



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

UNIVERSITE DE LORRAINE
2015

FACULTE DE MEDECINE DE NANCY

THÈSE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Dans le cadre du troisième cycle de Médecine Générale

Par

Déborah Jaeger

Le 29 septembre 2015

**MISE EN PLACE D'UNE NOUVELLE PROCEDURE DE PRISE EN
CHARGE DES ARRETS CARDIAQUES EXTRA-HOSPITALIERS AVEC LE
SAMU 54 : LE PROTOCOLE ACEP**

Examineurs de la thèse :

M. P-E. BOLLAERT	Professeur	Président
M. B. LEVY	Professeur	Jury de thèse
M. J-P. MAUREIRA	Professeur	Jury de thèse
M. T. CHOUIHED	Docteur en médecine	Jury de thèse
M. A. LAUVRAY	Docteur en médecine	Directeur



**Président de l'Université de Lorraine :
Professeur Pierre MUTZENHARDT**

**Doyen de la Faculté de Médecine :
Professeur Marc BRAUN**

Vice-doyens

Pr Karine ANGIOI-DUPREZ, Vice-Doyen
Pr Marc DEBOUVERIE, Vice-Doyen

Assesseurs :

Premier cycle : Dr Guillaume GAUCHOTTE

Deuxième cycle : Pr Marie-Reine LOSSER

Troisième cycle : Pr Marc DEBOUVERIE

Innovations pédagogiques : Pr Bruno CHENUUEL

Formation à la recherche : Dr Nelly AGRINIER

Animation de la recherche clinique : Pr François ALLA

Affaires juridiques et Relations extérieures : Dr Frédérique CLAUDOT

Vie Facultaire et SIDES : Dr Laure JOLY

Relations Grande Région : Pr Thomas FUCHS-BUDER

Etudiant : M. Lucas SALVATI

Chargés de mission

Bureau de docimologie : Dr Guillaume GAUCHOTTE

Commission de prospective facultaire : Pr Pierre-Edouard BOLLAERT

Universitarisation des professions paramédicales : Pr Annick BARBAUD

Orthophonie : Pr Cécile PARIETTI-WINKLER

PACES : Dr Chantal KOHLER

Plan Campus : Pr Bruno LEHEUP

International : Pr Jacques HUBERT

=====

DOYENS HONORAIRES

Professeur Jean-Bernard DUREUX - Professeur Jacques ROLAND - Professeur Patrick NETTER

Professeur Henry COUDANE

=====

PROFESSEURS HONORAIRES

Jean-Marie ANDRE - Daniel ANTHOINE - Alain AUBREGE - Gérard BARROCHE - Alain BERTRAND - Pierre BEY

Marc-André BIGARD - Patrick BOISSEL - Pierre BORDIGONI - Jacques BORRELLY - Michel BOULANGE

Jean-Louis BOUTROY - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL - Claude CHARDOT - François CHERRIER Jean-Pierre CRANCE - Gérard DEBRY - Jean-Pierre DELAGOUTTE - Emile de LAVERGNE - Jean-Pierre DESCHAMPS

Jean-Bernard DUREUX - Gérard FIEVE - Jean FLOQUET - Robert FRISCH - Alain GAUCHER - Pierre GAUCHER

Hubert GERARD - Jean-Marie GILGENKRANTZ - Simone GILGENKRANTZ - Oliéro GUERCI - Claude HURIET

Christian JANOT - Michèle KESSLER - François KOHLER - Jacques LACOSTE - Henri LAMBERT - Pierre LANDES

Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Jacques LECLERE - Pierre LEDERLIN - Bernard LEGRAS

Jean-Pierre MALLIÉ - Michel MANCIAUX - Philippe MANGIN - Pierre MATHIEU - Michel MERLE - Denise MONERET-VAUTRIN Pierre MONIN - Pierre NABET - Jean-Pierre NICOLAS - Pierre PAYSANT - Francis PENIN - Gilbert PERCEBOIS

Claude PERRIN - Guy PETIET - Luc PICARD - Michel PIERSON - François PLENAT - Jean-Marie POLU - Jacques POUREL Jean PREVOT - Francis RAPHAEL - Antoine RASPILLER - Denis REGENT - Michel RENARD - Jacques ROLAND

René-Jean ROYER - Daniel SCHMITT - Michel SCHMITT - Michel SCHWEITZER - Daniel SIBERTIN-BLANC - Claude SIMON Danièle SOMMELET - Jean-François STOLTZ - Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT - Hubert UFFHOLTZ - Gérard VAILLANT Paul VERT - Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET - Jean-Pierre VILLEMOT - Michel WAYOFF - Michel WEBER

=====

PROFESSEURS ÉMÉRITES

Professeur Pierre BEY - Professeur Marc-André BIGARD – Professeur Jean-Pierre CRANCE
Professeur Jean-Pierre DELAGOUTTE – Professeur Jean-Marie GILGENKRANTZ – Professeure
Simone GILGENKRANTZ Professeur Philippe HARTEMANN - Professeure Michèle KESSLER -
Professeur Jacques LECLÈRE
Professeur Alain LE FAOU – Professeure Denise MONERET-VAUTRIN - Professeur Pierre MONIN
Professeur Jean-Pierre NICOLAS - Professeur Luc PICARD – Professeur François PLENAT -
Professeur Jacques POUREL Professeur Michel SCHMITT – Professeur Daniel SIBERTIN-BLANC -
Professeur Paul VERT - Professeur Michel VIDAILHET

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (*Anatomie*)

Professeur Gilles GROSDIDIER - Professeur Marc BRAUN

2^{ème} sous-section : (*Cytologie et histologie*)

Professeur Bernard FOLIGUET – Professeur Christo CHRISTOV

3^{ème} sous-section : (*Anatomie et cytologie pathologiques*)

Professeur Jean-Michel VIGNAUD

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDECINE

1^{ère} sous-section : (*Biophysique et médecine nucléaire*)

Professeur Gilles KARCHER – Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER

2^{ème} sous-section : (*Radiologie et imagerie médecine*)

Professeur Michel CLAUDON – Professeure Valérie CROISÉ-LAURENT

Professeur Serge BRACARD – Professeur Alain BLUM – Professeur Jacques FELBLINGER -

Professeur René ANXIONNAT

44^{ème} Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{ère} sous-section : (*Biochimie et biologie moléculaire*)

Professeur Jean-Louis GUÉANT – Professeur Jean-Luc OLIVIER – Professeur Bernard NAMOUR

2^{ème} sous-section : (*Physiologie*)

Professeur François MARCHAL – Professeur Bruno CHENUUEL – Professeur Christian BEYAERT

4^{ème} sous-section : (*Nutrition*)

Professeur Olivier ZIEGLER – Professeur Didier QUILLIOT - Professeure Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT

45^{ème} Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{ère} sous-section : (*Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière*)

Professeur Alain LE FAOU - Professeur Alain LOZNIIEWSKI – Professeure Evelyne SCHVOERER

2^{ème} sous-section : (*Parasitologie et Mycologie*)

Professeure Marie MACHOUART

3^{ème} sous-section : (*Maladies infectieuses ; maladies tropicales*)

Professeur Thierry MAY – Professeur Christian RABAUD – Professeure Céline PULCINI

46^{ème} Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{ère} sous-section : (*Épidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Professeur Philippe HARTEMANN – Professeur Serge BRIANÇON - Professeur Francis GUILLEMIN

Professeur Denis ZMIROU-NAVIER – Professeur François ALLA

2^{ème} sous-section : (*Médecine et santé au travail*)

Professeur Christophe PARIS

3^{ème} sous-section : (*Médecine légale et droit de la santé*)

Professeur Henry COUDANE

4^{ème} sous-section : (*Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication*)

Professeure Eliane ALBUISSON – Professeur Nicolas JAY

47^{ème} Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{ère} sous-section : (*Hématologie ; transfusion*)

Professeur Pierre FEUGIER

2^{ème} sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie*)

Professeur François GUILLEMIN – Professeur Thierry CONROY - Professeur Didier PEIFFERT

Professeur Frédéric MARCHAL

3^{ème} sous-section : (Immunologie)

Professeur Gilbert FAURE – Professeur Marcelo DE CARVALHO-BITTENCOURT

4^{ème} sous-section : (Génétique)

Professeur Philippe JONVEAUX – Professeur Bruno LEHEUP

48^{ème} Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

1^{ère} sous-section : (Anesthésiologie - réanimation ; médecine d'urgence)

Professeur Claude MEISTELMAN – Professeur Hervé BOUAZIZ - Professeur Gérard AUDIBERT

Professeur Thomas FUCHS-BUDER – Professeure Marie-Reine LOSSER

2^{ème} sous-section : (Réanimation ; médecine d'urgence)

Professeur Alain GERARD - Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT - Professeur Bruno LÉVY –

Professeur Sébastien GIBOT

3^{ème} sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie)

Professeur Patrick NETTER – Professeur Pierre GILLET – Professeur J.Y. JOUZEAU (pharmacien)

4^{ème} sous-section : (Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie)

Professeur François PAILLE – Professeur Faiez ZANNAD - Professeur Patrick ROSSIGNOL

49^{ème} Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION

1^{ère} sous-section : (Neurologie)

Professeur Hervé VESPIGNANI - Professeur Xavier DUCROCQ – Professeur Marc DEBOUVERIE

Professeur Luc TAILLANDIER - Professeur Louis MAILLARD – Professeure Louise TYVAERT

2^{ème} sous-section : (Neurochirurgie)

Professeur Jean-Claude MARCHAL – Professeur Jean AUQUE – Professeur Olivier KLEIN

Professeur Thierry CIVIT - Professeure Sophie COLNAT-COULBOIS

3^{ème} sous-section : (Psychiatrie d'adultes ; addictologie)

Professeur Jean-Pierre KAHN – Professeur Raymund SCHWAN

4^{ème} sous-section : (Pédopsychiatrie ; addictologie)

Professeur Bernard KABUTH

5^{ème} sous-section : (Médecine physique et de réadaptation)

Professeur Jean PAYSANT

50^{ème} Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE

1^{ère} sous-section : (Rhumatologie)

Professeure Isabelle CHARY-VALCKENAERE – Professeur Damien LOEUILLE

2^{ème} sous-section : (Chirurgie orthopédique et traumatologique)

Professeur Daniel MOLE - Professeur Didier MAINARD - Professeur François SIRVEAUX – Professeur Laurent GALOIS

3^{ème} sous-section : (Dermato-vénéréologie)

Professeur Jean-Luc SCHMUTZ – Professeure Annick BARBAUD

4^{ème} sous-section : (Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)

Professeur François DAP - Professeur Gilles DAUTEL - Professeur Etienne SIMON

51^{ème} Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

1^{ère} sous-section : (Pneumologie ; addictologie)

Professeur Yves MARTINET – Professeur Jean-François CHABOT – Professeur Ari CHAOUAT

2^{ème} sous-section : (Cardiologie)

Professeur Etienne ALIOT – Professeur Yves JUILLIERE

Professeur Nicolas SADOUL - Professeur Christian de CHILLOU DE CHURET – Professeur Edoardo CAMENZIND

3^{ème} sous-section : (Chirurgie thoracique et cardiovasculaire)

Professeur Thierry FOLLIGUET – Professeur Juan-Pablo MAUREIRA

4^{ème} sous-section : (Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire)

Professeur Denis WAHL – Professeur Sergueï MALIKOV

52^{ème} Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE

1^{ère} sous-section : (Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI – Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

3^{ème} sous-section : (Néphrologie)

Professeure Dominique HESTIN – Professeur Luc FRIMAT

4^{ème} sous-section : (Urologie)

Professeur Jacques HUBERT – Professeur Pascal ESCHWEGE

53^{ème} Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE ET CHIRURGIE GÉNÉRALE

1^{ère} sous-section : (Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie)

Professeur Jean-Dominique DE KORWIN - Professeur Athanase BENETOS

Professeure Gisèle KANNY – Professeure Christine PERRET-GUILLAUME

2^{ème} sous-section : (Chirurgie générale)

Professeur Laurent BRESLER - Professeur Laurent BRUNAUD – Professeur Ahmet AYAV

54^{ème} Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

1^{ère} sous-section : (Pédiatrie)

Professeur Jean-Michel HASCOET - Professeur Pascal CHASTAGNER - Professeur François FEILLET
Professeur Cyril SCHWEITZER – Professeur Emmanuel RAFFO – Professeure Rachel VIEUX

2^{ème} sous-section : (Chirurgie infantile)

Professeur Pierre JOURNEAU – Professeur Jean-Louis LEMELLE

3^{ème} sous-section : (Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)

Professeur Philippe JUDLIN – Professeur Olivier MOREL

4^{ème} sous-section : (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale)

Professeur Georges WERYHA – Professeur Marc KLEIN – Professeur Bruno GUERCI

55^{ème} Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{ère} sous-section : (Oto-rhino-laryngologie)

Professeur Roger JANKOWSKI – Professeure Cécile PARIETTI-WINKLER

2^{ème} sous-section : (Ophtalmologie)

Professeur Jean-Luc GEORGE – Professeur Jean-Paul BERROD – Professeure Karine ANGIOI

3^{ème} sous-section : (Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie)

Professeur Jean-François CHASSAGNE – Professeure Muriel BRIX

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

61^{ème} Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL

Professeur Walter BLONDEL

64^{ème} Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeure Sandrine BOSCHI-MULLER

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Professeur Jean-Marc BOIVIN

PROFESSEUR ASSOCIÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Professeur associé Paolo DI PATRIZIO

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (Anatomie)

Docteur Bruno GRIGNON – Docteure Manuela PEREZ

2^{ème} sous-section : (Cytologie et histologie)

Docteur Edouard BARRAT - Docteure Françoise TOUATI – Docteure Chantal KOHLER

3^{ème} sous-section : (Anatomie et cytologie pathologiques)

Docteure Aude MARCHAL – Docteur Guillaume GAUCHOTTE

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDECINE

1^{ère} sous-section : (Biophysique et médecine nucléaire)

Docteur Jean-Claude MAYER - Docteur Jean-Marie ESCANYE

2^{ème} sous-section : (Radiologie et imagerie médecine)

Docteur Damien MANDRY – Docteur Pedro TEIXEIRA

44^{ème} Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{ère} sous-section : (Biochimie et biologie moléculaire)

Docteure Sophie FREMONT - Docteure Isabelle GASTIN – Docteur Marc MERTEN

Docteure Catherine MALAPLATE-ARMAND - Docteure Shyue-Fang BATTAGLIA – Docteur Abderrahim OUSSALAH

2^{ème} sous-section : (Physiologie)

Docteur Mathias POUSSEL – Docteure Silvia VARECHOVA

3^{ème} sous-section : (Biologie Cellulaire)

Docteure Véronique DECOT-MAILLERET

45^{ème} Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{ère} sous-section : (Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière)

Docteure Véronique VENARD – Docteure Hélène JEULIN – Docteure Corentine ALAUZET

2^{ème} sous-section : (Parasitologie et mycologie (type mixte : biologique)

Docteure Anne DEBOURGOGNE (sciences)

3^{ème} sous-section : (Maladies Infectieuses ; Maladies Tropicales)

Docteure Sandrine HENARD

46^{ème} Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{ère} sous-section : (Epidémiologie, économie de la santé et prévention)

Docteur Alexis HAUTEMANIERE – Docteure Frédérique CLAUDOT – Docteur Cédric BAUMANN
Docteure Nelly AGRINIER

2^{ème} sous-section (Médecine et Santé au Travail)

Docteure Isabelle THAON

3^{ème} sous-section (Médecine légale et droit de la santé)

Docteur Laurent MARTRILLE

47^{ème} Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{ère} sous-section : (Hématologie ; transfusion : option hématologique (type mixte : clinique))

Docteur Aurore PERROT

2^{ème} sous-section : (Cancérologie ; radiothérapie : cancérologie (type mixte : biologique))

Docteure Lina BOLOTINE

4^{ème} sous-section : (Génétique)

Docteur Christophe PHILIPPE – Docteure Céline BONNET

48^{ème} Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

2^{ème} sous-section : (Réanimation ; Médecine d'Urgence)

Docteur Antoine KIMMOUN (stagiaire)

3^{ème} sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique)

Docteure Françoise LAPICQUE – Docteur Nicolas GAMBIER – Docteur Julien SCALA-BERTOLA

4^{ème} sous-section : (Thérapeutique ; Médecine d'Urgence ; Addictologie)

Docteur Nicolas GIRERD (stagiaire)

50^{ème} Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE

1^{ère} sous-section : (Rhumatologie)

Docteure Anne-Christine RAT

3^{ème} sous-section : (Dermato-vénéréologie)

Docteure Anne-Claire BURSZTEJN

4^{ème} sous-section : (Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)

Docteure Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

51^{ème} Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

3^{ème} sous-section : (Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire)

Docteur Fabrice VANHUYSE

4^{ème} sous-section : (Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire)

Docteur Stéphane ZUILY

52^{ème} Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE

1^{ère} sous-section : (Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)

Docteur Jean-Baptiste CHEVAUX

53^{ème} Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE et CHIRURGIE GÉNÉRALE

1^{ère} sous-section : (Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie)

Docteure Laure JOLY

55^{ème} Section : OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE

1^{ère} sous-section : (Oto-Rhino-Laryngologie)

Docteur Patrice GALLET (stagiaire)

=====

MAÎTRE DE CONFÉRENCE DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Docteure Elisabeth STEYER

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

5^{ème} Section : SCIENCES ÉCONOMIQUES

Monsieur Vincent LHUILLIER

19^{ème} Section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE

Madame Joëlle KIVITS

60^{ème} Section : MÉCANIQUE, GÉNIE MÉCANIQUE, GÉNIE CIVIL

Monsieur Alain DURAND

61^{ème} Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL

Monsieur Jean REBSTOCK

64^{ème} Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Madame Marie-Claire LANHERS – Monsieur Pascal REBOUL – Monsieur Nick RAMALANJAONA

65^{ème} Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Monsieur Jean-Louis GELLY - Madame Ketsia HESS – Monsieur Hervé MEMBRE

Monsieur Christophe NEMOS - Madame Natalia DE ISLA - Madame Nathalie MERCIER – Madame Céline HUSELSTEIN

66^{ème} Section : PHYSIOLOGIE

Monsieur Nguyen TRAN

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

Médecine Générale

Docteure Sophie SIEGRIST - Docteur Arnaud MASSON - Docteur Pascal BOUCHE

=====

DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Charles A. BERRY (1982)
Centre de Médecine Préventive, Houston
(U.S.A)
Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)
Brown University, Providence (U.S.A)
Professeure Mildred T. STAHLMAN (1982)
Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)
Professeur Théodore H. SCHIEBLER
(1989)
Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)
Université de Pennsylvanie (U.S.A)
Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)
Research Institute for Mathematical
Sciences de Kyoto (JAPON)

Professeure Maria DELIVORIA-
PAPADOPOULOS (1996)
Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)
Université d'Helsinki (FINLANDE)
Professeur Duong Quang TRUNG (1997)
Université d'Hô Chi Minh-Ville (VIÊTNAM)
Professeur Daniel G. BICHET (2001)
Université de Montréal (Canada)
Professeur Marc LEVENSTON (2005)
Institute of Technology, Atlanta (USA)

Professeur Brian BURCHELL (2007)
Université de Dundee (Royaume-Uni)
Professeur Yunfeng ZHOU (2009)
Université de Wuhan (CHINE)
Professeur David ALPERS (2011)
Université de Washington (U.S.A)
Professeur Martin EXNER (2012)
Université de Bonn (ALLEMAGNE)

REMERCIEMENTS

Monsieur le Professeur Pierre-Edouard BOLLAERT

Professeur de Réanimation Médicale

Je vous remercie du grand honneur que vous me faites en présidant cette thèse.
Je vous remercie pour l'intérêt que vous y avez porté et vous prie de bien vouloir
recevoir l'expression de tout ma gratitude.

Monsieur le Professeur Bruno LEVY
Professeur de Réanimation Médicale

Vous me faites l'honneur de juger cette thèse.

Je vous remercie de l'intérêt que vous avez bien voulu porter à ce travail.

Soyez assuré de ma gratitude.

Monsieur le Professeur Juan-Pablo MAUREIRA
Professeur de Chirurgie Cardio-Vasculaire.

Je suis sensible à l'honneur que vous me faites en acceptant de juger ce travail.
Veuillez accepter toute ma reconnaissance et mon profond respect.

Monsieur le Docteur Tahar CHOUIHED

Docteur en Médecine d'urgence, Responsable SMUR Nancy

Merci de me faire l'honneur de participer à mon jury de thèse.

Merci de m'avoir accompagné dans la rédaction de ce travail.

A très vite aux urgences !!

Monsieur le Docteur Adrien Lauvray

Je te remercie de m'avoir proposé ce sujet de thèse il y a un peu plus d'un an maintenant.

Merci de m'avoir fait confiance !

Ce fut un plaisir de travailler avec toi

A mes parents,
Vous avez été là, de mon premier souffle à aujourd'hui. Vous m'avez donné sans compter. Vous vous êtes sacrifiés plus d'une fois pour que je puisse arriver au bout de ses longues études. Vous m'avez permis de réaliser mon rêve de petite fille !

Je vous serais éternellement reconnaissante de votre soutien et de votre confiance en moi.

A Bastien,
Mon amour depuis si longtemps, mon mari depuis si peu !
Merci pour ton soutien inconditionnel durant toutes ces années.
Je suis fière de soutenir cette thèse devant toi et j'attends avec impatience ton tour !

A Marie-Claire et Patrice,
Elle est loin la première année et ce moment où je vous ai annoncé que j'allais être docteur ! Ça y est ! Il est arrivé ce jour !
Merci de m'avoir accompagné durant toutes ces années, de m'avoir écouté.
Merci Patrice de m'avoir fait découvrir et aimer la médecine générale.
Je ne suis pas peu fière de faire partie de la famille Walter !

Aux Seebachois,
Parce qu'avoir des amis comme vous depuis la maternelle c'est un cadeau inestimable. Merci à vous tous !
Un merci tout particulier à Claire et Coco, malgré la distance, vous êtes dans mon cœur. Je vous aime les filles et vous me manquez toujours autant.

A David,
Toutes ces années passées ensemble... Parfois j'aimerais retourner en arrière.
On ne se voit clairement pas assez souvent. Mais c'est ça de devenir chirurgien !
Tu es quelqu'un d'exceptionnel ne l'oublie jamais !
De tout mon cœur un grand merci pour ton amitié durant toutes ces années.

Aux Romarimontains,
Un premier semestre ça ne s'oublie pas si vite surtout quand c'est à Remiremont.
Une passion pour le baby-foot et le karaoké vosgien est née. Merci à tous pour ces bons moments et ces éclats de rire.
Un merci tout particulier à ma Kath pour son amitié. Je suis tellement heureuse de t'avoir rencontrée ! Tu as rendu le déménagement en Lorraine moins triste !
Aurélien, je suis plus qu'heureuse de pouvoir bientôt travailler avec toi et partager toutes ces nouvelles aventures d'assistants avec toi !

Aux secrétaires du SAMU, à Mme Perrin Claudine, à M Labussière Sylvain, un grand merci pour votre aide dans la réalisation de cette thèse.

A M. Stéphane Albizzati, cette thèse c'est un peu grâce à toi. Merci pour ton aide et ton soutien durant la rédaction et surtout merci pour le protocole ACEP ! En espérant.

SERMENT d'HIPPOCRATE

« Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

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

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque. »

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	8
SERMENT d'HIPPOCRATE	14
TABLE DES MATIERES	15
LISTE DES ABBREVIATIONS	17
INTRODUCTION	18
PARTIE I : ARRET CARDIO-RESPIRATOIRE ET ECMO : DEFINITIONS ET ETAT DES LIEUX.	
1) L'arrêt cardio-respiratoire.....	20
a) Définitions et épidémiologie.....	20
b) La chaîne de survie.....	22
c) La RCP médicalisée.....	24
2) L'ECMO	29
a) Définitions.....	29
b) Historique de l'ECMO	30
c) Recommandations françaises actuelles.....	31
3) L'ECMO dans la prise en charge des arrêts cardiaques réfractaires extra-hospitaliers : résultats actuels.....	34
a) Etudes parisiennes.....	34
b) Une étude allemande.....	35
c) Une étude menée à Taiwan.....	35
d) Une étude australienne.....	36
e) Une étude américaine	36
f) Une étude japonaise.....	37
4) Une première ébauche : la POS 2012 à Nancy	38
PARTIE II : PROPOSITION D'UN NOUVEL ALGORITHME :	
40	
LE PROTOCOLE ACEP	40
1) Cheminement de la réflexion	41
2) Le protocole ACEP	44
a) En régulation :	44
b) Sur les lieux :	45
c) Le transport :	46
d) Arrivée à l'hôpital de Brabois :	46
3) Une mise en pratique progressive	49
a) Situation 1 : ACR RDC d'un immeuble	51
b) Scénario 2 : ACR au 1 ^{er} étage d'un immeuble	53
PARTIE III : ETUDE CLINIQUE.....	
57	
1) Description et objectif de l'étude.....	58
2) Patients et Méthodes	59
a) Critères d'inclusion.....	59
b) Critères d'exclusion.....	59
c) Recueil de données.....	60
d) Critères d'évaluation	61

e) <i>Analyse statistique</i>	61
3) Résultats	62
a) <i>Caractéristiques générales des patients</i>	62
b) <i>Caractéristiques des interventions</i>	64
c) <i>Survie et scores CPC des patients</i>	64
d) <i>Comparaison survivants/décédés</i>	66
e) <i>Comparaison avec les résultats de l'étude de 2011</i>	66
4) Discussion	68
a) <i>Analyse des résultats</i>	68
b) <i>Limites</i>	72
c) <i>Perspectives</i>	73
CONCLUSION	76
ANNEXES	77
BIBLIOGRAPHIE	82

LISTE DES ABBREVIATIONS

ACR : arrêt cardio-respiratoire
ADE : ambulancier diplômé d'état
BAVU : ballon autoremplisseur à valve unidirectionnelle
CID : camion d'interventions diverses
CTA : centre de traitement des alertes
DAE : défibrillateur automatique externe
DEM : dissociation électromécanique
DIO : dispositif intra-osseux
DSA : défibrillateur semi-automatique
ECG : électrocardiogramme
ECMO : extra corporeal membrane oxygenation
FDRCV : facteurs de risque cardio-vasculaire
FV : fibrillation ventriculaire
IOT : intubation orotrachéale
MCE : massage cardiaque externe
PAM : planche à masser
PEC : prise en charge
RACS : reprise d'activité cardiaque spontanée
RCP : réanimation cardio-pulmonaire
SAMU : service d'aide médicale d'urgence
SFAR : société française d'anesthésie-réanimation
SLL : sur les lieux
SMUR : service mobile d'urgence et de réanimation
VP : voie publique
VSAV : véhicule de secours aux victimes
VVP : voie veineuse périphérique

INTRODUCTION

L'arrêt cardio-respiratoire tue environ 30 à 50 000 personnes de tout âge en France tous les ans (1). La survie et le pronostic neurologique sont très péjoratifs puisque l'on estime que seuls 5% des victimes survivent sans séquelles neurologiques (2).

Devant ce constat accablant, les équipes médicales ne cessent d'essayer de trouver des solutions pour améliorer la prise en charge et donc la survie des victimes.

Dès la fin des années 70, l'idée d'utiliser l'assistance circulatoire lors d'un arrêt cardio-respiratoire (ACR) pour suppléer transitoirement la fonction cardiaque défaillante fait son apparition. Les premiers résultats étaient très divergents, certaines équipes retrouvant des taux de survie très bas, autour de 4% (3) alors que d'autres étaient bien plus encourageantes (4,5). Ces dernières années, les publications se sont multipliées notamment à l'étranger (5–8). Les taux de survie se sont envolés et atteignent souvent plus de 35% (9).

C'est dans ce contexte, que le SAMU 54 en collaboration avec la Réanimation Médicale a décidé de se pencher sur la question de la prise en charge pré-hospitalière des arrêts cardiaques réfractaires et de réévaluer ses pratiques.

Ce travail de thèse retrace les différentes étapes de réflexion et de mise en place d'un nouveau protocole pour la prise en charge des ACR réfractaires extra-hospitaliers, le protocole Arrêt Cardiaque ECMO Prioritaire (ACEP).

Dans un deuxième temps, une étude rétrospective des 17 premières victimes ayant bénéficié d'une prise en charge en ECMO avec le protocole ACEP a été réalisée pour permettre une première évaluation de l'effet du changement des pratiques en pré-hospitalier.

**PARTIE I : ARRET CARDIO-
RESPIRATOIRE ET ECMO : DEFINITIONS
ET ETAT DES LIEUX.**

1) L'arrêt cardio-respiratoire

a) Définitions et épidémiologie

L'arrêt cardio-respiratoire correspond à une interruption brutale de la circulation du sang et de la respiration par arrêt de la pompe, le cœur. Il est reconnu cliniquement par la perte de connaissance, l'absence de pouls et de respiration.

L'ACR se traduit sur l'électrocardiogramme (ECG) par l'un des 3 types de tracés suivants : asystolie, fibrillation ventriculaire ou dissociation électromécanique.

L'ACR est dit réfractaire lorsqu'il n'y a pas de reprise d'activité cardiaque spontanée (RACS) au bout de 30 min de réanimation cardio-pulmonaire en dehors des patients présentant une hypothermie ou certaines intoxications (10).

On estime le nombre de décès par arrêt cardio-respiratoire en France à environ 30 – 50 000 par an (1).

Le registre RéAC, débuté en 2013, répertorie les arrêts cardiaques pris en charge par les SMUR dans toute la France. Il permet grâce aux déclarations des différentes équipes de dévoiler différentes données épidémiologiques de l'ACR en France. Ainsi, entre septembre 2013 et août 2014, 12203 arrêts cardiaques extra-hospitaliers ont été enregistrés (11). Les différentes études épidémiologiques retrouvent que la victime est le plus souvent un homme âgé en moyenne de 60 ans (11,12).

En Europe, une étude de 2005 a estimé que l'incidence des arrêts cardiaques extra-hospitaliers était de 37,72 pour 100 000 habitants par an tous rythmes confondus. Environ la moitié de ces arrêts, soit 16,84 pour 100 000 habitants par an, surviennent sur une fibrillation ventriculaire et présentent donc un rythme choquables (13).

Dans une méta-analyse de 2010, regroupant 67 études du monde entier sur les arrêts cardiaques, Berdowski et al. retrouvent une incidence des ACR avec une cause cardiaque de 54,6 pour 100 000 habitants par an (14).

Lorsque l'on prend en compte tous les ACR, qu'ils aient été pris en charge ou non par les secours, le taux de survie est au plus bas, à 1,4% (15).

Lorsqu'un témoin quel qu'il soit réalise une réanimation cardio-pulmonaire (RCP) de base, la survie est estimée à 2,1% (16).

Le taux de survie des arrêts cardiaques extra-hospitaliers, tous rythmes confondus, pris en charge par des équipes de secours médicales ou paramédicales, varie généralement entre 5,6 et 12,95% (13,14,17,18).

Lorsque l'on s'intéresse uniquement aux arrêts avec fibrillation ventriculaire initiale, les taux de survie oscillent entre 11,4 et 24,7% (13,14,17,18).

Par ailleurs, il est estimé que les survivants sans séquelles neurologiques représentent moins de 5% de l'ensemble des victimes d'ACR (2).

Une étude autrichienne réalisée à Vienne précise ces résultats. En effet, sur une période de 2 ans, le service d'ambulances de Vienne qui centralise les appels d'urgences médicales a été informé de 7030 sujets ne présentant pas de signes de vie et donc suspects d'ACR. Dans 79% des cas, aucune réanimation n'a été entreprise. Pour les 1448 patients restants qui ont été pris en charge et réanimés, la survie totale était de 11,3% soit 164 patients. 446 victimes présentaient un rythme choquable parmi elles, 110 (24,7%) ont survécu et 91 (20,4%) n'avaient pas de séquelles neurologiques. D'autre part, 778 patients présentaient un rythme non choquable, 35 ont survécu (4,5%) et parmi eux, seulement 22 soit 2,8% n'avaient pas de séquelles neurologiques.

Cette étude permet également de souligner l'importance de la présence d'un témoin lors de l'effondrement de la victime. En effet, la survie sans séquelles neurologiques passe de 8,7% tous arrêts confondus à 14,7% en présence d'un témoin,(18).

La présence d'un témoin est primordiale pour améliorer la survie puisque c'est lui qui pourra entreprendre les premiers gestes de secours et donner l'alerte. Il met en route la chaîne de survie.

b) La chaîne de survie

Il s'agit de 4 maillons interdépendants (Figure 1) qui formalisent l'intervention du premier témoin d'un ACR. Elle est primordiale et permet d'améliorer le pronostic de la personne présentant un arrêt cardio-respiratoire (19).

La Fédération française de cardiologie estime qu'aujourd'hui moins de 1,5 millions de français sont formés aux gestes de premiers secours.

- 1^{er} chaînon : reconnaître l'arrêt cardiaque et donner l'alerte

Il s'agit de l'appel par le témoin du Centre 15 ou du Centre de Traitement de l'Alerte (CTA = 18).

Cette première étape est primordiale puisqu'elle va permettre de déclencher les secours et de débiter la réanimation cardio-pulmonaire.

Dans de récentes études, il a été démontré que sur les dernières décennies, l'intervalle entre le moment où l'arrêt cardiaque est reconnu et l'appel des secours a significativement diminué dans de nombreux pays (20,21). Plusieurs explications peuvent être données: une meilleure information de la population générale, une formation aux premiers secours plus étendue dans certains pays mais également la disponibilité croissante des téléphones portables.

- 2^{ème} chaînon : débiter la réanimation cardio-pulmonaire de base

La réanimation doit être entreprise au plus vite par le témoin après avoir donné l'alerte. Elle peut être guidée par le médecin régulateur par téléphone. Il s'agit de réaliser des compressions thoraciques en alternance avec le bouche-à-bouche. S'il ne sait pas ou ne veut pas réaliser de bouche-à-bouche il peut réaliser uniquement des compressions thoraciques. En effet, la RCP réalisée sans oxygénation par bouche-à-bouche avant l'arrivée des secours ne semble pas influencer la survie (22,23). Les voies aériennes doivent être libérées en basculant la tête en arrière.

Dans une étude prospective japonaise, l'intervalle entre l'arrêt et le début de la réanimation avait baissé de 9 à 7 minutes en moyenne ($p < 0,001$) après avoir formé

plus de 120 000 citoyens par an aux premiers secours (20). Cette diminution semblait jouer un rôle important dans l'amélioration de la survie des arrêts cardiaques extra-hospitaliers qui passait de 5 à 12% ($p < 0,001$).

En effet, il est reconnu qu'un délai de 3 minutes pour débiter la réanimation diminue la survie de 50% (24).

- 3^{ème} chaînon : défibrillation précoce

En cas de FV, le délai entre l'arrêt cardiaque et le premier choc électrique va être déterminant pour la survie (18). Il est donc important de pouvoir délivrer ce choc au plus vite. Avec le développement et la mise en place de défibrillateurs automatiques externes (DAE) notamment dans les lieux publics, ce délai pourrait être nettement réduit si les témoins ont été formés à son utilisation.

- 4^{ème} chaînon : réanimation cardio-pulmonaire spécialisée

Il s'agit de la prise en charge médicale à proprement parlé par une équipe de SMUR, décrite dans le chapitre suivant.

Figure 1 : les 4 maillons de la chaîne de survie



c) La RCP médicalisée

La prise en charge médicale de l'arrêt cardio-respiratoire en France et en Europe consiste en :

- Les compressions

Les compressions manuelles se font au centre du thorax, à une fréquence d'environ 100/minute. Elles doivent entraîner une dépression sternale d'environ 5cm pour être efficaces (25). Elles sont débutés le plus rapidement possible et ne doivent être interrompues que pour oxygéner le patient.

Deux techniques de réanimation cardio-pulmonaire automatisées sont mentionnées dans les recommandations européennes de 2010 (ERC) (25). Elles semblent être utiles lorsque, en pré-hospitalier, les compressions mécaniques ne peuvent se faire dans de bonnes conditions (confinement, transport,...). Il s'agit :

- du système Autopulse® : il s'agit d'une bande de compression rattachée à un panneau. Elle permet une compression efficace puisque la force de compression est calculée en fonction de la taille du thorax et de sa résistance. Les compressions peuvent être continues au rythme de 100/min ou alternant 30 compressions et une pause permettant 2 insufflations.

Les résultats des différentes études ne sont pas tous concordants. Une étude américaine prospective sur 783 cas retrouve une amélioration de la survie chez les patients traités par Autopulse® par rapport à ceux bénéficiant de compressions manuelles. A l'arrivée à l'hôpital, il y a 20,9% de survivants dans le bras Autopulse® vs 11,1% (OR ajusté, 1.88; IC 95%, 1.23-2.86) et à la sortie de l'hôpital, 9,7% vs 2,9% (OR ajusté, 2.27; IC 95%, 1.11-4.77) (26).

Une autre étude, australienne, rétrospective ne permet pas non plus de conclure à une survie statistiquement meilleure en utilisant ce dispositif (27). Des études complémentaires semblent nécessaires.

Figure 2 : Système AutoPulse :



- du système LUCAS : le principe est le même. Les compressions sont délivrées par un piston rattaché à une ventouse qui permet d'expandre le thorax après la compression.

Une étude suédoise sur 148 cas retrouve également une différence non significative de survie entre les 2 groupes; 6 patients sont sortis vivant de l'hôpital après compressions automatisées et 7 après compressions manuelles ($p = 0,78$) (28).

Figure 3 : Système Lucas



Pour le moment, ni les recommandations françaises, ni les recommandations européennes ne préconisent l'utilisation de ce type de système pour la réanimation cardio-pulmonaire en première intention (19,25). Ils seront réservés à des situations particulières et notamment lorsque la poursuite des compressions est nécessaire lors d'un transport.

- La ventilation

L'oxygénation du patient en arrêt cardio-respiratoire doit être la plus précoce possible. Dans un premier temps, elle se fera à l'aide d'un masque avec un ballon autoremplisseur à valve unidirectionnelle (BAVU). Dès que possible, le patient devra être intubé ce qui permettra de mieux contrôler les paramètres respiratoires. L'intubation orotrachéale (IOT) reste la méthode de référence en France (19), elle doit être réalisée rapidement et si possible sans interrompre les compressions thoraciques. L'utilisation d'un capnographe est vivement recommandée dans les ERC de 2010 (25) notamment pour vérifier le bon positionnement de la sonde d'intubation mais aussi afin d'estimer l'efficacité de la réanimation et du débit cardiaque généré par les compressions.

Il est reconnu qu'un taux de CO₂ en fin d'expiration (EtCO₂) inférieur à 10 mm Hg lors de la RCP est un facteur de mauvais pronostic neurologique (29). De plus, la reprise d'une activité cardiaque spontanée (RACS) est alors moins probable (29).

Lorsque l'intubation est difficile, d'autres dispositifs peuvent être utilisés pour ne pas perdre de temps. Les masques laryngés permettent une oxygénation efficace et leur mise en place est significativement bien plus rapide que la pose d'une sonde d'intubation même pour des médecins entraînés (30). Par contre, ils ne permettent pas de protéger les voies aériennes en cas de vomissement.

Depuis quelques années se développe également l'utilisation d'une sonde particulière, la sonde de Boussignac® lors de l'IOT. Il s'agit d'une sonde endotrachéale avec des micro-canalicules permettant une injection continue d'oxygène à 15 L/min lors du massage cardiaque générant une pression intra-pulmonaire permettant d'améliorer l'hémodynamique. Une étude sur des porcs a démontré que l'insufflation intra-trachéale continue améliore significativement l'oxygénation et la perfusion

coronarienne lors du massage cardiaque mécanique par rapport à une ventilation intermittente standard (31).

Une étude prospective française retrouve une survie identique des patients intubés avec une sonde de Boussignac que ceux bénéficiant d'une ventilation traditionnelle lors de la prise en charge des arrêts cardio-respiratoires extra-hospitaliers (32). En pratique, cette technique permet de libérer les mains d'un soignant et facilite le brancardage du patient. Elle permettrait donc de gagner un peu de temps. Pour l'instant il n'existe aucune recommandation officielle quant à son utilisation. Des études supplémentaires et de haut niveau de preuve semblent nécessaires.

- La défibrillation

La défibrillation lors de la présence d'un rythme choquable doit être la plus précoce possible car elle permet nettement d'améliorer la survie (14,18).

Elle sera réalisée le plus souvent de façon automatique par les témoins ou par les pompiers déjà sur place lors de la prise en charge d'un arrêt extra-hospitalier à l'aide d'un DAE.

- La voie d'abord

Une voie d'abord, qu'elle soit vasculaire ou intra-osseuse est indispensable pour l'administration des différents médicaments.

- Les vasoconstricteurs

L'adrénaline est le vasoconstricteur de référence malgré l'absence d'études ayant réellement montré son efficacité et sa supériorité versus un placebo.

1mg d'adrénaline sera administré au plus vite lors d'un rythme non choquable et après le troisième choc électrique lors d'un ACR en FV avec un renouvellement toutes les 3 minutes si nécessaire.

Une étude norvégienne, prospective de 2009, portant sur 851 arrêts extra-hospitaliers, a étudié l'effet de l'administration ou non de drogue intra-veineuse sur la survie. La

survie avec sortie de l'hôpital, n'est statistiquement pas différente entre le groupe ayant reçu de l'adrénaline et le groupe sans adrénaline ($p = 0,61$) (33).

- Les anti-arythmiques

Toujours d'après les recommandations européennes et sans réelles preuves, il est préconisé d'administrer 300mg d'amiodarone lors d'une FV/TV réfractaire après 3 chocs électriques puis 150mg si la FV/TV est persistante.

2) L'ECMO

a) Définitions

Il s'agissait initialement d'une technique d'oxygénation par membrane extracorporelle. La mise en place d'une circulation extra-corporelle permettait une assistance respiratoire avec oxygénation du sang veineux.

Aujourd'hui il est possible grâce à un abord artério-veineux de suppléer à la fois la fonction respiratoire et cardio-circulatoire. On parle alors souvent d'Extracorporeal Life Support (ECLS) qui sous entend à la fois de substituer les poumons et le cœur.

Le circuit de base est relativement simple puisqu'il comporte une pompe qui joue le rôle de cœur, un oxygénateur qui est un poumon artificiel et 2 voies d'abords, une veineuse et une artérielle (34)(Figure 4).

Cet abord se fait par la mise en place de 2 canules dont le diamètre sera déterminant pour le débit cardiaque. Le plus souvent chez l'adulte, elles sont introduites au niveau fémoral. Il est indispensable de réaliser également un shunt artériel distal du membre pour obtenir une reperfusion rétrograde et éviter l'ischémie aigüe de la jambe.

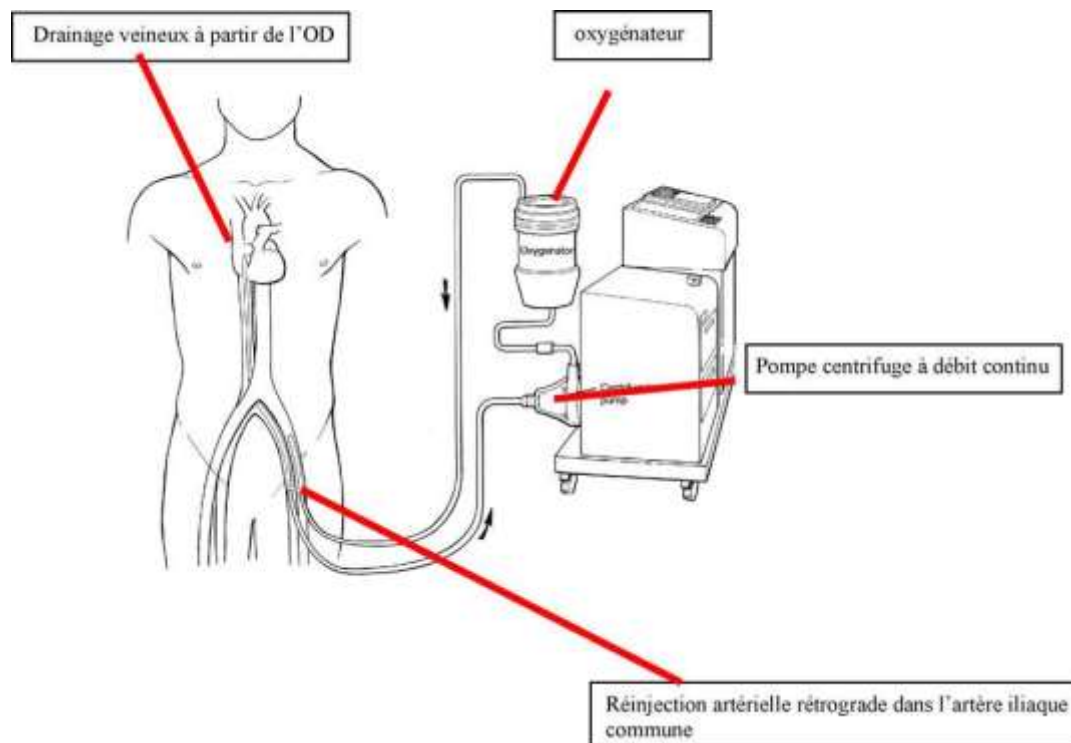
La pompe est le plus souvent de type centrifugeuse. Elle permet d'obtenir un débit continu entre 4 et 5L/min.

L'oxygénateur a deux fonctions essentielles : l'oxygénation et la décarboxylation du sang. Les échanges se font par diffusion à travers une membrane. Cette membrane en polyméthylpentène possède une durée de vie de plusieurs semaines.

Le circuit est pré-hépariné pour améliorer l'hémocompatibilité et diminuer le risque de thromboses. Ceci permet, par ailleurs, de diminuer les posologies d'héparines administrées au patient et donc le risque hémorragique.

Un échangeur thermique permettra, si nécessaire, d'induire une hypothermie entre 32 et 34°C pour améliorer le pronostic neurologique ultérieur (35,36).

Figure 4 : Schéma simplifié d'une assistance circulatoire.



b) Historique de l'ECMO

Gibbon fut le premier à réaliser une opération à cœur ouvert couronnée de succès à l'aide d'un système utilisant un cœur et des poumons artificiels en 1953 (37). Dans les années qui suivent, sa technique est réutilisée et améliorée par plusieurs chirurgiens cardiaques.

C'est en 1956 que Clowes développe le premier oxygénateur à membrane qui permettra de réaliser des chirurgies de plus en plus longues sous circulation extracorporelle (38).

A plusieurs reprises, des études ont été réalisées pour utiliser une assistance circulatoire dans la prise en charge d'embolies pulmonaires massives mais les résultats sont peu concluants et la technique a vite été abandonnée.

En parallèle, cette technique a également été utilisée en pédiatrie, notamment pour prendre en charge les détresses respiratoires sévères. La survie pour cette indication en néonatalogie est de plus de 75% (39).

L'idée d'utiliser le principe d'une assistance circulatoire lors d'un arrêt cardiaque réfractaire, date de la fin des années 70. Elle était proposée le plus souvent pour la prise en charge d'arrêts cardiaques survenant lors d'une chirurgie cardio-thoracique ou lors d'arrêts sur hypothermie (40).

Par la suite, les dispositifs se miniaturisent et leur mise en place devient plus rapide. L'ECMO s'est alors développée dans la prise en charge des arrêts cardiaques réfractaires intra-hospitaliers en complément des appareils de massage automatisés. Les résultats sont prometteurs, la survie est de plus de 20% (41).

D'autre part, les résultats lors d'études portant sur les arrêts cardiaques extra-hospitaliers n'ont pas toujours été concluants avec une survie et un pronostic vital parfois identique à une prise en charge par RCP traditionnelle (3,42)

En 2008, la SFAR publie des recommandations sur les indications de l'ECMO dans le traitement des arrêts cardiaques réfractaires.

c) Recommandations françaises actuelles

Un groupe d'experts, en accord avec les principales sociétés françaises de réanimation, de cardiologie et de chirurgie thoracique ont émis en décembre 2008 des recommandations pour l'utilisation de l'ECMO dans le traitement des arrêts cardiaques réfractaires (10).

Différents paramètres sont à prendre en compte pour décider d'orienter le patient vers une prise en charge spécialisée avec mise en place d'assistance cardio-respiratoire.

Il s'agit de déterminer au plus vite :

- la durée du No-Flow : durée entre l'arrêt cardiaque et le début de la RCP.
C'est le facteur primordial pour évaluer le pronostic neurologique.

- la durée du Low-Flow : il s'agit de toute la durée de la RCP. Un Low-Flow prolongé est également un facteur de mauvais pronostic bien qu'il soit moins grave que le No-Flow.
- l'origine de l'arrêt cardiaque : il s'agit de rechercher une cause réversible ou traitable (obstruction coronarienne, trouble du rythme,...) ou encore des facteurs pronostics favorables sur le plan neurologique : hypothermie ou intoxications aux cardiotropes.
- l'âge et les comorbidités du patient.

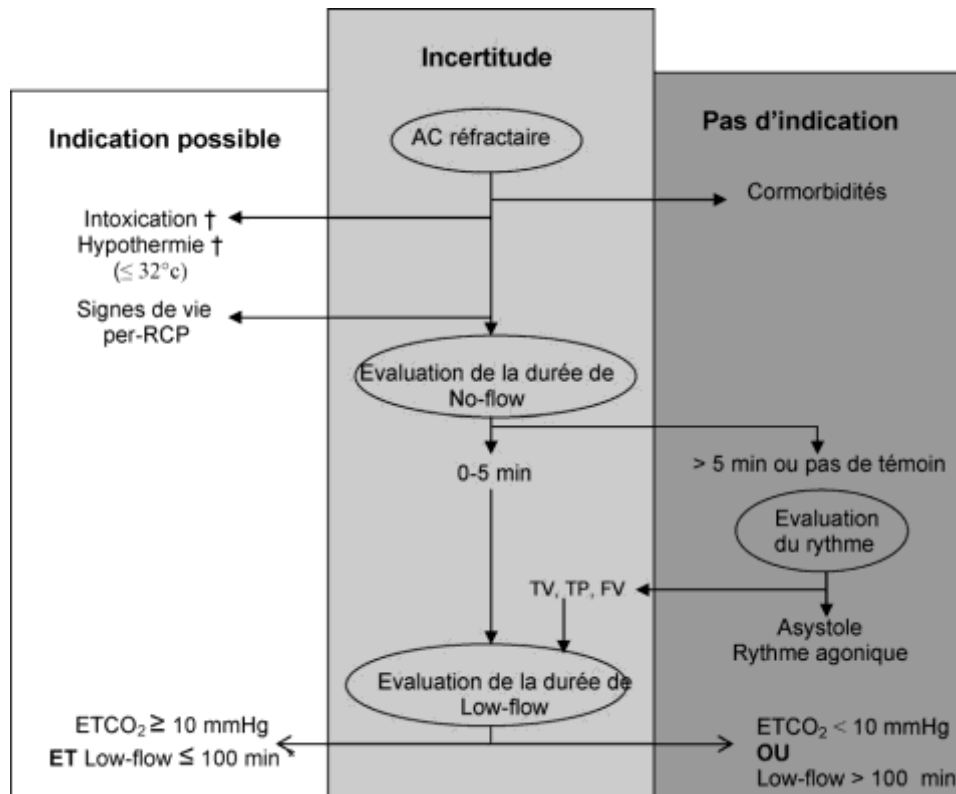
Un algorithme décisionnel a été créé pour permettre la sélection des victimes en urgence (Figure 5).

Il doit s'agir d'une victime présentant un arrêt cardiaque réfractaire, sans comorbidités.

Le No-Flow doit être inférieur à 5 minutes, le Low-Flow estimé à moins de 100 minutes et l'EtCO₂ > ou égal à 10 mmHg.

Dans tous les cas d'intoxication ou d'hypothermie, l'ECMO peut être discutée.

Figure 5 : Algorithme décisionnel pour l'indication de la mise en place d'une assistance circulatoire dans le cadre d'un arrêt cardiaque réfractaire.



RCP : réanimation cardiopulmonaire ; TV : tachycardie ventriculaire ; FV : fibrillation ventriculaire ; TP : torsades de pointes ; ETCO₂ : concentration télé-expiratoire de CO₂ (évaluée 20 min après le début de la RCP médicalisée). * : une durée de RCP > 100 min peut être acceptée dans le cas des intoxications par les cardiotropes. y : indications reconnues par l'International Liaison Committee on Resuscitation (ILCR) [11]. Les comorbidités sont celles qui amèneraient à ne pas indiquer des soins invasifs (réanimation, chirurgie, angioplastie coronaire par exemple). La durée du low-flow comprend la RCP de base (témoins et secouristes) et la RCP médicalisée.

Source : Recommandations sur les indications de l'assistance circulatoire dans le traitement des arrêts cardiaques réfractaires, 2009

3) L'ECMO dans la prise en charge des arrêts cardiaques réfractaires extra-hospitaliers : résultats actuels

a) Etudes parisiennes

Le Guen et al. ont réalisés une étude prospective sur 51 patients victimes d'un arrêt cardiaque réfractaire dans la région parisienne (3). Tous ont été transportés sous planche à masser en soins intensifs pour mise en place d'une ECMO. Les critères d'inclusions étaient les suivants : arrêt cardiaque extrahospitalier avec témoin, réfractaire (absence de RACS après 30min), RCP poursuivie jusqu'à l'arrivée aux soins intensifs, disponibilité d'une équipe mobile de chirurgiens cardio-thoraciques et absences de comorbidités majeures connues. L'ECMO n'avait pu être mise en place chez 9 patients. Sur les 42 patients restants, seuls 2 avaient survécu à J28 soit un taux de survie de 4%. A noter que dans cette étude, les recommandations de 2008 n'étaient pas toutes respectées puisque les durées de Low-Flow varient entre 75 et 195 minutes. Il s'agit d'une des explications possibles à ce faible taux de survie.

Une autre étude parisienne menée en 2011, a étudié la faisabilité de mettre en place une assistance circulatoire en pré-hospitalier (43). Une équipe spécialement formée et composée de 2 médecins seniors, une infirmière, un paramédical et un logisticien intervenait sur le lieu de l'arrêt cardiaque. Seuls 7 cas ont été inclus dans l'étude. L'ECMO avait pu être mise en place en pré-hospitalier dans les 7 cas dans les 79 +/- 15 minutes suivant l'effondrement de la victime. Le taux de survie était de 14% (1 personne). Les limites de cette étude sont nombreuses. En effet, il serait compliqué de généraliser ce protocole. La formation de professionnels à la mise en place de l'ECMO en pré-hospitalier et l'équipement des véhicules de SMUR de systèmes d'ECMO transportables seraient très coûteux. Par ailleurs, les résultats portant sur seulement 7 cas, il n'est pas possible de conclure à une amélioration de la survie des arrêts cardiaques extrahospitaliers lors de la mise en place de l'ECMO en pré-hospitalier.

b) Une étude allemande

Une étude publiée en 2013, a répertorié 28 cas d'arrêts cardiaques extra-hospitaliers ayant bénéficiés d'une mise en place d'une circulation extracorporelle sur 2 ans (44).

Sur ces 28 patients, les auteurs rapportaient 11 survivants, soit un taux de survie de 39,3%. Le seul facteur prédictif de mortalité significatif retrouvé correspondait au délai porte-ECMO (noté « door-to-ECLS dans l'article »). Plus ce délai était court, meilleure était la survie. Les auteurs ont également réalisé une analyse de survie de Kaplan-Meier retrouvant un bénéfice pour un délai porte-ECMO < 30min.

En effet, dans cette étude, pour les 11 survivant, le délai porte-ECMO était de 25 minutes en moyenne contre 42,5 minutes pour les décédés ($p=0,005$).

Les résultats de cette étude sont excellents et marque une fois de plus que l'assistance extra-corporelle peut avoir un intérêt dans la prise en charge des arrêts cardiaques extra-hospitaliers. Mais l'on peut se poser des questions sur les délais présentés dans cet article qui semblent très courts. Il n'est d'ailleurs précisé nul part à quoi correspond ce délai « door-to-ECLS ». S'agit-il du délai entre l'arrivée du SMUR sur place et la mise en route de l'ECMO, l'arrivée du patient à l'hôpital et la mise en route de l'ECMO ? Ces données seraient à préciser.

c) Une étude menée à Taiwan

En 2013, Wang et al. ont mené une étude pour comparer l'efficacité de l'utilisation de l'ECMO dans les arrêts extra et intra-hospitaliers (5). Sur les 31 victimes d'un arrêt cardiaque pré-hospitalier, la survie était de 38,7% et de 31,2% pour les victimes d'un arrêt intra hospitalier ($p<0,05$). La durée de No-Flow était inférieure à 5 minutes dans tous les cas. Le Low-Flow variait de 67,5 +/- 30,6 lors d'une prise en charge extrahospitalière et de 44,4 +/- 24,7, lorsqu'il s'agissait de patients hospitalisés soit nettement plus court ($p< 0,05$). De même, sur le plan neurologique, un quart des patients avaient un score Cérébrale Performances Catégories (CPC) de 1 ou 2, soit pas ou peu de séquelles neurologiques, sans différence significative entre les 2 groupes. Ces résultats sont très prometteurs et peuvent en partie être expliqués par une formation des intervenants, un transport

rapide et efficace des patients vers l'hôpital, la disponibilité du matériel transportable d'ECMO et son installation directement aux urgences.

Une analyse en sous-groupes permettait également de conclure que la survie sans séquelles neurologiques était plus importante avec un délai effondrement-ECMO inférieur à 60 minutes que lorsqu'il atteint 90 minutes (43,8% versus 26,6%).

Il semble donc indispensable de raccourcir ce délai au maximum pour améliorer la survie avec un pronostic neurologique favorable.

d) Une étude australienne

Une équipe australienne a publiée en 2014 une étude sur la prise en charge des arrêts cardiaques réfractaires intra et extra-hospitaliers dans le cadre d'un protocole particulier : le CHEER protocole (6). Il s'agissait de réaliser la RCP avec une planche à masser, d'induire rapidement une hypothermie en administrant du sérum salé glacé en perfusion, de mettre en place l'ECMO et de transférer rapidement en coronarographie si une étiologie coronarienne était suspectée. Ce protocole a permis d'atteindre 54% de survie sans séquelles neurologiques (60% en intra-hospitalier et 45% en extra-hospitalier) sur 26 patients inclus. On retrouvait par ailleurs, des délais entre l'effondrement et la mise sous ECMO significativement plus courts chez les survivants, 40 minutes, contre 78 minutes chez les non-survivants ($p=0,02$). L'hypothermie peut également être un des facteurs expliquant ces bons résultats et notamment l'absence de séquelles neurologiques chez les survivants.

e) Une étude américaine

En Pennsylvanie, une étude rétrospective a été menée de 2007 à 2014 pour évaluer la prise en charge des patients présentant un arrêt cardiaque extra-hospitalier ou aux urgences traités par ECMO (7). Les auteurs ont répertorié 26 patients pris en charge par une assistance extra-corporelle sur la durée de l'étude. L'objectif principal était d'évaluer la survie à la sortie de l'hôpital puis la survie sans séquelles neurologiques. 4 patients, soit 15% ont survécu et ont pu sortir de l'hôpital. Sur ces 4 patients, 3 ne présentaient aucune séquelle neurologique. Les prises en charge de

chacun de ces 26 patients ont été différentes puisque pour 15 d'entre eux l'arrêt cardiaque a eu lieu en dehors de l'hôpital, pour 5 dans le service des urgences et pour les autres soit durant le transport soit à l'arrivée dans un service. Ceci permet notamment d'expliquer les différences de délai entre l'effondrement et la mise en place de l'ECMO : de 12 à 180 minutes.

5 patients (19%) ont également bénéficié d'une hypothermie.

Ici encore, la mise sous ECMO semble être bénéfique mais de nombreux autres facteurs intercurrents entrent également en jeu et ne sont pas étudiés en sous-groupes pour évaluer leur influence.

f) Une étude japonaise

Une étude prospective menée de 2008 à 2012 dans 46 hôpitaux japonais, a comparé la survie des arrêts cardiaques en fibrillation, extrahospitaliers, pris en charge avec une réanimation cardio-pulmonaire standard versus ceux mis sous circulation extracorporelle (8).

454 patients ont été inclus, 260 dans le groupe ECMO et 164 dans le groupe sans ECMO. Les critères d'inclusion ne mentionnaient pas le No-Flow mais uniquement un délai entre l'effondrement et l'arrivée à l'hôpital inférieur à 45min.

Les résultats en intention de traiter retrouvent une survie avec un score CPC de 1 ou 2, soit sans séquelles neurologiques ou avec un déficit neurologique modéré, de 12,3% dans le groupe ECMO et de 1,5% dans le groupe sans ECMO ($p < 0,0001$).

Ces résultats sont une fois de plus très encourageants, et rouvrent le débat de la place de l'ECMO dans la réanimation des arrêts cardiaques.

4) Une première ébauche : la POS 2012 à Nancy

En 2012, alors que les résultats et l'indication de l'ECMO dans la prise en charge des ACR avaient été beaucoup controversés, une annexe est ajoutée à la procédure opérationnelle standardisée (POS) ACR sur les indications de l'ECMO à Nancy.

Ce document rédigé à l'initiative des réanimateurs reprend les grandes indications et contre-indications de l'ECMO dans les ACR pré-hospitaliers.

Ces nouvelles conditions sont bien plus restrictives que les recommandations de 2008 (10). En effet, elles limitent la mise sous ECMO aux victimes d'un ACR en FV ou TV dont le Low-Flow est estimé à moins de 30 minutes.

Il s'agit d'une première ébauche de protocole proposant un recrutement plus sévère des patients et avec une tendance à la diminution des délais. Malheureusement aucune solution n'est alors proposée pour permettre la réduction des délais pré-hospitaliers.

Cette POS a donc été rapidement obsolète, et très peu de patients ont pu bénéficier d'une mise sous ECMO.

Petit à petit, la réflexion sur l'ECMO dans les ACR extra-hospitaliers a repris, d'autant plus que de nombreuses études retrouvaient des résultats positifs à l'étranger.

Figure 6 : POS SAMU 54 : l'indication d'ECMO thérapeutique dans le cadre d'un ACR

POS ARRET CARDIO-RESPIRATOIRE SAMU 54

(ANNEXE 3)

ECMO THERAPEUTIQUE

CONTRE INDICATIONS

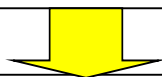
Arrêt cardiaque réfractaire

✎ Si associé à des comorbidités majeures

INDICATIONS POSSIBLE

Arrêt cardiaque réfractaire

- ✎ **Si Hypothermie accidentelle :** < 32.5°C quelle que soit la durée de no- et low-flow
- ✎ **Si Signe de vie Per RCP :** Quelle que soit la durée de no- et low-flow
- ✎ **Si Intoxication :** Devant témoin avec RCP immédiate **et low flow < 30 min**
- ✎ **Si Autres circonstances mais :**
 - Age < 60 ans
 - Devant témoin avec massage cardiaque immédiat.
 - Low flow < 30 min (entre l'effondrement et l'arrivée au bloc CCV ou Réa)
 - Pas de maladies graves sous jacentes extra cardiaques
 - EtCO₂ >10 mmHg
 - Si TV et FV pour le trouble du rythme initial



ORIENTATION DU PATIENT

1. Confirmer l'indication :

Joindre le **Réanimateur médicale de Brabois pour discussion qui joindra le chirurgien cardiaque** en cas d'accord sur l'indication, le Réanimateur Médical joindra le Réa Chir cardiovasculaire pour mobilisation de l'équipe

2. Orientation :

Au Bloc CCV du Bâtiment Louis Mathieu si libre ou direct en réa Médicale

**PARTIE II : PROPOSITION D'UN NOUVEL
ALGORITHME :
LE PROTOCOLE ACEP**

1) Cheminement de la réflexion

Fin 2013, alors que la procédure opérationnelle standardisée est déjà en place, un patient s'effondre au SAU de l'hôpital central de Nancy. Il est massé immédiatement, et la réanimation médicale spécialisée est débutée. Il s'agit d'un patient de 48 ans, ne présentant aucune comorbidité. L'ECG retrouve une fibrillation ventriculaire qui est rapidement choquée. Devant l'absence de RACS, il est décidé de le transporter au plus vite à Brabois sous planche à masser pour une mise sous assistance circulatoire. Le Low-Flow est estimé à 65 minutes au total pour un No-Flow de 0 min. Ce patient a survécu malgré la persistance de séquelles neurologiques à type de ralentissement psychomoteur.

Encouragés par ce nouveau cas et les résultats des récentes études (5–7,43), les discussions entre urgentistes, réanimateurs, cardiologues et chirurgiens cardio-vasculaires reprennent. Elles vont permettre d'élaborer un nouveau protocole, pour réduire au maximum les délais. Il s'agit du protocole ACEP, acronyme pour Arrêt Cardiaque ECMO Prioritaire.

Ce protocole doit permettre, par une étroite collaboration entre le centre 15, les pompiers, le SMUR 54 de Nancy, les réanimateurs médicaux, les cardiologues et les chirurgiens cardio-vasculaires une prise en charge extrêmement rapide des arrêts cardiaques réfractaires extra-hospitaliers bien sélectionnés.

Progressivement, les points clés à améliorer en pré-hospitalier puis en hospitalier se sont détachés.

L'objectif global est d'améliorer la survie avec un pronostic neurologique favorable et pour cela, l'objectif principal du SAMU 54 est d'améliorer le recrutement des victimes et de raccourcir les délais de prise en charge.

Pour y parvenir, nous nous sommes rapidement rendu compte qu'il fallait limiter géographiquement le territoire éligible au protocole ACEP. Le but est de pouvoir canuler la victime en 60 minutes.

Grâce aux logiciels des pompiers nous avons pu définir les localités situées à 10 minutes de route de l'Hôpital Central ainsi qu'à 15 minutes de l'Hôpital de Brabois. En combinant ces 2 cartes nous obtenons les communes éligibles au protocole ACEP (Annexes 1, 2 et 3).

Par la suite, et au fil des réunions avec les différents intervenants, nous avons rédigé les 2 organigrammes synthétisant les étapes du protocole (Figures 7 et 8).

Nous avons également rédigé des fiches de poste pour chaque personne impliquée lors du déclenchement du code ACEP, du médecin régulateur au sapeur pompier, du CID en passant par le permanencier ARM.

Il nous a rapidement semblé nécessaire de faciliter le travail du médecin du SMUR, toujours dans l'optique de diminuer les délais sur place et de lui proposer des documents spécifiques qu'il pourra consulter sur place.

Il s'agit notamment d'une « Fiche SMUR : code ACEP » reprenant les différents critères d'inclusion et d'exclusion à renseigner dès l'arrivée sur les lieux. (Annexe n°4)

Une « Fiche d'information famille » est également rédigée. Il est effectivement indispensable d'aller vite et dans ce contexte les explications données à la famille sur ce qui s'est passé et sur la suite des événements sont très succinctes. Nous avons donc produit un document destiné aux familles expliquant simplement la destination de la victime et l'éventuelle mise sous ECMO. Un numéro de téléphone est également disponible. (Annexe n°5)

Il nous semble indispensable de préciser que cette procédure doit pouvoir être adaptée au cas par cas. La procédure permet de donner un cadre mais à chaque étape, les différents intervenants (SAMU, réanimateurs, chirurgiens ou cardiologues) peuvent annuler la mise sous ECMO pour différentes raisons : mort apparente, équipes ou matériel non disponible, délais dépassés,...

De même, des circonstances exceptionnelles (victime très jeune, délais estimés très courts,...) peuvent pousser le médecin régulateur ou le médecin du SMUR à déclencher ou poursuivre le protocole ACEP malgré l'existence de critères d'exclusion.

Sur les lieux, le rôle du médecin est primordial pour adapter et faire progresser le protocole en fonction des complications possibles de chaque intervention.

Notre procédure décrit la situation idéale mais concrètement l'équipe peut être confrontée à une intubation difficile, à une pose de voie compliquée, à un brancardage impossible, à un imprévu sur la route... Le médecin devra dans ces situations trouver la meilleure solution.

2) Le protocole ACEP

Le protocole ACEP, mis en place courant 2014 aux urgences de Nancy doit formaliser la prise en charge des arrêts cardiaques réfractaires extra-hospitaliers.

Il a permis de modifier les pratiques en régulation et en pré-hospitalier pour améliorer à la fois le recrutement des patients et les délais de prise en charge.

Il s'agit dans un premier temps, de sélectionner rapidement au niveau de la régulation du centre 15, les victimes éligibles pour ce protocole.

Les critères d'inclusions et d'exclusions doivent être simples :

- ACR non traumatique
- Age < 60 ans
- Pas de comorbidités majeures
- Présence d'un témoin avec MCE immédiat
- Brancardage jusqu'à l'ambulance simple et rapide
- Délai entre l'effondrement et l'arrivée en salle de coronarographie estimé à moins de 45 minutes

La plupart de ces critères découlent des différentes études internationales publiées récemment sur le sujet et des recommandations de 2008.

La principale innovation repose sur le raccourcissement maximal du délai de Low-Flow à moins de 60 minutes, répartie en 4 étapes de 15 minutes : la règle des 4 fois 15.

L'ensemble du protocole est synthétisé sur 2 organigrammes (figures 7 et 8) permettant une lecture claire du protocole ACEP.

a) En régulation :

En pratique, il s'agit d'un appel téléphonique arrivant au centre 15 ou au CTA. L'ACR doit être reconnu au plus vite par le permanencier assistant de régulation médicale (ARM) et l'appel doit être transmis au plus vite au médecin régulateur. Dès que la commune où se trouve la victime est enregistrée, le régulateur sera informé par

une icône dans le logiciel de régulation que cette commune fait partie des localités éligibles au protocole ACEP. Ces communes font parties d'une liste préétablie des localités distantes à la fois de moins de 10 minutes de l'hôpital Central et de moins de 15 minutes de l'hôpital de Brabois.

Un VSAV des pompiers et un SMUR sont déclenchés immédiatement. Puis le médecin régulateur détermine si la victime répond ou non aux critères d'inclusions dans le protocole ACEP.

Si c'est le cas, le SMUR déclenché, recevra la précision qu'il s'agit d'un code ACEP. En même temps, un deuxième véhicule de pompiers, le CID est déclenché pour renforcer les moyens disponibles sur place.

Le médecin régulateur informe également le réanimateur médical de garde. C'est la phase de « pré-alerte ».

Le délai entre l'appel et l'arrivée du SMUR sur les lieux devrait être inférieur à 15 minutes.

b) Sur les lieux :

Il s'agit d'un moment clé de la prise en charge, la mission de chaque intervenant a été bien codifiée.

En effet, c'est LE délai à optimiser, puisque les délais de transport sont incompressibles.

Arrivés sur les lieux, après confirmation de l'arrêt cardiaque, les pompiers entreprennent la réanimation de base avec massage externe, ventilation au BAVU et pose du DAE.

Les pompiers du CID présents en renfort, préparent le brancard et la planche à masser qui seront nécessaires pour le transport.

L'équipage du SMUR essaye de récupérer le maximum d'informations sur la victime pour valider les critères d'inclusions en un minimum de temps.

Pendant ce temps, la réanimation médicale spécialisée débute avec mise en place d'une VVP, voir d'un DIO. L'intubation doit se faire au plus vite (19).

La victime est ensuite rapidement mise sous planche à masser pour pouvoir être transportée.

Le médecin rappelle rapidement la régulation pour donner les informations. La validation de la procédure ACEP sera confirmée par le réanimateur après information du chirurgien cardio-vasculaire.

Cette modification de prise en charge de l'arrêt cardiaque extra-hospitalier respecte les recommandations du Guide National de Référence (GNR) de secourisme des sapeurs-pompiers et les recommandations des sociétés savantes médicales françaises et européenne (19,25).

Le temps d'action du SMUR sur place doit être raccourci au maximum, le but étant de conditionner le patient au plus vite pour permettre un transport sous planche à masser jusqu'à Brabois.

Dans l'idéal, ce délai serait de 15 minutes.

c) Le transport :

Le transport de la victime se fait avec le VSAV des pompiers. La victime est sous planche à masser, une voie d'abord et le défibrillateur du scope sont en place.

Une analyse du rythme doit être réalisée avant le départ en arrêtant transitoirement la planche à masser.

Le temps de transport doit être inférieur à 15 minutes jusqu'à l'hôpital de Brabois.

d) Arrivée à l'hôpital de Brabois :

L'arrivée se fait directement en salle hybride de coronarographie avec prise en charge immédiate par les équipes de réanimation et de chirurgie cardio-vasculaire.

Les transmissions médicales et paramédicales se font rapidement entre le personnel du SMUR et le personnel sur place.

L'ECMO doit être mise en place dans les meilleurs délais. La canulation doit dans l'idéal se faire en 15 minutes soit dans les 60 minutes suivant l'effondrement.

Figure 7 : Organigramme Régulation ACEP

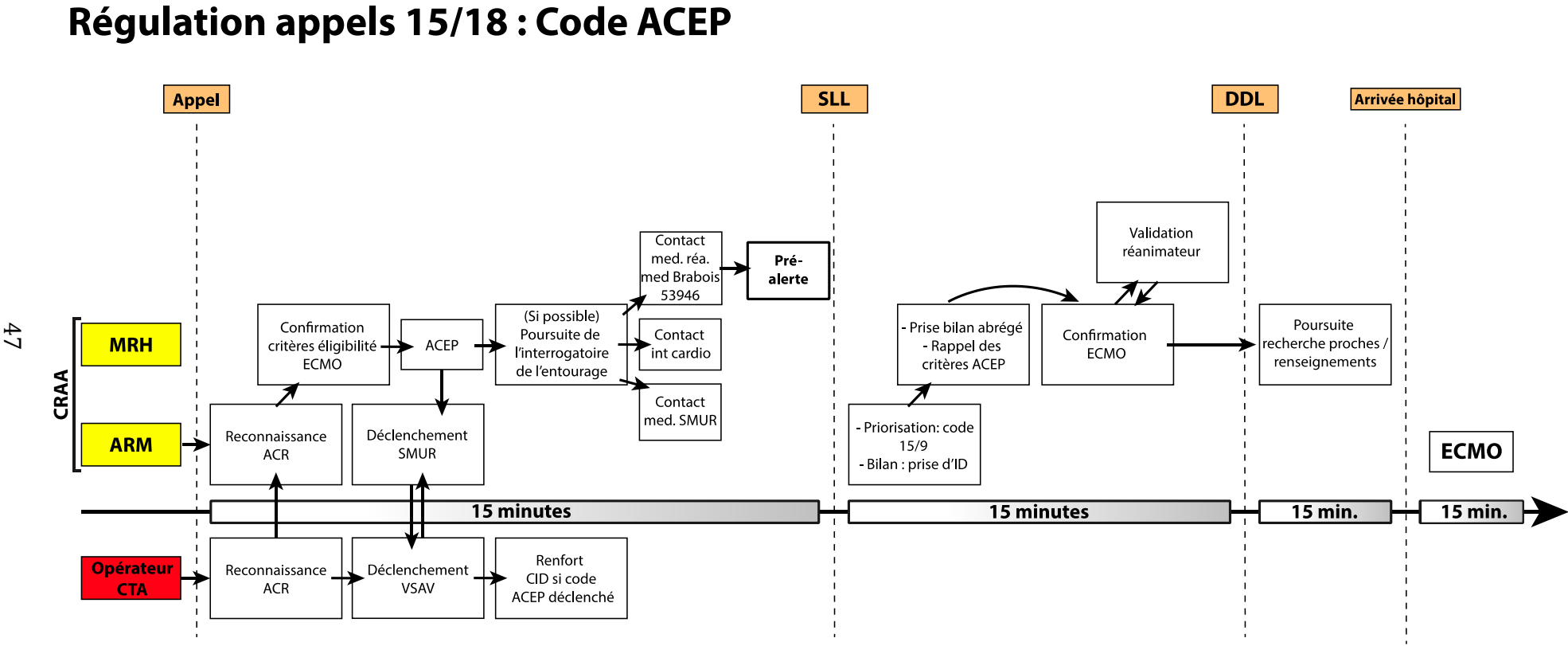
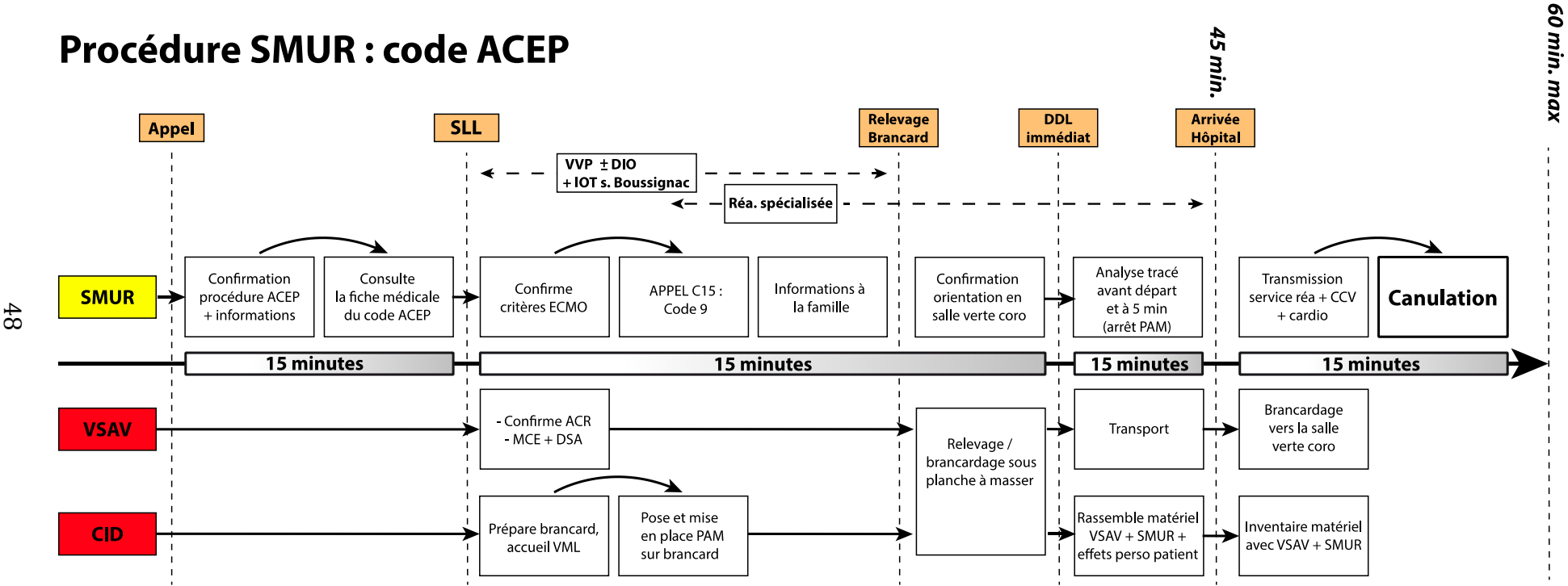


Figure 8 : Organigramme procédure SMUR ACEP



3) Une mise en pratique progressive

Dès le début des discussions, les médecins du SMUR ont tout mis en œuvre pour diminuer le temps de prise en charge et amener les victimes d'ACR réfractaire le plus vite à Brabois, avant même la publication officielle de la procédure ACEP.

L'information et la formation des sapeurs-pompiers, intervenants de première ligne, sont également un des points essentiels dans la mise en œuvre du protocole ACEP.

Fin janvier 2015, une réunion au Centre de Formation Départementale des pompiers, au Quartier Kléber, nous a permis de présenter le projet aux pompiers formateurs et notamment de réaliser 2 simulations grandeur nature.

Des responsables de la formation des pompiers et 2 équipes de la caserne de Vandoeuvre-les-Nancy étaient présents ainsi qu'une équipe complète de SMUR avec l'ensemble des équipements nécessaires.

Nous avons testé 2 scénarios :

- Arrêt cardio-respiratoire avec MCE immédiat au rez-de-chaussée
- Arrêt cardio-respiratoire avec MCE immédiat au 1^{er} étage

Il est à noter qu'entre la mise en scène des 2 scénarios nous avons pu gagner plus de 2 min, (15min 30 au lieu de 18min) simplement en discutant des différents points d'hésitation et en définissant de façon précise les missions de chacun sur les lieux.

Cet exercice nous a également conforté dans l'idée que, dans le cadre de la procédure ACEP, le déclenchement systématique d'un CID en supplément du VSAV est indispensable pour tenir le délai de 60 minutes. Leur aide est clairement nécessaire pour la préparation du matériel. Ils permettent d'autre part un brancardage et une évacuation plus rapide du patient. Ils seront chargés de rassembler le matériel non nécessaire laissé sur place par les 2 équipes.

Le débriefing de ces 2 situations nous a tout d'abord confirmé la faisabilité du protocole ACEP mais aussi de la nécessité d'informer et de former les intervenants pour le bon déroulement de l'intervention.

Les questions soulevées lors de ces manœuvres ont été nombreuses et des réponses ont pu être apportées :

- Quel est le rôle exact du CID, comment s'organiser s'il arrive avant/après le SMUR ?
 - > son rôle est la préparation de la PAM et le brancardage, il doit attendre l'équipe du SMUR à l'extérieur ou si SMUR déjà sur place, amener le brancard et récupérer la PAM pour la positionner sur le brancard. Il doit récupérer tout le matériel laissé sur place après le départ du SMUR et éventuellement informer la famille sur la destination du patient.
- Qui prépare et branche les électrodes du défibrillateur du Corpuls® ?
 - > ce rôle reviendra à l'ambulancier, qui branchera les 2 électrodes dès que les pompiers ont retiré leur DSA.
- Que faire si la pose de VVP est impossible ?
 - > l'IDE doit rapidement évaluer si la pose d'une VVP est possible, si ce n'est pas le cas, le médecin posera un DIO. Le kit de DIO devra donc systématiquement être dans le sac d'intervention.
- Qui s'occupe de la mise en route de la planche à masser ?
 - > L'ambulancier, après avoir préparé le matériel d'intubation s'assurera de la bonne position de la PAM sur le brancard, fixera les sangles et déclenchera la machine, en mode CONTINU.
- Que faire en cas d'intubation impossible ?
 - > en cas d'intubation difficile, possibilité d'utiliser le kit d'intubation difficile ou pour aller au plus vite, de poser le masque laryngé des pompiers, voire de transporter le patient avec une ventilation uniquement au BAVU.
- Qui informe la famille et comment ?
 - > une partie des informations sur la gravité de la situation sera donnée par le médecin lors de l'interrogatoire de la famille pour connaître les circonstances du malaise, les antécédents,... il a également semblé utile de réaliser un document, expliquant succinctement la prise en charge à la famille et la destination du patient.
- Quid du bilan 18 donné par chef d'agrès ?

-> Une fois la procédure lancée, il a été décidé qu'un bilan 18 ne sera pas donné par le chef d'agrès (sauf si arrêt cardiaque non confirmé sur place) pour ne pas perdre de temps. Le bilan sera fait directement au médecin du SMUR.

Une chose est claire après cet essai, la formation des équipes SMUR et pompier est indispensable pour que cette nouvelle procédure soit opérationnelle.

Entre les 2 essais nous avons déjà pu gagner plus de 2 minutes alors que le deuxième test était réalisé à l'étage avec brancardage dans les escaliers.

Par la suite, il est prévu de passer dans les différentes casernes des communes éligibles au protocole ACEP pour exposer la nouvelle procédure aux pompiers concernés.

a) Situation 1 : ACR RDC d'un immeuble



Arrêt cardio-respiratoire
devant témoin. MCE
efficace immédiat



Arrivée
VSAV
T 0



Arrivée
CID
Préparation brancard



Arrivée
SMUR
T+5min



Pose électrodes : **T+7**
Pose VVP : **T+9**
IOT : **T+10 min**



Brancardage avec pose et
mise en route PAM par
ADE
T+12min



Brancardage dans VSAV
T+15min 30



Départ VSAV + SMUR
T+18min

Environ 10min entre effondrement et arrivée VSAV
Prise en charge de 18 min au total sur place
Environ 15 min de transport pour arriver à Brabois
-> Soit un délai effondrement-salle ECMO de 43 min

b) Scénario 2 : ACR au 1^{er} étage d'un immeuble



Arrêt cardio-respiratoire
devant témoin. MCE
efficace immédiat



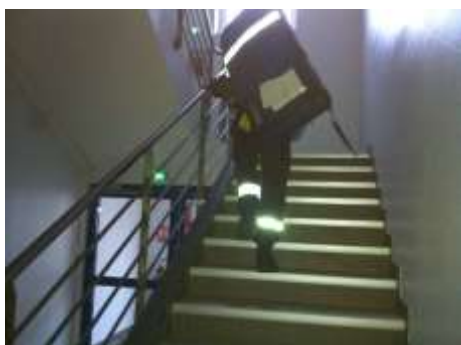
Arrivée
VSAV
T 0



Arrivée
CID
Préparation brancard



Arrivée
SMUR
T+5min



L'équipe CID monte le
brancard et la PAM
au 1^{er} étage



Pose électrodes : **T+6,55**
 Pose VVP : **T+8**
 IOT : **T+8 min**



Brancardage dans les
 escaliers



Brancardage dans
 VSAV
T+14 min 30



Départ VSAV + SMUR
T+15 min 30

Environ 10min entre effondrement et arrivée VSAV
Prise en charge de 15 min 30 au total sur place
Environ 15 min de transport pour arriver à Brabois
-> Soit un délai effondrement-salle ECMO de 40 min

En théorie, le protocole semble donc être réalisable et les délais de 4 fois 15 minutes ne paraissent pas utopiques.

Il est maintenant nécessaire d'analyser les résultats obtenus lors des d'interventions concrètes du SAMU 54 et d'apprécier la survie après mise en œuvre du nouveau protocole ACEP.

PARTIE III : ETUDE CLINIQUE

1) Description et objectif de l'étude

Nous avons réalisé une étude rétrospective, monocentrique, observationnelle et comparative, en étudiant tous les arrêts cardio-respiratoires extra-hospitaliers pris en charge par le SAMU 54 et ayant bénéficié d'une mise sous circulation extra-corporelle depuis août 2013 et jusqu'à fin avril 2015.

L'objectif principal est de définir si en améliorant les délais de prise en charge pré-hospitaliers des arrêts cardiaques réfractaires pouvant bénéficier d'une ECMO nous améliorons la survie des patients.

Nous avons également confronté nos chiffres aux résultats d'une étude réalisée au SAMU 54 en 2010-2011 dans le cadre d'une thèse. Cette étude regroupait 10 patients ayant présenté un ACR extra-hospitalier et mis sous ECMO en urgence. Elle s'intéressait particulièrement au respect des recommandations de 2008 et entre autres aux délais d'intervention (45).

Nous avons donc intégré les paramètres de toutes les interventions du SAMU 54 pour ACR avec transport en ECMO à Brabois depuis août 2013 pour analyser et comparer la survie, des délais de prise en charge et de transport.

2) Patients et Méthodes

Les données ont été recueillies rétrospectivement en utilisant les fiches d'intervention du SMUR de Nancy, les fiches de régulation du SAMU ainsi que les dossiers de réanimation.

Par soucis d'inclure le maximum de patients dans l'étude, certains cas ont été recueillis prospectivement.

De même, la procédure ACEP étant encore en cours de validation lors du début de la rédaction de cette thèse, les patients inclus dans l'étude n'ont pas tous bénéficié du protocole ACEP a proprement parler (notamment pas de déclenchement du 2^{ème} véhicule des pompiers). Mais l'idée de réduire au maximum le temps de prise en charge en extra-hospitalier était déjà présente.

Seuls les ACR pris en charge par le SMUR de Nancy ont pu être intégrés dans l'étude puisque les autres SMUR sont géographiquement trop distants, de l'hôpital de Brabois, respecter les délais de transport.

a) Critères d'inclusion

Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- ACR pris en charge par le SMUR de Nancy
- Massage cardiaque immédiat et efficace soit un No-Flow < 5min
- Age : < 60 ans
- Localisation par rapport à l'hôpital Central et l'hôpital de Brabois
- Mise en place d'une ECMO à Brabois

b) Critères d'exclusion

Les critères d'exclusion retenus sont :

- ACR d'origine hypoxique ou traumatique
- Comorbidités majeures ou multiples
- Brancardage compliqué jusqu'à l'ambulance

c) Recueil de données

Les données recueillies pour cette étude sur le plan épidémiologique ont été :

- Age
- Sexe
- Antécédents et facteurs de risques cardio-vasculaires
- Localisation de l'intervention

Les paramètres les plus importants sont les relevés des différents délais de l'intervention SMUR.

Ils ont été récupérés sur les fiches d'interventions. Les différents horaires sont notés par le médecin du SMUR au cours de l'intervention.

Ces chiffres ont bien sûr une importance cruciale pour notre étude, mais sur le terrain il est parfois difficile de penser à les noter et dans certains cas, des informations ont pu être oubliées. Souvent elles ont pu être récupérés dans les dossiers de réanimation.

Nous avons donc pris en compte :

- la durée du No-Flow : durée entre l'arrêt et le début de la RCP
- la durée du Low-Flow : durée entre le début de la RCP et la mise en route de l'ECMO
- la durée de l'intervention sur les lieux

Des informations supplémentaires, en rapport avec la réanimation elle-même ont également été recherchées :

- Rythme cardiaque initial
- Nombre de CEE délivrés
- Dose d'adrénaline administrée
- Présence d'un RACS

d) Critères d'évaluation

Le critère d'évaluation principal de cette étude est la survie avec sortie de l'hôpital. La mise en place du nouveau protocole ACEP n'a de sens que s'il permet d'améliorer la survie des victimes d'arrêt cardiaque réfractaire en extra-hospitalier. Il est également important d'évaluer le pronostic neurologique des patients survivants pris en charge en ECMO. Ce pronostic neurologique est évalué par le score CPC (46) :

- CPC 1 : conscient sans déficit neurologique ou déficit mineur
- CPC 2 : conscient avec déficit modéré
- CPC 3 : conscient avec déficit sévère
- CPC 4 : coma profond ou état végétatif
- CPC 5 : décédé ou mort encéphalique

Une évolution neurologique favorable correspond à un score CPC de 1 ou 2.

Dans un deuxième temps, il était intéressant de comparer les caractéristiques des patients survivants aux non survivants pour tenter de mettre en évidence un ou des facteurs prédictifs positifs de survie.

Dans un 3^{ème} temps, nous comparerons nos données aux résultats obtenus lors de l'étude réalisée en 2010 sur 10 cas.

e) Analyse statistique

La saisie des données a été réalisée à l'aide du logiciel Excel.

L'analyse statistique, l'interprétation et la présentation des résultats ont été réalisées avec l'aide de Monsieur VIRION Jean-Marc du Service d'Epidémiologie et d'Evaluation Clinique du CHU de Nancy.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide des tests non paramétriques : le test exact de Fisher pour les variables qualitatives et le test de Wilcoxon pour les valeurs quantitatives.

3) Résultats

Entre le 1^{er} août 2013 et le 30 avril 2015, le SAMU 54 a régulé 1291 ACR.

Le SMUR de Nancy est intervenu sur 447 ACR. 44 patients ont été ramenés en réanimation et 17 ont bénéficié d'une ECMO.

403 n'ont pas été transportés et ont été déclarés décédés sur place.

a) Caractéristiques générales des patients

L'âge moyen était de 41,4 ans $\pm$ 9,9 ans avec des extrêmes allant de 23 à 62 ans.

Il y a eu 12 hommes pour 5 femmes.

10 présentaient des facteurs de risque cardio-vasculaire. 5 étaient porteurs d'une cardiopathie.

5 ACR sont survenus au domicile, 2 au travail, 7 sur la voie publique et 3 lors d'une activité sportive.

Les 2 groupes de patients, survivants et non survivants sont homogènes.

Tableau 1 : Caractéristiques générales des 17 patients

	Total (N=17)	Décédés (N=11) (64,7%)	Vivants J30 (N=6) (35,3%)	p value
Age <i>n (moy)</i>	17 (41.4)	11 (39.5)	6 (45.0)	0.14
Sexe				0.10
Femme <i>n (%)</i>	5 (29.4)	5 (45.5)	0 (0.0)	
Homme <i>n (%)</i>	12 (70.6)	6 (54.5)	6 (100.0)	
Cardiopathie connue				0.10
Non <i>n (%)</i>	12 (70.6)	6 (54.5)	6 (100.0)	
Oui <i>n (%)</i>	5 (29.4)	5 (45.5)	0 (0.0)	
Diabète				1
Non <i>n (%)</i>	16 (94.1)	10 (90.9)	6 (100.0)	
Oui <i>n (%)</i>	1 (5.9)	1 (9.1)	0 (0.0)	
HTA				0.52
Non <i>n (%)</i>	14 (82.4)	8 (72.7)	6 (100.0)	
Oui <i>n (%)</i>	3 (17.6)	3 (27.3)	0 (0.0)	
Obésité				0.51
Non <i>n (%)</i>	14 (82.4)	8 (72.7)	6 (100.0)	
Oui <i>n (%)</i>	3 (17.6)	3 (27.3)	0 (0.0)	
Tabac				0.1
Non <i>n (%)</i>	13 (76.5)	10 (90.9)	3 (50.0)	
Oui <i>n (%)</i>	4 (23.5)	1 (9.1)	3 (50.0)	
Lieu ACR				0.03
Domicile <i>n (%)</i>	5 (29.4)	5 (45.5)	0 (0.0)	
Sport <i>n (%)</i>	3 (17.6)	3 (27.3)	0 (0.0)	
Travail <i>n (%)</i>	2 (11.8)	1 (9.1)	1 (16.7)	
VP <i>n (%)</i>	7 (41.2)	2 (18.2)	5 (83.3)	
Rythme initial				0.34
Asystole <i>n (%)</i>	3 (17.6)	3 (27.3)	0 (0.0)	
DEM <i>n (%)</i>	1 (5.9)	1 (9.1)	0 (0.0)	
FV <i>n (%)</i>	13 (76.5)	7 (63.6)	6 (100.0)	

* moy : moyenne

b) Caractéristiques des interventions

Les 17 interventions ont été réalisées dans des communes éligibles au protocole ACEP.

Tableau 2 : Caractéristiques des interventions

Caractéristiques		Total (N=17)	
		SD*	
No Flow (moy en min)		0.7	1.4
CEE	Non <i>n (%)</i>	2 (11.8)	
	Oui <i>n (%)</i>	15 (88.2)	
Dose adré (moy en mg)		7.9	6.3
RACS	Non <i>n (%)</i>	17 (100.0)	
	Oui <i>n (%)</i>		
Low Flow (moy en min)		69.8	14.8
Délai SLL (moy en min)		23.0	9.1

* SD = Standard Deviation, SLL = Sur Les Lieux,
moy = moyenne

A noter que le No-Flow moyen est de 0,7 minute +/- 1,4 minute.

Le Low Flow moyen est de 69,8 minutes +/-14,8 minutes, de l'effondrement de la victime à la mise en route de l'ECMO.

Le délai SLL correspond au temps passé par l'équipe SMUR sur les lieux, il est de 23 minutes +/- 9,1 minutes. Il tendait à se réduire sur les dernières interventions

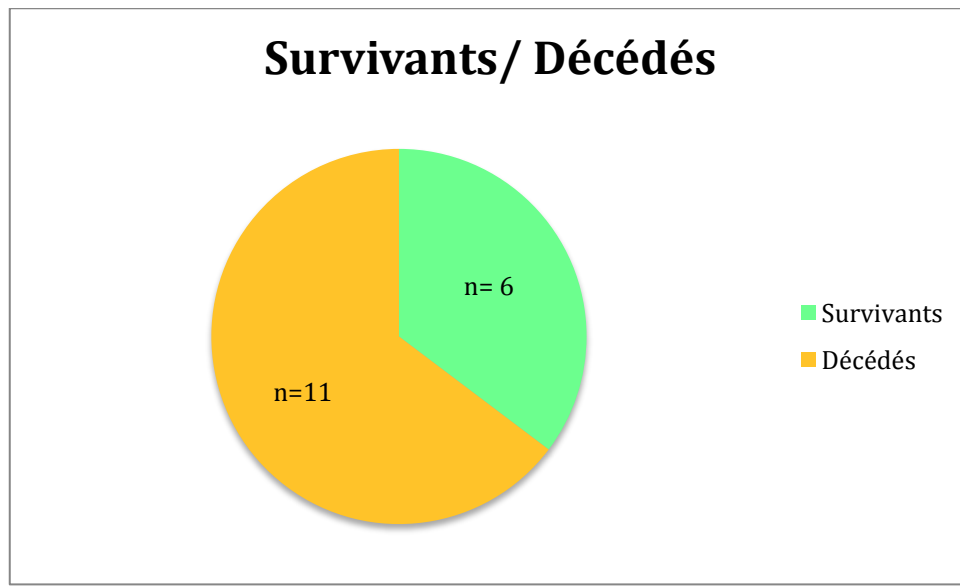
c) Survie et scores CPC des patients

Le taux de survie était notre critère principal d'évaluation.

Le taux de survie est de 35,3% dans notre étude, soit 6 survivants pour 11 décédés.

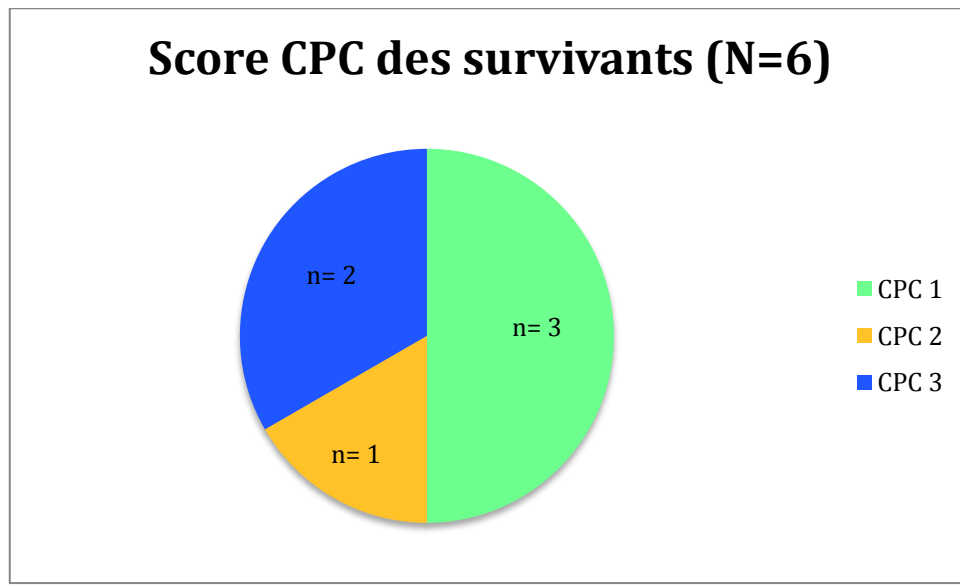
Rappelons que le taux de survie d'un ACR notamment en extra hospitalier oscille actuellement entre 5 et 12% s'il est pris en charge par une équipe de secours (13).

Figure 9 : Taux de survie



Nous nous sommes également intéressés à l'état neurologique des patients survivants en recherchant le score CPC des 6 survivants.

Figure 10 : Score CPC des survivants



A noter que parmi ces survivants, 1 seul patient présente une séquelle neurologique secondaire à l'arrêt cardiaque en lui-même. Les 2 autres ont présenté des complications neurologiques liées à la réanimation.

d) Comparaison survivants/décédés

Une comparaison des caractéristiques principales des interventions SMUR a été réalisée pour essayer de détacher un facteur pronostic en faveur de la survie des patients mis sous ECMO.

Tableau 3 : Caractéristiques survivants vs décédés

Caractéristiques	Décédés (N=11) (64,7%) SD*		Survivants (N=6) (35,3%) SD*		p value
No Flow (moy en min)	0.9	1.6	0.3	0.8	0.42
CEE					0.51
Non <i>n (%)</i>	2 (18.2)		0 (0)		
Oui <i>n (%)</i>	9 (81.8)		6 (100)		
Dose adré (moy en mg)	9.0	6.9	5.6	4.5	0.46
Absence RACS	100.0		100.0		
Low Flow (moy en min)	73.9	13.3	62.2	15.4	0.1
Délai SLL (moy en min)	24.5	8.6	20.2	10.3	0.36

* CEE = Choc Electrique Externe, SLL = Sur Les Lieux, moy= moyenne

Le Low-Flow semble plus court de 10 minutes en moyenne chez les survivants que chez les décédés mais de façon non significative ($p>0,05$).

La durée de No-Flow, le nombre de CEE, la dose d'adrénaline, et le délai sur les lieux semblent sensiblement identiques dans les 2 groupes. Les analyses statistiques ne montrent pas de différence significative.

A noter qu'en moyenne la durée sur les lieux semble tout de même plus courte d'environ 4 minutes chez les survivants sans être significative.

e) Comparaison avec les résultats de l'étude de 2011

Afin de mettre en évidence l'évolution de la prise en charge en fonction du protocole et des recommandations suivis, nous avons comparé nos résultats à ceux d'une étude similaire menée à Nancy en 2011. Cette étude était menée rétrospectivement sur 10 patients ayant présenté un ACR et bénéficié d'une ECMO.

Tableau 4 : comparaison résultats 2010-2011 et protocole ACEP

Caractéristiques	Total N=27		2010-2011 N=10 (37%)		ACEP 2013-15 N=17 (63%)		P value
		SD*		SD*		SD*	
No Flow (moy en min)	1.4	2.1	2.5	2.6	0.7	1.4	0.11
CEE							1
Non <i>n</i> (%)	3 (11.1)		1 (10.0)		2 (11.8)		
Oui <i>n</i> (%)	24 (88.9)		9 (90.0)		15 (88.2)		
Dose adré (moy en mg)	9.3	6.8	11.6	7.3	7.9	6.3	0.06
Low Flow 1 (moy en min)	60.4	16.8	76.1	11.0	50.6	11.5	<0.0001
Low Flow2 (moy en min)	69.8	14.8	N/A		69.8	14.8	
Délai SLL (moy en min)	31.0	14.3	44.6	10.6	23.0	9.1	0.0001
Survie J30							
Non <i>n</i> (%)	20 (74.1)		9 (90)		11 (64.7)		
Oui <i>n</i> (%)	7 (5.9)		1 (10)		6 (5.3)		0.20

* SD = Standard Deviation

Nous observons principalement une nette réduction du délai de prise en charge sur les lieux qui passe 44 minutes à 23 minutes en moyenne ($p=0,0001$).

On note également une diminution significative du Low-Flow 1 qui passe de 76 minutes en moyenne à 50 minutes ($p<0,0001$).

Le Low-Flow 1 correspond ici au délai entre l'effondrement et l'arrivée en salle de coronarographie. L'étude de 2011 n'avait pas pris en compte le temps de canulation, il s'agit d'un Low-Flow incomplet.

Afin de pouvoir comparer les données des deux études, nous avons recueilli les mêmes informations et nous avons relevé un délai de Low-Flow incomplet pour les cas du protocole ACEP.

Le Low-Flow 2 correspond au délai entre l'effondrement et la mise en route de l'ECMO. Il ne peut donc pas être comparé aux résultats de l'étude précédente.

La survie à J30 est de 10% en 2011 pour 35,3% en 2015 mais ce résultat n'est pas significatif et inexploitable dans l'état.

4) Discussion

a) Analyse des résultats

- Survie

La survie dans notre étude est de 35,3%. Ces chiffres sont très encourageants et rejoignent les très bons résultats obtenus dans les études réalisées en Allemagne (44) ou à Taiwan (5).

La survie est nettement supérieure à la survie générale des arrêts cardiaques extra-hospitaliers mais également supérieure à celle de 10% obtenue lors de l'étude de 2012 sur 10 cas (45). Bien que ce résultat ne soit pas significatif ($p > 0,5$), il semble que le taux de survie augmente. Les tests statistiques étant réalisés sur de très petits échantillons, ils n'ont possiblement pas pu mettre en évidence cette évolution par manque de puissance. Cette augmentation de la survie est probablement la résultante d'une meilleure sélection des patients mais aussi et surtout d'une meilleure prise en charge, plus protocolisée, permettant un raccourcissement des délais pré-hospitaliers.

Les survivants sans séquelles neurologiques ou des séquelles modérées (score CPC 1 ou 2) représentent 67 % des non décédés.

Il nous semblait bien sûr important d'améliorer la survie globale grâce à notre protocole ACEP, mais cette amélioration n'a de sens que si les patients survivants gardent une qualité de vie satisfaisante (correspondant ici à un score CPC de 1 ou 2).

Ces chiffres sont prometteurs et permettent réellement de remettre la question de l'indication de l'ECMO dans la prise en charge de l'arrêt cardiaque réfractaire à l'ordre du jour.

- Délais

Le délai de prise en charge sur les lieux et le Low Flow total (effondrement-mise en route ECMO) ont été nettement réduits depuis la mise en place de ce protocole.

Entre 2011 et 2015, le Low-Flow 1 moyen (effondrement-arrivée à Brabois) est passé de 76 minutes à 50 minutes grâce à la mise en place de la procédure ACEP ($p < 0,0001$).

Le temps moyen passé sur les lieux est passée de 44 minutes à 23 minutes montrant une diminution significative ($p=0,0001$).

Seuls les délais de transport n'ont pas été raccourcis de manière significative car il s'agit globalement d'un temps incompressible.

L'information et la formation des équipes SMUR et des pompiers ont permis d'optimiser le conditionnement de la victime sur place qui peut se faire en moins de 15 minutes. Il s'agit d'un travail d'équipe qui doit permettre au VSAV de quitter les lieux avec le patient sous PAM, 30 minutes après l'effondrement.

Cette remarque remet d'ailleurs en question les recommandations actuelles sur l'arrêt cardiaque réfractaire et l'ECMO.

En effet, actuellement, l'ECMO n'est recommandée par la SFAR que dans la prise en charge des arrêts cardiaques réfractaires (47). Or, un arrêt cardiaque est défini comme réfractaire après 30 minutes de réanimation bien conduite, sans RACS.

Notre protocole n'est donc pas en totale adéquation avec les recommandations françaises actuelles puisque le médecin régulateur prend la décision de lancer le code ACEP dès l'appel, avant de déterminer l'ACR comme réfractaire. Le patient est pris en charge et transporté vers Brabois parfois avant même que les 30 premières minutes de réanimation ne soient écoulées.

Dans notre cas, le patient a été considéré en ACR « réfractaire » devant l'absence d'un RACS après un seul choc lorsque le rythme est choquable. Dans le cas d'un patient en asystolie, le pronostic est d'emblée plus péjoratif et les RACS moins fréquents, le patient a été inclus sans attendre les 30 minutes de réanimation.

D'autre part, malgré l'absence de respect des recommandations actuelles sur les délais définissant l'arrêt réfractaire, la prise en charge est optimale avec une réanimation cardio-pulmonaire médicalisée poursuivie tout au long du transport. Si un RACS apparaît pendant le transport, le protocole ACEP n'est pas poursuivi mais le patient est déjà en route vers un service de coronarographie et une réanimation qui pourra le prendre en charge. Il nous semble que la prise en charge de la victime reste optimale et conforme aux recommandations.

- **Le protocole**

Le protocole a été mis en place de façon pluridisciplinaire, après plusieurs concertations entre les réanimateurs et les urgentistes. Certains critères ont été modifiés (âge, délais,...) au fur et à mesure de ces discussions et en fonction des expériences de chacun.

- **No-Flow**

Le No-Flow, correspond au temps entre l'ACR et le début des compressions cardiaques. Il correspond donc au temps pendant lequel le cerveau et le cœur ne sont absolument pas perfusés. Ce délai doit être le plus court possible pour espérer préserver la fonction cérébrale et récupérer un rythme cardiaque.

Déjà dans les recommandations de 2008 (10), le No-Flow devait être estimé à moins de 5 minutes pour espérer avoir un bénéfice à la mise sous ECMO.

Dans les 2 études, de 2011 et 2015, les moyennes de No-Flow sont inférieures à 5 minutes. La moyenne étant de 2,5 minutes en 2011 et de 0,7 minutes en 2015 ($p=0,1082$).

Ces chiffres peuvent également aider à expliquer notre taux de survie plus élevé puisque le No-Flow est plus court, les chances de RACS et de survie sans séquelles neurologiques sont plus grandes (48).

A noter que le No-Flow est souvent sous-estimé et qu'il nous semble en réalité quasiment impossible qu'il soit égal à 0 minute. En effet, sauf dans le cas d'une prise en charge immédiate par du personnel médical, il semble difficile de concevoir que des personnes non formées puissent reconnaître l'ACR et initier le MCE en moins d'une minute.

- **Rythme initial**

Le rythme initial semble être un déterminant majeur de la survie mais aussi du pronostic neurologique en cas de survie. Sur nos 17 patients, 6 ont survécus et ces 6 patients ont tous initialement présenté un rythme choquable en fibrillation ventriculaire.

Aucun patient présentant une asystolie ou une DEM à la prise en charge n'a survécu.

Une étude danoise récente a comparé la mortalité après un arrêt cardio-respiratoire d'origine cardiaque en fonction du rythme initial. Elle était de 21% en cas de FV et de 71% en cas de rythme non choquable soit significativement plus importante. De

même, dans cette étude, la FV initiale était un facteur pronostic favorable de l'état neurologique (49).

Ces résultats pourraient éventuellement nous pousser à n'inclure dans le protocole à l'avenir que les patients présentant un rythme initial choquable mais des études supplémentaires sont nécessaires.

- Sélection des patients

La sélection des patients est un point fondamental pour l'amélioration de la survie mais il s'agit également d'un sujet épineux pour le régulateur qui reçoit l'appel et qui doit décider ou non de déclencher le code ACEP.

Tout d'abord, le régulateur reçoit un appel d'une personne paniquée qui souvent n'est pas du milieu médical et parfois ne connaît même par la victime de l'ACR. Il est donc souvent impossible d'avoir des réponses pour chaque critère d'inclusion du protocole. Il a été décidé que lors du premier appel, les informations indispensables permettant de déclencher le protocole ACEP doivent être simples et sont : l'absence de No-Flow, la réalisation d'un massage cardiaque externe +/- DSA et la localisation de la victime. Le médecin sur place lors de l'intervention du SMUR pourra compléter le dossier mais dans l'idéal le régulateur poursuivra l'interrogatoire au téléphone si un des témoins est disponible.

Très vite, nous nous sommes également rendu compte que le protocole permettait de donner un cadre aux interventions mais que certaines situations étaient exceptionnelles et nécessitaient une réflexion particulière. Il est bien sûr compréhensible de vouloir inclure les victimes les plus jeunes, (2 ACR chez des moins de 30 ans dans notre étude) même si tous les critères ne sont pas réunis, pour leur donner toutes les chances.

De même, la liste des localités éligibles est fixe, mais chaque situation est unique et mérite d'être évaluée. Si une victime est localisée dans une ville à la limite du périmètre éligible mais présente un brancardage facile (par exemple sur la voie publique ou juste à côté de l'autoroute) le code ACEP peut être déclenché par le régulateur s'il l'estime nécessaire et raisonnable.

Le protocole ACEP n'est donc pas un protocole immuable mais correspond à une prise en charge évoluant et s'adaptant aux besoins de différentes situations réelles tout en conservant certains paramètres essentiels tels qu'un No-Flow inférieur à 5 minutes,

un massage cardiaque immédiat, ainsi qu'un Low-Flow d'une durée estimée à 60 minutes.

b) Limites

Notre taux de survie est très encourageant. Il semble que nous ayons réussi en sélectionnant mieux les patients, à trouver une réelle place à l'ECMO dans la prise en charge des ACR réfractaires extra-hospitaliers.

Bien entendu, ces résultats sont pour l'instant difficilement extrapolables. En effet, il s'agit d'un recrutement de très petite taille. Un échantillon plus grand serait nécessaire pour assurer une validité interne suffisante à notre étude.

Il est donc indispensable de poursuivre l'étude des résultats suite à la mise en place du protocole. Le relais est repris par l'étude CARECMO (Cardiac ARrest Extra Corporeal Membrane Oxygenation) sous la responsabilité du SAMU (Adrien Lauvray, Déborah Jaeger et Tahar Chouihed) et de la réanimation médicale de Brabois (Antoine Kimmoun, Jean François Laithier, Bruno Lévy). Il s'agit d'une étude prospective sur 5 ans qui doit inclure 100 patients victimes d'un arrêt cardiaque extra ou intra-hospitalier et traités par ECMO avec analyse de la survie.

D'autre part, il faut noter que la plupart des patients n'ont pas bénéficié de l'optimisation du protocole ACEP.

En effet, la mise en place du 2^{ème} véhicule des pompiers en renfort n'a été validée officiellement que récemment et n'a pu être déclenchée pour aucun de nos 17 patients.

On peut donc espérer pouvoir raccourcir encore un peu les délais de Low-Flow qui restent assez souvent supérieurs à la limite de 60 minutes fixée par notre protocole (seules 3 sur 17 victimes ont un Low-Flow inférieur à 60 minutes). De plus, la procédure a été régulièrement modifiée durant l'étude, en fonction des expériences pratiques de chacun.

L'absence de données pour la plupart de nos patients sur les mesures d'EtCO₂ (seulement 4 chiffres sur 17 patients) représente une autre limite à cette étude.

L'EtCO₂ > 10 mm Hg est admis dans de nombreuses études comme un des éléments prédictifs favorables à la survenue d'un RACS et donc d'une meilleure survie (15,50). Seuls 4 de nos patients ont bénéficié d'une mesure d'EtCO₂ malgré les recommandations européennes qui préconisent l'utilisation systématique d'un capnographe dans toutes les prises en charge d'arrêt cardiaque (25). Ceci est en partie dû au fait que nous avons essayé d'optimiser la procédure pour aller au plus vite sur place et la mesure d'EtCO₂ a souvent été oubliée.

Notre étude se base beaucoup sur des chiffres de délais. Ces données ont été récupérées rétrospectivement sur les fiches d'interventions SMUR. Vu le type d'interventions, les données rétrospectives ont été parfois difficiles à récupérer et leur approximation peut faire influencer les délais de Low-Flow.

L'ECMO artério-veineuse reste une technique disponible uniquement dans les grands centres hospitaliers de type CHU. Le personnel formé à ces techniques, que ce soit les chirurgiens, les réanimateurs ou les perfusionnistes sont peu nombreux. La nuit ou le week-end, une seule équipe de chirurgiens et de perfusionnistes est de garde. Si ce personnel est déjà en train de prendre en charge une autre urgence ou si le matériel d'ECMO est déjà utilisé, le patient ne pourra malheureusement pas bénéficier de la procédure ACEP. La prise en charge d'un ACR en ECMO relève de la mise en place de moyens exceptionnels parfois indisponibles.

c) Perspectives

Nos résultats paraissent très encourageants. De notre point de vue, devant un taux de survie de plus de 30%, l'ECMO reprend une place importante dans l'algorithme de prise en charge des arrêts cardiaques réfractaires chez des sujets bien sélectionnés.

De nouvelles recommandations sur la prise en charge de l'arrêt cardiaque doivent être publiées fin 2015. Suite aux nombreuses études publiées ces 2 dernières années sur l'ECMO dans les arrêts cardiaques réfractaires, il nous semble tout à fait plausible que l'assistance circulatoire puisse occuper une place plus importante dans ces nouvelles recommandations.

Trois autres aspects, pourraient certainement être améliorés pour potentiellement augmenter la survie.

Tout d'abord, l'application plus stricte du protocole avec notamment la mise en place du 2^{ème} véhicule des pompiers, le CID, l'optimisation de la prise en charge sur les lieux pour permettre le brancardage dans le VSAV au plus vite permettra de gagner de précieuses minutes.

Deuxièmement, la sélection de patients plus rigoureuse est également fondamentale. Il est bien sûr difficile de ne pas mettre en œuvre tous les moyens disponibles même si l'espoir est faible lorsque la victime est très jeune. Pourtant, si l'on veut que l'ECMO trouve une légitimité dans la prise en charge des arrêts cardiaques réfractaires, il faut essayer de s'en tenir aux critères d'inclusion et d'exclusion définis dans notre étude. Il est indispensable que le No-Flow soit très court, que la victime ne présente pas de comorbidités, que l'étiologie de l'arrêt soit supposée d'origine cardiaque et que le brancardage et le transport soient simples et rapides.

Le dernier point majeur pouvant améliorer la survie des victimes d'ACR est la diminution du No-Flow, dans l'idéal à moins d'une minute. Pour cela, il est indispensable que les premiers signes de l'arrêt cardiaque (notamment en cas de gasping) soient reconnus par les témoins et qu'ils sachent réaliser immédiatement un massage cardiaque externe efficace.

Il est donc indispensable que la population générale soit formée massivement aux premiers secours.

Environ 95% des norvégiens et 80% des autrichiens sont formés aux premiers secours alors qu'en France moins d'une personne sur cinq pratique les gestes de premiers secours lorsqu'elle est témoin d'un ACR (51).

Or, le déclenchement du protocole ACEP n'a de sens que si un massage cardiaque efficace a été débuté immédiatement par les témoins. Il est donc primordial de promouvoir au maximum les formations de premiers secours dans tous les milieux : scolaires, professionnels, associatifs, sportifs,...

Dans cette optique, l'association Grand Nancy Défi'b propose la formation de Sauveteurs Volontaires de Proximité, les SVP. Ces personnes sont formées au massage cardiaque et à l'utilisation du DEA. Ils sont mobilisés lorsqu'un ACR survient à proximité de leur domicile dans l'une des 13 communes opérationnelles du Grand Nancy.

De même, le SAMU 54 participe à la formation aux premiers secours (AFPS) des élèves de troisième. L'acquisition de ces compétences fait partie du socle commun de connaissance des élèves de collège et lycée depuis le décret n°2006-830 du 11 juillet 2006.

Notre protocole est voué à évoluer au fil du temps. Le protocole CHEER de l'étude australienne propose par exemple de débiter une hypothermie en pré-hospitalier pour améliorer le pronostic neurologique (6).

Actuellement, il nous semble plus important de maîtriser la température en pré-hospitalier et de lutter contre l'hyperthermie. En effet, l'induction de l'hypothermie dès la phase pré-hospitalière ne semble augmenter ni la survie, ni le pronostic neurologique des arrêts cardiaques (52,53).

Une autre modification envisageable serait de mettre en place une intubation à l'aide d'une sonde de Boussignac. Nous avons émis cette hypothèse lors de la rédaction de notre protocole. Elle aurait permis de faciliter le brancardage, tout en poursuivant une oxygénation continue. Mais devant l'absence d'études avec un niveau de preuve assez fort, nous y avons renoncé pour l'instant. Un protocole expérimental évaluant l'efficacité de cette sonde sur un modèle porcine d'arrêt cardiaque réfractaire devrait être débuté à Nancy dès la fin de l'année.

Sur les 11 patients décédés dans notre étude, 4 ont présenté un état de mort encéphalique. Certains de ces patients ont pu être prélevés dans le cadre du don d'organes. Il s'agit d'une perspective possible pour les victimes ne survivant pas d'autant plus que la demande d'organes est grandissante et que l'Agence de la Biomédecine fait face à une réelle pénurie des dons d'organes. Il ne s'agit bien entendu pas d'un des buts premiers. L'ECMO ne sert pas à produire des donneurs d'organes mais il s'agit tout de même d'un point important à souligner.

CONCLUSION

Le protocole ACEP a été mis en place progressivement dès fin 2013. Son installation a permis d'optimiser l'intervention du SMUR et des sapeurs-pompiers sur un ACR réfractaire avec transfert en ECMO.

Dans ce cadre, de manière conjointe avec le corps des sapeurs-pompiers, des exercices ont été réalisés afin de définir le rôle de chacun, ainsi que les moyens nécessaires lors de ces interventions.

Au cours des dernières années, l'ECMO ne s'est pas imposée dans la prise en charge des arrêts cardiaques extra-hospitaliers. Les résultats de notre étude, associés aux récentes publications, permettent de réintroduire l'ECMO dans cette problématique et d'y voir une potentielle indication chez des patients bien sélectionnés.

Le taux de survie de 35,3%, estimé sur 17 cas est pour l'instant peu significatif, bien qu'encourageant, et devra être comparé aux résultats d'une étude menée à plus grande échelle.

Néanmoins, des avancées notables en termes de réduction des délais de prise en charge pré-hospitaliers ont pu être réalisées grâce à la mise en place de notre procédure ACEP au SAMU 54. Cette diminution significative du délai sur les lieux et du Low-Flow, d'environ 20 minutes en moyenne permet d'expliquer partiellement l'amélioration de la survie.

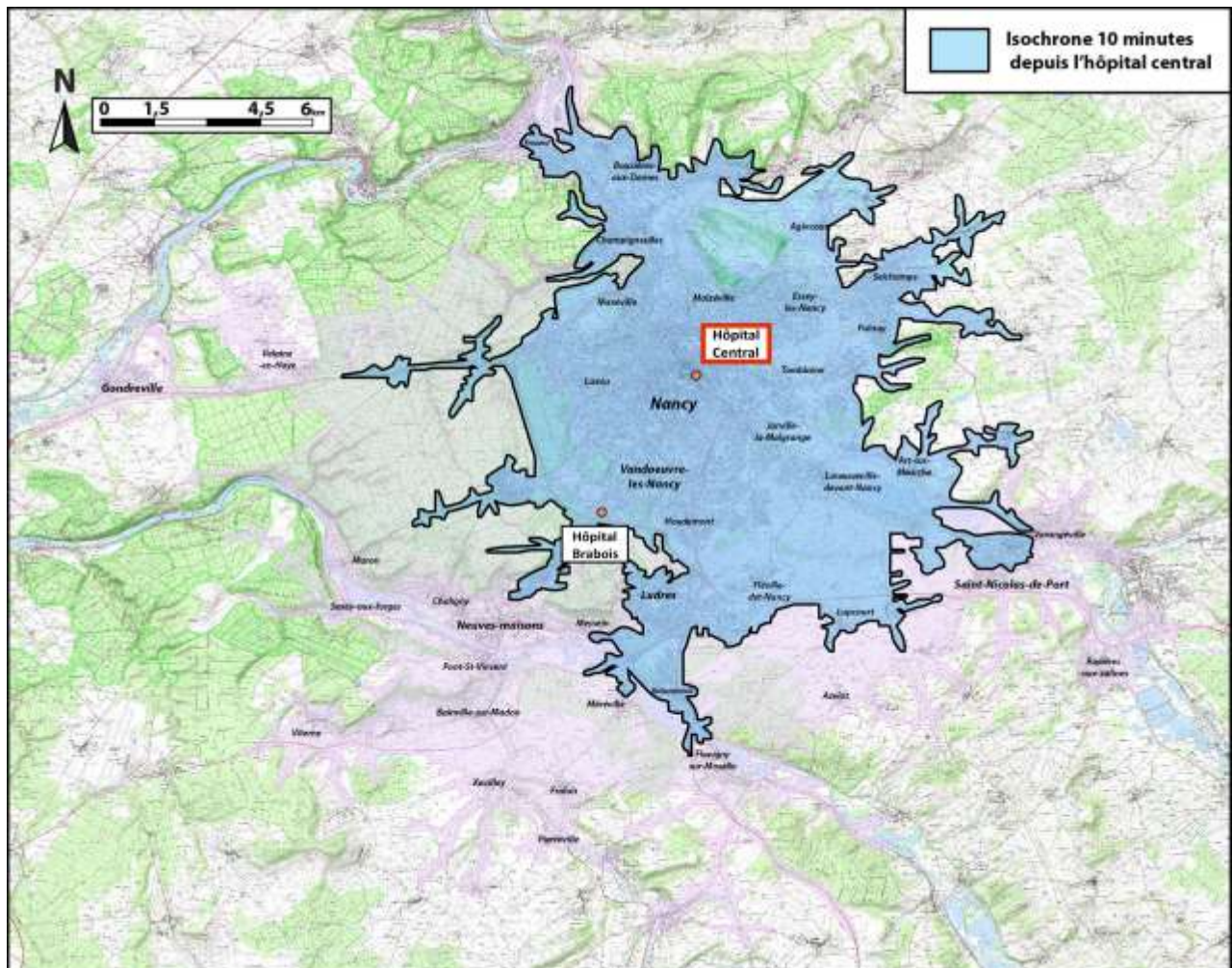
D'autre part, la sélection des patients éligibles au protocole ACEP se fait de façon plus simple grâce à des modifications du logiciel de régulation permettant de voir immédiatement si la commune de la victime se situe dans le rayon d'action prédéfini.

La mise en place du protocole ACEP est un exemple de collaboration étroite et concrète entre les pompiers et les différentes spécialités médico-chirurgicales, qui a permis d'optimiser les pratiques des médecins urgentistes.

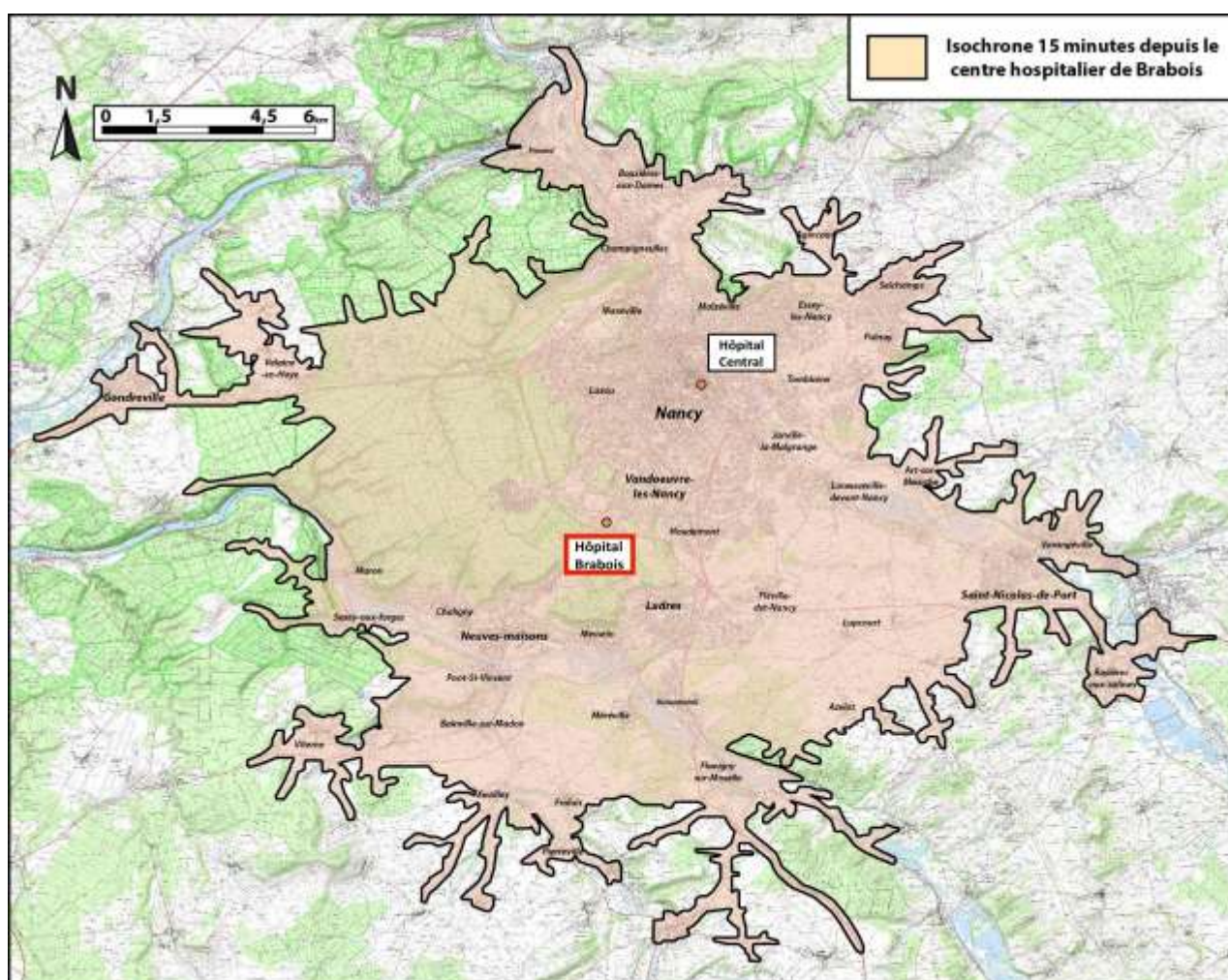
Il est maintenant nécessaire de réaliser une étude prospective, à plus grande échelle pour confirmer ces résultats.

ANNEXES

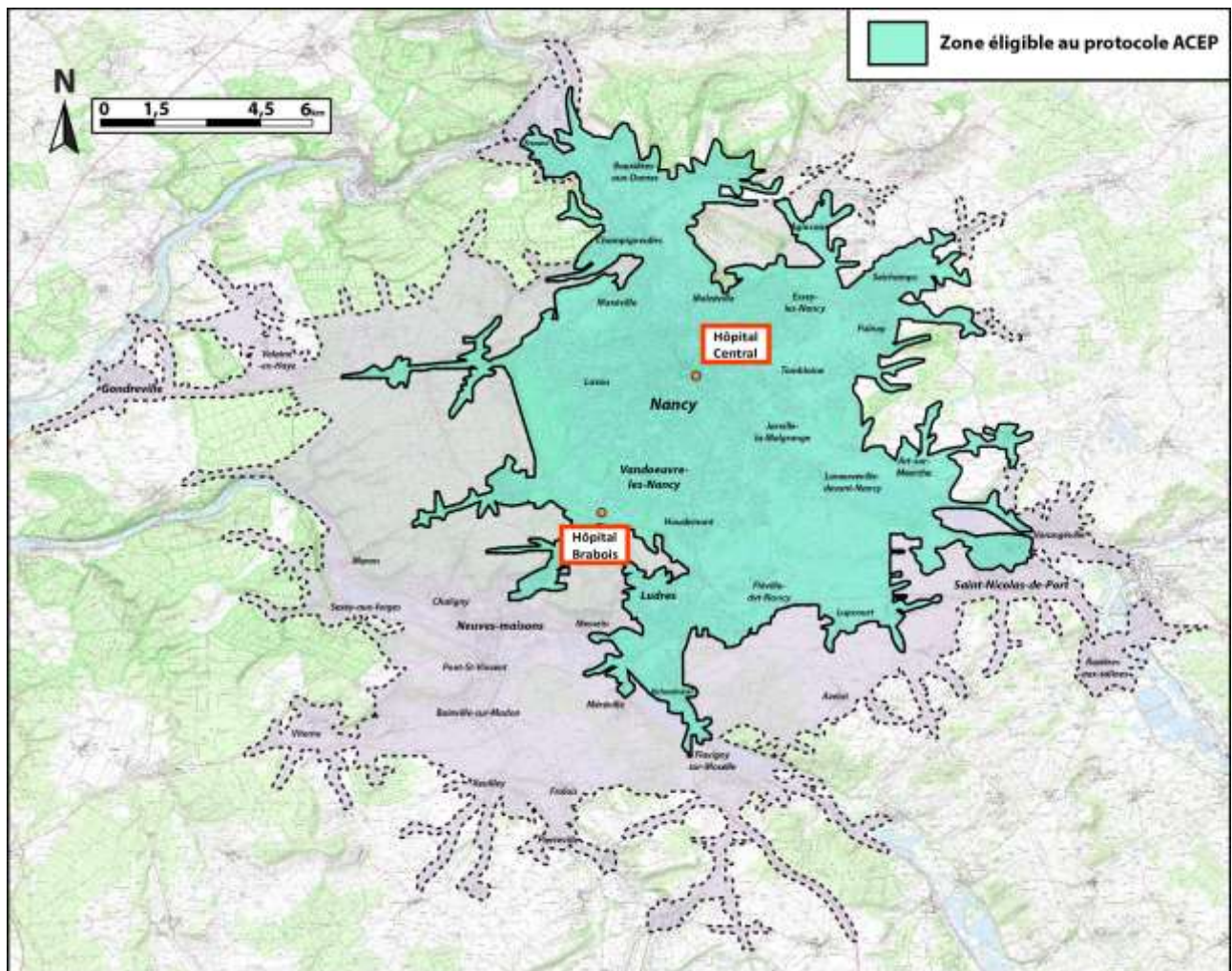
Annexe 1 : Carte des localités à 10 minutes de route de l'hôpital Central.



Annexe 2 : Carte des localités à 15 minutes de route de l'hôpital de Brabois.



Annexe 3 : Carte représentant les communes éligibles au protocole ACEP soit distants à la fois de 10 minutes de Central et de 15 minutes de Brabois.



Annexe 4 : Fiche SMUR

FICHE SMUR : CODE ACEP

Critères d'éligibilité à une ECMO thérapeutique lors d'un ACR:

ACR non traumatique (quelque soit le rythme initial) :

- ☐ OUI
- ☐ NON -> STOP

Age < 60 ans sans aucune comorbidité majeure :

- ☐ OUI
- ☐ NON -> STOP

Présence d'un témoin avec MCE immédiat et efficace :

- ☐ OUI
- ☐ NON -> STOP

Brancardage jusqu'à l'ambulance simple et rapide :

- ☐ OUI
- ☐ NON -> STOP

Délai estimé effondrement (appel 15) -> canulation < 60 min

- ☐ OUI
- ☐ NON -> STOP (sauf si intoxic méd, hypothermie ou signes de réveil)

Délais :

	Heures	Délais	Low Flow
Estimation effondrement		NF	
Heure départ SMUR		Route	
Heure d'arrivée sur les lieux		SLL	
Heure de départ des lieux			
Heure d'arrivée salle de coro hybride		Route	
Heure de mise en route de l'ECMO		Canulation	

Administratif :

Date		Médecin SMUR	
Nom patient		Age / DDN	
Famille		Téléphone	



Fiche d'information familles

Votre proche vient d'être victime d'un **arrêt cardio respiratoire**. Malgré les gestes de réanimation entrepris par les sapeurs pompiers puis par l'équipe médicale du SMUR, il n'y a **pas de reprise de l'activité cardiaque**.

Votre proche est transféré à l'hôpital de Brabois sous planche à masser pour bénéficier de la **mise sous circulation extra corporelle**. Il s'agit d'une technique d'exception qui lui donne un maximum de chances mais qui en aucun cas ne garantit la survie.

Pour augmenter ces chances de survie, il faut aller le plus vite possible, c'est pourquoi les secours se doivent de quitter les lieux au plus vite avec l'ambulance. Toutefois deux pompiers restent un moment sur place pour rassembler le matériel et répondre à vos questions.

Vous pourrez prendre des nouvelles au niveau du service de **réanimation médicale** du bâtiment Louis Mathieu de **Brabois** au **0383853294**. Dans tous les cas notre service du SAMU peut répondre à vos questions en composant le **15**.

BIBLIOGRAPHIE

1. Gueugniaud P-Y, Bertrand C, Savary D, Hubert H. L'arrêt cardiaque en France : pourquoi un registre national ? Presse Médicale. juin 2011;40(6):634-8.
2. Pell JP, Sirel JM, Marsden AK, Ford I, Walker NL, Cobbe SM. Presentation, management, and outcome of out of hospital cardiopulmonary arrest: comparison by underlying aetiology. Heart. août 2003;89(8):839-42.
3. Le Guen M, Nicolas-Robin A, Carreira S, Raux M, Leprince P, Riou B, et al. Extracorporeal life support following out-of-hospital refractory cardiac arrest. Crit Care Lond Engl. 2011;15(1):R29.
4. Chen Y-S, Chao A, Yu H-Y, Ko W-J, Wu I-H, Chen RJ-C, et al. Analysis and results of prolonged resuscitation in cardiac arrest patients rescued by extracorporeal membrane oxygenation. J Am Coll Cardiol. 15 janv 2003;41(2):197-203.
5. Wang C-H, Chou N-K, Becker LB, Lin J-W, Yu H-Y, Chi N-H, et al. Improved outcome of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest--a comparison with that for extracorporeal rescue for in-hospital cardiac arrest. Resuscitation. sept 2014;85(9):1219-24.
6. Stub D, Bernard S, Pellegrino V, Smith K, Walker T, Sheldrake J, et al. Refractory cardiac arrest treated with mechanical CPR, hypothermia, ECMO and early reperfusion (the CHEER trial). Resuscitation [Internet]. [cité 4 nov 2014]; Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300957214007515>
7. Johnson NJ, Acker M, Hsu CH, Desai N, Vallabhajosyula P, Lazar S, et al. Extracorporeal life support as rescue strategy for out-of-hospital and emergency department cardiac arrest. Resuscitation. nov 2014;85(11):1527-32.
8. Sakamoto T, Morimura N, Nagao K, Asai Y, Yokota H, Nara S, et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with out-of-hospital cardiac arrest: A prospective observational study. Resuscitation. juin 2014;85(6):762-8.
9. Cardarelli MG, Young AJ, Griffith B. Use of Extracorporeal Membrane Oxygenation for Adults in Cardiac Arrest (E-CPR): A Meta-Analysis of Observational Studies: ASAIO J. nov 2009;55(6):581-6.
10. Recommandations sur les indications de l'assistance circulatoire dans le traitement des arrêts cardiaques réfractaires. Ann Fr Anesth Réanimation. févr 2009;28(2):182-6.

11. RéAC, Registre électronique des Arrêts Cardiaques [Internet]. [cité 31 oct 2014]. Disponible sur: <http://registreac.org/>
12. Dumas F, Cariou A. [Epidemiology, prognostic data of cardiac arrest in 2014]. *Presse Médicale Paris Fr* 1983. août 2014;43(7-8):768-74.
13. Atwood C, Eisenberg MS, Herlitz J, Rea TD. Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in Europe. *Resuscitation*. oct 2005;67(1):75-80.
14. Berdowski J, Berg RA, Tijssen JGP, Koster RW. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: Systematic review of 67 prospective studies. *Resuscitation*. nov 2010;81(11):1479-87.
15. Eckstein M, Hatch L, Malleck J, McClung C, Henderson SO. End-Tidal CO₂ as a Predictor of Survival in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Prehospital Disaster Med*. juin 2011;26(03):148-50.
16. Lombardi G, Gallagher J, Gennis P. Outcome of out-of-hospital cardiac arrest in New York City. The Pre-Hospital Arrest Survival Evaluation (PHASE) Study. *JAMA*. 2 mars 1994;271(9):678-83.
17. Wissenberg M, Hansen CM, Folke F, Lippert FK, Weeke P, Karlsson L, et al. Survival after out-of-hospital cardiac arrest in relation to sex: a nationwide registry-based study. *Resuscitation*. sept 2014;85(9):1212-8.
18. Nürnberger A, Sterz F, Malzer R, Warenits A, Girska M, Stöckl M, et al. Out of hospital cardiac arrest in Vienna: Incidence and outcome. *Resuscitation*. janv 2013;84(1):42-7.
19. SFAR. Recommandations formalisées d'experts. Prise en charge de l'arrêt cardiaque. 2006.
20. Iwami T, Nichol G, Hiraide A, Hayashi Y, Nishiuchi T, Kajino K, et al. Continuous improvements in « chain of survival » increased survival after out-of-hospital cardiac arrests: a large-scale population-based study. *Circulation*. 10 févr 2009;119(5):728-34.
21. Stromsoe A, Svensson L, Axelsson AB, Claesson A, Goransson KE, Nordberg P, et al. Improved outcome in Sweden after out-of-hospital cardiac arrest and possible association with improvements in every link in the chain of survival. *Eur Heart J* [Internet]. 17 juin 2014 [cité 31 oct 2014]; Disponible sur: <http://eurheartj.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/eurheartj/ehu240>
22. Bobrow BJ, Spaite DW, Berg RA, Stolz U, Sanders AB, Kern KB, et al. Chest Compression-Only CPR by Lay Rescuers and Survival From Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *JAMA*. 6 oct 2010;304(13):1447.

23. Svensson L, Bohm K, Castrèn M, Pettersson H, Engerström L, Herlitz J, et al. Compression-Only CPR or Standard CPR in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *N Engl J Med*. 29 juill 2010;363(5):434-42.
24. Waalewijn RA, de Vos R, Tijssen JG, Koster RW. Survival models for out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation from the perspectives of the bystander, the first responder, and the paramedic. *Resuscitation*. nov 2001;51(2):113-22.
25. Nolan JP, Soar J, Zideman DA, Biarent D, Bossaert LL, Deakin C, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 1. Executive summary. *Resuscitation*. oct 2010;81(10):1219-76.
26. Ong MEH, Ornato JP, Edwards DP, Dhindsa HS, Best AM, Ines CS, et al. Use of an automated, load-distributing band chest compression device for out-of-hospital cardiac arrest resuscitation. *JAMA*. 14 juin 2006;295(22):2629-37.
27. Jennings PA, Harriss L, Bernard S, Bray J, Walker T, Spelman T, et al. An automated CPR device compared with standard chest compressions for out-of-hospital resuscitation. *BMC Emerg Med*. 2012;12:8.
28. Smekal D, Johansson J, Huzevka T, Rubertsson S. A pilot study of mechanical chest compressions with the LUCAS™ device in cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. juin 2011;82(6):702-6.
29. Neumar RW, Otto CW, Link MS, Kronick SL, Shuster M, Callaway CW, et al. Part 8: Adult Advanced Cardiovascular Life Support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2 nov 2010;122(18_suppl_3):S729-67.
30. Gatward JJ, Thomas MJC, Nolan JP, Cook TM. Effect of chest compressions on the time taken to insert airway devices in a manikin. *Br J Anaesth*. mars 2008;100(3):351-6.
31. Steen S, Liao Q, Pierre L, Paskevicius A, Sjöberg T. Continuous intratracheal insufflation of oxygen improves the efficacy of mechanical chest compression-active decompression CPR. *Resuscitation*. août 2004;62(2):219-27.
32. Bertrand C, Hemery F, Carli P, Goldstein P, Espesson C, Rüttimann M, et al. Constant flow insufflation of oxygen as the sole mode of ventilation during out-of-hospital cardiac arrest. *Intensive Care Med*. juin 2006;32(6):843-51.
33. Olasveengen TM, Sunde K, Brunborg C, Thowsen J, Steen PA, Wik L. Intravenous drug administration during out-of-hospital cardiac arrest: a randomized trial. *JAMA*. 25 nov 2009;302(20):2222-9.
34. Falcoz P-E, Capellier G. Principes et indications de l'ECMO en pathologie pulmonaire de l'adulte. *EMC - Tech Chir - Thorax*. janv 2009;4(2):1-14.

35. Fagnoul D, Taccone FS, Belhaj A, Rondelet B, Argacha J-F, Vincent JL, et al. Extracorporeal life support associated with hypothermia and normoxemia in refractory cardiac arrest. *Resuscitation*. nov 2013;84(11):1519-24.
36. Mild Therapeutic Hypothermia to Improve the Neurologic Outcome after Cardiac Arrest. *N Engl J Med*. 21 févr 2002;346(8):549-56.
37. Gibbon JH. Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery. *Minn Med*. mars 1954;37(3):171-85; passim.
38. Clowes GH, Hopkins AL, Neville WE. An artificial lung dependent upon diffusion of oxygen and carbon dioxide through plastic membranes. *J Thorac Surg*. nov 1956;32(5):630-7.
39. Paden ML, Conrad SA, Rycus PT, Thiagarajan RR, ELSO Registry. Extracorporeal Life Support Organization Registry Report 2012. *ASAIO J Am Soc Artif Intern Organs* 1992. juin 2013;59(3):202-10.
40. Mattox KL, Beall AC. Resuscitation of the moribund patient using portable cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg*. nov 1976;22(5):436-42.
41. Mégarbane B, Leprince P, Deye N, Résière D, Guerrier G, Rettab S, et al. Emergency feasibility in medical intensive care unit of extracorporeal life support for refractory cardiac arrest. *Intensive Care Med*. mai 2007;33(5):758-64.
42. Hill JG, Bruhn PS, Cohen SE, Gallagher MW, Manart F, Moore CA, et al. Emergent applications of cardiopulmonary support: a multiinstitutional experience. *Ann Thorac Surg*. oct 1992;54(4):699-704.
43. Lamhaut L, Jouffroy R, Soldan M, Phillipe P, Deluze T, Jaffry M, et al. Safety and feasibility of prehospital extra corporeal life support implementation by non-surgeons for out-of-hospital refractory cardiac arrest. *Resuscitation*. nov 2013;84(11):1525-9.
44. Leick J, Liebetrau C, Szardien S, Fischer-Rasokat U, Willmer M, van Linden A, et al. Door-to-implantation time of extracorporeal life support systems predicts mortality in patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Clin Res Cardiol Off J Ger Card Soc*. sept 2013;102(9):661-9.
45. Lauvray A. L'assistance circulatoire extracorporelle dans l'arrêt cardiaque préhospitalier réfractaire. [Nancy]: Université de Lorraine; 2012.
46. Jennett B, Bond M. ASSESSMENT OF OUTCOME AFTER SEVERE BRAIN DAMAGE: A Practical Scale. *The Lancet*. 1 mars 1975;305(7905):480-4.
47. Guidelines for indications for the use of extracorporeal life support in refractory cardiac arrest. *Ann Fr Anesth Réanimation*. févr 2009;28(2):187-90.

48. Adrie C, Cariou A, Mourvillier B, Laurent I, Dabbane H, Hantala F, et al. Predicting survival with good neurological recovery at hospital admission after successful resuscitation of out-of-hospital cardiac arrest: the OHCA score. *Eur Heart J*. 13 nov 2006;27(23):2840-5.
49. Wibrandt I, Norsted K, Schmidt H, Schierbeck J. Predictors for outcome among cardiac arrest patients: the importance of initial cardiac arrest rhythm versus time to return of spontaneous circulation, a retrospective cohort study. *BMC Emerg Med* [Internet]. 4 févr 2015 [cité 22 juin 2015];15(1). Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4320834/>
50. Touma O, Davies M. The prognostic value of end tidal carbon dioxide during cardiac arrest: a systematic review. *Resuscitation*. nov 2013;84(11):1470-9.
51. Société Française de Cardiologie. Campagne: « Arrêt carddiaque: 1 vie-3gestes ». 2008.
52. Kim F, Nichol G, Maynard C, Hallstrom A, Kudenchuk PJ, Rea T, et al. Effect of Prehospital Induction of Mild Hypothermia on Survival and Neurological Status Among Adults With Cardiac Arrest: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 1 janv 2014;311(1):45.
53. Kämäräinen A, Virkkunen I, Tenhunen J, Yli-Hankala A, Silfvast T. Prehospital therapeutic hypothermia for comatose survivors of cardiac arrest: a randomized controlled trial. *Acta Anaesthesiol Scand*. août 2009;53(7):900-7.

RÉSUMÉ DE LA THÈSE

L'arrêt cardiaque extra-hospitalier a un pronostic effroyable. Environ 5% des victimes survivent sans séquelles neurologiques.

L'utilisation de l'ECMO dans le traitement de ces arrêts cardiaques a été longtemps controversée. A la suite de nombreuses études plutôt prometteuses, le SAMU 54 s'est repenché sur la question.

Le nouveau protocole Arrêt Cardiaque ECMO Prioritaire ou ACEP issu de la collaboration entre urgentistes et réanimateurs doit permettre de réduire au maximum le temps de Low-Flow pour améliorer la survie.

Ce travail décrit le cheminement nécessaire à la rédaction et à la mise en route de ce nouveau protocole.

Une étude réalisée sur les 17 premières victimes ayant bénéficié du protocole a également été réalisée. Les premiers résultats retrouvent, que grâce à l'application du nouveau protocole, les délais de Low-Flow ont significativement diminué avec une moyenne de 69 minutes par intervention en comparaison avec les résultats d'une étude de 2012.

De plus, la survie semble également meilleure et s'élève à 35,3% dans notre étude.

Les résultats semblent plutôt encourageants mais les analyses doivent se poursuivre à plus grande échelle.

TITRE EN ANGLAIS : Starting a new rescue strategy with the SAMU 54 for out-of-hospital cardiac arrests: the ACEP protocol.

THÈSE : MÉDECINE GÉNÉRALE – ANNÉE 2015

MOTS CLEFS : arrêt cardiaque extra-hospitalier, ECMO, SAMU, SMUR, No-Flow, Low-Flow

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

Faculté de Médecine de Nancy

9, avenue de la Forêt de Haye

54505 VANDOEUVRE LES NANCY Cedex
