Une fois le dispositif en place, celui-ci sera géré par une équipe de réanimation qualifiée pour assurer le transport du patient jusqu'au centre de référence (53).

L'équipe doit être entraînée car cette pratique nécessite une efficacité maximale pour éviter tout retard pouvant être délétère voire fatal pour le patient (78). En effet, la qualification et l'expérience de l'équipe jouent un rôle crucial dans le succès du transfert interhospitalier (74).

Cette équipe est basée sur l'hôpital ayant la compétence d'assistance circulatoire qui est en général un CHU. Elle doit être disponible 24 heures sur 24 (32).

2. Le matériel d'ECMO utilisé en UMAC

L'UMAC utilise un système conventionnel d'ECMO. Celui-ci comporte au minimum la pompe, l'oxygénateur, la console et une batterie. Depuis plusieurs années, un effort de miniaturisation a abouti à des machines performantes dont l'encombrement est de plus en plus réduit, comme le Miniature-circuit ECMO® (Figure 14) (83; 84).

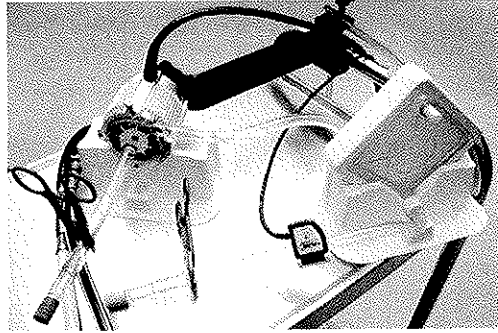


Figure 14 : Miniature-Circuit ECMO : association d'une pompe Levitronix® et d'un oxygénateur Novalung® (83)

3. Déroulement d'une sortie de l'UMAC

Lorsqu'un patient est candidat à une assistance circulatoire, la première étape est l'appel du centre de référence (Figure 15), via le SAMU ou directement du chirurgien cardiovasculaire permettant la présentation du cas et la décision collégiale de recours à l'UMAC.

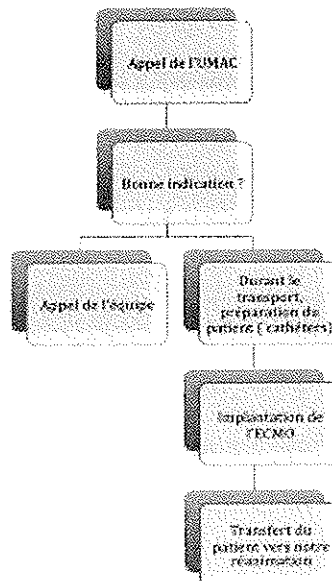


Figure 15 : Déroulement d'une sortie de l'UMAC (71)

Pour évaluer le temps nécessaire à l'équipe pour être opérationnelle auprès du patient, il faut envisager le temps pour rassembler l'équipe et celui pour acheminer celle-ci sur place.

La première étape est donc de rassembler les différents membres de l'unité mobile. Celle-ci prend environ 30 minutes après la réception de l'appel. La deuxième étape est l'acheminement de l'équipe et du matériel vers le centre demandeur. Celle-ci dépend de l'éloignement de ce centre et du moyen de transport choisi (9).

Lors de son arrivée, l'équipe doit faire le point sur la situation clinique du patient et choisir le système le plus approprié à celui-ci (9; 70). Cette évaluation prend une dizaine de minutes. Puis débute la mise en place du dispositif qui dure une demi-heure à une heure. Pour faciliter cette étape et éviter les pertes de temps inutiles, l'équipe est autonome et apporte tout le matériel dont elle a besoin : celui-ci va de l'antiseptique aux canules de différentes tailles en passant par le matériel de chirurgie nécessaire à l'abord des vaisseaux en cas d'échec de la canulation percutanée (23; 32). Le système choisi est monté et amorcé par la perfusionniste tandis que le chirurgien s'occupe de la mise en place des canules (74).

Une fois le système mis en place, l'équipe s'efforcera de stabiliser le patient avant de le mobiliser, que ce soit au niveau du ionogramme sanguin, des gaz du sang, de l'hématocrite ou de la volémie (23). Le patient sera sédaté et curarisé pour éviter toute agitation pendant le transport (23; 32; 85). Tous les tuyaux (les cathéters, les canules de l'assistance circulatoire et la sonde d'intubation) seront sécurisés pour éviter une disjonction accidentelle lors de la mobilisation. De plus, le patient et le système seront mobilisés d'un seul tenant pour éviter au maximum les risques de désadaptation à la machine qui pourrait être fatale pour le patient.

Le temps nécessaire pour la mise en place et la préparation du patient pour son transport est évalué donc à environ deux heures (Tableau 4) (23).

Préparation Equipe	30 min
Transport Paris	15 - 20 min
Installation	10 min
Mise en place Assistance	30 min
Support Hémodynamique	1 h 30 après Appel
Hémostase - fermeture	20 min
Transfert à La Pitie	

Tableau 4 : Temps moyens de l'UMAC (9)

4. Le transport

Celui-ci peut s'effectuer par véhicule terrestre ou aérien (86) : il n'y a pas de contre-indication quant à l'utilisation de la machine d'ECMO dans l'hélicoptère. En effet, le problème posé par tout transport aérien est la diminution des capacités d'échanges gazeux dans l'oxygénateur du fait de la diminution de la pression atmosphérique. Cependant l'altitude de vol des hélicoptères sanitaires dépasse rarement 5000 pieds, il n'y a donc pas de précaution médicale particulière à envisager (85). La diminution de la pression atmosphérique n'a que peu d'influence sur la capacité de transfert de l'oxygène à cette altitude (32; 74; 87).

Le point le plus important durant le transport est d'assurer une surveillance rigoureuse et constante, équivalente à celle que le patient aurait eue en service de réanimation (espace disponible et puissance électrique) (9; 32; 78). Cette dernière comporte un monitoring continu du tracé ECG, de la saturation en oxygène, de la capnographie et de la pression artérielle invasive. Si de longues distances sont envisagées, le véhicule devra disposer de matériel supplémentaire pour l'analyse des gaz du sang, du ionogramme sanguin et de la numération formule sanguine (78).

L'équipe qui prend en charge le patient durant son transport doit porter une attention particulière à la volémie et adapter le support inotrope aux constantes mesurées et au débit de l'ECMO. Pour optimiser le débit sanguin, le patient sera maintenu en position horizontale durant toute la durée du transport que celui-ci s'effectue par route ou par air pour assurer un retour veineux adéquat des extrémités inférieures (32).

Il sera nécessaire d'effectuer une surveillance de la température corporelle et de mettre en place des protections thermiques adaptées à l'environnement pour éviter tout risque d'hypothermie délétère pour le patient (85). Bien que les dispositifs d'assistance circulatoire soient en général équipés d'échangeurs thermiques, ceux-ci sont réglés pour compenser la perte de chaleur due au passage du sang dans les tuyaux, exposant celui-ci à la température ambiante des services d'hospitalisation. Or cette température des services est souvent uniforme alors que lors du transport, et en particulier en hiver lors des passages à l'extérieur des bâtiments, la température peut être très inférieure à celle des services entraînant une hypothermie rapide par augmentation de la surface d'exposition au froid (32).

A la fin du transport, le patient est installé dans le service de soins intensifs de chirurgie thoracique et cardiovasculaire du centre de référence. Il est alors réévalué par l'équipe qui va effectuer la suite de la prise en charge.

C. Répartition et activité des UMAC en France

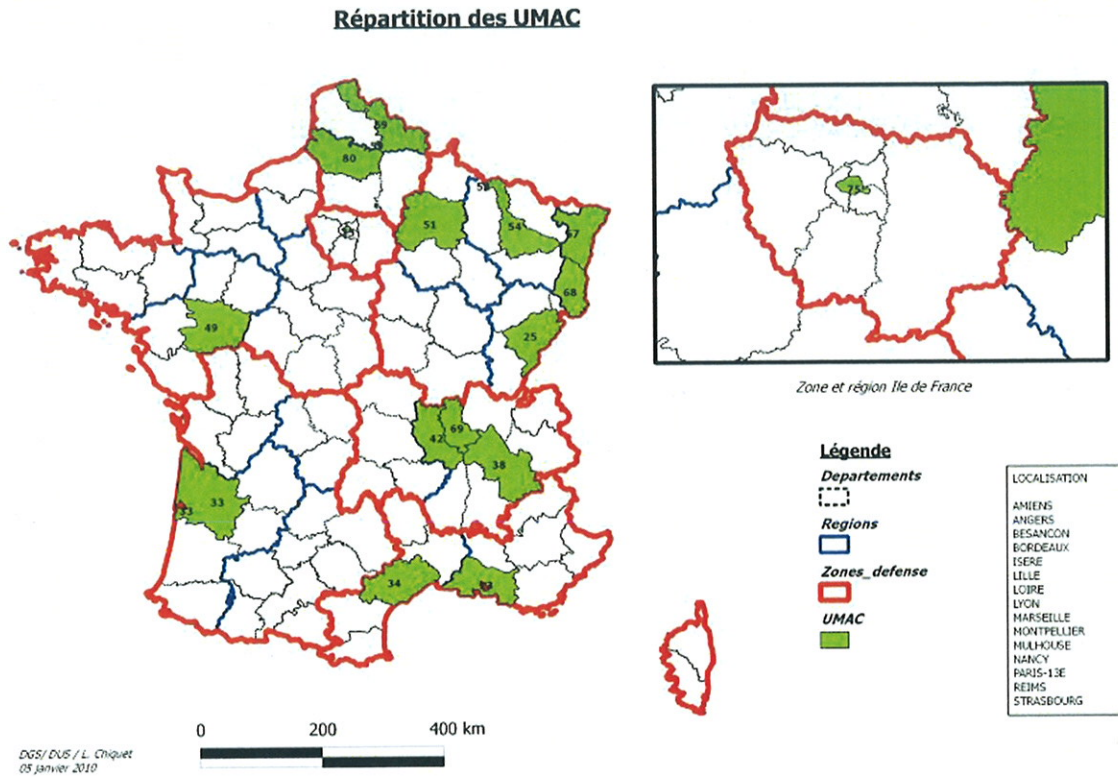


Figure 16 : Répartition des UMAC recensées pour la grippe H1N1 2010 par le ministère de la santé et des sports

Cette carte du ministère de la santé établie lors du plan grippe H1N1 2010 montre la disparité existant dans la répartition des UMAC (Figure 16). En effet l'Est de la France compte douze unités mobiles, certaines étant dans des régions voisines tandis que l'Ouest n'en compte que deux.

Nous pouvons observer que la région Limousin est située au centre d'une zone de grande taille ne comprenant pas d'unité mobile. La mise en place d'une UMAC au niveau du CHU de LIMOGES pourrait donc être bénéfique à plusieurs régions.

Cependant, cette carte ne recense que les UMAC référentes pour la grippe A, or de nombreux centres hospitaliers universitaires ont mis en place des unités non référencées par le ministère.

Nous allons détailler quelques expériences :

❖ PARIS

L'unité mobile d'assistance circulatoire de l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière est la première créée en France en 2002. Son activité s'étend sur toute la région parisienne et même en province (Limoges et Chartres).

En 2006, les indications retenues pour la prise en charge des patients, étaient les défaillances cardiaques aiguës non ischémiques (intoxications médicamenteuses et myocardites aiguës) ainsi que les défaillances cardiaques post-transplantation et post-cardiotomie. L'infarctus du myocarde et les cardiomyopathies chroniques décompensées étaient en cours d'évaluation (9).

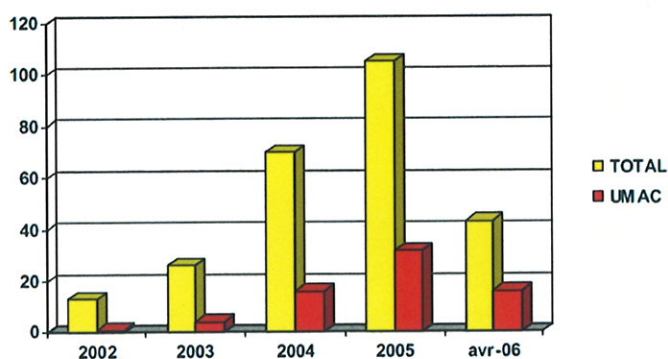


Figure 17 : Evolution de l'activité d'ECMO à la Pitié-Salpêtrière PARIS, place de l'UMAC (9)

Ce diagramme nous montre l'augmentation importante de l'activité de l'UMAC qui semble proportionnelle à celle de l'ECMO, au sein de l'institut de Cardiologie de la Pitié, depuis 2002 (Figure 17).

MARSEILLE

L'unité mobile d'assistance circulatoire de Marseille créée en Juin 2006 couvre toute la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, le Languedoc et la Corse (88) . Le transport est réalisé par voie terrestre ou aérienne, utilisant une ambulance du SAMU ou l'hélicoptère de la Sécurité Civile. Plus de soixante patients ont été pris en charge depuis sa création pour arrêt cardio-respiratoire ou choc cardiogénique réfractaire. Les étiologies sont variées avec des cardiomyopathies, des myocardites, des intoxications médicamenteuses, des syndromes coronariens aigus, en post-partum ou en post-CEC (71).

Le délai maximal entre l'appel et l'implantation du dispositif a été de 90 minutes pour une distance moyenne de 68 kilomètres.

Le taux de survie globale à la sortie de l'hôpital est de 55 % (71).

A noter à Marseille, la mise en place d'une filière de soins dédiée aux SDRA sévères : l'Unité mobile d'Assistance Respiratoire (UMAR) (89). Celle-ci a pris en charge huit patients au cours de l'épidémie de grippe A de l'hiver 2009-2010 avec un âge moyen de 34 ans. Les transports se sont déroulés sans aucune complication.

❖ GRENOBLE

Les indications de l'ECMO, dans le cadre de l'unité mobile, sont limitées à deux cas particuliers :

- Les chocs cardiogéniques réfractaires installés depuis moins de 12 heures, soit d'étiologie potentiellement réversible, soit chez un patient candidat à une transplantation cardiaque ou une assistance de longue durée (âge < 65 ans et sans comorbidité majeure) (38).

- Les arrêts cardiocirculatoires devant témoins, réanimés dans les 5 minutes suivant leur survenue, chez des patients de moins de 70 ans, sans comorbidité, avec une durée de réanimation (low-flow) inférieure à 100 minutes (90).

L'UMAC a pris en charge 15 patients de septembre 2006 à février 2009 avec un succès d'implantation de 100 % (91). Dans dix cas, l'indication était un arrêt cardio-circulatoire, et dans cinq cas, un choc cardiogénique. Le délai moyen de mise en route du dispositif était de quatre-vingt-huit minutes. Aucune complication ne s'est produite durant les transports.

❖ ANNECY

Trente-trois patients ont bénéficié d'une ECMO dans ce centre hospitalier périphérique avant d'être transférés au CHU, d'octobre 2006 à Décembre 2009, avec une mise en place réussie dans 31 cas. Vingt-trois patients étaient en arrêt cardio-circulatoire et dix en choc cardiogénique d'origines diverses (intoxications, embolies pulmonaires et myocardites).

L'âge médian des patients est de cinquante-deux ans et le délai moyen de mise en place de l'assistance de soixante-quinze minutes. Il n'y a eu aucune complication durant le transport (92).

❖ AMIENS

En octobre 2009, l'équipe d'Amiens a réalisé son premier transport d'un patient sous ECMO vers Paris (93).

❖ ROUEN

L'unité mobile a été créée début 2010 (94).

D. Etude des patients potentiels

1. Matériels et méthodes

Nous nous sommes intéressés au recrutement potentiel de cette future unité mobile, par une étude rétrospective des patients en choc cardiogénique qui auraient pu en bénéficier. Elle a porté sur les années 2008 et 2009, d'une part au niveau du SAMU de LIMOGES et d'autre part, dans les services de réanimation et de cardiologie de l'hôpital de GUERET.

La recherche des défaillances circulatoires prises en charge par le SAMU de LIMOGES a été réalisée de façon manuelle à partir des fiches d'intervention. Elle a porté respectivement sur les 3335 sorties de l'année 2008 et les 3543 sorties en 2009. Le critère de choix était, dans un premier temps l'administration d'amines vasoactives puis dans un deuxième temps parmi les patients recevant ces drogues, l'étiologie présumée du choc.

Pour les patients de Guéret, la recherche a été effectuée par le médecin du DIM dans les séjours de réanimation et de cardiologie, principalement aux soins intensifs. La sélection des patients a été faite à partir du diagnostic de choc cardiogénique posé par le médecin lors du codage sans distinction entre les diagnostics principaux ou associés. Les informations sur ces patients ont été secondairement collectées dans les courriers de sortie, complétées en cas de besoin par les dossiers médicaux.

Nous avons volontairement exclu les arrêts cardiaques car l'étude de ceux-ci nécessitait une mesure précise des temps de « now flow » et de « low flow » ce qui n'est pas possible en rétrospectif.

2. Résultats

a) SAMU de Limoges

Au cours des années 2008 et 2009, trente-trois patients ont été inclus pour défaillance circulatoire comprenant vingt et un hommes et douze femmes.

(1) Etiologies

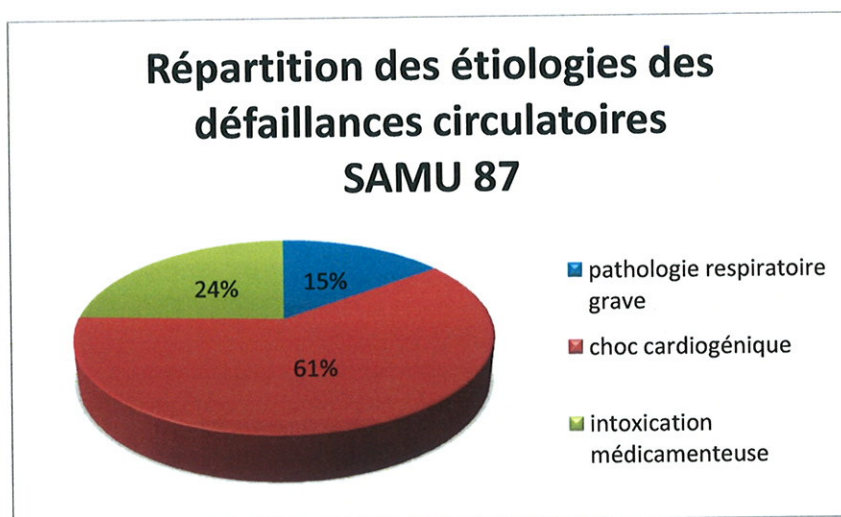


Figure 18 : Répartition des étiologies des défaillances circulatoires, SAMU 87

Les étiologies étaient le choc cardiogénique (n=20), les intoxications médicamenteuses volontaires (n=8) et les pathologies respiratoires graves (n=5), (Figure 18).

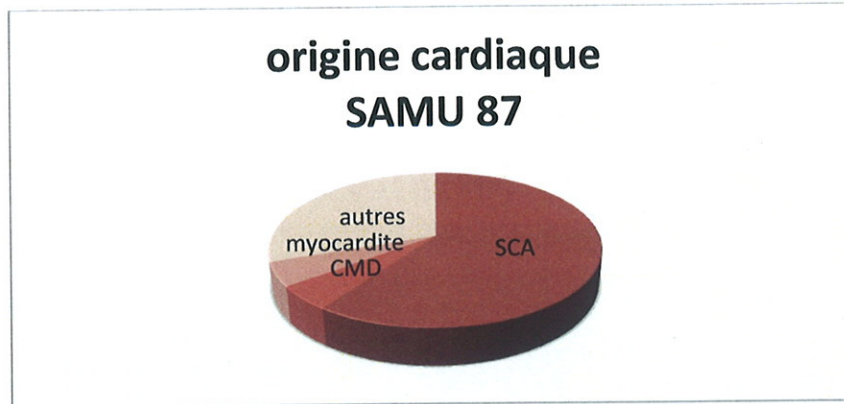


Figure 19 : Origine cardiaque, SAMU 87

Parmi les défaillances circulatoires d'origine cardiaque, les causes principales étaient (Figure 19) : le syndrome coronarien aigu (60 %), la cardiomyopathie dilatée (CMD) (5 %) et la myocardite (5 %).

(2) Répartition des patients

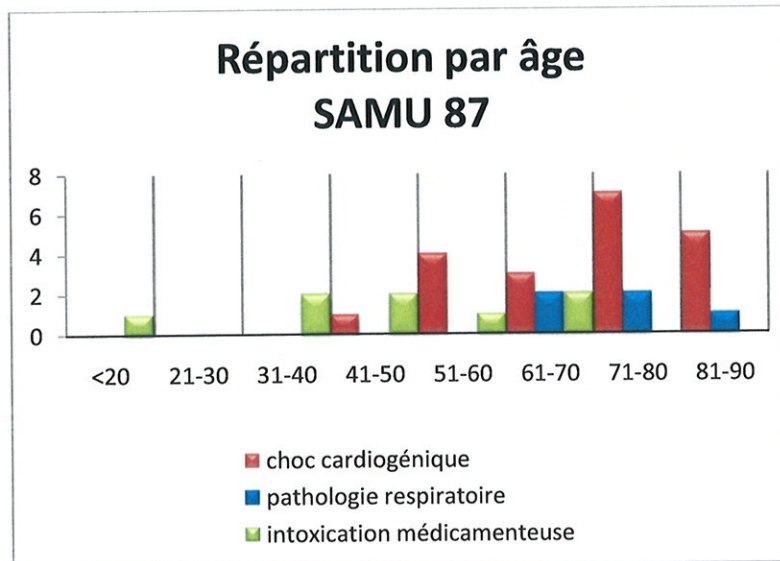


Figure 20 : Répartition par âge, SAMU 87

L'âge des patients atteints de choc cardiogénique d'origine cardiaque, allait de 42 à 90 ans, ceux qui ont une pathologie respiratoire, de 62 à 85 ans et les patients ayant fait une tentative d'autolyse de 18 à 65 ans (Figure 20).

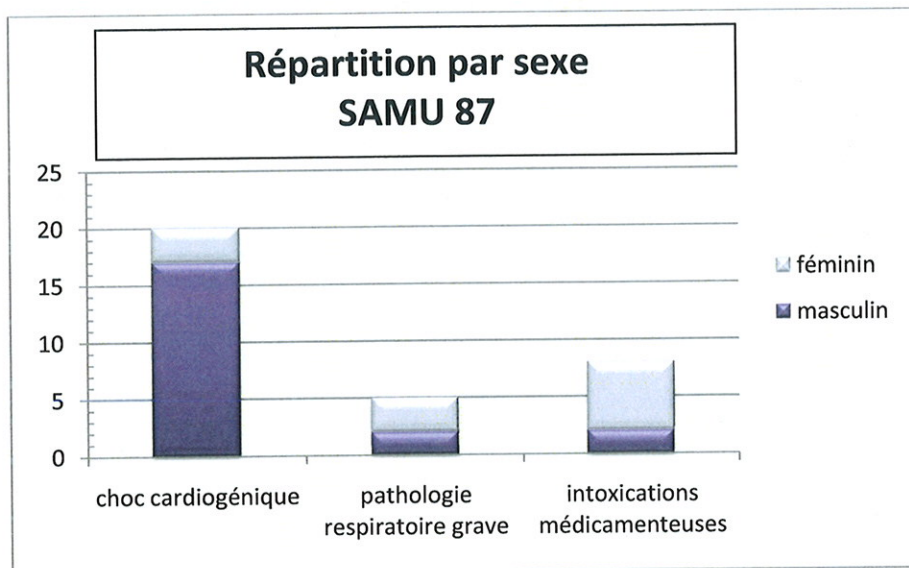


Figure 21: Répartition par sexe, SAMU 87

Parmi les patients inclus pour défaillance circulatoire, il y avait dix-sept hommes et trois femmes atteints de choc cardiogénique, deux hommes et trois femmes souffrant d'une atteinte pulmonaire sévère et au niveau des intoxications médicamenteuses volontaires, six femmes pour deux hommes (Figure 21).

(3) Répartition mensuelle

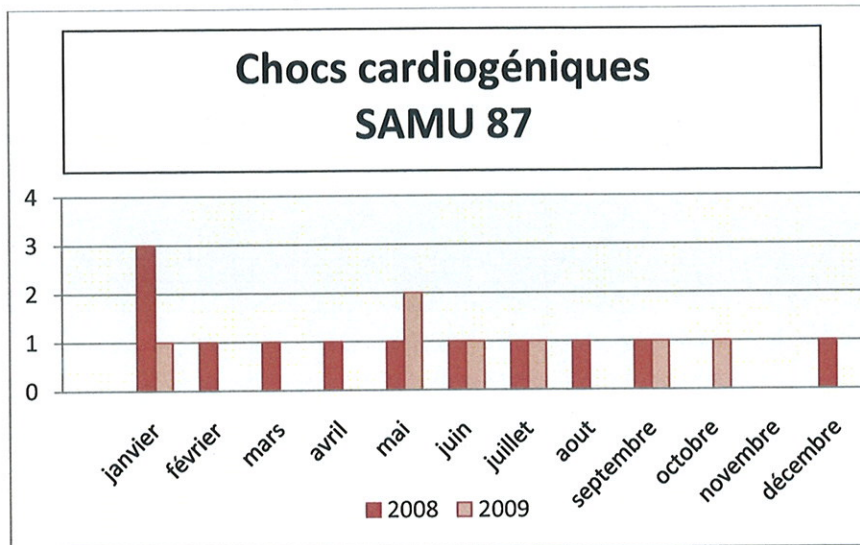


Figure 22 : Répartition mensuelle de la prise en charge des chocs cardiogéniques, SAMU 87

Les chocs cardiogéniques étaient retrouvés tout au long de l'année avec une incidence de 0 à 3 cas par mois de façon homogène (Figure 22).

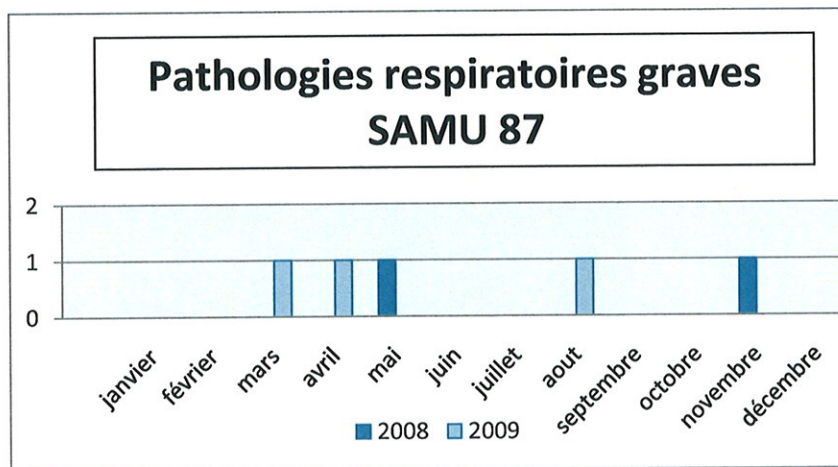


Figure 23 : Répartition mensuelle de la prise en charge des pathologies respiratoires graves, SAMU 87

Les pathologies respiratoires graves étaient retrouvées de façon beaucoup plus rare à raison de 0 à 1 par mois (Figure 23).

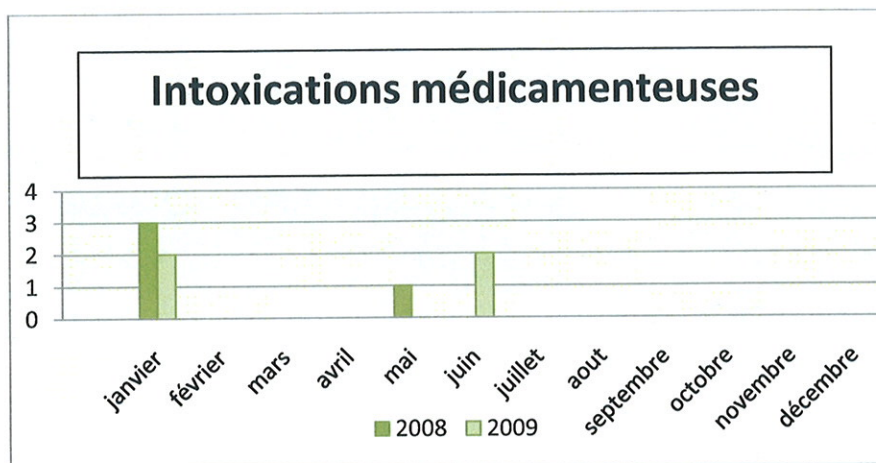


Figure 24 : Répartition mensuelle de la prise en charge des intoxications médicamenteuses, SAMU 87

Les intoxications médicamenteuses volontaires présentaient, elles, des pics de fréquence en début d'année et en début d'été (Figure 24).

(4) Comorbidités

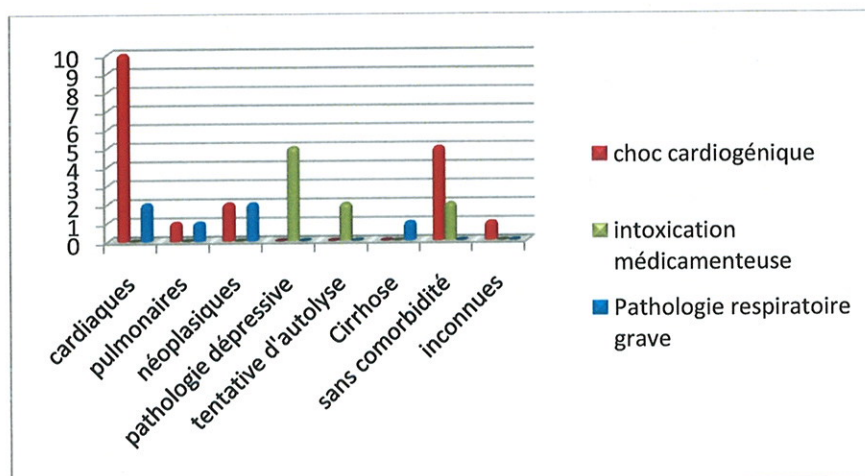


Figure 25 : Comorbidités, SAMU 87

Parmi les patients du SAMU de LIMOGES présentant un choc cardiogénique, dix d'entre eux avaient une pathologie cardiaque et un, une pathologie pulmonaire (Figure 25). Les comorbidités étaient inconnues chez un seul patient et cinq d'entre eux n'avaient aucun antécédent. Les antécédents tumoraux de deux patients étaient respectivement une tumeur médiastinale datant de 1996 et un cancer du colon en 1990.

Au niveau des comorbidités des patients pris en charge pour intoxication médicamenteuse, nous retrouvions cinq personnes présentant une pathologie dépressive, deux ayant déjà réalisé une tentative d'autolyse et deux n'ayant aucun antécédent.

Pour les patients ayant une pathologie respiratoire grave, deux d'entre eux avaient des antécédents cardiologiques, deux des néoplasies (une tumeur du sein et une du rectum), un, des antécédents pneumologiques et un, une cirrhose.

Nous allons détailler les comorbidités cardiaques qui étaient les plus représentées dans notre étude (Figure 26).

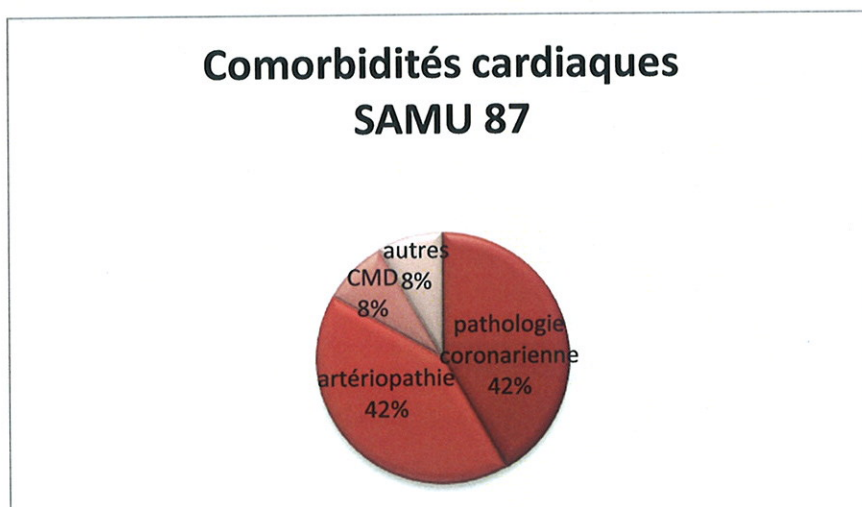


Figure 26 : Comorbidités cardiaques, SAMU 87

Celles-ci se partageaient équitablement entre les pathologies coronariennes et les artériopathies avec 42 % chacune et dans une moindre mesure, les cardiomyopathies dilatées et les autres pathologies (cardiomyopathie hypertrophique) avec 8 %.

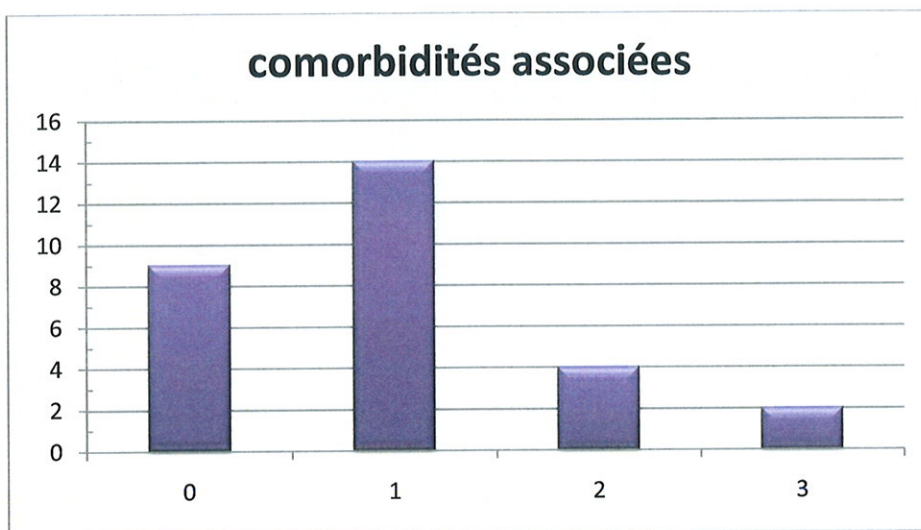


Figure 27 : Comorbidités associées, SAMU 87

Dans notre étude, neuf patients ne présentaient aucune comorbidité pouvant influencer sur la décision de mise en place de l'assistance circulatoire (Figure 27). A l'inverse, quatorze patients avaient une comorbidité et six avaient deux comorbidités ou plus.

(5) Evaluation des patients lors de la prise en charge

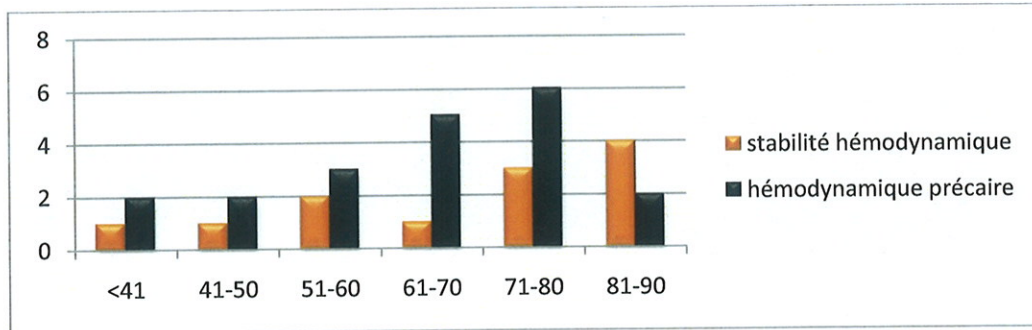


Figure 28 : Hémodynamique des patients lors de la prise en charge, SAMU 87

La distribution de l'état hémodynamique corrélée à l'âge du patient montrait une hémodynamique précaire chez plus de la moitié des patients : douze patients avaient moins de soixante-dix ans, et huit plus de soixante-dix ans (Figure 28).

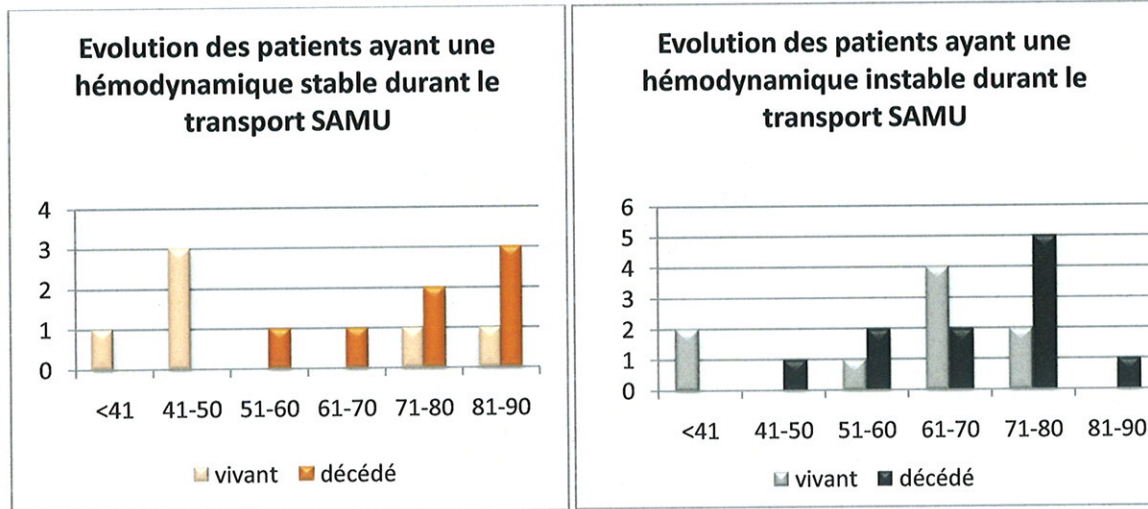


Figure 29: Evolution des patients au cours du transfert, SAMU 87

Etaient décédés, cinquante-quatre pourcents des patients présentant une hémodynamique stable durant le transport et cinquante-cinq pourcents de ceux ayant une instabilité hémodynamique (Figure 29).

(6) Patients éligibles

Après exclusion des patients de plus de soixante-quinze ans et de ceux présentant une contre-indication au traitement par assistance circulatoire, voici les patients pour lesquels la pose d'une ECMO aurait pu être envisagée (Tableau 5).

Age	Comorbidités associées	Lieu de prise en charge	Etat hémodynamique	Evolution
chocs cardiogéniques				
42 ans	cardiomyopathie hypertrophique	MAISONNAIS/TARDOIVE	Précaire	Défavorable
53ans	O	GUERET	Précaire	Favorable
54ans	O	ST JUNIEN	Stable	Défavorable
58 ans	Cardiomyopathie dilatée	GUERET	Précaire	Défavorable
58 ans	cardiopathie ischémique	GUERET	Précaire	Défavorable
63 ans	cardiopathie ischémique, AOMI pontée	BUSSIERE DUNOISE	Précaire	Défavorable
65 ans	O	GOUZON	Précaire	Défavorable
69 ans	O	ST BASILE	Précaire	Favorable
74 ans	cardiopathie ischémique	DOURNEZAC	Stable	Défavorable
intoxications médicamenteuses				
18 ans	O	TULLE	Précaire	Favorable
40 ans	O	TULLE	Stable	Favorable
62 ans	O	GUERET	Précaire	Favorable
65 ans	O	LIMOGES	Stable	Favorable

Tableau 5 : Patients candidats potentiels à l'ECMO, SAMU 87

b) *CH GUERET*

Au cours des deux années d'étude, nous avons retenu vingt-neuf cas de chocs cardiogéniques hospitalisés à Guéret en cardiologie ou réanimation. Ceux-ci regroupaient quinze femmes pour quatorze hommes.

(1) Etiologies

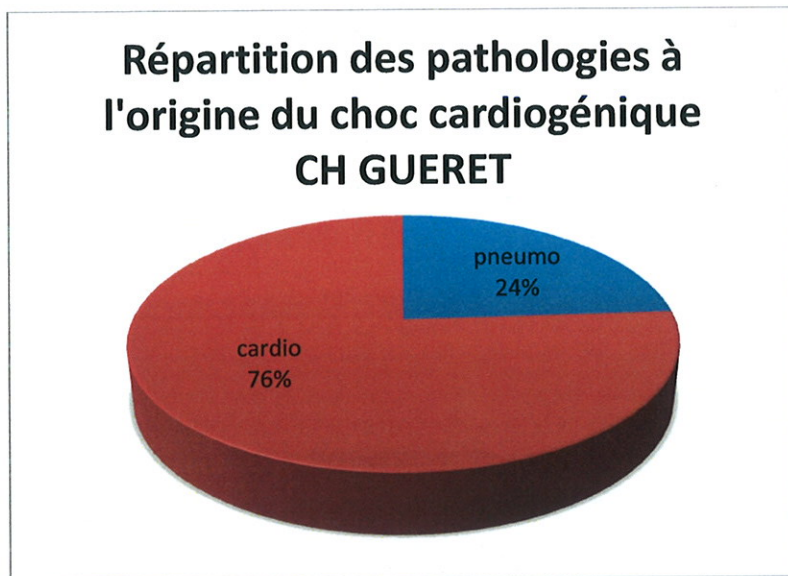


Figure 30 : Répartition des pathologies à l'origine du choc cardiogénique, CH Guéret

Les chocs cardiogéniques étaient d'origine cardiaque dans vingt-deux cas et d'origine respiratoire dans sept cas (Figure 30).

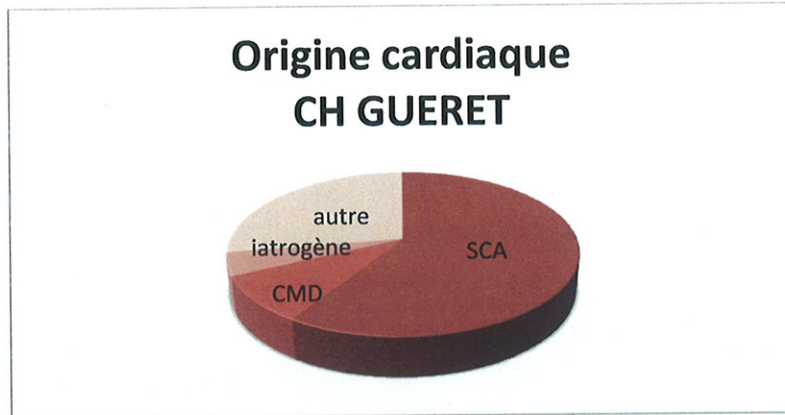


Figure 31 : Origine cardiaque, CH Guéret

Les origines cardiaques étaient principalement représentées par les syndromes coronariens aigus dans treize cas (Figure 31). Nous avons retrouvé deux cas de cardiomyopathie dilatée et un cas d'atteinte iatrogène par association de TARKA (trandolapril + vérapamil) et d'ISOPTINE (vérapamil).

(2) Répartition des patients

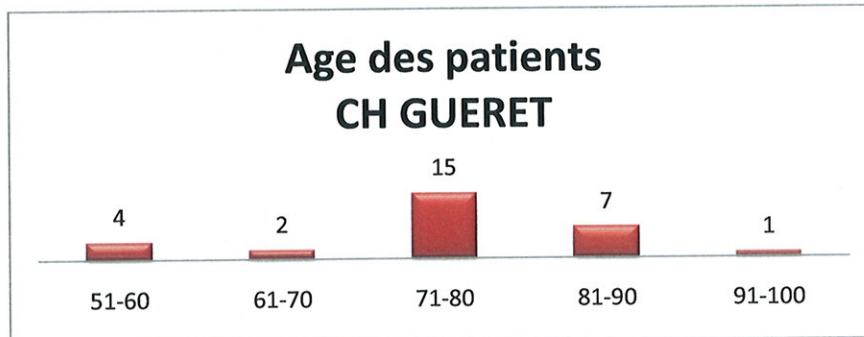


Figure 32 : Age des patients, CH Guéret

L'âge des patients hospitalisés pour choc cardiogénique à l'hôpital de Guéret, se répartissait de 53 à 96 ans avec une majorité de patients entre 70 et 90 ans (Figure 32).

(3) Distribution au cours de l'année

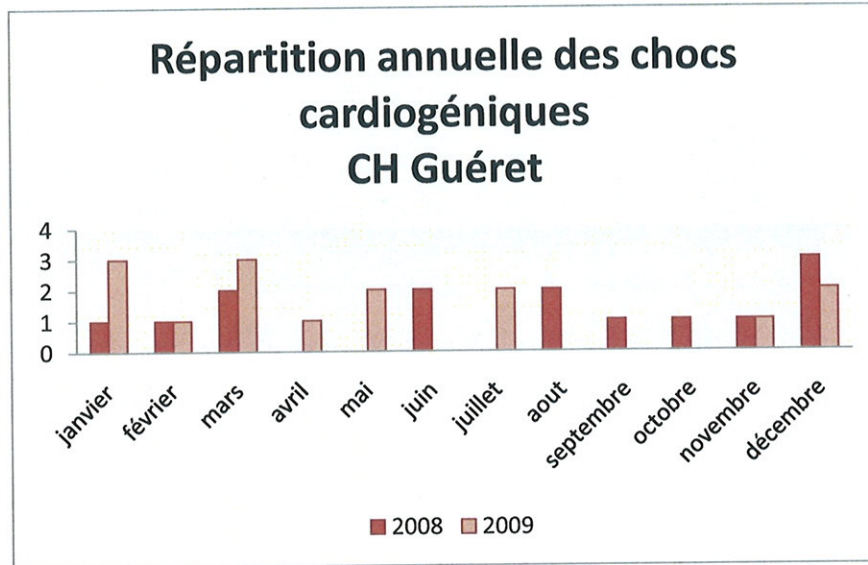


Figure 33 : Répartition des chocs cardiogéniques, CH Guéret

Les chocs cardiogéniques étaient retrouvés tout au long de l'année avec une incidence de 0 à 3 cas par mois sans pic de fréquence individualisable (Figure 33).

(4) Comorbidités

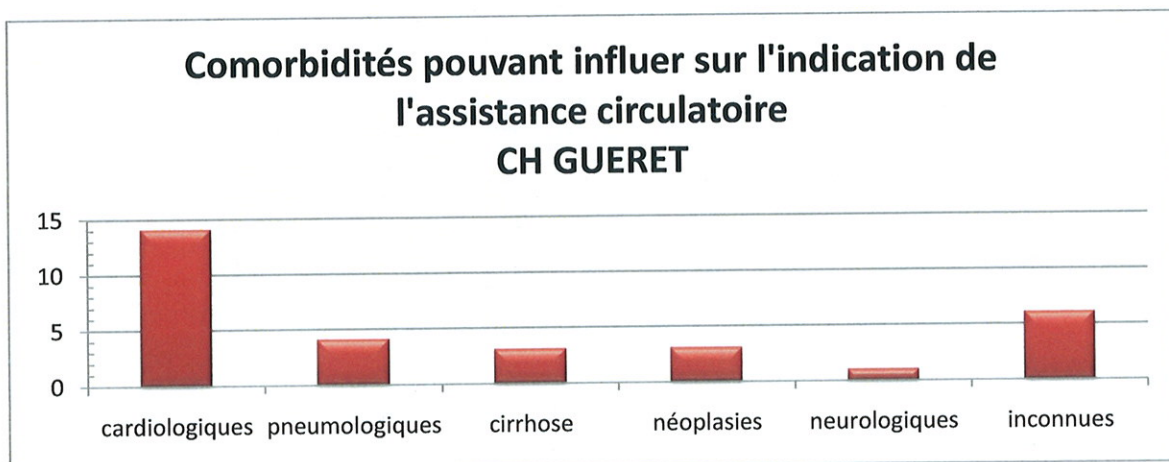


Figure 34 : Comorbidités, CH Guéret

Dans les patients recrutés au CH de GUERET, six avaient des antécédents inconnus (Figure 34). Pour les vingt-trois autres, nous avons retrouvé une majorité de comorbidités cardiologiques que nous détaillerons secondairement.

Cinq patients avaient des antécédents pneumologiques représentés par des embolies pulmonaires ou des BPCO post-tabagiques. Trois patients étaient cirrhotiques. Les néoplasies étaient deux atteintes mammaires en rémission et un adénocarcinome du testicule guéri. Au niveau neurologique, notre étude ne retrouvait qu'un AVC ischémique.

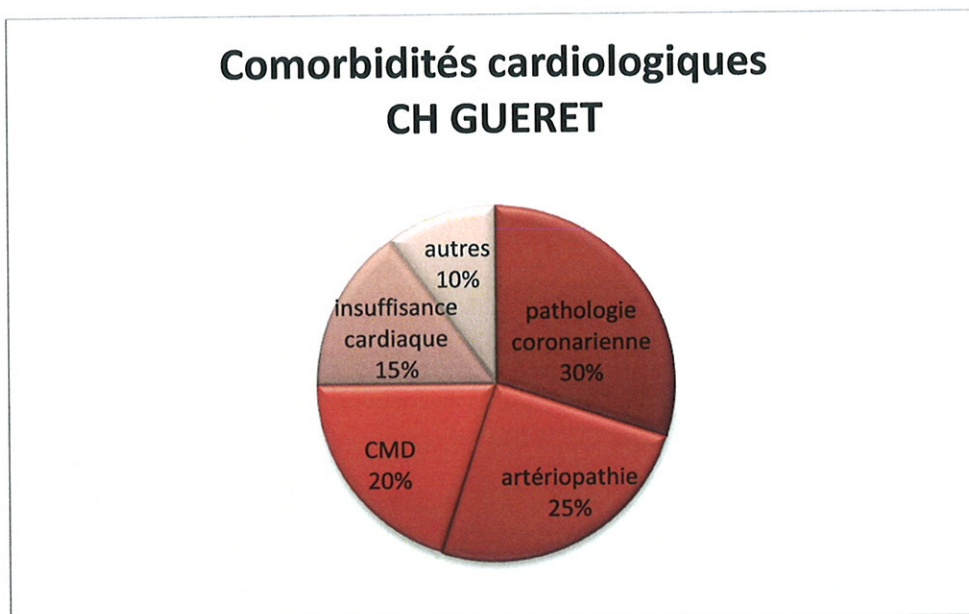


Figure 35 : Comorbidités cardiologiques, CH Guéret

Les comorbidités cardiologiques (Figure 35) étaient réparties à 30 % pour les pathologies coronariennes, 25 % les artériopathies, 20 % pour les cardiomyopathies dilatées (CMD), 15 % pour l'insuffisance cardiaque et 10 % pour les causes diverses (myocardiopathie hypertrophique et cœur pulmonaire chronique post-embolique).

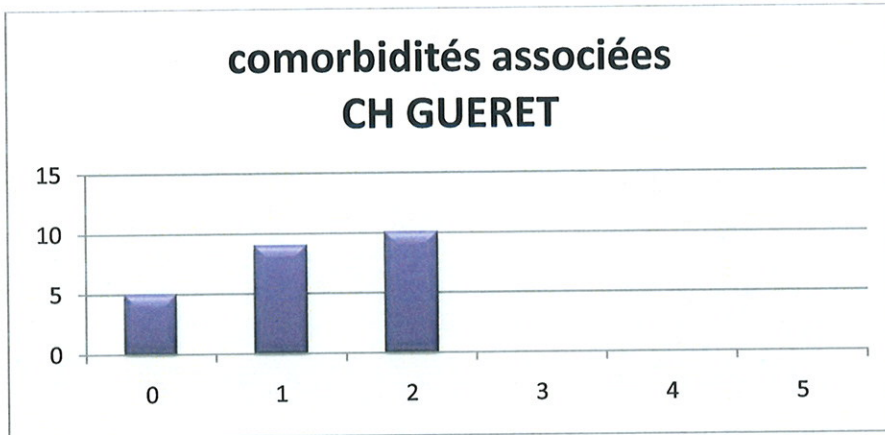


Figure 36 : Comorbidités associées, CH Guéret

Ce diagramme montre que cinq patients n'avaient aucune comorbidité pouvant influencer sur la mise en place d'une ECMO, neuf d'entre eux en avaient une seule et les dix derniers avaient deux comorbidités associées (Figure 36).

(5) Evolution des patients

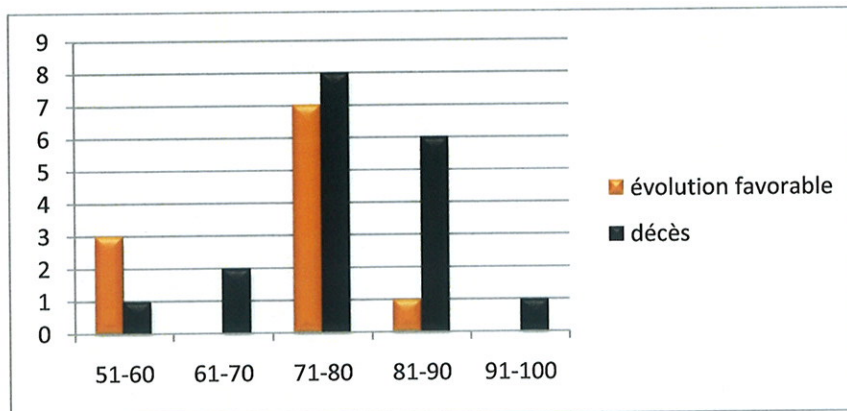


Figure 37 : Evolution des patients, CH Guéret

Au sein des six patients de notre étude ayant moins de soixante-dix ans, trois sont décédés, et des vingt-trois patients de plus de soixante-dix ans, quinze sont décédés (Figure37).

(6) Patients éligibles

Voici les patients hospitalisés à Guéret chez qui il aurait possible de proposer la mise en place d'une assistance circulatoire (Tableau 6):

Age	Comorbidités associées	Evolution
	Chocs cardiogéniques	
57 ans	Cardiomyopathie dilatée/ Cardiopathie ischémique	Favorable
59 ans	Cardiomyopathie dilatée	Défavorable
60 ans	Cardiomyopathie dilatée	Favorable
62 ans	O	Défavorable
74 ans	O	Favorable
75 ans	O	Favorable

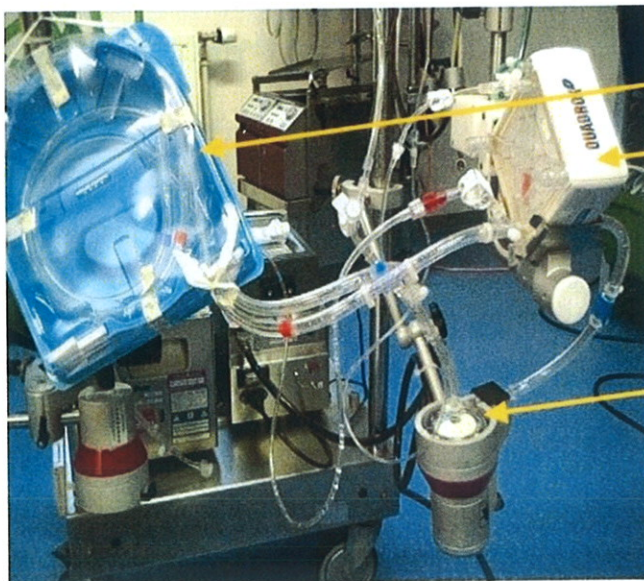
Tableau 6 : Patients candidats potentiels à l'ECMO, CH Guéret

E. Faisabilité de mise en place sur LIMOGES

1. Moyens disponibles

a) *Le service de chirurgie thoracique et cardiovasculaire*

Le centre hospitalier de LIMOGES comporte un service de chirurgie thoracique et cardiovasculaire comptant 60 lits dont 11 lits de soins intensifs. Il possède quatre machines d'ECMO (Figure 38) implantées actuellement dans la majorité des cas au bloc opératoire de chirurgie thoracique et cardiovasculaire et en cas de besoin au sein de l'hôpital. Ces machines sont disposées sur des chariots adaptés au transport. Certaines possèdent le marquage CE autorisant le transport par voie aérienne.



Circuit Pré héparinisé

Oxygénateur à Membrane

Pompe centrifuge

Figure 38 : système d'ECMO (9)

Dans le service de chirurgie thoracique et cardiovasculaire, travaillent 6 chirurgiens cardiaques et trois perfusionnistes. La permanence des soins est assurée sous forme d'une astreinte à domicile.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010 (jusqu'au 20/09/10)
Nombre d'ECMO réalisées dans le service de chirurgie thoracique et cardiovasculaire du CHU LIMOGES	1	7	12	13	18	20	25	21

Tableau 7 : Activité du service de chirurgie Thoracique et Cardio-vasculaire du CHU de Limoges

L'activité d'implantation d'assistance circulatoire de type ECMO est en nette progression depuis 2003 (Tableau 7), année de mise en place de l'activité. Cette pratique régulière a permis au personnel d'acquérir une expérience capitale pour la réussite d'une intervention d'UMAC.

b) *Le SAMU*

Le deuxième pilier de l'unité mobile est constitué par le SAMU. Ce service apporte le soutien logistique sous forme de véhicules adaptés au transport médicalisé et d'équipes SMUR habituées à la surveillance des malades instables durant ces transports.

Les équipes SMUR du SAMU de Limoges sont au nombre de deux chaque jour de garde. Elles sont composées d'un médecin urgentiste ou anesthésiste, d'une infirmière anesthésiste, d'un ambulancier ou d'un pilote selon le moyen de transport choisi et éventuellement d'un interne.

Au niveau des véhicules, trois ambulances et un hélicoptère sont à disposition du service.

(1) Hélicoptère médicalisé

L'hélicoptère du SAMU 87 est un EC 135 qui est modèle de petite taille (Figure 39).



Figure 39 : Hélicoptère du SAMU de Limoges.

Il dispose uniquement de quatre places assises comprenant celle du pilote. L'une de celles-ci est placée à côté de ce dernier dans la partie avant et ne permet pas d'intervenir auprès du patient (Figure 40).



Les deux sièges avant de
l'hélicoptère dont celui
du pilote à droite

Figure 40 : Partie avant de l'hélicoptère du SAMU 87

Au niveau des sièges situés dans la partie arrière de l'appareil, le premier est dos au siège du pilote et le deuxième lui fait face le long du brancard (Figure 41).

Le plafond se situe à 1,1 mètre du plancher, ce qui interdit la position debout limitant ainsi les actions réalisables par l'équipe SMUR.



Sièges arrière de l'hélicoptère
situés au côté du patient

Figure 41 : Sièges arrière de l'hélicoptère du SAMU 87

Lors d'une prise en charge hélicoptérée, le patient est installé dans le matelas coquille et scopé à l'extérieur du véhicule. Il entre ensuite tête la première par une ouverture située sous la queue de l'appareil (Figure 42). Cette ouverture mesure moins de 1 mètre de hauteur et oblige à faire rentrer le patient en position allongée.



Ouverture
postérieure de
l'hélicoptère

Figure 42 : Partie arrière de l'hélicoptère du SAMU 87

Comme nous pouvons le voir sur la photo suivante (Figure 43), la moitié postérieure du brancard se situe derrière le siège. Il est aisé d'imaginer que l'accès à la partie basse du corps du patient est difficile.

Siège arrière situé à côté du matelas coquille à mi hauteur du patient



Respirateur
Seringues
électriques
Bouteille
d'oxygène
Matelas coquille

Figure 43 : Partie arrière de l'hélicoptère du SAMU 87

L'héliSMUR comme tous les véhicules du SAMU contient tout le matériel pour la prise en charge d'un patient grave. En particulier, nous retrouvons le matériel de réanimation en version de transport : scope multiparamétrique (Lifepack 12®), respirateur (Oxylog 3000®), seringue électrique, aspirateur de mucosité, mais aussi les drogues et solutés pouvant être nécessaires durant le transport.

De plus, l'hélicoptère contient deux bouteilles d'oxygène de 5 litres à 200 bars. L'énergie électrique issue de la rotation du moteur de l'appareil, est accessible par l'intermédiaire de prises situées à côté des seringues électriques. Cette énergie n'est délivrée que lors de la rotation du rotor mais évite le transport de batteries qui augmentent le poids, le volume et la dangerosité des équipements transportés (95).

Il est à noter que les prises électriques de l'hélicoptère nécessitent un raccord car celles-ci sont rondes (Figure 44).

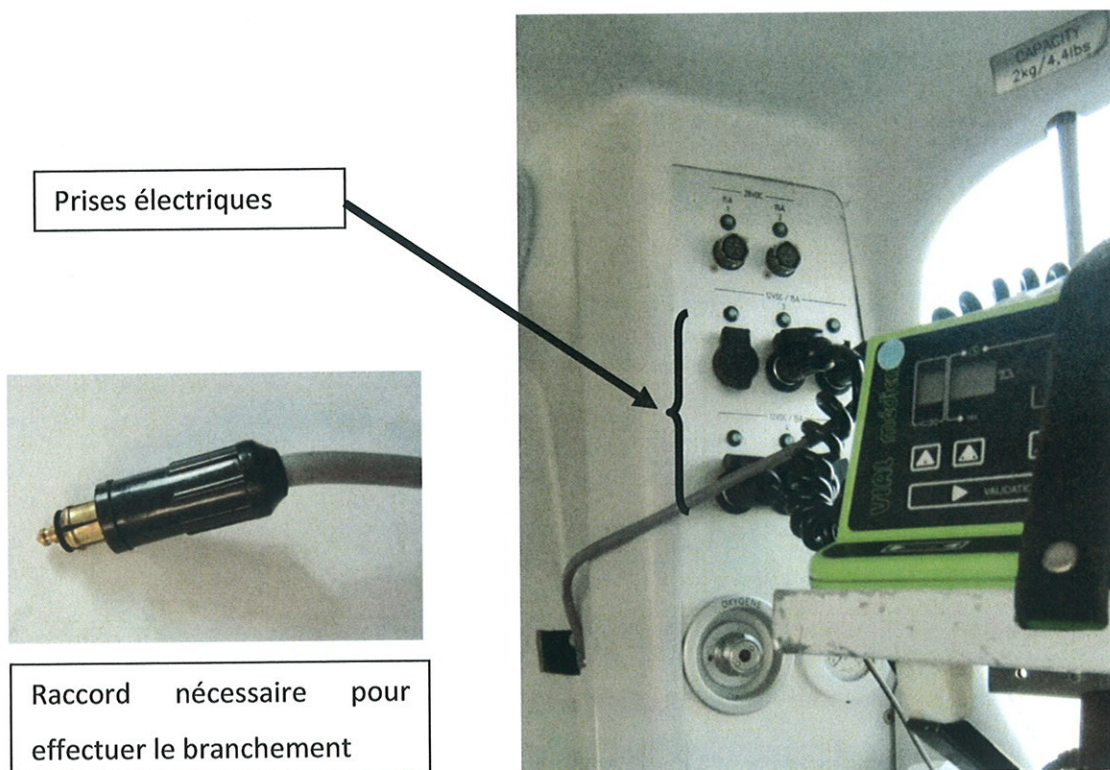


Figure 44 : panneau électrique de l'hélicoptère du SAMU 87 et raccord électrique

(2) Ambulance médicalisée

Le SAMU de Limoges compte deux grandes ambulances médicalisées, la troisième, plus petite, est principalement utilisée pour la néonatalogie (Figure 45). L'avantage majeur de ce moyen de transport est représenté par son volume qui est plus important que celui de l'hélicoptère dans toutes les dimensions : en hauteur, il est possible de s'y tenir debout ; en largeur, un passage le long du brancard permet d'accéder jusqu'aux pieds du patient et enfin en longueur, ce qui laisse la possibilité de rajouter aisément du matériel dans l'enceinte du véhicule.

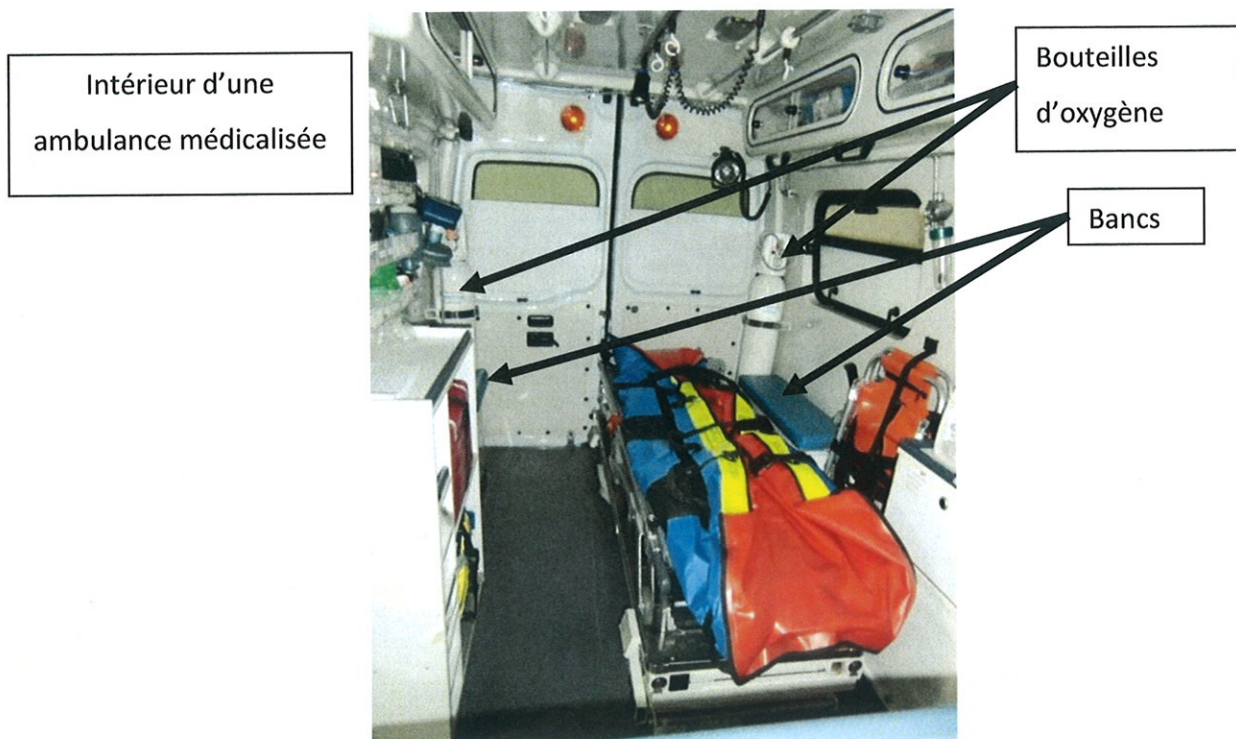


Figure 45 : ambulance du SAMU 87

Pour le confort du transport, les ambulances sont équipées de places assises sous formes de bancs situés de part et d'autre du brancard. Il est à noter que ceux-ci ne sont utilisés qu'en cas de transport de patient stable. Dans le cas contraire l'équipe est debout, prête à agir en cas d'évolution défavorable. Celle-ci est composée au maximum de 3 à 4 personnes en plus du patient selon le modèle de l'ambulance.

Comme dans l'hélicoptère, le patient est installé dans l'ambulance par les portes arrière. Cependant cette manœuvre ne pose aucun problème de position du brancard car l'ouverture de porte mesure 1,80 mètre de hauteur et permet donc aisément la position debout.

De même, tout le matériel nécessaire à la prise en charge simple des patients (détaillé dans le paragraphe précédent) figure dans les ambulances du SAMU. Les différences notables se trouvent au niveau des bouteilles d'oxygène et des prises électriques. Les ambulances sont équipées de bouteilles d'oxygène de 5 litres transportables au chevet du patient, mais aussi de bouteilles fixes de grande taille. Au niveau de l'alimentation électrique, une prise traditionnelle se trouve dans la partie avant de l'habitacle (Figure 46). Cette dernière délivre un courant continu de 12 volts à partir d'une batterie.

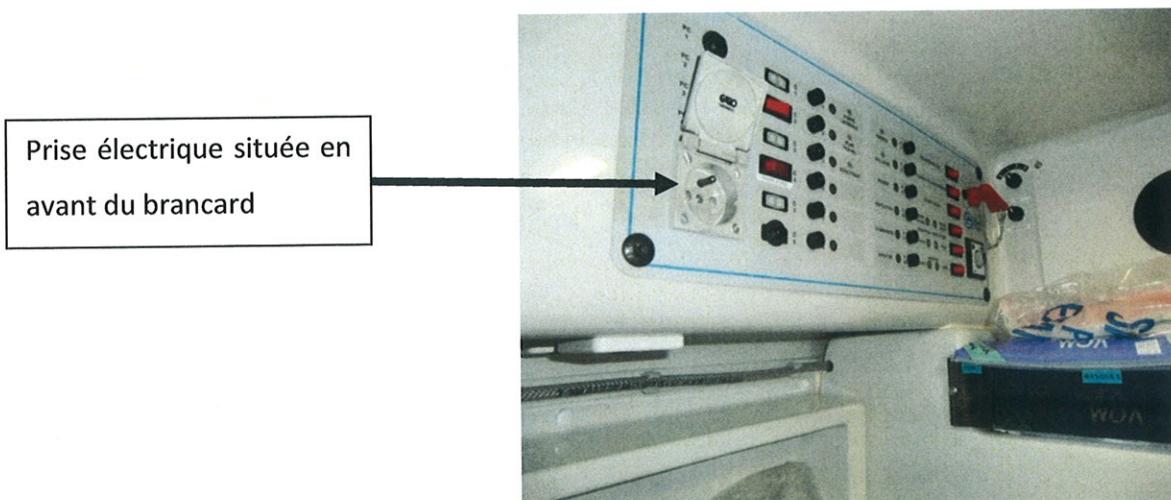


Figure 46 : panneau électrique d'une ambulance du SAMU 87

2. Moyens nécessaires pour la mise en place d'une UMAC

a) *Moyens matériels*

L'organisation d'une UMAC demande une réflexion approfondie sur le matériel et son agencement. En effet, les véhicules du SAMU contiennent le nécessaire à la réanimation conventionnelle mais l'assistance circulatoire est une technique particulière requérant du matériel spécifique. L'équipe d'UMAC doit être la plus autonome possible, en emmenant non seulement la machine d'assistance dans son ensemble mais aussi tout le matériel utile à l'implantation du dispositif (81). Cette attitude permet de limiter la perte de temps lors de la mise en place de celui-ci. Il faut donc mettre en place une « valise d'UMAC » contenant tout ce matériel qui sera préparé à l'avance, toujours dans l'optique de diminuer le temps avant la pose de l'assistance.

Une liste du matériel nécessaire a été mise au point dans le service de chirurgie thoracique et cardiovasculaire de l'hôpital de Limoges. Elle regroupe les canules percutanées veineuses (19 – 21 Fr) et artérielles (17 – 19 Fr), une boîte de chirurgie pour les accès vasculaires périphériques, des champs stériles, des tenues chirurgicales stériles complètes et le matériel consommable comme des compresses, du fil, des seringues. L'équipe a décidé de joindre une deuxième série de canules et un kit d'ECMO supplémentaire pour parer à l'éventualité d'une dysfonction de l'un des systèmes ou un défaut sur une canule.

L'utilisation de l'ECMO en transport nécessite une batterie, celle-ci devant être économisée en branchant l'assistance dès l'arrivée dans le véhicule, car elle fonctionne pendant environ une heure et demie ce qui est un temps relativement court. En cas de dysfonctionnement de cette batterie, il existe une manivelle de secours permettant de maintenir manuellement une activité de la pompe d'ECMO.

b) *Moyens humains*

Nous avons vu précédemment que l'équipe complète d'UMAC était composée au minimum de six personnes : le perfusionniste, le chirurgien vasculaire, son aide, le médecin anesthésiste-réanimateur ou du SAMU et son infirmière intervenant secondairement pour assurer la surveillance lors du transport et le conducteur du véhicule (ambulancier ou pilote de l'hélicoptère).

Pour permettre le transport de l'équipe dans un seul véhicule, une unité minimaliste composée uniquement du conducteur du véhicule, du perfusionniste, du chirurgien vasculaire et d'un aide, peut être envisagée :

- ❖ Première option, « l'aide » fait partie du personnel du service de chirurgie thoracique et cardiovasculaire ; cette dernière sera habituée à la pose du dispositif d'ECMO, ce qui permet une efficacité optimale lors de la mise en place.

Cette hypothèse implique le chirurgien tout au long de la prise en charge, car c'est alors celui-ci qui devra surveiller le patient durant le transport. Il est donc nécessaire de s'assurer de l'accord de tous les chirurgiens faisant partie de cette équipe sur cette activité qu'ils ne pratiquent pas habituellement.

De plus, l'équipe ainsi composée ne comprend aucune personne connaissant bien la composition et la disposition des véhicules du SAMU : ceci peut engendrer un retard de réaction en cas de situation délicate durant le transport.

- ❖ La deuxième option est que « l'aide » fasse partie de l'équipe SMUR. Dans ce cas, nous nous retrouvons dans la situation inverse, le médecin ou l'infirmière du SMUR connaît son matériel et est habitué à la surveillance de patients instables durant les transports mais ne sera pas familiarisé à la procédure de mise en place du dispositif ce qui pourra retarder cette dernière.

F. Discussions

1. Discussion de l'étude

Cette étude a eu pour but d'illustrer l'intérêt de la mise en place d'une unité mobile d'assistance circulatoire au CHU de Limoges.

Elle s'est déroulée sur deux sites, le SAMU de Limoges et le CH de Guéret. Cette organisation permet d'évaluer le recrutement externe du CHU par le biais du SAMU 87 et celui d'un hôpital périphérique de taille moyenne.

	Nombre de lits de l'hôpital	Nombre de lits de court séjour
BRIVE	896	437
GUERET	445	286
ST JUNIEN	370	106
ST YRIEIX LA PERCHE	478	63
TULLE	626	250
USSEL	634	216
LIMOGES	2008	1152

Tableau 8 : Répartition des lits hospitaliers dans la région Limousin

Ce tableau issu des données de juin 2010 de la Fédération Hospitalière de France pour les premiers hôpitaux et « des chiffres clés 2009 » pour le CHU de Limoges, nous montre la répartition des lits d'hospitalisation de courte durée dans la région Limousin (Tableau 8). Celle-ci se divise en deux pôles équivalents : le CHU comptant 1152 places de court séjour et les hôpitaux périphériques de la région regroupant 1358 lits.

Notre observation des services de l'hôpital de Guéret qui, comme le montre le tableau ci-dessus, est dans la moyenne au niveau de la taille des hôpitaux périphériques de la région, permet d'extrapoler au recrutement potentiel sur toute la région Limousin.

a) *Limites de l'étude*

Notre étude est rétrospective : elle est donc uniquement observationnelle.

Les services ne disposant pas des mêmes outils d'archivage, des méthodes de sélection différentes ont été choisies pour inclure les patients.

Le SAMU 87 ne possède pas de dossier informatisé, cependant, le nombre annuel de dossiers autorise une recherche manuelle. Celle-ci a permis de sélectionner de façon exhaustive les défaillances circulatoires.

A l'opposé, au CH de Guéret, en cardiologie, seuls les courriers sont informatisés tandis que la réanimation possède un dossier informatique. Le nombre annuel d'hospitalisations dans ces services rend difficile la recherche manuelle, nous avons donc eu recours au service du DIM pour effectuer la sélection de nos patients. Cette étape supplémentaire permet une recherche par diagnostic et non pas par les drogues administrées durant le séjour. Elle induit un biais de sélection car le choix du diagnostic s'est porté uniquement sur les chocs cardiogéniques.

Le recrutement des patients éligibles est équivalent dans les deux parties de l'étude, avec 33 patients au SAMU et 29 à Guéret. Cependant il faut garder à l'esprit que ces chiffres sont très faibles et ne permettent donc pas de généraliser les données.

b) *Etiologies*

Comme nous l'avons vu dans les indications de l'ECMO, il y a plusieurs pathologies pouvant mener à l'utilisation d'une assistance circulatoire : le choc cardiogénique, la pathologie respiratoire grave et les intoxications médicamenteuses.

Dans notre étude, la pathologie cardiaque est nettement prédominante que ce soit au sein des défaillances circulatoires du SAMU 87 ou des chocs cardiogéniques au CH Guéret.

Cependant, il est à noter que les intoxications médicamenteuses représentent 24 % des patients inclus au SAMU de LIMOGES. Les tentatives d'autolyse de notre étude sont dues à des médicaments cardiotropes à visées cardiaque (β -bloquant) ou psychiatrique. La MEPRONIZINE (association d'acéprométazine et de méprobamate) est responsable de la défaillance circulatoire dans 3 cas sur les 6 inclus.

Sur les deux sites, la pathologie cardiaque la plus fréquemment compliquée de choc cardiogénique est le syndrome coronarien aigu (SCA). Quelques cas de cardiomyopathies dilatées (CMD) et des myocardites sont retrouvées à un moindre degré. Ces résultats sont concordants avec l'étude parisienne présentée dans l'article « Apport de l'Unité Mobile d'Assistance Circulatoire (UMAC) dans les situations hémodynamiques d'urgence extrême (9) » de Alain PAVIE (Figure 47).

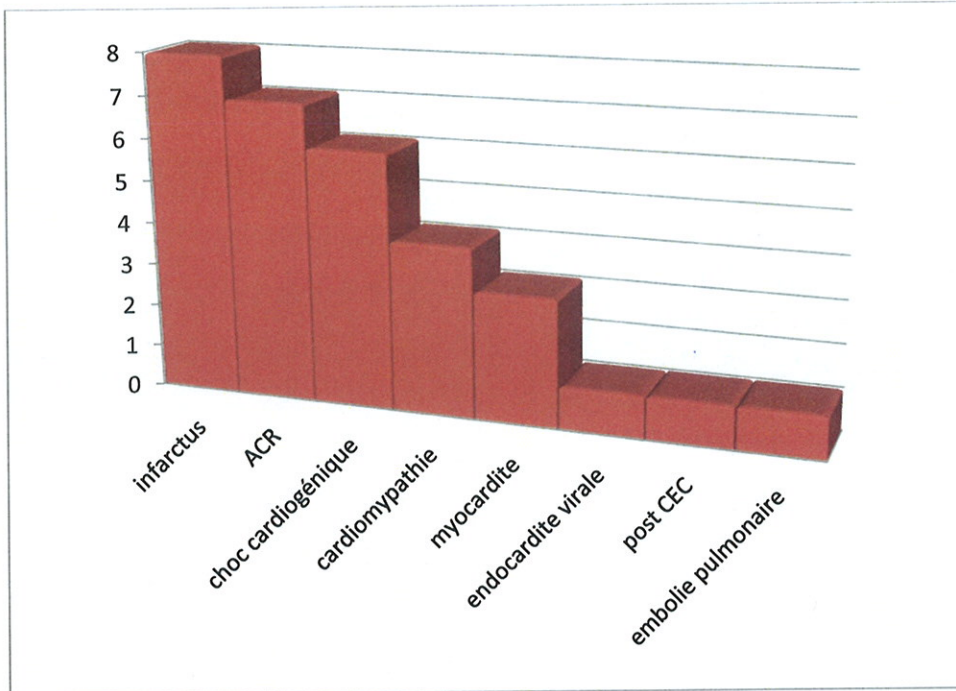


Figure 47 : Indications de l'ECMO chez les patients pris en charge par l'UMAC de La Pitié-Salpêtrière à l'exclusion des intoxications médicamenteuses (9)

c) Répartition des patients

(1) Selon l'âge

Cette étude montre la survenue des chocs cardiogéniques chez des personnes à partir de 50 ans et plus particulièrement de 70 ans. Cet âge relativement élevé, représentait il y a quelques années une contre-indication de la technique. Actuellement, l'indication sera posée en fonction de l'âge physiologique et des comorbidités associées.

A l'opposé, nous avons observé des intoxications médicamenteuses beaucoup plus réparties sur tous les types de tranches d'âge : dans notre étude de 18 à 65 ans.

(2) Selon le sexe

La répartition par sexe est différente dans les deux parties de notre étude. Tandis que les patients de Guéret sont également répartis, sans différence entre les hommes et les femmes, les patients de Limoges présentent de grandes disparités. Cependant celles-ci sont prévisibles, avec une nette prédominance masculine au niveau des pathologies cardiaques, tandis que les intoxications médicamenteuses sont quasi exclusivement féminines.

d) *Distribution dans l'année*

De même la distribution au cours de l'année dépend des pathologies. La pathologie cardiaque se répartit tout au long de l'année que ce soit au CHU ou à Guéret. Le nombre de cas atteint au maximum trois par mois. Concernant la pathologie respiratoire grave, notre étude ne compte pas assez de patients pour pouvoir isoler une variation significative. A l'opposé, au sujet des intoxications médicamenteuses, bien que le nombre de patients soit équivalent à celui de la pathologie respiratoire, nous pouvons distinguer deux pics de fréquence situés en début d'année et en fin de printemps, avant l'arrivée de l'été. Cette répartition est habituelle dans la pathologie dépressive menant aux tentatives d'autolyse.

e) *Comorbidités*

La présence de comorbidités est un élément important lors de la décision de mise en place d'une assistance circulatoire. En effet la présence de celles-ci peut remettre en question l'indication de cette dernière.

Notre étude retrouve une majorité de comorbidités d'origine cardiaque chez les patients atteints de choc cardiogénique, que ce soit au SAMU de Limoges ou au CH GUERET. Cependant, ces comorbidités si elles sont isolées, ne représentent pas systématiquement une contre-indication à la mise en place de l'ECMO car celle-ci peut déboucher sur un traitement de la pathologie cardiaque.

A l'opposé, certaines pathologies comme les néoplasies en cours d'évolution ou les cirrhoses contre-indiquent la mise en place d'une assistance du fait de leur mauvais pronostic à court terme. Cependant ces dernières sont peu représentées au sein de notre étude. En effet, pour les néoplasies, seules deux sur les sept sont évolutives et une cirrhose est retrouvée chez quatre patients sur les soixante-deux patients inclus.

Pour ce qui est du nombre de comorbidités présentées par le même patient, la répartition est différente dans les deux parties de l'étude : au SAMU 87, les patients sont initialement en bonne santé avec dans la majorité des cas soit aucune comorbidité, soit une seule comorbidité pouvant influencer sur l'indication de l'assistance dans 79 % des cas. Les patients de notre étude hospitalisés au CH de Guéret sont plus lourds car nous retrouvons deux comorbidités associées dans 42 % des cas. Cette observation peut être expliquée par l'âge des patients qui est plus élevé au CH de Guéret, en effet, 79 % des patients inclus à Guéret ont plus de 70 ans contre 60 % au SAMU 87.

f) *Evolution des patients*

L'étude ne montre pas de distribution systématisée en fonction de l'âge au niveau de la stabilité hémodynamique ni de la survie.

Une évolution défavorable est constatée chez plus de la moitié des patients, ce qui illustre la gravité de la pathologie prise en charge.

Le taux de décès est équivalent entre le groupe « hémodynamique stable » avec 54 % et le groupe « hémodynamique instable » avec 55 %. Ce qui montre que les critères de décision de mise en place de l'assistance ne doivent pas être exclusivement hémodynamiques et que le recours à l'assistance peut être envisagé chez des patients encore stables sans attendre une dégradation irréversible.

g) *Patients éligibles*

Parmi les patients inclus, il paraît légitime de ne pas proposer la mise en place d'une assistance circulatoire à des patients trop âgés ; la limite des 70 ans souvent proposée semble sévère, elle peut sans doute être repoussée à 75 chez des patients en bonne santé par ailleurs. De plus le recours à une assistance circulatoire n'est envisagé que lorsque le patient présente une instabilité hémodynamique non corrigée par les catécholamines.

Aux vues de ces critères, dans notre étude, nous retenons donc au SAMU 87, treize patients qui auraient été susceptibles de bénéficier de l'ECMO au cours de leur prise en charge, et six hospitalisés au CH de GUERET. Ces indications doivent bien sûr être discutées au cas par cas avec le chirurgien cardiovasculaire en particulier pour les patients souffrant d'une artériopathie oblitérante des membres inférieurs. Ce qui fait un total de vingt-neuf patients, sur les deux années sur nos deux sites d'étude, qui auraient pu profiter de l'assistance circulatoire, si l'UMAC avait été fonctionnelle.

Cette étude a mis en évidence l'existence, en région Limousin, de patients jeunes présentant des chocs cardiogéniques et qui pourraient bénéficier de la technologie de l'ECMO. Ces cas sont répartis tant géographiquement que dans le temps ce qui permettrait à une équipe de petite taille d'assurer leur prise en charge optimale.

2. Discussion de la faisabilité

La mise en place de l'unité mobile d'assistance circulatoire sur Limoges est évoquée depuis quelque temps. Une proposition de convention de travail collectif a été élaborée entre les services de chirurgie thoracique et cardio-vasculaire et le SAMU du CHU de Limoges et les principaux hôpitaux périphériques de la région, mais non diffusée.

Cette unité s'envisage uniquement dans un centre ayant la compétence de mise en place et de surveillance des ECMO. Cette condition est parfaitement remplie car nous avons vu qu'il existe au CHU de Limoges un service de chirurgie thoracique et cardiovasculaire dont les praticiens ont les compétences nécessaires pour la prise en charge des ECMO, des assistances circulatoires mécaniques de longue durée et des transplantations cardiaques.

a) *Organisation matérielle*

Cette organisation ne présente pas de difficulté matérielle : elle ne requiert pas d'achat de nouvel équipement car le service de chirurgie thoracique et cardiovasculaire possède plusieurs machines d'ECMO pouvant être mobilisées et le SAMU a les véhicules pouvant déplacer les équipes.

Nous retrouvons dans la littérature la notion indispensable d'autonomie de l'équipe avec une liste de matériel (Figure 48) nécessaire à la canulation chirurgicale équivalente à celle existant dans le service de chirurgie thoracique et cardiovasculaire du CHU de Limoges en dehors du matériel de décanulation cité dans la figure 48.

Figure 48 : Liste du matériel nécessaire à la canulation chirurgicale (96)

Matériel nécessaire à la canulation chirurgicale

- Un paquet de grands champs (trousse universelle de bloc)
- 10 à 20 paquets de compresses avec double emballage
- Un système d'aspiration complet (bocal, poche réceptacle, stop-vide, canule d'aspiration)
- Un paquet de masques THF, cagoules, surchaussures, gants stériles
- Trois casques chirurgicales stériles
- Une boîte à instruments pour canulation périphérique vérifiée
- Un bistouri électrique, pièce à main et plaque neutre vérifiés (la plaque neutre doit être installée avant la mise en place des champs opératoires)
- Deux scalpels n° 11 ou 23 selon l'opérateur
- Deux poches de sérum physiologique
- Deux seringues de 50 ml à gros embout pour la purge des canules
- Différents types de fils pour suture : Prolène® 6/0 et 5/0, Éthylon™ 2/0, Vicryl® 2/0, Mersuture® 1/0
- Deux dilateurs type PickV™ pour faciliter l'insertion des canules
- Une canule artérielle de diamètre interne entre 15 et 21 FR
- Une canule veineuse de diamètre interne entre 29/30 ou 30/33 FR
- Un kit de cathéter de reperfusion du membre canulé (cathéter artériel de 17–20 cm de longueur et de 1,7 mm de diamètre)
- Trois pansements de type américain
- Un grand pansement occlusif type Opsite™

Matériel nécessaire à la décanulation chirurgicale

- Un système d'aspiration complet
- Un kit de décanulation complet
- Une boîte d'instruments vérifiée
- Différents fils de suture : Prolène® 6/0, Vicryl® 2/0, Éthylon™ 2/0, Mersuture® 1/0
- Redons et système de drainage

Le fonctionnement de l'ECMO nécessite un apport constant d'oxygène avec un débit adapté au patient, pouvant atteindre 7 l / min (96). Celui-ci est issu lors du transport de bouteilles d'oxygène. Il sera nécessaire avant le départ de l'unité de s'assurer de la disponibilité d'un volume suffisant de gaz sachant que les patients bénéficiant de l'UMAC sont intubés et ventilés ce qui engendre l'utilisation de deux bouteilles de façon concomitante. Une bouteille d'oxygène de 5 litres à 200 bars permet de délivrer un débit de 7 l / min d'oxygène pendant plus de deux heures, ce qui permet un transport dans la région avec une seule bouteille.

Pour permettre le transport du matériel d'ECMO sans danger, il est obligatoire de mettre en place des systèmes de contention adaptés (Figure 49) (79). En effet, la mobilité potentielle du dispositif d'assistance est un danger pour le patient car il augmente le risque de désadaptation des canules (plicature ou déplacement) mais aussi pour le personnel en cas d'accident ou de freinage brutal et pour le dispositif lui-même qui pourrait être endommagé par un choc.

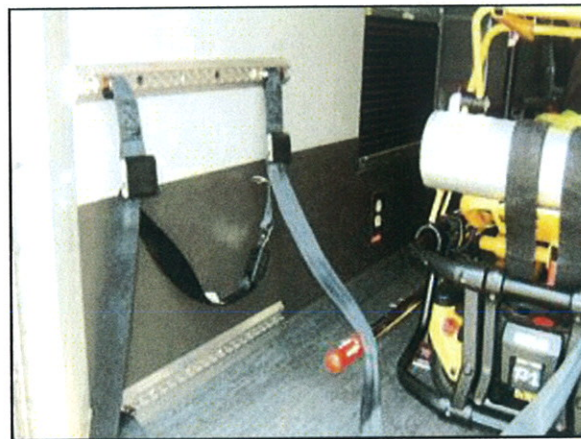


Figure 49 : Systèmes de contentions adaptés à la machine d'ECMO (79)

b) *Organisation humaine*

Cette partie est moins aisée que l'organisation matérielle : l'unité mobile requiert la présence des personnels de chirurgie cardiovasculaire et du SAMU.

Pour ces derniers, il y a deux équipes de garde sur place. En dehors de cas où les deux équipes sont occupées, leur disponibilité est quasi immédiate.

Le personnel de chirurgie quant à lui est d'astreinte à domicile, ce qui le rend plus lent à intervenir. Le problème le plus difficile se situe dans le fait qu'il n'y ait qu'une seule ligne d'astreinte, ce qui signifie que dans le cas de l'intervention de l'UMAC, l'hôpital se retrouve sans équipe : il n'y a plus ni chirurgien ni perfusionniste disponibles pour une éventuelle intervention thoracique ou cardiovasculaire. Or les patients nécessitant une intervention de ce type en urgence, ne peuvent en général pas attendre le retour de l'équipe mobile. Il faut donc envisager la pertinence de mettre en place une seconde ligne d'astreinte du fait de l'éloignement de l'équipe mobile pendant plusieurs heures (78). Cette hypothèse engage des frais supplémentaires pour l'hôpital. Mais il faut savoir que la prise en charge précoce devrait permettre de réaliser des économies sur les hospitalisations des patients en insuffisance cardiaque terminale (17).

c) *Choix du moyen de transport*

Nous avons vu dans les chapitres précédents, que le transport de l'unité mobile peut s'envisager aussi bien par moyen terrestre qu'aérien et que ces deux moyens sont à disposition au sein du SAMU 87.

Le choix du type de transport suivra plusieurs critères. Les deux éléments majeurs orientant ce choix sont : le temps de trajet et la facilité d'utilisation selon le moyen de transport utilisé.

(1) Le temps d'intervention

Le temps nécessaire à l'acheminement de l'équipe auprès du patient est un point capital. En effet, la décision de mise en place d'une ECMO déclenche une course contre la montre pour éviter une poursuite de la dégradation de l'état du patient, menant à une situation irréversible.

Celui-ci comporte deux variables : le temps nécessaire à la préparation du matériel et de l'équipe qui est relativement stable et le temps de transport proprement dit dépendant d'une part la destination et d'autre part du moyen de transport utilisé.

1. Temps de préparation

(i) Rassemblement de l'équipe

Ce temps nécessite d'abord le rassemblement de l'équipe d'UMAC : le personnel du SAMU est de garde sur place, il est donc disponible immédiatement sauf si les deux équipes sont engagées sur des interventions. A l'opposé, nous avons vu précédemment que le personnel de chirurgie vasculaire est d'astreinte à domicile, il faut donc prévoir le temps d'effectuer le trajet domicile – CHU.

La première activité du personnel de chirurgie thoracique et cardiovasculaire à l'arrivée au CHU sera un changement de la tenue civile vers la tenue hospitalière. En effet, la pose d'une ECMO est une activité qui d'une part est invasive donc doit bénéficier des

mesures d'asepsie rigoureuse, d'autre part, elle implique la manipulation de sang, et n'est donc pas envisageable avec les vêtements personnels. De plus, le perfusionniste doit aller chercher le matériel d'ECMO au bloc opératoire, ce qui ne peut se faire qu'en tenue spécifique.

Les questions restant encore à débattre sont : où se change le personnel de l'équipe et quelle est la tenue préconisée? Le vestiaire peut être envisagé soit au sein du SAMU, soit au niveau de celui du bloc opératoire. Cependant, il faut prendre en compte la situation des deux services : le bloc opératoire est situé au cœur de l'hôpital tandis que la SAMU est à sa porte. L'aller-retour au bloc opératoire prend nécessairement quelques minutes. Quel que soit le lieu choisi, il faudra tenir à disposition du personnel de l'équipe des casiers avec cadenas pour entreposer leurs effets personnels en sûreté.

Pour les tenues, le choix s'effectuera entre celles du SAMU et celle du bloc opératoire. Ces dernières plus adaptées lors de mise en place de l'assistance, ne sont pas conçues pour un usage extérieur, en particulier par temps froid ou humide.

(ii) Préparation du matériel

Le matériel d'ECMO comprenant le système en lui-même et les éléments nécessaires à sa pose, sont acheminés du bloc opératoire jusqu'à l'entrée des urgences, pour être installés à bord d'une ambulance soit pour partir avec ce moyen de transport, soit pour transiter jusqu'à l'héliport situé 500 mètres plus loin. Dans le cas du transport hélicoptéré, il faut installer le matériel à bord de l'hélicoptère, cette manipulation supplémentaire augmente donc le temps de trajet.

2. Temps de trajet

En second lieu, nous allons envisager le temps de parcours nécessaire pour rejoindre les hôpitaux de la région selon le moyen de transport.

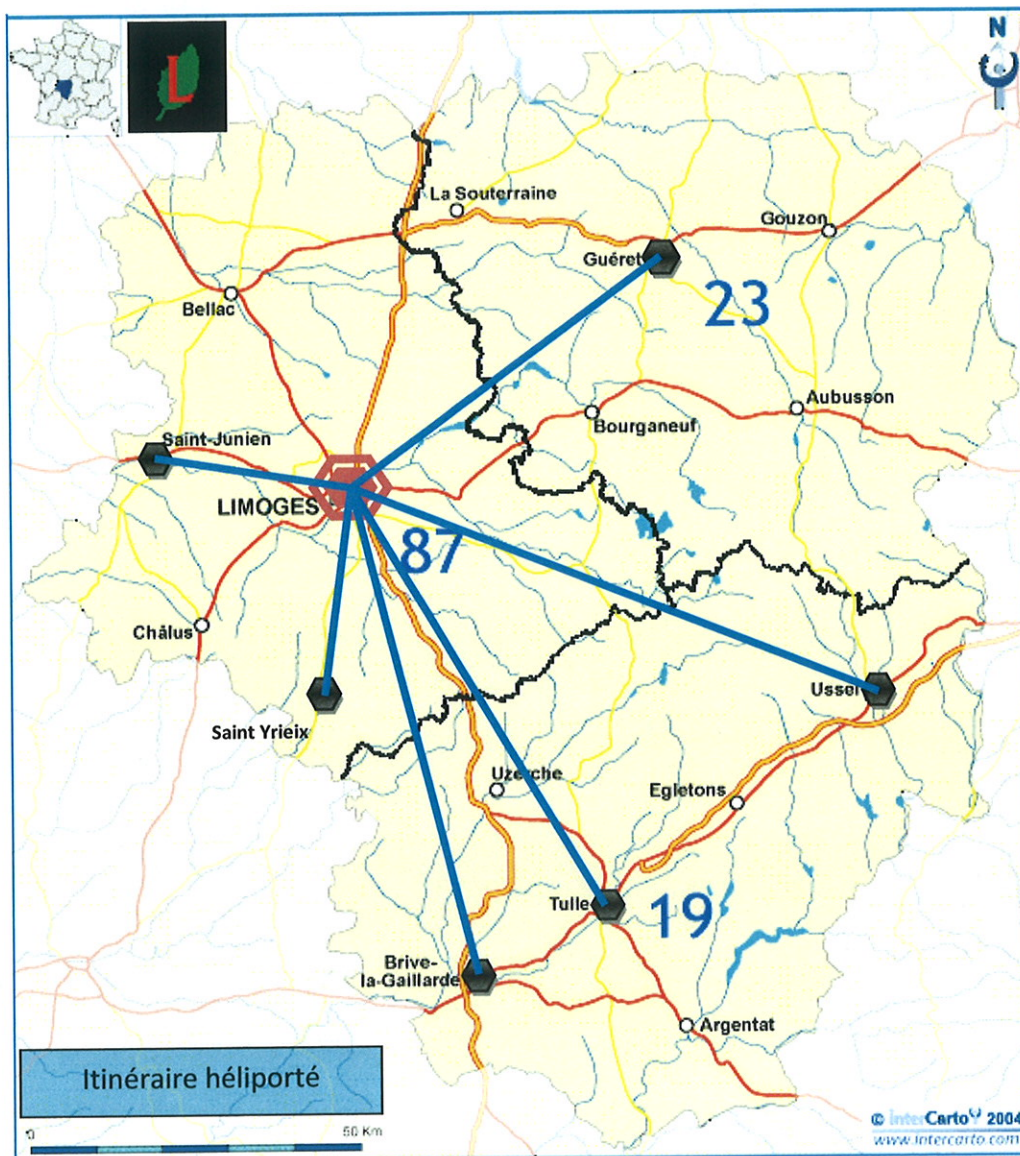


Figure 50 : Itinéraires hélicoptérés entre le CHU et les hôpitaux périphériques en Limousin

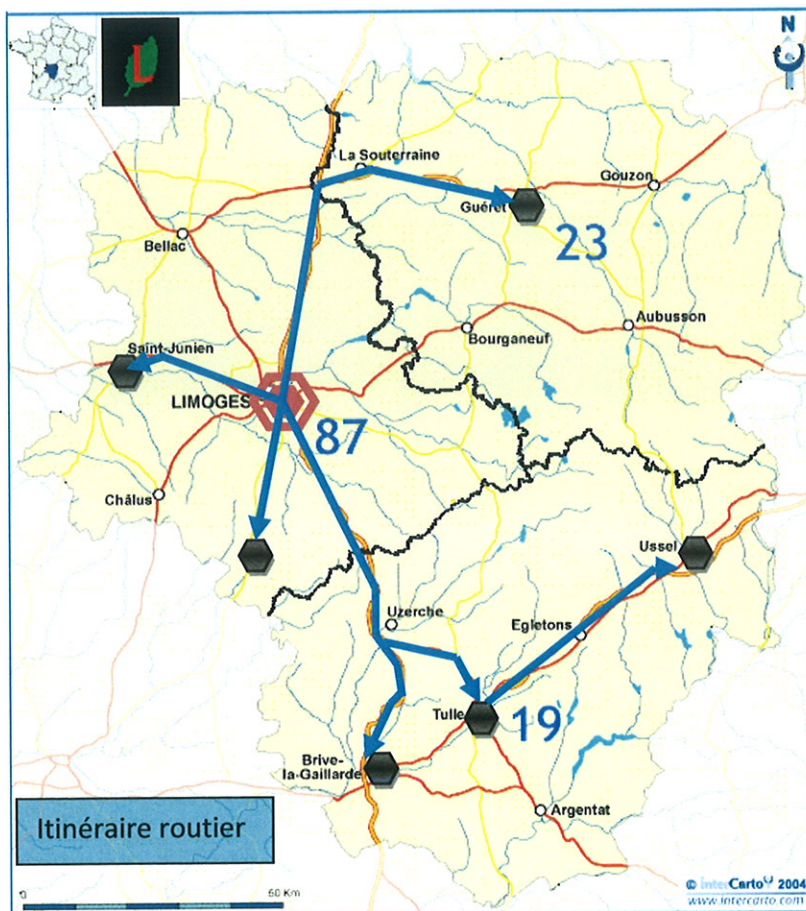


Figure 51 : Itinéraires routiers entre le CHU et les hôpitaux périphériques en Limousin

Ces cartes (Figures 50 et 51) permettent de comparer les trajets suivis par l'hélicoptère qui sont directs, à ceux empruntés par les ambulances, qui sont préférentiellement les grands axes routiers, autoroutes ou voies rapides. En effet, ces trajets bien que plus longs sur le plan de la distance parcourue, sont plus rapides que les routes directes de campagne.

	Distance par la route	Ambulance	HéliSMUR
ST JUNIEN	32 km	20 minutes	10 minutes
ST YRIEIX LA PERCHE	42 km	25 minutes	10 minutes
TULLE	88 km	45 minutes	20 minutes
GUERET	93 km	50 minutes	20 minutes
BRIVE	93 km	50 minutes	30 minutes
USSEL	149 km	75 minutes	26 minutes

Tableau 9 : Distance et temps de trajet entre le CHU et les hôpitaux périphériques en Limousin

Ce tableau nous montre des temps de trajet très inférieurs par moyen hélicoptéré (Tableau 9). Cependant, il ne faut pas oublier que ce moyen de transport implique un temps de préparation supérieur à celui de l'ambulance, car le matériel est installé dans un premier temps dans un véhicule terrestre pour être acheminé vers l'héliport ; il est alors transféré de l'ambulance à l'hélicoptère ; puis l'opération inverse est effectuée au niveau de l'hôpital où l'implantation va avoir lieu. Ce temps de manutention s'élève à plusieurs minutes ce qui peut égaliser les temps de trajet par les voies terrestre et aérienne et faire utiliser une ambulance pour l'acheminement de l'équipe auprès du patient, en particulier pour les hôpitaux les plus proches comme St Junien voire St Yrieix.

(2) Le moyen de transport

(a) L'hélicoptère

Le transport hélicoptéré est un choix séduisant. Ce moyen permet un acheminement rapide de l'équipe auprès du patient. Il n'est pas tributaire du trafic ni du tracé des grands axes routiers qui nous l'avons vu sur la carte présentée dans le chapitre précédent, n'est pas toujours direct. De plus, l'hélicoptère étant réservé à l'usage du SAMU 87, il est disponible pour ce service 24h / 24 et le transport aérien n'engendre aucun surcoût contrairement à ce qui est rapporté dans des pays comme l'Angleterre où les transferts aériens sont effectués grâce aux appareils de la Royal Air Force (97).

Cependant, il faut garder à l'esprit que son utilisation dépend de la météo en particulier dans notre région qui présente du relief : le trajet pour se rendre à Guéret passe au dessus des monts d'Ambazac. Or cette zone est fréquemment recouverte de brouillard ce qui interdit le passage hélicoptéré.

De plus, nous avons vu que l'hélicoptère du SAMU 87, contrairement à celui utilisé par d'autres unités mobiles comme celle de Marseille, est de petite taille ce qui pose des problèmes logistiques.

L'hélicoptère ne comportant que quatre places, il est donc nécessaire de faire un choix au niveau de l'équipe transportée par ce moyen.

L'autre difficulté rencontrée lors du transport hélicoptéré dans l'EC 135 du SAMU de LIMOGES, reste l'accessibilité au patient et au dispositif d'ECMO : en effet celle-ci est très limitée lorsque le patient est conditionné et installé dans l'hélicoptère.

Le positionnement de l'assistance sur une tablette au dessus des jambes du patient n'est pas envisageable pour deux raisons : d'abord la hauteur du plafond qui va en s'amenuisant vers la queue de l'appareil pour atteindre 75 cm dont environ 50 cm au dessus du brancard ; d'autre part les jambes du patient sont situées en arrière du siège ce qui limite la surveillance et empêche toute manipulation de la machine.

La seule position restant envisageable pour le dispositif d'assistance circulatoire est à la tête du patient, derrière le siège du passager avant (Figure 52). Cette disposition permet une surveillance et une intervention sur l'appareil, mais nécessite l'utilisation de lignes artérielles et veineuses suffisamment longues pour aller au delà de la tête du patient sans risquer une plicature de celles-ci.



Figure 52 : Localisation envisageable pour le dispositif d'ECMO dans l'hélicoptère du SAMU 87

Cette position du dispositif complique l'installation du patient par l'arrière du véhicule : dans ce cas, il est nécessaire de positionner l'ECMO, à la tête du patient, puis de faire glisser le brancard et l'assistance circulatoire de façon conjointe pour éviter tout risque de débranchement. Lors de la translation du patient sur les rails de la cabine de l'hélicoptère, il

faut s'assurer que les multiples appareils (ECMO, scope, pousse seringue et respirateur) suivent le même mouvement. Or le passage par le tunnel du fond du véhicule rend particulièrement délicate cette manœuvre.

La possibilité de faire rentrer le patient par la porte latérale peut être une solution à cette difficulté (Figure 53). Cette manœuvre n'est utilisée habituellement que dans des cas particuliers où le patient ne peut supporter même quelques instants la position allongée. En effet, celle-ci implique de dégager toute la partie située derrière le siège passager avant pour laisser passer le brancard. Le patient sera alors rentré les pieds les premiers, suivi dans le même mouvement, des différentes machines dont l'ECMO qui viendront se positionner dans la partie ainsi dégagée.

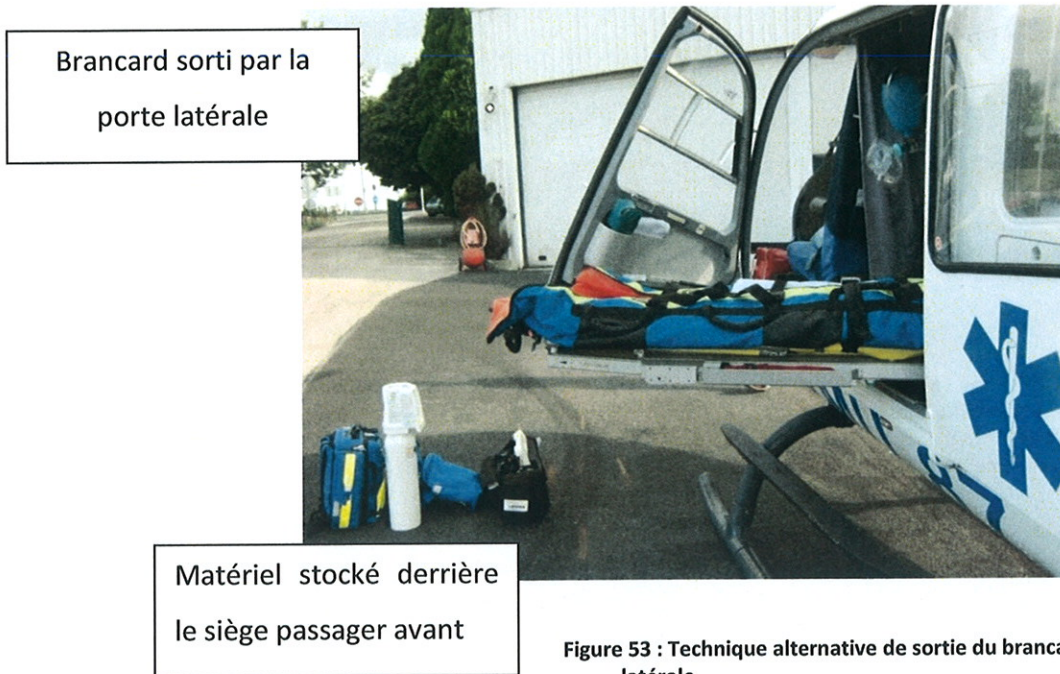


Figure 53 : Technique alternative de sortie du brancard par la porte latérale

(b) L'ambulance

Bien que ce moyen soit plus lent, le transport en ambulance médicalisée semble plus adapté que le transfert hélicoptéré. Le volume à disposition de l'équipe est plus important autorisant la station debout durant le transport. Ceci permet d'assurer une surveillance rapprochée du patient et du dispositif d'ECMO et éventuellement d'agir en cas de dysfonctionnement de l'assistance. L'intervention est beaucoup plus aisée dans ce type de véhicule, car contrairement à l'hélicoptère le patient est accessible dans son ensemble.

De plus, la hauteur du véhicule permet d'envisager de poser le dispositif d'ECMO sur une tablette disposée au dessus du brancard. Ceci permet de gagner de la place en positionnant les appareils les uns au dessus des autres, mais surtout, cela diminue considérablement le risque de déconnection des canules car le patient et la machine sont solidaires dans tout mouvement.

Il est plus aisé de réaliser une action lors d'un voyage terrestre, d'abord comme nous l'avons vu du fait de l'accessibilité du patient lors du transport, mais aussi parce qu'un arrêt au bord de la route est beaucoup plus aisé qu'un atterrissage d'urgence.

Pour minimiser le temps de transport vers le centre de référence et les à-coups dus au freinage de l'ambulance dans la circulation urbaine, le recours à une escorte de type police ou gendarmerie pourra être envisagée (93).

Ces considérations pratiques encouragent à envisager des moyens de transports différents selon le lieu d'intervention et sa distance par rapport au CHU, mais aussi un éventuel changement de moyen de transport au cours de la sortie : le transport de l'équipe vers le patient doit être le plus rapide possible pour raccourcir le temps précédant la mise en place de l'ECMO, dans ce cas l'hélicoptère pourra être le moyen à privilégier. Au contraire, lors du retour vers le CHU, le transport routier pourra être préféré. En effet, le patient étant stabilisé par la mise en place de l'assistance, il n'y a pas d'urgence à le rapatrier et nous avons vu que l'ambulance présentait de nombreux avantages que ce soit en termes d'espace ou d'accessibilité au patient.

Conclusion

L'assistance circulatoire, en particulier l'ECMO, est une technique en pleine expansion. Les améliorations technologiques et la miniaturisation des appareils permettent un élargissement des indications et le transport des patients sous assistance.

Un réseau national se constitue progressivement, grâce à l'investissement de nombreuses équipes expérimentées. La création récente d'UMAC, permettant le rapatriement vers un centre de référence de patients stabilisés par l'assistance, améliore la couverture du territoire français en atténuant les disparités géographiques.

Ce réseau nécessite la collaboration étroite entre les différents services de l'hôpital de référence et des hôpitaux périphériques, pour la prise en charge en un temps optimal de patients sélectionnés de façon stricte afin de réserver cette thérapeutique d'exception à des cas appropriés.

Bien que la mise en place d'une unité mobile à Limoges demande un investissement humain et financier important, elle permettrait d'offrir un espoir de survie aux jeunes patients de la région en défaillance cardiorespiratoire réfractaire.

Bibliographie

1. **BASTIEN O., FLAMENS C.L.** *Assistance Circulatoire*. Société Française d'Anesthésie Réanimation. 2004. pp. 467-475, Conférence d'actualisation.
2. **FAY A-F., EDLINGER C., VONGMANY N., et al.** Classification et indications des dispositifs d'assistance cardiaque mécanique. 2004, Vol. 25, 6, pp. 346-354.
3. **GERARD J.-L., LEHOUX P., et LEPAGE O.** *Intoxications graves par les cardiotropes*. Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. 2002. pp. 555-571, Conférence d'actualisation.
4. **STALEY L., DOBBERPUHL J., PIERCE C., et al.** Bridge to decision : SWAT team approach used by Mayo Clinic Arizona's cardiac transport team. *Progress in Transplantation*. 2010, Vol. 20, 2, pp. 118-124.
5. **TROST J., et HILLIS D.** Intra-Aortic Balloon Counterpulsation. *American Journal of Cardiology*. 2006, Vol. 97, 9, pp. 1391-1398.
6. **CHANTRE C.** Procédure de mise en route et surveillance de la contreimpulsion intra-aortique. [En ligne] Réanimation d'Annecy. [Citation : 2010 septembre 09.] <http://reaannecy.free.fr/cpia.htm>.
7. **BLAYAC D., BONNET M., et KERBAUL F.** *Assistances circulatoires percutanées*. 2008. pp. 145-162, Conférence d'actualisation.
8. **PULEY G., et HUTCHISON S.** La contreimpulsion par ballonnet intra-aortique dans les unités de soins intensifs. *Cardiologie*. 2000, Vol. 5, 7.
9. **PAVIE A., LEPRINCE P., BONNET N., et al.** Apport de l'Unité Mobile d'Assistance Circulatoire (UMAC) dans les situations hémodynamiques d'urgence extrême. 2006, Vol. 5, 3, pp. 56-63.

10. SAUREN L., REEKSINK K., SELDER J., et al. The acute effects of intra-aortic balloon counterpulsation during extra corporeal life support : an experimental study. *Artificial Organs*. 2007, Vol. 31, 1, pp. 31-38.
11. LEE M., et MAKKAR R. Percutaneous Left Ventricular Support Devices. *Cardiology Clinics*. 2006, Vol. 24, pp. 265-275.
12. SANTA-CRUZ R., MAURICIO C., et OHMAN M. Aortic counterpulsation : a review of the hemodynamic effects and indications for use. *Catheterization and cardiovascular interventions*. 2006, Vol. 67, 1, pp. 68-77.
13. *Intérêt et faisabilité du concept de contrepulsion intra-aortique déportée*. DUBIEN P., GUEUGNIAUD P., et GUILLERM A. PARIS : s.n., 2010. 4 ème congrès de médecine d'urgence.
14. ARIETI M., PESARINI G., RIBICHINI F. Percutaneous Impella Recover circulatory support in high-risk coronary angioplasty. 2008, Vol. 9, 4, pp. 269-274.
15. JURMANN M., SINIAWSKI H., ERB M., et al. Initial Experience With Miniature Axial Flow Ventricular Assist Devices for Postcardiotomy Heart Failure. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2004, Vol. 77, 5, pp. 1642-1647.
16. SIEGENTHALER M., BREHM K., STRECKER T., et al. The impella recover microaxial left ventricular assist device reduces mortality for postcardiotomy failure : a three-center experience. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2004, Vol. 127, 3, pp. 812-822.
17. PAVIE A., BONNET N., BARREDA T., et al. Nouveautés en assistance circulatoire mécanique. *e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie*. 2007, Vol. 6, 3, pp. 76-80.
18. VLASSELAERS D., DESMET M., DESMET L. et al. Ventricular unloading with a miniature axial flow pump in combination with extracorporeal membrane oxygenation. *Intensive Care Medicine*. 2006, Vol. 32, 2, pp. 329-333.

19. **CATENA E., PAINO R., MILAZZO F., et al.** Mechanical Circulatory Support for patient with fulminant myocarditis : the role of echocardiography to address diagnosis, choice of device, management, and recovery. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia*. 2009, Vol. 23, 1, pp. 87-94.
20. **CEDIT, Comité d'Evaluation et de Diffusion des Innovations Technologiques.** *Dispositifs d'assistance cardiaque mécanique*. 2004. recommandation. consulté le 09/09/10.
21. **VINCENT B., GAUTHIER-LHERMITE I.** Epuration extra corporelle de gaz carbonique [CO₂] par voie veineuse, par 24 heures ; par voie veinoartérielle, par 24 heures. *HAS*. [En ligne] 2006. [Citation : 09 septembre 2010.] www.has-santé.fr.
22. **PERIS A., CIANCHI G., BONIZZOLI M., et al.** Extracorporeal life support for management of refractory cardiac or respiratory failure : initial experience in a tertiary centre. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2010, Vol. 18, 28.
23. **HUANG S.-C., CHEN Y.-S., SHU J., et al.** Out-of-center Extracorporeal Membrane Oxygenation for Adult Cardiogenic Shock Patients. *Artificial Organs*. 2006, Vol. 30, 1, pp. 24-28.
24. **COMBES A., LEPRINCE P., CHOSSAT R.** Machines d'assistance circulatoire : indications, complications et perspectives d'avenir. 2004, Vol. 13, 2, pp. 103-111.
25. *Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO)*. **CALDERON J.** PESSAC : s.n., 2005. 14èmes journées d'Anesthésie-Réanimation chirurgicale d'Aquitaine (JARCA).
26. **MOORE S.** Hollow Fiber Membranes. [En ligne] 2004. [Citation : 09 septembre 2010.] www.gewater.com.
27. Biocompatible Surfaces. *MEDTRONIC*. [En ligne] [Citation : 09 septembre 2010.] <http://www.perfusion.medtronic.com/bloodmanagement/heparin-biosurfaces.html#trillium>.

28. **MANZON C., BARDOT O., MORONVAL F., et al.** Circulations extracorporelles d'assistance respiratoire en réanimation chez l'adulte. *Réanimation*. 2009, Vol. 18, 5, pp. 439-444.
29. **LEPRINCE P., COMBES A., BONNET N., et al.** Circulatory support for fulminant myocarditis : consideration for implantation, weaning and explantation. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2003, Vol. 24, 3, pp. 399-403.
30. Evaluation de l'assistance circulatoire mécanique. HAS. [En ligne] Janvier 2008. [Citation : 2010 Septembre 16.] http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/synthese_assistance_ventriculaire.pdf.
31. *Assistance circulatoire périphérique au cours des intoxications aiguës par cardiotropes.* **MEGARBANE B., DEYE N., et BAUD F.-J.** Paris : s.n., 2008. Urgences. pp. 251-260.
32. **ARLT M., PHILIPP A., ZIMMERMANN M., et al.** Emergency Use of Extracorporeal Membrane Oxygenation in Cardiopulmonary Failure. *Artificial Organs*. 2009, Vol. 33, 9, pp. 696-703.
33. **COMBES A., LEPRINCE P., LUYT C.-E., et al.** Assistance cardiorespiratoire par extracorporeal membrane oxygenation (ECMO). *Réanimation*. 2009, Vol. 18, 5, pp. 420-427.
34. **SANSONE F., CAMPANELLA A., et RINALDI M.** Extracorporeal membrane oxygenation as a "bridge to recovery" in a case of myotomy for myocardial bridge complicated by biventricular dysfunction. *Artificial organs*. 2010, Vol. 13, 2, pp. 97-100.
35. **LITZER P.-Y., TABLEY A., et BOUCHART F.** Indications et modalités de l'assistance circulatoire en 2005, acharnement thérapeutique ou bien perspective qui nous concerne tous ! [En ligne] 2005. [Citation : 09 septembre 2010.] www.chu-rouen.fr.
36. **BOUGHALEM K., et TEIGER E.** L'assistance circulatoire en salle de cathéterisme. *Annales de Cardiologie et d'angéiologie*. 2007, Vol. 56, 6, pp. 257-262.

37. **BRUNET D., ELTCHANINOFF H., KERKENI M., et al.** Mechanical circulatory assistance in myocardial infarction with refractory shock : clinical experience in 10 patients at a teaching hospital in Rouen. *Archives of Cardiovascular Diseases*. Elsevier Masson, 2008, Vol. 101, 1, pp. 30-34.
38. **VANZETTO G., ARKET C., BACH V., et al.** Assistance circulatoire extracorporelle percutanée dans les défaillances hémodynamiques aiguës graves : Expérience monocentrique chez 100 patients consécutifs. *Canadian journal of cardiology*. 2009, Vol. 25, 6, pp. 179-186.
39. **GRINDA J.-M., CHEVALIER P., D'ATTELIS N., et al.** Fulminant myocarditis in adults and children : bi-ventricular assist device for recovery. *European journal of cardio-thoracic surgery*. 2010, Vol. 26, 6, pp. 1169-1173.
40. **BELLE C., AMIEL J.-B., LE GUYADER A., et al.** Myocardites fulminantes : intérêt de l'assistance circulatoire temporaire. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*. 2008, Vol. 27, 11, pp. 953-956.
41. **MAGNANI J., et DEC G.** Myocarditis : Current Trends in Diagnosis and Treatment. *Circulation*. 2006, Vol. 113, 6, pp. 876-890.
42. **ASAUMI Y., YASUDA., MORII I., et al.** Favourable clinical outcome in patient with cardiogenic shock due to fulminant myocarditis supported by percutaneous extracorporeal membrane oxygenation. *European Heart Journal*. 2005, Vol. 26, 20, pp. 2185-2192.
43. *Assistance circulatoire au cours des intoxications par cardiotropes.* **MEGARBANE B., et BAUD F.** Angers : s.n., 2006. 44^e congrès national de la société de toxicologie clinique.
44. **BAUD F., MEGARBANE B., DEYE N., et al.** Clinical review : Aggressive management and extracorporeal support for drug-induced cardiotoxicity. *Critical Care*. 2007, Vol. 11, 2, pp. 207-215.

45. *Choc et hypothermie par intoxication grave au méprobamate : intérêt de l'assistance circulatoire.* **SARGENTINI C., SUBAYI J.-B., SOUDAY V., et al.** Angers : s.n., 2006. 44° congrès de toxicologie clinique.
46. **MEGARBANE B., et BAUD F.** Intoxication par inhibiteur calcique : une intoxication sévère avec des traitements spécifiques en cours de développement. *Urgence Pratique.* 2008, Vol. 86, pp. 5-10.
47. *Effects cardio-vasculaires des intoxications médicamenteuses.* **DUCROS L., LAPOSTOLLE F., et MEGARBANE B.** PARIS : s.n., 2009. Congrès de la société Française de médecine d'Urgence.
48. **NICHOL G., KARMY-JONES R., SALERNO C., et al.** Systematic review of percutaneous cardiopulmonary bypass for cardiac arrest or cardiogenic shock states. *Resuscitation.* 2006, Vol. 70, 3, pp. 381-394.
49. **MEGARBANE B., LEPRINCE P., DEYE N., et al.** Emergency feasibility in medical intensive care unit of extracorporeal life support for refractory cardiac arrest. *Intensive Care.* 2007, Vol. 33, 5, pp. 758-764.
50. **MASSETTI M., TASLE M., LE PAGE O., et al.** Back from irreversibility : Extracorporeal Life Support for Prolonged Cardiac Arrest. *The Annales of Thoracic Surgery.* 2005, Vol. 79, 1, pp. 183-184.
51. **DAVID J.-S., et GUEUGNIAUD P.-Y.** Pourquoi la réanimation cardiopulmonaire a-t-elle changé récemment ? *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation.* 2007, Vol. 26, 12, pp. 1045-1055.
52. **LAFFORGUE E., SLETH J.-C., PLUSKWA F., et al.** Choc peranesthésique d'étiologie probablement anaphylactique à l'atracurium traité avec succès par circulation extracorporelle. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation.* 2005, Vol. 24, 5, pp. 551-555.

53. **RIOU B., ADNET F., BAUD F., et al.** Recommandations sur les indications de l'assistance circulatoire dans le traitement des arrêts cardiaques refractaires. *Chirurgie Thoracique et Cardio Vasculaire*. 2008, Vol. 12, pp. 132-137.
54. **INCAGNOLI P., BOURGEOIS B., TEBOUL A., et al.** Survie sans séquelles d'un arrêt cardiaque avec hypothermie sévère à 22 °C : importance de la stratégie de prise en charge préhospitalière. *Annales françaises d'Anesthésie et de Réanimation*. 2006, Vol. 25, 5, pp. 535-538.
55. *Hypothermie accidentelle en traumatologie*. **ROUSSEAU J.-M., FRANCK L., DUBOST C., et al.** Bourg-en-Bresse : s.n., 2008. Congrès du Collège des Réanimateurs Extra Universitaires français (CREUF).
56. **RUTTMANN E., WEISSENBACHER A., ULMER L., et al.** Prolonges extracorporeal membrane oxygenation-assisted support provides improved survival in hypothermic patient with cardiocirculatory arrest. *The journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2007, Vol. 134, 3, pp. 594-600.
57. **GILLART T., LOISEAU S., AZARNOUSH K., et al.** Récupération sans séquelle après trois heures d'arrêt cardiaque en hypothermie à 22 °C au décours d'un coma toxique. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*. 2008, Vol. 27, 6, pp. 510-513.
58. **EICH C., BRAUER A., et KETTLER D.** Recovery of a hypothermic drowned child after resuscitation with cardiopulmonary bypass followed by prolonged extracorporeal membrane oxygenation. *Resuscitation*. 2005, Vol. 67, 1, pp. 145-148.
59. **OUATTARA A., DECOENE C., et JANVIER G.** Y a-t-il des limites à la circulation extracorporelle ? *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*. 2010, Vol. 29, 5, pp. 337-338.
60. **VELIK-SALCHNER C., MAGREITER J., ANTRETTNER H., et al.** Extracorporeal lung assist in the treatment of respiratory failure during mechanical circulatory support. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia*. 2008, Vol. 22, 1, pp. 111-114.

61. **LINDEN V., LIDEGREN M., FRISEN G., et al.** ECMO in ARDS : a long term follow-up study regarding pulmonary morphology and function and health-related quality of life. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2009, Vol. 53, 4, pp. 489-495.
62. **BROGAN T., THIAGARAJAN R., RYCUS P., et al.** Extra Corporeal membrane oxygenation in adults with severe respiratory failure : a multi center data base. *Intensive Care Medicine*. 2009, Vol. 35, 12, pp. 2105-2114.
63. **HEMMILA M., ROWE S., BOULES T., et al.** Extra corporeal life support for severe acute respiratory distress syndrome in adults. *Annals of Surgery*. 2004, Vol. 240, 4, pp. 595-607.
64. **MIKKELSEN M., WOO Y., SAGER J., et al.** Outcomes using extracorporeal life support for adult respiratory failure due to status asthmaticus. *American Society of Artificial Organs Journal*. 2009, Vol. 55, 1, pp. 47-52.
65. **DEEHRING R., KISS A., GARRETT A., et al.** EXtracorporeal membrane oxygenation as a bridge to surgical embolectomy in acute fulminant pulmonary embolism. *American Journal of Emergency Management*. 2006, Vol. 24, 7, pp. 879-880.
66. **BERMAN M., TSUL S., VUYLSTEKE A., et al.** Successful Extracorporeal Membrane Oxygenation Support After Pulmonary Thrombendarterectomy. *The Society of Thoracic Surgery*. 2008, Vol. 86, pp. 1261-1267.
67. **THOURANI V., KIRSHBOM P., KANTER K., et al.** Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation (VA-ECMO) in pediatric cardiac support. *The Annals of Thoracic surgery*. 2006, Vol. 82, 1, pp. 138-144.
68. **SWANIKER F., KOLLA S., MOLER F., et al.** Extracorporeal Life Support Outcome for 128 Patients With Respiratory Failure. *Journal of Pediatric Surgery*. 2000, Vol. 35, 2, pp. 197-202.
69. **MARASCO S., LUKAS G., MAC DONALD M., et al.** Review of ECMO (Extra Corporeal Membranen Oxygenation) support in critically ill adult patients. *Heart lung and circulation*. 2008, Vol. 17 S, 4S, pp. 41-47.

70. **RODRIGUEZ-CRUZ E., WALTERS H., AGGARWAL S., et al.** Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Emedicine*. [En ligne] 2006. [Citation : 09 septembre 2010.] <http://emedicine.medscape.com/article/1818617-overview>.
71. **GARIBOLDI V., GRISOLI D., JAUSSAUD N., et al.** Unité Mobile d'Assistance Circulatoire : expérience Marseillaise. *Chirurgie Thoracique et cardio-vasculaire*. 2010, Vol. 14, pp. 21-24.
72. **LUO X., WANG W., SUN H., et al.** Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in adult patients with cardiac arrest. *Zhongguo Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue*. 2010, Vol. 22, 2, pp. 82-84.
73. **DAUBIN C., LEHOUX P., IVASCAU C., et al.** Extracorporeal life support in severe drug intoxication : a restrospective cohort study of seventeen cases. *Critical Care*. 2009, Vol. 13, 4, p. 138.
74. **HANEYA A., PHILIPP A., FOLTAN M., et al.** Extracorporeal circulatory systems in the interhospital transfer of critically ill patients : Experience of a single institution. *Annals of Saudi Medicine*. 2009, Vol. 29, 2, pp. 110-4.
75. **LUO X., WANG W., HU S., et al.** Extracorporeal membrane oxygenation for treatment of cardiac failure in adult patients. *Interactive cardiovascular and thoracic surgery*. 2009, Vol. 9, 2, pp. 296-300.
76. **DOLL N., KIAII B., BORGER M., et al.** Five year results of 219 consecutive patients treated with extracorporeal membrane oxygenation for refractory postoperative cardiogenic shock. *The annals of thoracic surgery*. 2004, Vol. 77, 1, pp. 151-157.
77. **THIAGARAJAN R., BROGAN T., SCHEURER M., et al.** Extracorporeal Membrane Oxygenation to support cardiopulmonary resuscitation in adult. *The annals of thoracic surgery*. 2009, Vol. 87, 3, pp. 778-785.

78. **ROSAMEL P., DELANNOY B., JAULT V., et al.** SDRA infectieux réfractaire : place de l'oxygénation extracorporelle. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*. 2008, Vol. 27, 5, pp. 446-449.
79. **ELLINGER F., et WYDRO G.** Critical Transport Issues, interfacility transportation of a patient on ECMO. *EMS magazine*. 2009, Vol. 38, 10, pp. 71-73.
80. **COPPOLA C., TYREE M., LARRY K., et al.** A 22-year experience in global transport extracorporeal membrane oxygenation. *Journal of Pediatric Surgery*. 2008, Vol. 43, 1, pp. 46-52.
81. **Karolinska, ECMO center.** Transport to ECMO. <http://www.karolinska.se>. [En ligne] 25 03 2010. [Citation : 2010 septembre 09.] <http://www.karolinska.se/en/Astrid-Lindgren-Childrens-Hospital/Focus-on-the-child/Pediatric-Departments/ECMO-Center/For-medical-personnel/Transport-to-ECMO/>.
82. **CHARRIERE J.-M., DARRIEUTORT H., DE RIBEROLLES C., et al.** Enquête Française sur la prise en charge de la circulation extracorporelle et la formation des perfusionnistes en 2008. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*. 2010, Vol. 29, 5, pp. 361-367.
83. **MEYER A., STRUEBER M., TOMASZEK S., et al.** Temporary cardiac support with a mini-circuit system consisting of a centrifugal pump and a membrane ventilator. *Interactive cardio vascular and thoracic surgery*. 2009, Vol. 9, pp. 780-783.
84. **KOPP R., STEINSEIFER U., et ROSSAINT R.** Extracorporeal lung assist for acute respiratory distress syndrome : Past, Present and future. *Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine*. 2008, Vol. 2008, 6, pp. 235-242.
85. **ARLT M., PHILIPP A., ZIMMERMANN M., et al.** First experience with a new miniaturised life support system for mobile percutaneous cardiopulmonary bypass. *Resuscitation*. 2008, Vol. 77, 3, pp. 345-350.

86. **LINDEN V., PALMER K., REINHARD J., et al.** Inter-hospital transportation of patients with severe acute respiratory failure on extracorporeal membrane oxygenation - national and international experience. *Intensive Care Medicine*. 2001, Vol. 27, 10, pp. 1643-1648.
87. **CLEMENCE A.** Evacuations sanitaires par voie aérienne - EVASAN. *Urgence Pratique*. 2005, Vol. 69, pp. 41-43.
88. GRIPPE A / H1N1 : L'Unité Mobile d'Assistance Circulatoire en cas d'urgence à l'AP-HM. *santé log La communauté des professionnels de santé*. [En ligne] 2009 SEPTEMBRE 19. [Citation : 2010 septembre 09.] http://www.santelog.com/modules/connaissances/actualite-sante-grippe-ah1n1-luniteacute-mobile-dassistance-circulatoire-en-cas-durgence-agrave-laphm-_1819.htm.
89. *Filière de soins pour la prise en charge des SDRA sévères pendant la pandémie de grippe A avec une unité mobile d'assistance respiratoire (UMAR)*. **CHENAITIA H., BESSERAU J., GARIBOLDI V., et al.** PARIS : s.n., 2010. 4^{ème} congrès de la société française de médecine d'urgence.
90. *Arret cardiaque refractaire préhospitalier traité par assistance circulatoire : évaluation après un an de mise en place d'un protocole*. **BERTHELOT K., BOUVAIST H., DANIEL V., et al.** PARIS : s.n., 2010. 4^{ème} congrès de la société française de médecine d'urgence.
91. *Transport sous ECMO: Expérience d'une équipe mobile*. **BIENIEK V., SCHMIDT M., DEBATY G., et al.** PARIS : s.n., 2010. 4^{ème} congrès de médecine d'urgence.
92. *ECMO. Expérience d'un centre hospitalier périphérique*. **BINAULD G., SANTRE C., BELLE L., et al.** PARIS : s.n., 2010. 4^{ème} congrès de la société française de médecine d'urgence.
93. Un coeur artificiel au CHU Amiens-Picardie. *Reflets CHU Amiens*. octobre 2009, Vol. 84, pp. 10-11.
94. **LITZLER P., BOUCHARTE F., TABLEY A., et al.** L'assistance circulatoire vers une facilitation du retour à domicile. *Rapport d'activité 2009 CHU Rouen*. 2010, p. 35.

95. **JOSHI M., BEDI M., CHOWDARY G., et al.** Patient Transport Unit for Aeomedical Evacuation. *Medical journal Armed Forces India*. 2009, Vol. 65, 3, pp. 268-269.
96. **MODESTIN L., HNATYSZYN S., BELLAGNECH M., et al.** Role de l'équipe paramédicale dans la mise en place et la surveillance d'une assistance circulatoire en réanimation. *Réanimation*. Elsevier Masson, 2009, Vol. 18, 5, pp. 450-458.
97. **PEEK G., MUGFORD M., TIRUVOIPATI R., et al.** Efficacy and economic assesment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR) : a multi centre randomised controlled trial. *The Lancet*. 2009, Vol. 374, 9698, pp. 1351-1363.

Table des matières

Introduction.....	8
I. L'assistance circulatoire	10
A. Objectifs de l'assistance circulatoire.....	10
B. Matériel d'assistance circulatoire	12
1. Les systèmes intracorporels.....	12
2. Les systèmes extracorporels : ECMO	20
II. L'UMAC : Unité Mobile d'Assistance Circulatoire.....	57
A. Intérêt de l'UMAC.....	57
B. Logistique de l'UMAC	59
1. L'équipe	59
2. Le matériel d'ECMO utilisé en UMAC.....	60
3. Déroulement d'une sortie de l'UMAC.....	61
4. Le transport	63
C. Répartition et activité des UMAC en France	65
D. Etude des patients potentiels	69
1. Matériels et méthodes	69
2. Résultats	70

E.	Faisabilité de mise en place sur LIMOGES.....	85
1.	Moyens disponibles.....	85
2.	Moyens nécessaires pour la mise en place d'une UMAC	93
F.	Discussions	95
1.	Discussion de l'étude.....	95
2.	Discussion de la faisabilité.....	103
	Conclusion	116
	Bibliographie	117
	Glossaire	135

Table des figures et tableaux

Figure 1 : schéma de la contre-pulsion par ballon intra-aortique (6).....	13
Figure 2 : pompe Impella® (16).....	17
Figure 3 : Impella Acute (17) Figure 4 : Impella Recover (17)	17
Figure 5 : Système d'assistance circulatoire de type ECMO périphérique (23).....	20
Figure 6 : Pompe centrifuge.....	21
Figure 7 : Oxygénateur d'ECMO	23
Figure 8 : membrane d'ultrafiltration conventionnelle (26) Figure 9 : membrane de type "hollow fiber" (26).....	24
Figure 10 : Carmeda® BioActive Surface (27).....	25
Figure 11 : proposition d'algorithme de décision d'une assistance circulatoire devant un arrêt cardiaque (AC) réfractaire (53).....	39
Figure 12 : ECMO Veino-Artérielle fémoro-fémorale (33).....	47
Figure 13 : cathéter de reperfusion (33)	49
Figure 14 : Miniature-Circuit ECMO : association d'une pompe Levitronix® et d'un oxygénateur Novalung® (83).....	61
Figure 15 : Déroulement d'une sortie de l'UMAC (71).....	61
Figure 16 : Répartition des UMAC recensées pour la grippe H1N1 2010 par le ministère de la santé et des sports	65
Figure 17 : Evolution de l'activité d'ECMO à la Pitié-Salpêtrière PARIS, place de l'UMAC (9).....	66

Figure 18 : Répartition des étiologies des défaillances circulatoires, SAMU 87	70
Figure 19 : Origine cardiaque, SAMU 87	71
Figure 20 : Répartition par âge, SAMU 87	71
Figure 21: Répartition par sexe, SAMU 87	72
Figure 22 : Répartition mensuelle de la prise en charge des chocs cardiogéniques, SAMU 87	73
Figure 23 : Répartition mensuelle de la prise en charge des pathologies respiratoires graves, SAMU 87.....	73
Figure 24 : Répartition mensuelle de la prise en charge des intoxications médicamenteuses, SAMU 87	74
Figure 25 : Comorbidités, SAMU 87	74
Figure 26 : Comorbidités cardiaques, SAMU 87	75
Figure 27 : Comorbidités associées, SAMU 87	76
Figure 28 : Hémodynamique des patients lors de la prise en charge, SAMU 87	77
Figure 29: Evolution des patients au cours du transfert, SAMU 87	77
Figure 30 : Répartition des pathologies à l'origine du choc cardiogénique, CH Guéret	79
Figure 31 : Origine cardiaque, CH Guéret	80
Figure 32 : Age des patients, CH Guéret	80
Figure 33 : Répartition des chocs cardiogéniques, CH Guéret.....	81
Figure 34 : Comorbidités, CH Guéret	81

Figure 35 : Comorbidités cardiologiques, CH Guéret.....	82
Figure 36 : Comorbidités associées, CH Guéret	83
Figure 37 : Evolution des patients, CH Guéret	83
Figure 38 : système d'ECMO (9)	85
Figure 39 : Hélicoptère du SAMU de Limoges.....	87
Figure 40 : Partie avant de l'hélicoptère du SAMU 87	88
Figure 41 : Sièges arrière de l'hélicoptère du SAMU 87	88
Figure 42 : Partie arrière de l'hélicoptère du SAMU 87	89
Figure 43 : Partie arrière de l'hélicoptère du SAMU 87	89
Figure 44 : panneau électrique de l'hélicoptère du SAMU 87 et raccord électrique	90
Figure 45 : ambulance du SAMU 87	91
Figure 46 : panneau électrique d'une ambulance du SAMU 87	92
Figure 47 : Indications de l'ECMO chez les patients pris en charge par l'UMAC de La Pitié-Salpêtrière à l'exclusion des intoxications médicamenteuses (9)	98
Figure 48 : Liste du matériel nécessaire à la canulation chirurgicale (96)	104
Figure 49 : Systèmes de contentions adaptés à la machine d'ECMO (79)	105
Figure 50 : Itinéraires héliportés entre le CHU et les hôpitaux périphériques en Limousin..	109
Figure 51 : Itinéraires routiers entre le CHU et les hôpitaux périphériques en Limousin	110

Figure 52 : Localisation envisageable pour le dispositif d'ECMO dans l'hélicoptère du SAMU 87	113
Figure 53 : Technique alternative de sortie du brancard par la porte latérale	114
Tableau 1 : comparaison Circulation Extra Corporelle (CEC) et ECMO	21
Tableau 2 : critères hémodynamiques de la mise en place d'une assistance ventriculaire (7; 36).....	31
Tableau 3 : Intoxications pouvant nécessiter le recours à une assistance circulatoire périphérique (31)	36
Tableau 4 : Temps moyens de l'UMAC (9)	63
Tableau 5 : Patients candidats potentiels à l'ECMO, SAMU 87	78
Tableau 6 : Patients candidats potentiels à l'ECMO, CH Guéret.....	84
Tableau 7 : Activité du service de chirurgie Thoracique et Cardio-vasculaire du CHU de Limoges.....	86
Tableau 8 : Répartition des lits hospitaliers dans la région Limousin	95
Tableau 9 : Distance et temps de trajet entre le CHU et les hôpitaux périphériques en Limousin	111

Glossaire

AOMI : Artériopathie Oblitérante de Membres Inférieurs

CEC: Circulation Extra Corporelle

CMD: Cardio Myopathie Dilatée

CPBIA : Contre Pulsion par Ballon Intra Aortique

DIM: Département d'information médicale

ECLS: Extra Corporeal Life Support

ECMO: Extra Corporeal Membrane Oxygenation

IADE: Infirmière Anesthésiste Diplômée d'Etat

IBODE: Infirmière de Bloc Opératoire Diplômée d'Etat

RCP: Réanimation Cardio-Pulmonaire

SCA: Syndrome Coronarien Aigu

SDRA : Syndrome de Détresse Respiratoire Aiguë

UMAC : Unité Mobile d'Assistance Circulatoire

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des maîtres de cette école, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je dispenserai mes soins sans distinction de race, de religion, d'idéologie ou de situation sociale.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

Je serai reconnaissant envers mes maîtres, et solidaire moralement de mes confrères. Conscient de mes responsabilités envers les patients, je continuerai à perfectionner mon savoir.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir de l'estime des hommes et de mes condisciples, si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

TITLE

Mobile ECMO (Extra Corporeal Membrane Oxygenation): Is it achievable for Limoges' hospital ?

ABSTRACT

The mechanical circulatory support, represented by aortic counterpulsation, Impella® system and mainly Extra Corporeal Membrane Oxygenation (ECMO), is a growing technology. Its indications go from cardiac failure (myocardial infarction, myocarditis, drug intoxication, cardio-circulatory arrest) to pulmonary failure (refractory ARDS).

The device's miniaturization allows critical patients to be stabilized at the referring hospital and transported back to the tertiary care center by the cardiac transport team.

Our study shows the possibility to create a cardiac transport team for Limoges' hospital to complete the interconnection between French hospitals.

BON A IMPRIMER N° 3126

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE

Vu, le Doyen de la Faculté

VU et PERMIS D'IMPRIMER

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ

RESUME

L'assistance circulatoire extracorporelle représentée par la contrepulsion intra-aortique, le système Impella® et surtout l'ECMO (Extra Corporeal Membrane Oxygenation), est une technique en pleine expansion dont les indications s'étendent de la défaillance cardiaque (infarctus du myocarde, myocardite, intoxication médicamenteuse, arrêt cardio circulatoire) à la défaillance pulmonaire (SDRA réfractaire).

La miniaturisation des dispositifs permet la stabilisation de patients en état critique au sein des hôpitaux périphériques et leur transport par des unités mobiles d'assistance circulatoire (UMAC).

Notre étude a montré la possibilité de la mise en place d'une unité de ce type à Limoges pour compléter le réseau en cours de création en France depuis les trois dernières années.

DISCIPLINE-SPECIALITE DOCTORALE

Médecine

MOTS CLES

Assistance circulatoire extracorporelle – extra corporeal membrane oxygenation (ECMO) – Extra Corporeal Life Support (ECLS) - Unité mobile d'assistance circulatoire (UMAC) - défaillance circulatoire - défaillance respiratoire- transport

Université de Limoges, Faculté de Médecine et de Pharmacie

2 rue du Dr Marcland, 87025 LIMOGES CEDEX