



HAL
open science

Arrêt cardio-respiratoire extrahospitalier pédiatrique : état des lieux de la prise en charge et facteurs prédictifs de mortalité

Florence Anne Klein

► **To cite this version:**

Florence Anne Klein. Arrêt cardio-respiratoire extrahospitalier pédiatrique : état des lieux de la prise en charge et facteurs prédictifs de mortalité. Médecine humaine et pathologie. 2022. hal-04359545

HAL Id: hal-04359545

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-04359545v1>

Submitted on 24 Jan 2024

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

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



**UNIVERSITÉ
DE LORRAINE**

**BIBLIOTHÈQUES
UNIVERSITAIRES**

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 bibliothèque : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr
(Cette adresse ne permet pas de contacter les auteurs)

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>

UNIVERSITÉ DE LORRAINE
2022

FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

THÈSE

Pour obtenir le grade de
DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement
Dans le cadre du troisième cycle de Médecine Spécialisée

Par

Florence Anne KLEIN

Le 19 octobre 2022

**ARRET CARDIO-RESPIRATOIRE EXTRAHOSPITALIER
PEDIATRIQUE : ETAT DES LIEUX DE LA PRISE EN CHARGE ET
FACTEURS PREDICTIFS DE MORTALITE**

Membres du Jury :

Monsieur le Professeur Tahar CHOUIHED

Président du Jury

Monsieur le Professeur Karim TAZAROURTE

Juge

Madame le Docteur Laure ABENSUR VUILLAUME

Directrice de Thèse

Président de l'Université de Lorraine :
Madame Hélène BOULANGER

Doyen de la Faculté de Médecine
Professeur Marc BRAUN

Vice-doyenne
Pr Louise TYVAERT

Assesseurs :

- *Premier cycle* : Dr Nicolas GAMBIER, Dr Thomas SCHWITZER
- *Deuxième cycle* : Pr Antoine KIMMOUN
- *Troisième cycle hors MG* : Pr Marie-Reine LOSSER
- *Troisième cycle MG* : Pr Paolo DI PATRIZIO
- *Finances* : Prs Eliane ALBUISSON et Louise TYVAERT
- *Vie hospitalo-universitaire* : Pr Stéphane ZUILY
- *Relations avec la Grande Région* : Pr Thomas FUCHS-BUDER
- *Relations Internationales* : Pr Jacques HUBERT
- *Valorisation* : Pr Pascal ESCHWEGE
- *Interface avec les métiers de la santé* : Pr Céline HUSELSTEIN
- *Docimologie* : Dr Jacques JONAS
- *ECOS* : Drs Eva FEIGERLOVA et Patrice GALLET
- *Service sanitaire* : Pr Nelly AGRINIER
- *Lecture critique d'articles* : Drs Jonathan EPSTEIN et Aurélie BANNAY
- *Interface HVL & Réseau Nasce* : Pr Pablo MAUREIRA, Drs Nicla SETTEMBRE et Fabienne LIGIER
- *Etudiant* : Mehdi BELKHITER

Chargé de mission
PASS : Pr Mathias POUSSEL

=====

DOYENS HONORAIRES

Professeur Jacques ROLAND - Professeur Patrick NETTER - Professeur Henry COUDANE

=====

PROFESSEURS HONORAIRES

Etienne ALIOT - Jean-Marie ANDRE - Alain AUBREGE - Gérard BARROCHE - Alain BERTRAND - Pierre BEY - Marc-André BIGARD - Patrick BOISSEL - Pierre BORDIGONI - Jacques BORRELLY - Michel BOULANGE - Jean-Louis BOUTROY - Laurent BRESLER - Serge BRIANÇON - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL - François CHERRIER - Henry COUDANE - Jean-Pierre CRANCE - Jean-Pierre DESCHAMPS - Gilbert FAURE - Gérard FIEVE - Bernard FOLIGUET - Jean FLOQUET - Robert FRISCH - Pierre GAUCHER - Jean-Luc GEORGE - Alain GERARD - Hubert GERARD - Jean-Marie GILGENKRANTZ - Simone GILGENKRANTZ - Gilles GROSDIDIER - Philippe HARTEMANN - Bruno HOEN - Gérard HUBERT - Claude HURIET - Jean-Pierre KAHN - Gilles KARCHER - Michèle KESSLER - François KOHLER - Pierre LANDES - Pierre LASCOMBES - Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Alain LE FAOU - Jacques LECLERE - Pierre LEDERLIN - Bernard LEGRAS - Bruno LEHEUP - Jean-Pierre MALLIÉ - Philippe MANGIN - François MARCHAL - Jean-Claude MARCHAL - Yves MARTINET - Pierre MATHIEU - Thierry MAY - Michel MERLE - Daniel MOLÉ - Pierre MONIN - Pierre NABET - Patrick NETTER - Jean-Pierre NICOLAS - Francis PENIN - Claude PERRIN - François PLENAT - Jean-Marie POLU - Jacques POUREL - Francis RAPHAEL - Antoine RASPILLER - Denis REGENT - Jacques ROLAND - Daniel SCHMITT - Michel SCHMITT - Jean-Luc SCHMUTZ - Michel SCHWEITZER - Daniel SIBERTIN-BLANC - Claude SIMON - Jean-François STOLTZ - Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT - Paul VERT - Hervé VESPIGNANI - Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET - Jean-Pierre VILLEMOT - Denis ZMIROU - Faïez ZANNAD

=====

PROFESSEURS ÉMÉRITES

Etienne ALIOT - Laurent BRESLER - Serge BRIANÇON - Henry COUDANE - Jean-Pierre CRANCE – Gilbert FAURE - Bruno HOEN- Jean-Pierre KAHN – Gilles KARCHER - Michèle KESSLER - Alain LE FAOU - Bruno LEHEUP - Thierry MAY - Patrick NETTER - Jean-Pierre NICOLAS - Jean-Luc SCHMUTZ - Paul VERT - Faiez ZANNAD

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

42° Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{re} sous-section : Anatomie

Professeur Marc BRAUN - Professeure Manuela PEREZ

2° sous-section : Histologie, embryologie et cytogénétique

Professeur Christo CHRISTOV

3° sous-section : Anatomie et cytologie pathologiques

Professeur Guillaume GAUCHOTTE – Professeur Hervé SARTELET

43e Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1^{re} sous-section : Biophysique et médecine nucléaire

Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER - Professeur Antoine VERGER

2° sous-section : Radiologie et imagerie médicale

Professeur René ANXIONNAT - Professeur Alain BLUM - Professeur Serge BRACARD – Professeure Valérie CROISÉ - Professeur Jacques FELBLINGER - Professeur Benjamin GORY – Professeur Damien MANDRY - Professeur Pedro GONDIM TEIXEIRA

44° Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{re} sous-section : Biochimie et biologie moléculaire

Professeur Jean-Louis GUEANT - Professeur David MEYRE - Professeur Bernard NAMOUR – Professeur Jean-Luc OLIVIER - Professeur Abderrahim OUSSALAH

2° sous-section : Physiologie

Professeur Christian BEYAERT - Professeur Bruno CHENUUEL - Professeur Mathias POUSSEL

3° sous-section : Biologie cellulaire

Professeure Véronique DECOT-MAILLERET

4° sous-section : Nutrition

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

45° Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{re} sous-section : Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière

Professeur Alain LOZNIEWSKI – Professeure Evelyne SCHVOERER

2° sous-section : Parasitologie et Mycologie

Professeure Marie MACHOUART

3° sous-section : Maladies infectieuses ; maladies tropicales

Professeure Céline PULCINI - Professeur Christian RABAUD

46° Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{re} sous-section : Épidémiologie, économie de la santé et prévention

Professeure Nelly AGRINIER - Professeur Francis GUILLEMIN

4° sous-section : Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication

Professeure Eliane ALBUISSON - Professeur Nicolas JAY

47° Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{re} sous-section : Hématologie ; transfusion

Professeur Pierre FEUGIER – Professeur Thomas LECOMPTE

2° sous-section : Cancérologie ; radiothérapie

Professeur Thierry CONROY - Professeur Frédéric MARCHAL - Professeur Didier PEIFFERT

3° sous-section : Immunologie

Professeur Marcelo DE CARVALHO-BITTENCOURT - Professeure Marie-Thérèse RUBIO

4° sous-section : Génétique

Professeur Philippe JONVEAUX

48° Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

1^{re} sous-section : Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

Professeur Gérard AUDIBERT - Professeur Hervé BOUAZIZ - Professeur Thomas FUCHS-BUDER
Professeure Marie-Reine LOSSER - Professeur Claude MEISTELMAN

2^e sous-section : Médecine intensive-réanimation

Professeur Sébastien GIBOT - Professeur Bruno LÉVY - Professeur Antoine KIMMOUN

3^e sous-section : Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie

Professeur Pierre GILLET - Professeur Jean-Yves JOUZEAU

4^e sous-section : Thérapeutique-médecine de la douleur ; addictologie

Professeur Nicolas GIRERD - Professeur Patrick ROSSIGNOL

5^e sous-section : Médecine d'urgence

Professeur Tahar CHOUIHED

49° Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION

1^{re} sous-section : Neurologie

Professeur Marc DEBOUVERIE - Professeur Louis MAILLARD - Professeur Sébastien RICHARD –
Professeur Luc TAILLANDIER Professeure Louise TYVAERT

2^e sous-section : Neurochirurgie

Professeur Thierry CIVIT - Professeure Sophie COLNAT-COULBOIS - Professeur Olivier KLEIN

3^e sous-section : (Psychiatrie d'adultes ; addictologie

Professeur Vincent LAPREVOTE - Professeur Raymund SCHWAN

4^e sous-section : Pédo-psychiatrie ; addictologie

Professeur Bernard KABUTH

5^e sous-section : Médecine physique et de réadaptation

Professeur Jean PAYSANT

50° Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE

1^{re} sous-section : Rhumatologie

Professeure Isabelle CHARY-VALCKENAERE - Professeur Damien LOEUILLE

2^e sous-section : Chirurgie orthopédique et traumatologique

Professeur Laurent GALOIS - Professeur Didier MAINARD - Professeur François SIRVEAUX

3^e sous-section : Dermato-vénéréologie

Professeure Anne-Claire BURSZTEJN

4^e sous-section : Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie

Professeur François DAP - Professeur Gilles DAUTEL - Professeur Etienne SIMON

51° Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

1^{re} sous-section : Pneumologie ; addictologie

Professeur Jean-François CHABOT - Professeur Ari CHAOUAT

2^e sous-section : Cardiologie

Professeur Edoardo CAMENZIND - Professeur Christian de CHILLOU DE CHURET – Professeur Olivier HUTTIN
- Professeur Batric POPOVIC - Professeur Nicolas SADOUL

3^e sous-section : Chirurgie thoracique et cardiovasculaire

Professeur Juan-Pablo MAUREIRA - Professeur Stéphane RENAUD

4^e sous-section : Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire

Professeur Sergueï MALIKOV - Professeur Denis WAHL – Professeur Stéphane ZUILY

52° Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE

1^{re} sous-section : Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI - Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

2^e sous-section : Chirurgie viscérale et digestive

Professeur Ahmet AYAV - Professeur Laurent BRUNAUD – Professeure Adeline GERMAIN

3^e sous-section : Néphrologie

Professeur Luc FRIMAT - Professeure Dominique HESTIN

4^e sous-section : Urologie

Professeur Pascal ESCHWEGE - Professeur Jacques HUBERT

53° Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE ET MÉDECINE GÉNÉRALE

1^{re} sous-section : Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie

Professeur Athanase BENETOS - Professeur Jean-Dominique DE KORWIN - Professeure Gisèle KANNY
Professeure Christine PERRET-GUILLAUME – Professeur Roland JAUSSAUD – Professeure Laure JOLY

3^e sous-section : Médecine générale

Professeur Jean-Marc BOIVIN - Professeur Paolo DI PATRIZIO

54° Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

1^{re} sous-section : Pédiatrie

Professeur Pascal CHASTAGNER - Professeur François FEILLET - Professeur Jean-Michel HASCOET - Professeur Cyril SCHWEITZER

2° sous-section : Chirurgie infantile

Professeur Pierre JOURNEAU - Professeur Jean-Louis LEMELLE

3° sous-section : Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale

Professeur Philippe JUDLIN - Professeur Olivier MOREL

4° sous-section : Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale

Professeur Bruno GUERCI - Professeur Marc KLEIN - Professeur Georges WERYHA

55° Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{re} sous-section : Oto-rhino-laryngologie

Professeur Roger JANKOWSKI - Professeure Cécile PARIETTI-WINKLER - Professeure Cécile RUMEAU

2° sous-section : Ophtalmologie

Professeure Karine ANGIOI - Professeur Jean-Paul BERROD – Professeur Jean-Baptiste CONART

3° sous-section : Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

Professeure Muriel BRIX

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

61° Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL

Professeur Walter BLONDEL

64° Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeure Sandrine BOSCHI-MULLER - Professeur Pascal REBOUL

65° Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Professeure Céline HUSELSTEIN

66° Section : PHYSIOLOGIE

Professeur Nguyen TRAN

=====

PROFESSEUR ASSOCIÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE

53° Section, 3° sous-section : Médecine générale

Professeure associée Sophie SIEGRIST

Professeur associé Olivier BOUCHY

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42° Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{re} sous-section : Anatomie

Docteur Bruno GRIGNON

44° Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{re} sous-section : Biochimie et biologie moléculaire

Docteure Shyue-Fang BATTAGLIA - Docteure Sophie FREMONT - Docteure Isabelle GASTIN – Docteure Catherine MALAPLATE - Docteur Marc MERTEN

2° sous-section : Physiologie

Docteure Iulia-Cristina IOAN (stagiaire) - Docteur Jacques JONAS

45° Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{re} sous-section : Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière

Docteure Corentine ALAUZET - Docteure Hélène JEULIN - Docteure Véronique VENARD

2° sous-section : Parasitologie et mycologie

Docteure Anne DEBOURGOGNE

46° Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

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

Docteur Cédric BAUMANN - Docteure Frédérique CLAUDOT - Docteur Arnaud FLORENTIN – Docteur Jonathan EPSTEIN – Docteur Abdou OMOROU (stagiaire)

2° sous-section Médecine et Santé au Travail

Docteure Isabelle THAON

47° Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{re} sous-section : *Hématologie ; transfusion*

Docteur Julien BROSEUS – Docteure Maud D'AVENI

2° sous-section : *Cancérologie ; radiothérapie*

Docteure Lina BOLOTINE

3° sous-section : *Immunologie*

Docteure Alice AARNINK

4° sous-section : *Génétique*

Docteure Céline BONNET - Docteure Mathilde RENAUD

48° Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

1° sous-section : *Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire*

Docteur Philippe GUERCI

3° sous-section : *Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie*

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

49° Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION

2° sous-section : *Neurochirurgie*

Docteur Fabien RECH

3° sous-section : *Psychiatrie d'adultes ; addictologie*

Docteur Thomas SCHWITZER

4° sous-section : *Pédopsychiatrie ; addictologie*

Docteur Fabienne ROUYER-LIGIER

50° Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE

4° sous-section : *Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie*

Docteure Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

51° Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

3° sous-section : *Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire*

Docteur Fabrice VANHUYSE

4° sous-section : *Chirurgie vasculaire ; Médecine vasculaire*

Docteure Nicla SETTEMBRE

52° Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE

1^{re} sous-section : *Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie*

Docteur Anthony LOPEZ

54° Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

1° sous-section : *Pédiatrie*

Docteure Cécile POCHON – Docteur Amandine DIVARET-CHAUVEAU (stagiaire)

3° sous-section : *Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale*

Docteur Charline BERTHOLD (stagiaire)

4° sous-section : *Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; Gynécologie médicale*

Docteure Eva FEIGERLOVA

5° sous-section : *Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale*

Docteur Mikaël AGOPIANTZ

55° Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{re} sous-section : *Oto-Rhino-Laryngologie*

Docteur Patrice GALLET

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

5^e Section : SCIENCES ÉCONOMIQUES

Monsieur Vincent LHUILLIER

7^e Section : SCIENCES DU LANGAGE : LINGUISTIQUE ET PHONÉTIQUE GÉNÉRALES

Madame Christine DA SILVA-GENEST

19^e Section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE

Madame Joëlle KIVITS

63^e Section : GÉNIE ÉLECTRIQUE, ÉLECTRONIQUE, PHOTONIQUE ET SYSTÈMES

Madame Pauline SOULET LEFEBVRE

64^e Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Madame Marie-Claire LANHERS - Monsieur Nick RAMALANJAONA

65^e Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Madame Nathalie AUCHET – Madame Rümeyza BASCETIN (stagiaire) - Madame Natalia DE ISLA-MARTINEZ -
Monsieur Christophe NEMOS – Monsieur Simon TOUPANCE (stagiaire)

69^e Section : NEUROSCIENCES

Madame Sylvie MULTON

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

53^e Section, 3^e sous-section : (*Médecine générale*)

Docteur Cédric BERBE – Docteur Antoine CANTON - Docteur Jean-Charles VAUTHIER

=====

DOCTEURS HONORIS CAUSA

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)
Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)
*Research Institute for Mathematical Sciences
de Kyoto (JAPON)*

Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)
Université d'Helsinki (FINLANDE)
Professeur Duong Quang TRUNG (1997)
Université d'Hô Chi Minh-Ville (VIËTNAM)
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

A notre Maître et Président du Jury

Monsieur le Professeur Tahar CHOUIHED

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier en Médecine d'Urgence

Je vous remercie d'avoir accepté de présider le jury de cette thèse. Veuillez trouver dans ces quelques mots l'expression de ma reconnaissance et de mon respect.

En tant que Professeur et Coordonnateur du DES de Médecine d'Urgence, merci pour votre investissement et disponibilité auprès de vos étudiants, que ce soit lors des cours magistraux, de l'encadrement pratique ou encore lors de l'accompagnement de tous vos internes du DES dans leur chemin professionnel.

Merci également d'avoir à cœur de développer et d'améliorer la formation à la Médecine d'Urgence, une si belle spécialité qui n'est souvent pas considérée à sa juste valeur.

A notre Maître et Juge

Monsieur le Professeur Karim TAZAROURTE

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier en Médecine d'Urgence

Je vous prie de recevoir mes remerciements sincères pour avoir accepté de juger ce travail et d'en être membre du jury, c'est un honneur.

Nous vous remercions également d'avoir approuvé que votre centre de Lyon avec le SAMU 69 participe à notre étude afin d'en développer l'ampleur.

En tant que président de la Société Française de Médecine d'Urgence, veuillez accepter toute notre gratitude et notre respect pour votre travail et votre investissement sur le plan national, quant à la Médecine d'Urgence, afin de promouvoir et de faire avancer au mieux notre spécialité.

A notre Maître et Directrice de Thèse

Madame le Docteur Laure ABENSUR VUILLAUME

Praticien Hospitalier en Médecine d'Urgence

J'en suis dorénavant certaine, il n'existe pas de meilleure personne pour diriger une thèse que toi. En effet, ta connaissance du monde de la recherche et ta disponibilité sans faille avec en plus toute la gentillesse et bienveillance qu'on peut imaginer, sont de grandes valeurs dont tu pourrais vraiment te vanter. Mais la modestie fait également part de ta personnalité, ce qui te rend encore plus incroyable.

Ton parcours est un exemple pour toutes les femmes. C'est donc pour tout cela que je te remercie chaleureusement, et que tu auras toujours une place particulière dans ma vie de docteur en médecine puisque tu y as très largement contribué. Merci Laure.

A tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail

A Pauline Guicherd Callin, du SAMU 69, merci d'avoir accepté d'être mon binôme, dans le recueil des données et comme second auteur de notre étude. Merci pour ton travail acharné, sans plier, et ta disponibilité à toute heure. Tu as aussi été une oreille bienveillante, et toujours présente quand il fallait remonter le moral des troupes.

Merci à Zakia Ouatmani, du SAMU 57. C'est grâce à toi que j'ai pu braver tous les obstacles techniques, informatiques et pratiques lors du recueil de données au SAMU. Ta connaissance et ton habileté des logiciels m'ont été d'une grande aide et tu n'as jamais failli à mes appels au secours, bien au contraire. Tu ne comptais pas le temps que tu passais à m'aider, et tu n'avais rien à y gagner. Ta sympathie et ta joie de vivre ont été des bouffées d'oxygène, tu es une très belle personne. Je t'en serai toujours reconnaissante.

Merci à Christophe Goetz pour votre investissement et pour la réalisation des statistiques de notre étude. Votre sérieux et vos compétences nous ont été d'une grande aide.

Merci à Vanessa Solviche cadre de santé au SAMU 57 et à Florian Blies superviseur, qui m'ont aidée dans le recueil des données et permis d'avoir accès à n'importe quelle heure, aux locaux du SAMU 57. Merci également aux autres superviseurs, Olivia Blettner et Florent Leick pour votre bienveillance et bonne humeur.

Merci à Christine Lacaque Liegois, responsable pédagogique à l'Institut Régional de Formation des Ambulanciers et au Centre de Formation des Assistants de Régulation Médicale du CHRU de Nancy, d'avoir répondu à mes questions quant à la formation des ARM et des ambulanciers, notamment concernant la pédiatrie.

Merci à toute l'équipe paramédicale et médicale du service de Réanimation Pédiatrique Spécialisée de l'Hôpital d'Enfants du CHRU de Nancy, ainsi qu'à mes co-internes, de m'avoir permis de prendre du temps pour ce travail sur des journées de stage, et pour leurs encouragements dans les derniers moments avant la soutenance.

A mes amis

A Marine Medina, présente depuis les premières minutes de mon internat, toujours à l'écoute, toujours disponible pour une petite virée entre filles et toujours souriante, belle et bienveillante. Je suis très fière d'être ton amie, et j'espère que nous ferons un long chemin ensemble ! Tu es la meilleure.

A Lucie Gosset, mon amie la plus calme et la plus sage, toujours de bon conseils, c'était un bonheur de travailler avec toi, et grâce à ces stages de pédiatrie à Thionville et de réanimation à Metz, nous avons pu forger une amitié qui est faite pour durer !

A Héloïse Mallaisy, peut-être la plus zélée, mais aussi la plus impliquée. Merci de répondre toujours présente quand un bon plan se prépare et pour nous faire rêver quand tu nous partages tes passions.

A Insa Emrich, merci de m'avoir encadrée lors de mes débuts d'externe, et pour notre précieuse amitié qui s'en est suivie !

A Cassandra Varoqui, un petit dragon de pédiatre au cœur tendre et surtout une belle amitié naissante. Merci pour tes éclats de rire communicatifs !

A Mariem Ben Yaghlane, merci pour ton aide précieuse dans la mise en page de ce document et pour ta solidarité sans faille. C'est un vrai plaisir de t'avoir rencontrée.

Enfin, à Mathilde Lizée, une pépète de bonne humeur, si drôle et toujours partante pour des moments de partage, merci pour tous tes mots d'encouragement depuis le début de ce travail !

A ma famille

A Maman, qui dès le plus jeune âge m'a montré que la rigueur paye. C'est grâce à toi que j'ai pu bien réussir ma scolarité. Si nous avons eu quelques atomes crochus, nous savons que c'est parce que nous nous aimons et que nous serons toujours là l'une pour l'autre. D'une infirmière et d'un électricien, avec Papa vous avez élevé deux femmes médecins, nous sommes fières de vous et nous vous en serons toujours reconnaissantes.

A Papa, grâce à qui j'ai confiance, en moi ainsi qu'en la vie en général, et qui nous a fait grandir dans un sentiment de grande sécurité. Merci pour les valeurs silencieuses que tu nous transmets, et pour la fierté que tu nous témoignes.

A mes beaux-parents, Antoine et Seny Kolié. Merci de toujours demander de mes nouvelles, j'espère vous rendre fiers également, et sachez que vous pourrez toujours compter sur ma présence.

A mon Parrain, ma Marraine, mon tonton Freddy, ma tante Françoise et ma tante Dominique merci pour votre soutien, tout au long de mes études ainsi que pour les valeurs que vous nous transmettez, comme par exemple l'importance d'une famille unie. Merci aussi à tous les autres membres de ma grande et belle famille.

A Mémé, merci, pour toutes tes prières et ton bienveillant sourire.

A Juliette ma filleule, qui ne m'as jamais connue autrement qu'étudiante et avec qui j'ai hâte de partager plus de bons moments.

A ma Mamie, qui m'a offert la plus belle des enfances et dont je chérirai toujours le souvenir.

A ma sœur, Pauline. Le Renard dans le Petit Prince a dit: *« Mais si tu m'apprivoises, nous aurons besoin l'un de l'autre. Tu seras pour moi unique au monde, je serai pour toi unique au monde »*. Voilà.

Et pour finir par le meilleur, merci à mon Chéri, Maxime. Il n'y a pas d'homme plus valeureux que toi, tu es le roc sur lequel je peux m'appuyer. Tu me guides toujours vers le bon chemin et tu m'as accompagnée dans les moments les plus durs de mes études. Je t'en serai éternellement reconnaissante, tu n'as jamais flanché. Je t'aime.

SERMENT

« **A**u 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

I. INTRODUCTION	17
1) L'arrêt cardio-respiratoire en population pédiatrique	17
a. Définitions	17
b. Epidémiologie	17
c. Pronostic de l'ACR extrahospitalier pédiatrique	18
2) Fonctionnement des urgences préhospitalières	18
3) Difficultés de la régulation médicale en population pédiatrique	19
4) Particularités pédiatriques de la prise en charge extrahospitalière	19
5) Contexte de l'étude	20
II. SYNTHÈSE DE L'ARTICLE	22
III. ARTICLE	24
Abstract	25
Introduction	27
Material and methods	29
Results	31
Discussion	36
Conclusion	38
References	39
IV. DISCUSSION	44
1) La régulation médicale	45
a. Histoire de la régulation médicale en France	45
b. Place des médecins des centres de réception et régulation des appels	46
2) ACR pédiatrique	46
a. Physiopathologie	46
b. Recommandations internationales	47
c. Constantes vitales, posologies et matériel	48

d. L'enfant en détresse.....	48
3) Les équipes sont-elles prêtes ?.....	49
a. Formation.....	49
b. SMUR pédiatriques.....	51
c. Outils.....	52
4) Formation du grand public.....	52
a. Améliorer la reconnaissance et la prise en charge de l'ACR.....	52
b. ACR « évitables ».....	53
c. Action sur la prévention, adhésion de la population et leviers.....	54
5) Perspectives.....	54
a. Améliorer la régulation.....	54
b. Futurs travaux.....	55
V. RÉFÉRENCES	56
VI. ANNEXES	64
Annexe 1.....	64
Annexe 2.....	66
Annexe 3.....	67
Annexe 4.....	68
Annexe 5.....	69

I. INTRODUCTION

1) L'arrêt cardio-respiratoire en population pédiatrique

a. Definitions

L'arrêt cardio-respiratoire (ACR) se définit par « la cessation de l'activité mécanique cardiaque, confirmée par l'absence de pouls et une apnée ou respiration agonique (« gasping ») » (1), ce qui sans intervention rapide pour tenter de rétablir le flux sanguin, entraîne le décès.

La pédiatrie quant à elle, correspond à la branche de la médecine consacrée à l'enfant et à ses maladies (2). Dans ce manuscrit, l'expression « population pédiatrique » fera référence aux personnes de moins de 18 ans. On appelle « enfant », tout garçon ou fille avant le stade d'adolescence, qui est défini par la période où se produit la puberté, jusqu'à l'âge adulte (3,4). Plus spécifiquement, dans les premières années de sa vie, l'enfant est appelé nouveau-né entre le jour de sa naissance et son vingt-huitième jour de vie ; et nourrisson, à partir de la fin de la période néonatale (qui coïncide avec le moment de la chute du cordon ombilical) jusqu'à l'âge de deux ans (5,6).

b. Epidémiologie

En France dans la population générale, 46 000 ACR extrahospitaliers se produisent chaque année, soit une incidence de 61,5 pour 100 000 habitants (7). En population pédiatrique, peu de données sont disponibles. Selon le registre français RéAC, ont été recensés entre 2011 et 2014, 603 ACR extrahospitaliers chez les moins de 18 ans (8).

Aux Etats-Unis entre 2009 et 2014, l'incidence de l'ACR extrahospitalier non traumatique chez les moins de 18 ans était à environ 8 pour 100 000 personnes années, et celle des ACR traumatiques à 2,6 pour 100 000 personnes années (9). Il est également précisé que la survenue de cet évènement suivrait une distribution bimodale, avec un premier pic chez les nourrissons (1,4 pour 100 000 personnes années), et un second pic à l'adolescence (2,1 pour 100 000 personnes années) (10).

Chez l'adulte, l'ACR survient le plus souvent suite à un dysfonctionnement du système cardio-vasculaire (thrombose coronaire, troubles du rythme...), tandis que chez l'enfant, il fait le plus fréquemment suite à une altération du système ventilatoire (hypoxie)

(11,12). En France, l'ACR en population pédiatrique survient le plus souvent chez les moins de deux ans et les étiologies non cardiaques prédominent, surtout chez le moins d'un an (8). La cause traumatique reste une cause prédominante, retrouvée à 21 % dans la littérature internationale et à 25 % en France selon le registre RéAC (8,13). La mort inattendue du nourrisson (MIN) représente la première cause de décès du nourrisson dans les pays développés. Le taux de MIN est estimé à 19,8 pour 100 000 naissances vivantes en Europe entre 2004 et 2015, avec une différence importante entre les pays, allant de 1,4 à 29,2 pour 100 000 naissances vivantes (14).

c. Pronostic de l'ACR extrahospitalier pédiatrique

En France, le taux de survie à trente jours est de 8 % (8). A l'international, il se situe entre 8 et 11 % (15–17). Suite à un ACR, le pronostic neurologique est toujours engagé avec un taux de survie sans séquelles majeures neurologiques rapporté entre 2,5 % et 5 % (15–17), discrètement plus bas que le taux retrouvé chez les adultes dans les mêmes conditions (2,8 à 10,4 %) (18).

2) Fonctionnement des urgences préhospitalières

Chaque département français est doté d'un Service d'Aide Médicale Urgente (SAMU) qui gère les 350 Services Mobiles d'Urgence et de Réanimation (SMUR) répartis sur le territoire (19). Pour les joindre, les patients composent le 15 ou le 112 mais l'appel peut aussi être transféré par les pompiers, la police, ou tout autre intervenant de santé. En 2020 est né le « Service d'Accès aux Soins » (SAS), qui est un nouveau service d'orientation de la population dans le parcours de soins (20). Il a pour objectif de proposer à chaque heure, pour chaque patient, si le médecin traitant n'est pas disponible, un conseil médical adapté, et d'envoyer des secours si besoin, le tout en un temps réduit. La prise d'appel est effectuée par un assistant de régulation médicale (ARM). Celui-ci est chargé de prendre note des informations de localisation, d'identification, et d'envoyer les secours de manière immédiate (départ réflexe) quand sont détectés les cas d'urgences vitales. Les ARM sont formés à l'assistance des appelants dans la prise en charge d'une détresse vitale et peuvent débiter les gestes de réanimation en accompagnant le témoin sur place (21).

Lorsque les équipes sur les lieux de l'intervention ont évalué et pris en charge les patients, un nouvel appel est effectué au SAMU, pour le « bilan », par un professionnel des secours. A nouveau, une décision peut être prise pour ajuster ou confirmer la prise en charge

initiale. Enfin, le médecin régulateur urgentiste (MRU) oriente les patients vers le plateau technique le plus adapté à leur état de santé, avec si nécessaire, une orientation dans une filière spécifique (thrombolyse, coronarographie, filière « polytraumatisés »...) et organise la prise en charge.

3) Difficultés de la régulation médicale en population pédiatrique

Les appels pour les détresses vitales pédiatriques ont une tonalité particulière. Les témoins qui appellent pour l'enfant victime d'un arrêt cardiaque se retrouvent dans une situation de grande détresse d'autant plus s'il s'agit des parents de l'enfant. Il est presque impossible pour ces derniers de ne pas se laisser dépasser par la peur, la douleur et parfois la colère envers l'interlocuteur du SAMU, car les secours ne sont pas encore arrivés. La prise en charge initiale repose sur le discours des ARM et des MRU et leur capacité à rester calme, afin de pouvoir faire réaliser aux parents ou aux témoins les gestes d'urgence auprès de l'enfant. Le vocabulaire doit être adapté, l'élocution doit être claire, et il est nécessaire de s'assurer que les témoins ont bien compris, et effectuent exactement les gestes demandés.

4) Particularités pédiatriques de la prise en charge extrahospitalière

Tous les véhicules SMUR disposent de matériel adapté aux urgences de l'enfant. Il existe aussi des équipes spécifiquement dédiées à la pédiatrie : les SMUR pédiatriques (basés à Nancy, Bordeaux, Toulouse, Lille ou Marseille par exemple) (22).

Une difficulté particulière dans la prise en charge de l'ACR pédiatrique, outre celle de se retrouver face à un enfant et aux projections potentielles, relève de la présence des parents et/ou de la famille. La détresse de ces derniers s'impose violemment aux soignants et à l'urgentiste, qui ne peuvent se laisser dépasser ni-même atteindre par celle-ci. En effet, le médecin n'est pas dans une situation confortable, sur le plan de ses connaissances théoriques et pratiques, ce qui peut s'expliquer par la rareté de ce genre d'évènement et par la formation en pédiatrie générale et aux situations d'urgences pédiatriques jugée souvent insuffisante par les urgentistes (23).

Ce n'est que depuis la réforme du troisième cycle de 2017 avec la création du Diplôme d'Etudes Spécialisées de Médecine d'Urgence (DES MU) et surtout de la Formation Spécialisée Transversale (FST) « Urgences Pédiatriques » que la formation des urgentistes s'est enrichie concernant la prise en charge des urgences de l'enfant et

notamment des détresses vitales (24). Il est maintenant possible (mais non obligatoire) avec la FST, de réaliser un stage supplémentaire en structures d'urgences pédiatriques (en sus du stage d'urgences pédiatriques inclus dans la maquette initiale pour tous les DES MU) et de bénéficier d'un stage spécifique en réanimation pédiatrique.

5) Contexte de l'étude

Certains travaux ont déjà été réalisés sur la prise en charge de l'ACR extrahospitalier pédiatrique. Ils démontrent par exemple la supériorité de la réanimation cardio-pulmonaire (RCP) avec ventilation type bouche-à-bouche, versus la RCP avec compressions thoraciques seules, surtout dans les causes non cardiaques d'ACR (les plus fréquentes chez l'enfant) (25). Les caractéristiques de ces ACR ont été décrites notamment aux Etats-Unis (caractéristiques démographiques, cliniques, temps de réponse des services de secours, temps passé sur place, administration des thérapeutiques...) (26). D'autres auteurs, notamment en Asie ont évalué les liens entre certaines de ces caractéristiques et l'évolution du patient, rapportant par exemple que la présence d'un témoin, le nombre faible de doses d'adrénaline ou encore la durée la plus courte de RCP ou de temps passé sur les lieux, étaient des facteurs augmentant la survie à la sortie de l'hôpital (27).

Il a été démontré que la régulation médicale était un exercice difficile. Certains obstacles ont été identifiés à savoir : la survenue d'informations contradictoires, l'absence de hiérarchisation des problèmes motivant l'appel, ou la structure de l'appel en lui-même, c'est-à-dire l'absence d'organisation dans la façon de poser les questions (plusieurs questions dans une même phrase par exemple) (28). Une étude menée à l'aide d'ordinateurs et de manipulations acoustiques réalisée au SAMU de Côte-d'Or a également démontré l'impact de la tonalité de la voix de l'appelant. Une voix de tonalité grave avec de basses fréquences acoustiques, est perçue comme dominante et obtient une attention plus importante de l'interlocuteur ainsi qu'une meilleure évaluation de l'urgence médicale (29). La difficulté de prise en charge des enfants en situation de détresse vitale en extrahospitalier est également établie et représente une source d'anxiété, de stress voire d'erreurs pour les équipes (30,31). Aussi, il a été démontré que les urgentistes non pédiatres se ressentent insuffisamment formés dans la prise en charge des détresses vitales de l'enfant, notamment en France (23).

Toutefois, il ne semble pas exister à ce jour, d'étude prenant en compte l'ensemble de la prise en charge de ACR extrahospitalier pédiatrique dans le système de soins français. Dans ce contexte, l'objectif de notre étude était de déterminer l'existence de facteurs prédictifs de mortalité à trente jours après l'ACR et d'analyser la prise en charge en régulation aux centres 15.

II. SYNTHÈSE DE L'ARTICLE

Introduction : L'ACR pédiatrique extrahospitalier est un évènement rare au pronostic sévère. Il existe peu d'études notamment en France, documentant son incidence ainsi que la prise en charge extrahospitalière, et il n'existe pas à notre connaissance de travaux analysant la prise en charge au sein des Centres de Réception et de Régulation des Appels (CRRA), à partir de l'appel initial aux secours.

Objectifs : Déterminer l'existence de facteurs prédictifs de mortalité à J30 de l'ACR pédiatrique extrahospitalier, à partir de l'appel aux secours aux centres 15 pour ACR et décrire la prise en charge en régulation médicale. Le critère de jugement principal était la mortalité toute cause confondue à J30.

Matériel et méthodes : Nous avons réalisé une étude rétrospective, multicentrique au sein des SAMU des départements de la Moselle et du Rhône. Tous les appels pour ACR concernant des patients de moins de 18 ans entre le 1^{er} janvier 2019 et le 15 mars 2022 ont été inclus, hormis ceux ayant exprimé leur opposition. Les critères d'exclusion étaient les suivants : âge inconnu, diagnostic d'ACR non retenu, statut vital inconnu à J30, et absence de la victime à l'arrivée sur les lieux. Au total, 132 patients ont été inclus. La particularité de l'étude était le recueil de données par l'écoute des bandes de régulation téléphonique, permettant d'analyser toutes les caractéristiques de l'appel, du patient, de l'entourage et de l'équipe de soin.

Analyses statistiques : Les variables qualitatives ont été décrites en termes d'effectifs et pourcentages, les variables quantitatives en médianes et intervalles interquartiles. Les caractéristiques des patients et des prises en charge ont été comparées entre le groupe des patients décédés à J30 et celui des non décédés à J30, à l'aide de tests exacts de Fischer pour les variables qualitatives et de tests non paramétriques de Wilcoxon pour les variables quantitatives.

Résultats : Au total, 132 patients ont été inclus dans l'étude. L'âge était significativement plus élevé chez les patients décédés que chez les vivants à J30 (médiane à 7 ans et 1 an, respectivement), $p = 0,001$. Concernant le sexe, il y avait plus de patients de sexe masculin ($n = 78 ; 59 \%$). Selon le lieu de résidence et l'heure de l'appel, 58 ACR (44 %) étaient survenus en appartement, 81 (61 %) en milieu urbain. La plupart des appels ont eu lieu pendant la journée : 73 %. 71 (54 %) patients ont appelé le 15 en premier, 59 (45 %) ont

appelé le 18. Il n'y avait pas de différence significative entre les groupes en fonction du numéro d'appel. Pour 109 ACR (83 %), les secours ont été envoyés en « départ réflexe », par les ARM ou les pompiers. Il ne semble pas y avoir de différence significative concernant le délai entre l'appel et l'envoi des secours entre les groupes vivants et décédés à J30, avec des médianes de 1 et 1,2 minutes respectivement, $p = 0,90$. La RCP a été commencée pour 48 patients (36 %) avant l'arrivée des secours. L'ARM a du commencer la procédure dans 54 cas (41 %). L'insufflation a été réalisée dans 58 cas (50 %). 37 ACR étaient de cause hypoxique (29 %). Il y a eu 18 suicides (14 %), 19 ACR de causes cardiaques (14 %), 13 ACR de causes neurologiques (10 %) et 13 noyades (10 %). 13 ACR (10 %) correspondaient à des malaises graves du nourrisson, et 7 (5 %) étaient de cause traumatique.

La survie au trentième jour était de 23,4 %.

Discussion : Les résultats de notre étude sont concordants avec la littérature concernant l'âge, le sexe, l'incidence, ou encore l'hypoxie comme une des causes principales des ACR de l'enfant. Cependant, la survie retrouvée dans notre étude est supérieure à celle précédemment décrite, ce qui pourrait être lié à l'inclusion des patients ayant déjà récupéré une activité cardiaque au moment de l'arrivée des secours, alors que dans la plupart des études, seuls les patients arrivant en ACR aux urgences ont été inclus. De plus, le bénéfice d'une régulation médicale comme il est spécifique pour la France, pourrait jouer un rôle mais reste à confirmer par des études ultérieures. Nous n'avons pas pu déterminer des facteurs prédictifs de mortalité du fait d'un manque de puissance. Cependant, nous avons pu constater une insuffisance de formation du grand public à la reconnaissance et à la réalisation des gestes de premiers secours, comme il a été également décrit dans la littérature. Le message clé semble être la formation du grand public, d'autant plus qu'il existe des spécificités à la prise en charge de l'ACR de l'enfant, particularités fondamentales à connaître afin de ne pas amoindrir les chances déjà faibles de récupération du patient.

Conclusion : Il semble nécessaire de développer la formation du grand public à la reconnaissance de l'ACR et à sa gestion, et également de renforcer la prévention de celui-ci.

Management of Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest in French Dispatch Centers: a Multicenter Retrospective Study.

Florence Klein 1,2 ; Pauline Guicherd Callin 3, Lauriane Cipolat 1, Serge Le Tacon 4, Florian Blies 1, Christophe Goetz 5, Karim Tazarourte 3,6, Laure Abensur Vuillaume 1*

1. SAMU 57, Service d'Accueil des Urgences, CHR Metz-Thionville, Metz, France

2. Université de Lorraine, Vandoeuvre-les-Nancy, France

3. Université de Lyon, Lyon, France

4. Service de pédiatrie, CHR Metz-Thionville, Metz, France

5. PARC, CHR Metz-Thionville, Metz, France

6. SAMU 59, Hôpitaux Civils de Lyon, Lyon, France

*Corresponding Author l.abensurvuillaume@chr-metz-thionville.fr

Abstract

Importance: Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest (POHCA) is an uncommon event, with a negative outcome for the patient. However, the subject is very poorly documented in France, specifically in prehospital care.

Objective: To determine the predictive factors for 30-days mortality and to describe the management of POHCA in French dispatch centers.

Design: Retrospective observational study.

Settings: Multicenter study surveying all POHCA managed within dispatch centers in two French Departments between January 1st, 2019 and March 15th, 2022.

Participants: All patients under 18 years of age characterized as having OHCA during prehospital management, before or after calling the dispatch centers, were screened. Inclusion criteria were: confirmed OHCA, any express objection to study participation. Exclusion criteria were: unknown age, error in diagnosis of CA, unknown vital status at day-30, and absence of the victim on arrival at the scene. 132 patients were included and one patient chose not to be included in the study.

Exposure: Cardiac arrest in prehospital.

Main outcome and Measures: Primary endpoint was mortality at day 30.

Results: Age was significantly higher in patients who died than in those who were alive at D30 (median at 7 and 1 years, respectively), $p = 0.001$. Of the patients alive at D30, 19 (61 %) were male. According to the place of residence and time of call, 58 OHCA (44 %) occurred in apartments, 81 (61 %) in urban areas. Most calls occurred during the day: 73 %. 71 (54 %) patients called the health emergency center first, 59 (45 %) called the fireman center. For 109 CA (83 %), the emergency services were sent as a “reflex start”, by the dispatcher or the fire department. There did not appear to be a significant difference in the time between the call and the sending of the teams between the living and deceased groups at D30, with medians of 1 and 1.2 minutes respectively, $p = 0.90$. CPR was started for only 48 patients (36 %) before the arrival of the emergency services. The dispatcher started the procedure in 54 cases (41 %). Insufflation was performed in 58 cases (50 %). Survival at day 30 was 23,4 %.

Conclusion and relevance: Our findings were consistent with the literature, regarding age, sex and causes of CA. We were unable to study factors associated with patients survival due to a lack of power. Survival was higher than found in literature, maybe due to the benefit of medical regulation. Further studies are needed to increase data and confirm the results found. It seems absolutely necessary to focus preventive training for the general public on the recognition of CA and its management.

Trial registration: NCT05474131.

Keywords: Pediatric Cardiac Arrest, emergency department, prehospital

Introduction

Out-of-hospital Cardiac Arrest (OHCA) in the pediatric population is a rare event, with an incidence in industrialized countries of 7 to 8 per 100,000 children (1,2). The French register “RéAc” reported 603 OHCA in children under 17 years old between 2011 and 2014, with a survival rate of 8 % (3). Internationally, the overall survival rate is also 8 to 11 % (4–6) and the survival rate without major neurological sequelae is 2.5 % to 5 % (4–6). The incidence of pediatric CA follows a bimodal distribution with a first peak in infants (1.4 per 100,000 person-years), and a second peak in adolescents (2.1 per 100,000 person-years) (7). Hypoxic causes are the most frequent, especially in children under one year old (3,8). The leading cause of death is represented by trauma (3). Certain elements seem to be associated with an early return to spontaneous cardiac activity (RSCA), namely: the presence of witnesses at the time of CA, telephone-assisted cardiopulmonary resuscitation (CPR) and finally CPR with inflations compared to CPR with compressions only (9–11). The duration of prehospital CPR has also been shown to be independent and inversely associated with a favorable 30-day prognosis of CAs (5,12).

In France, the management of extrahospital emergencies is coordinated by EMS call centers. One of the particularities of the French system is that we use EMD (Emergency Medical Dispatchers) to answer the phone call and take some administrative and basic medical information and the dispatching is under the responsibility of doctors. Other neighboring countries such as Italy, Germany or Switzerland do not have a doctor to dispatch medical aid. For Italy, dispatching is conducted by nurses (13). For Germany, it is a "Disponent" (on duty officer) who decides whether or not to send medical help using an algorithm (14). The same is true in Anglo-Saxon countries, particularly in the USA, where the doctors present in the dispatch centers only have a role of supervision, training and quality control. It is indeed the EMDs who handle all calls in their entirety (15). In addition, there is a difference in care between European countries and Anglo-Saxon countries. Indeed, as in France, some of its neighbors such as Switzerland, Italy and Germany have a "stay and play" strategy with, if necessary, a medical team dispatched on scene to stabilize the patient and begin medical care (16,17). Anglo-Saxon countries adopted a “scoop and run” strategy, with non-physician “paramedics” (17–19). Other countries, such as Japan, approach out-of-hospital emergencies in this way with the dispatch of Emergency Life Saving Technicians (20).

However, few data are available on the epidemiology, characteristics and management of POHCA in France. To our knowledge, there is no study concerning the POHCA management from listening to the call recording tapes at the emergency call center, including the call for help with the analysis of the interrogation and the realization of the first life saving gestures guided by telephone, the analysis of the various assessments reported by the first-aid and medical teams once arrived on scene and of the chosen means of transportation, as well as waiting times (telephone, arrival of help). In this context, the objective of the study was to determine the predictive factors for thirty-day mortality and to describe the management of POHCA in French dispatch centers.

Material and methods

Design and framework of the study

We carried out a multicenter retrospective observational study listing all calls for POHCA at the EMSs of two French departments (Moselle and Rhône) between January 1st, 2019 and March 15th, 2022.

Participants

We carried out a screening of all patients under 18 characterized in CA during the call for help or characterized in CA by the regulating doctor after closure of the file. The inclusion criteria in the study were: patients who presented a proven CA, under 18 years old and who did not express any opposition to their participation in the study. The exclusion criteria were: age unknown, error in diagnosis of CA (patient had no CA), vital status at D30 unknown, and absence of victim at arrival on scene.

Data gathering

Data concerning the main aspects of out-of-hospital care were collected from medical regulation records (MRR). Data collection was carried out from listening to the tapes of these calls within the two departments EMS call centers. Data concerning patients transported to hospital structures were collected from the receiving hospitals.

Judgment criterion

The primary endpoint was mortality 30 days after the CA.

Statistical analyzes

The qualitative data were described in terms of numbers and percentages, the quantitative data in median and interquartile range. The characteristics of the patients and the treatments were compared between the group of patients who died at D30 and that of those who survived at D30, using Fischer test for the qualitative data and Wilcoxon test for the quantitative data.

Ethics

In accordance with French legislation, this study falls within the framework of the CNIL MR-003 reference methodology which “frames healthcare including health data of a nature of public interest, carried out in the context of research involving the human person for which

the data subject does not object to participate after being informed. Individual patient information is mandatory”. All the legal representatives of the patients included in our study and not deceased to date, were informed of their participation in this work and their possibility to object.

This study is registered under the clinical trial number: NCT05474131.

Results

Population's description

In total, between January 1st, 2019 and March 15th, 2022, at the EMS of the departments of Moselle and Rhône, 2,007,153 medical regulation files were created (632,252 for Moselle and 1,374,901 for Rhône) for a total of approximately 3 millions inhabitants in 2019 within these departments (1,046,543 for Moselle and 1,875,747 for Rhône) (21) and 527,881 people under 15 years old (175,091 for Moselle (22) and 352,790 for Rhône (23)). 211 patient files responded to the cause of cardio-respiratory arrest within the population under 18. Of these 211 patients, 75 were not victims of CA after evaluation, and were therefore excluded, and one patient has expressed his opposition. Also 5 patients were excluded: for missing data (1) vital status at D30 unknown (1), victim not found (1), age not known (1). A total of 132 patients were therefore included in the study (Figure 1).

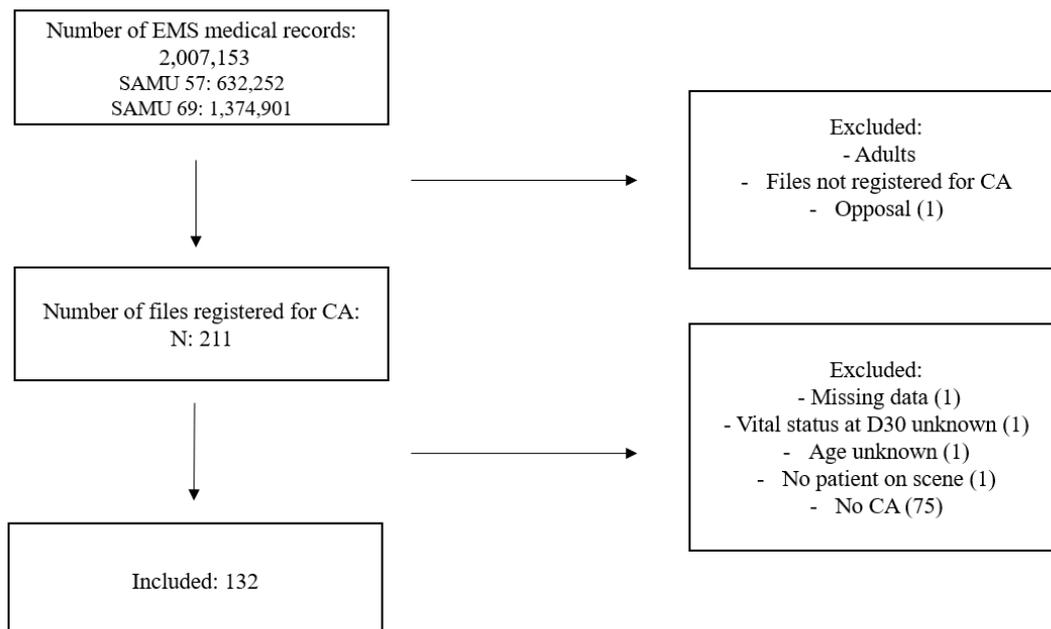


Figure 1 : Flow Chart

Description of main results

Patient's characteristics:

In this cohort, the incidence of POHCA was 7 per 100,000 patients under 15 years old, or 6.1 per 100,000 under 18 years old. 31 patients (23 %) were treated in center 1, and 101 patients (77 %) in center 2. 83 % of patients in center 1 died on D30, 74 % in center 2. Half of the patients were under 4 years old, 25 % were under 1 year old, and 25 % over 15 years old. Age was significantly higher in deceased patients than in living patients at D30 (medians at 7 and 1 year respectively), $p = 0.001$. Concerning gender, there were more male patients who suffered from CA ($n = 78$; 59 %). Among the patients alive at D30, 19 (61 %) were male. According to the place of residence and the call period, 58 CAs (44 %) occurred in apartments, 81 (61 %) in urban areas. Most calls for CA took place during the day: 96 cases (73 %) between 6 a.m. and 8 p.m. All data are available in Table 1.

EMS calls characteristics and management:

71 (54 %) patients dialed 15 (EMS call center in France) first, 59 (45 %) dialed 18 (fireman call center in France). For 109 CAs (83 %), the emergency services were sent on a “reflex departure” directly by the EMDs or the firefighters. A higher proportion (but not significant) of patients alive at D30 ($n = 28$ (90 %)) benefited from the reflex start compared to patients who died at D30. There does not seem to be any significant difference in the time taken to send help between the groups living or dead at D30 with medians of 1 and 1.2 min respectively, $p = 0.90$. Regarding CPR, it was only started for 48 (36 %) patients before the arrival of help. The gestures were started on the advice of the EMD for 54 (41 %) patients. Insufflation was performed for half of the patients. The action of insufflation was not significantly different in proportion between patients alive ($n = 20$ (65 %)) and patients who died at D30 ($n = 38$ (45 %)). All data are available in Table 1.

Table 1: Characteristics of patients according to vital status at D30

Data	All: N=132	Dead at D30: N=101	Alive at D30: N=31	p#
<i>Centre</i>				
1 (EMS 57)	31 (23)	26 (26)	5 (16)	0.02*
2 (EMS 69)	101 (77)	75 (74)	26 (84)	0.02*
<i>Patients characteristics</i>				
Age	4 (0,6 - 15)	7 (1 - 16)	1 (0,1 - 4)	0.001*
Male	78 (59)	59 (58)	19 (61)	0.84
<i>Phone calls characteristics</i>				
Dialed number				0.24
15	71 (54)	56 (56)	15 (48)	
17	1 (1)	0 (0)	1 (3)	
18	59 (45)	44 (44)	15 (48)	
Caller		61 (60)	20 (65)	0.18
Sibling	2 (2)	1 (1)	1 (3)	
Friend	2 (2)	2 (2)	0 (0)	
Child	1 (1)	0 (0)	1 (3)	
Grandparent	4 (3)	3 (3)	1 (3)	
Parent	80 (62)	58 (59)	22 (71)	
Witness	41 (32)	35 (35)	6 (19)	
Time of call				0.20
12 AM to 6 AM	18 (14)	11 (11)	7 (23)	
8 PM to 12 AM	18 (14)	13 (13)	5 (16)	
6 AM to 8 PM	96 (73)	77 (76)	19 (61)	
Location				0.31
Apartment	58 (44)	40 (40)	18 (58)	
Public place	27 (20)	21 (21)	6 (19)	
House	34 (26)	29 (29)	5 (16)	
Street	13 (10)	11 (11)	2 (6)	
Urban environment	81 (61)	40 (40)	18 (58)	0.83
<i>Call management</i>				
Clinical on initial call				
Loss of consciousness	126 (98)	96 (98)	30 (97)	0.56
Absence of breathing	114 (88)	87 (89)	27 (87)	0.76
Respiratory distress	11 (9)	8 (9)	3 (10)	0.99
Penetration syndrome	22 (17)	10 (10)	12 (39)	0.001*
Vomiting	19 (14)	14 (14)	5 (16)	0.77
Emergency team dispatched on scene				
Reflex departure	109 (83)	81 (80)	28 (90)	0.28
Helicopter	19 (14)	15 (15)	4 (13)	0.99
First call rescuer	5 (4)	4 (4)	1 (3)	0.99
Fireman paramedic	36 (27)	29 (29)	7 (23)	0.63
Independent doctor	125 (95)	97 (96)	28 (90)	0.35
CPR				
Started before the call	48 (36)	36 (36)	12 (39)	0.83
Started on the advice of EMD	54 (41)	39 (39)	15 (48)	0.40
Insufflation	58 (50)	38 (45)	20 (65)	0.09
Installation of external defibrillator	9 (8)	7 (8)	2 (6)	0.99
No resuscitation (rigor mortis)	7 (6)	7 (8)	0 (0)	0.19
Emergency dispatch time (min)	1,1 (0,1 - 2,4)	1,2 (0 - 2,6)	1 (0,5 - 2)	0.90
Phone call duration with EMD (min)	1,7 (1,1 - 3,4)	1,7 (1,1 - 3,7)	1,8 (1,2 - 3,1)	0.94
Call duration with doctor (min)	1,2 (0 - 2,6)	1,2 (0 - 2,6)	1,4 (0 - 2,7)	0.94

#Wilcoxon test or Fischer exact test. Data are expressed as median (Q1–Q3) or n/N (%), N is the total number of patients for the available data. * = p<0.005

Characteristics of CAs:

CA was described by the witnesses on the loss of consciousness (n = 126; 98 %) and/or the absence of breathing (n = 114; 88 %). 48 CAs (36 %) presented a no flow of less than 5 minutes. For 28 cases (21 %) the latter was greater than 5 minutes and for 56 cases (42 %) it was unknown. 24 patients (77 %) alive at D30 had a no flow of less than 5 minutes. 37 (29 %) CA were caused by hypoxia, and 31 (24 %) causes were unknown. There were 18 suicides (14 %), 19 cardiac causes (14 %), 13 neurological causes (10 %) and 13 drownings (10 %). 13 CA (10 %) corresponded to sudden infant death syndrome, and 7 (5 %) were of traumatic causes. 15 patients alive at D30 (48 %) presented a CA caused by hypoxia. A minority of CAs had a defibrillable rhythm (n = 6, 5 %). All data are available in Table 2.

Deaths, RSCA, journey and survival:

63 (48 %) patients died on scene. 58 (44 %) patients presented a RSCA. 32 patients (24 %) were transferred directly to pediatric intensive care, and 19 (24 %) were transferred to pediatric emergency care room. 31 patients (23 %) were alive at D30. All data are available in Table 2.

Table 2 : CA characteristics and survival

<i>CA characteristics</i>				
No Flow				0.0001*
Less than 5 minutes	48 (36)	24 (24)	24 (77)	
More than 5 minutes	28 (21)	25 (25)	3 (10)	
Unknown	56 (42)	52 (51)	4 (13)	
Suspected cause of CA				
Sudden infant death syndrome	13 (10)	12 (12)	1 (3)	0.30
Traumatic cause	7 (5)	6 (6)	1 (3)	0.99
Hypoxia	37 (29)	22 (23)	15 (48)	0.01*
Heart rhythm trouble	19 (14)	18 (18)	1 (3)	0.04*
Suicide	18 (14)	17 (17)	1 (3)	0.07
Drowning	13 (10)	8 (8)	5 (16)	0.30
Neurological cause	13 (10)	7 (7)	6 (19)	0.08
Unknown	31 (24)	27 (27)	4 (13)	0.15
RSCA	58 (44)	27 (27)	31 (100)	0.0001*
<i>First medical care</i>				
Clinical on emergency team arrival				
Tachycardia or ventricular fibrillation	6 (5)	5 (5)	1 (3)	0.99
Medical care				
Start CPR	14 (12)	11 (13)	3 (10)	0.99
CPR continuation	64 (54)	57 (65)	7 (23)	0.0001*
Oro-tracheal intubation	68 (52)	58 (57)	10 (32)	0.02*
Intraosseous device	22 (17)	17 (17)	5 (16)	0.99
Bag valve mask ventilation	50 (38)	41 (41)	9 (29)	0.01*
Defibrillation	3 (3)	3 (4)	0 (0)	0.55
Resuscitation time	22,5 (0 - 35)	30 (0 - 40)	1 (0 - 20)	0.25
<i>Patient evacuation</i>				
Destination				
Closest critical care room	4 (3)	3 (3)	1 (3)	0.99
Pediatric critical care room	19 (15)	2 (2)	17 (55)	0.0001*
Sudden infant death syndrome referring center	11 (8)	11 (11)	0 (0)	0.07
Pediatric intensive care unit	32 (24)	21 (21)	11 (35)	0.15
Adult intensive care unit	3 (2)	1 (1)	2 (6)	0.14

#Wilcoxon test or Fischer exact test. Data are expressed as median (Q1–Q3) or n/N (%), N is the total number of patients for the available data. * = p<0.005

Discussion

For the first time to our knowledge, we described a POHCA population based on calls for CA to the EMS. The incidence of the event was 1 per 100,000 person-years in the general population, and 7 per 100 000 children under 15, which was consistent with the results of *Meert and al.* and *Okubo and al.* (1,2). The detection of CA by the witnesses on scene and the realization of first aid gestures seems not to be obvious. After listening to the tapes, it was found that the patient was indeed in respiratory arrest at the time of the call without the family noticing. CPR was also initiated by witnesses only in a small proportion of cases, a proportion identical to that found in a French national study on sudden cardiac arrest (adult and child), by *Aliot and al.* (24).

Our study reveals a key point regarding the insufficiency of CA detection by the witnesses and the insufficiency of ability to carry out first aid gestures. For the European Resuscitation Council in 2015, any witness must start CPR in any unconscious person who is not breathing normally (25). There does not seem to be any data on the performance of first aid procedures in POHCA in France, but in adult prehospital CAs, less than 20 % of witnesses perform first aid actions (26). The general public should be warned, for example through large-scale broadcasting of television spots, or through radio waves, in order to remind them how to recognise a CA and how to start CPR. Regarding training in first aid gestures, it would be interesting to carry out this training from an early age, as in some American states, where it is a prerequisite for any graduation, so that all the population can recognize a CA and manage it (27). In the pursuit of the chain of survival, we found that the presence of effective breathing was not always easy to recognise on call. This element is found in adults, the diagnosis of CA by telephone is not easy and the main cause of non-detection of this one is the lack of checking for effective breathing (28). It is therefore just as essential for each call to check this information, especially in children where the hypoxic cause predominates.

Our cohort has good external validity. Indeed, the male sex was preponderant, as already found by *Kiyohara and al.* and *Okubo and al.* or *Lee and al.* (2,8,20). The age was identical to that found in the studies by *Mick and al.* and *Okubo and al.* (2,7). The causes of CA were comparable to those found by *Krmpotic and al.* and *Meert and al.*, which are mainly represented by hypoxic causes and deaths of unknown cause (1,29). However, our cohort presents differences with others described in the literature. Indeed, concerning traumatic CAs, only 5 % of the CAs in our study were traumatic, but this is a much more frequent

cause, reported at 21 % in the literature (30), and at 25 % in France according to the RéAC register (3). The difference could be explained by the inclusion criterion of our study: EMS call for POHCA. In an accident, the call is often centered on the event and the patient is sometimes not yet in CA at the time of the prehospital management, which could explain this difference. Finally, one of the major differences in our cohort concerns survival, which is superior to that found by other authors such as *Tham and al.*, *Goto and al.*, and *Akahane and al.*, reported between 8 and 11 % (4–6) and 8 % in France (3). In addition to the method of inclusion of patients already explained, the difference could be explained by the fact that our study included patients who already presented a RSCA when the emergency services arrived, or even a return to consciousness, whereas this is not the case in other studies such as that of *Lee and al.* for example, where the patients included were still in CA on arrival at the emergency room (8), or that of *Kiyohara and al.*, where patients who presented a RSCA were excluded (20). We can also hypothesize that the presence of a doctor responsible for dispatching emergency teams within the EMS would be in favor of a better survival. However, further studies are needed to confirm this hypothesis.

EMS call service is one of the first links in the “chain of survival”. An improved survival rate in adults and children has been shown when a rescuer is present and performs early CPR assisted by telephone (9,10,31–33). Also the technical gestures, as well as the management algorithm, different from those carried out for adults, require specific training, whether of the general public or of medical and paramedical teams (34). New technologies are being developed in the territory, such as video assistance, for example, which both in recognition and in helping to practice resuscitation gestures showed a real benefit for both adult and pediatric population (35,36). Finally, observing very variable results concerning the care of the patients in our study, we imagine that the feeling described in certain studies could apply to ours: namely, the feeling of being insufficiently trained in the management of child vital distress (37). There is still room for improvement in child survival.

Limits

However, our study has some limitations. First we were unable to study factors associated with patients survival due to a lack of power. Also, this study was retrospective but given the low incidence of pediatric CA, this modality was justified in order to obtain a sufficient number of patients. Second, some calls for POHCA occurred during the studied period may have been missed at the initial screening. It could indeed be a question of a coding mistake

during the recording of the medical regulation files. Third, there is a debate concerning the definition of pediatric patient regarding the age of the patient. Indeed, in our study, the pediatric population was defined by all patients under 18 years old. Our choice is explained by the fact that within the French hospital system, in most medical centers, the age limit for referring patients to children or adult departments is set at 18 years old. Some authors use different cut-offs, such as *Finck and al.*, or *Chang and al.* who classify “children” up to 19 years (9,38), or *Kitamura and al.*, who classify up to 17 years (39). Fourth, the missing data related to the lack of completeness of the medical records impacted the possibility of multivariate analysis and would deserve further study to answer the associated factors. Finally, we did not have enough data to establish sequelae-free survival scores, as access to hospital data was limited.

Conclusion

Our study, focused on the emergency call, confirmed the characteristics of the CAs already known, concerning age and sex, or even the incidence, and made it possible to support the knowledge for the management of medical regulation. The recognition of extrahospital pediatric CA still seems to represent a challenge within the population and the management of this event remains difficult for the teams. It seems absolutely necessary to focus preventive training for the general public on the recognition of CA and its management.

References

1. Meert KL, Telford R, Holubkov R, Slomine BS, Christensen JR, Dean JM, et al. Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest Characteristics and Their Association With Survival and Neurobehavioral Outcome. *Pediatr Crit Care Med.* déc 2016;17(12):e543-50.
2. Okubo M, Chan HK, Callaway CW, Mann NC, Wang HE. Characteristics of paediatric out-of-hospital cardiac arrest in the United States. *Resuscitation.* août 2020;153:227-33.
3. P011 - Caractéristiques et devenir des arrêts cardiaques pédiatriques extrahospitaliers selon les classes d'âge : analyse française issue de la base RéAC [Internet]. [cité 26 janv 2022]. Disponible sur: https://www.sfm.org/upload/70_formation/02_formation/02_congres/Urgences/urgences2015/donnees/communications/resume/resume_177.htm
4. Tham LP, Wah W, Phillips R, Shahidah N, Ng YY, Shin SD, et al. Epidemiology and outcome of paediatric out-of-hospital cardiac arrests: A paediatric sub-study of the Pan-Asian resuscitation outcomes study (PAROS). *Resuscitation.* avr 2018;125:111-7.
5. Goto Y, Funada A, Goto Y. Duration of Prehospital Cardiopulmonary Resuscitation and Favorable Neurological Outcomes for Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrests: A Nationwide, Population-Based Cohort Study. *Circulation.* 20 déc 2016;134(25):2046-59.
6. Akahane M, Tanabe S, Ogawa T, Koike S, Horiguchi H, Yasunaga H, et al. Characteristics and outcomes of pediatric out-of-hospital cardiac arrest by scholastic age category. *Pediatr Crit Care Med.* févr 2013;14(2):130-6.
7. Mick NW, Williams RJ. Pediatric Cardiac Arrest Resuscitation. *Emerg Med Clin North Am.* nov 2020;38(4):819-39.
8. Lee J, Yang WC, Lee EP, Huang JL, Hsiao HJ, Lin MJ, et al. Clinical Survey and Predictors of Outcomes of Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest Admitted to the Emergency Department. *Sci Rep.* 7 mai 2019;9(1):7032.

9. Chang I, Ro YS, Shin SD, Song KJ, Park JH, Kong SY. Association of dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation with survival outcomes after pediatric out-of-hospital cardiac arrest by community property value. *Resuscitation*. nov 2018;132:120-6.
10. Song KJ, Shin SD, Park CB, Kim JY, Kim DK, Kim CH, et al. Dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation in a metropolitan city: a before-after population-based study. *Resuscitation*. janv 2014;85(1):34-41.
11. Goto Y, Funada A, Goto Y. Conventional versus chest-compression-only cardiopulmonary resuscitation by bystanders for children with out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. janv 2018;122:126-34.
12. Banerjee P, Ganti L, Stead TG, Vera AE, Vittone R, Pepe PE. Every one-minute delay in EMS on-scene resuscitation after out-of-hospital pediatric cardiac arrest lowers ROSC by 5. *Resusc Plus*. mars 2021;5:100062.
13. Les systèmes pré-hospitaliers étrangers : l'Italie | Ambulancier : le site de référence [Internet]. 2020 [cité 3 août 2022]. Disponible sur: <https://www.ambulancier-lesite.fr/systeme-secours-pre-hospitalier-italie/>
14. Cahiers thématiques - Trisan - Trinationales Kompetenzzentrum für Ihre Gesundheitsprojekte [Internet]. [cité 17 juill 2022]. Disponible sur: <https://www.trisan.org/fr/publications/cahiers-thematiques>
15. Wayback Machine [Internet]. 2008 [cité 17 juill 2022]. Disponible sur: <https://web.archive.org/web/20080512054813/http://www.naemsp.org/documents/EmergencyMedicalDispatching.pdf>
16. Aide médicale urgente. In: Wikipédia [Internet]. 2022 [cité 11 août 2022]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Aide_m%C3%A9dicale_urgente&oldid=192367484
17. Haas B, Nathens AB. Pro/con debate: Is the scoop and run approach the best approach to trauma services organization? *Critical Care*. 10 sept 2008;12(5):224.

18. Lo AX. Challenging the “Scoop and Run” Model for Management of Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *JAMA*. 15 sept 2020;324(11):1043.
19. Rainer TH, Marshall R, Cusack S. Paramedics, technicians, and survival from out of hospital cardiac arrest. *J Accid Emerg Med*. sept 1997;14(5):278-82.
20. Kiyohara K, Okubo M, Komukai S, Izawa J, Gibo K, Matsuyama T, et al. Association Between Resuscitative Time on the Scene and Survival After Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Circ Rep*. 27 mars 2021;3(4):211-6.
21. Populations légales des départements en 2019 – Populations légales 2019 | Insee [Internet]. [cité 17 juill 2022]. Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/6013867?sommaire=6011075>
22. Dossier complet – Département de la Moselle (57) | Insee [Internet]. [cité 6 août 2022]. Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=DEP-57>
23. Dossier complet – Département du Rhône (69) | Insee [Internet]. [cité 6 août 2022]. Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=DEP-69>
24. Etienne A, Christine A, Pierre C, Pascal C. Arrêt cardiaque subit : pour une meilleure éducation du public Sudden Cardiac Arrest: For A Better Public Education. :15.
25. Perkins GD, Gräsner JT, Semeraro F, Olasveengen T, Soar J, Lott C, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. *Resuscitation*. avr 2021;161:1-60.
26. française CR. JMPS 2021 - En formant les jeunes aux gestes de premiers secours la Croix-Rouge française veut contribuer à bâtir une société plus résiliente [Internet]. Croix-Rouge française. [cité 15 août 2022]. Disponible sur: <https://www.croix-rouge.fr/Espace-presse/Communiqués/JMPS-2021-En-formant-les-jeunes-aux-gestes-de-premiers-secours-la-Croix-Rouge-francaise-veut-contribuer-a-batir-une-societe-plus-resiliente>
27. Callahan JM, Fuchs SM, COMMITTEE ON PEDIATRIC EMERGENCY MEDICINE. Advocating for Life Support Training of Children, Parents, Caregivers, School Personnel, and the Public. *Pediatrics*. juin 2018;141(6).

28. Travers S, Jost D, Gillard Y, Lanoë V, Bignand M, Domanski L, et al. Out-of-hospital cardiac arrest phone detection: those who most need chest compressions are the most difficult to recognize. *Resuscitation*. déc 2014;85(12):1720-5.
29. Krmpotic K, Writer H. Cardiorespiratory arrest in children (out of hospital). *BMJ Clin Evid*. 18 déc 2015;2015:0307.
30. Alqudah Z, Nehme Z, Alrawashdeh A, Williams B, Oteir A, Smith K. Paediatric traumatic out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. avr 2020;149:65-73.
31. Cummins RO, Ornato JP, Thies WH, Pepe PE. Improving survival from sudden cardiac arrest: the « chain of survival » concept. A statement for health professionals from the Advanced Cardiac Life Support Subcommittee and the Emergency Cardiac Care Committee, American Heart Association. *Circulation*. mai 1991;83(5):1832-47.
32. Hasselqvist-Ax I, Riva G, Herlitz J, Rosenqvist M, Hollenberg J, Nordberg P, et al. Early cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 11 juin 2015;372(24):2307-15.
33. Christensen DM, Rajan S, Kragholm K, Søndergaard KB, Hansen OM, Gerds TA, et al. Bystander cardiopulmonary resuscitation and survival in patients with out-of-hospital cardiac arrest of non-cardiac origin. *Resuscitation*. juill 2019;140:98-105.
34. Bahr N, Meckler G, Hansen M, Guise JM. Evaluating pediatric advanced life support in emergency medical services with a performance and safety scoring tool. *Am J Emerg Med*. oct 2021;48:301-6.
35. Lin YY, Chiang WC, Hsieh MJ, Sun JT, Chang YC, Ma MHM. Quality of audio-assisted versus video-assisted dispatcher-instructed bystander cardiopulmonary resuscitation: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. févr 2018;123:77-85.
36. Peters M, Stipulante S, Delfosse AS, Schumacher K, Mulder A, Lebrun F, et al. Dispatcher-Assisted Telephone Cardiopulmonary Resuscitation Using a French-Language Compression-Ventilation Pediatric Protocol. *Pediatr Emerg Care*. oct 2017;33(10):679-85.

37. Lecadet N, Roupie E, Macrez R, Jokic M, Brossier D. Assessment of general emergency medicine physicians' medical education regarding management of pediatric emergencies in western Normandy, France. *Archives de Pédiatrie*. juill 2020;27(5):239-43.
38. Fink EL, Prince DK, Kaltman JR, Atkins DL, Austin M, Warden C, et al. Unchanged pediatric out-of-hospital cardiac arrest incidence and survival rates with regional variation in North America. *Resuscitation*. oct 2016;107:121-8.
39. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, Tanaka H, Nadkarni VM, et al. Conventional and chest-compression-only cardiopulmonary resuscitation by bystanders for children who have out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. *Lancet*. 17 avr 2010;375(9723):1347-54.

IV. DISCUSSION

Cette étude nous a permis d'enrichir les connaissances sur la survenue de l'ACR en population pédiatrique, en particulier concernant ses caractéristiques et sa prise en charge extrahospitalière. Obtenue à partir des dossiers de régulation médicale et de l'écoute des bandes audio de régulation, elle est la première étude ainsi réalisée à notre connaissance, notamment en France.

Cette étude était multicentrique, sur deux SAMU d'importance, avec un bassin de population qui atteignait en 2019 près de 3 millions d'habitants. Environ un sixième de cette population avait moins de 15 ans (32–34). Sur le plan national, les données disponibles à ce jour rapportent 27 millions de dossiers de régulation médicale créés en 2019 et 2020. En extrapolant les chiffres à 2021 et sur les trois premiers mois de 2022, ce nombre atteindrait 42 millions. Dans notre étude, entre le 1^{er} janvier 2019 et le 15 mars 2022, 2 millions de dossiers de régulation médicale ont été créés au sein de ces deux départements, parmi lesquels 211 ACR étaient suspectés au sein de la population pédiatrique. Après régulation médicale ou intervention des secours sur place, le nombre d'ACR réellement objectivés était de 132.

Notre étude bénéficie d'une bonne validité externe et confirme les données épidémiologiques concernant l'ACR extrahospitalier pédiatrique, sur l'incidence, l'âge et le sexe (10,26,35). Nous n'avons pas pu déterminer l'existence de facteurs prédictifs de mortalité du fait d'un manque de puissance.

Surtout, nous avons pu constater une insuffisance de réalisation de la RCP, par les témoins et ou la famille, sur les lieux de l'ACR. En effet, il a fallu que la réanimation soit instaurée par les ARM dans plus de 40 % des cas, n'ayant pas été spontanément débutée par les personnes présentes auprès de la victime. Cela témoigne d'une part d'une insuffisance de détection de l'ACR (par exemple car confusion entre sommeil et inconscience, ou non vérification d'une respiration efficace) et d'autre part d'une insuffisance de formation à la réalisation des gestes de premiers secours. La littérature apporte pourtant des recommandations claires, en effet selon l'European Resuscitation Council dans les recommandations internationales de 2015 tout témoin devrait débuter une RCP chez toute personne inconsciente qui ne respire pas normalement (36). Or, il a déjà démontré à plusieurs reprises dans les écrits internationaux chez les adultes que les gestes de premiers

secours étaient réalisés dans une faible proportion de cas, ce qui concorde avec nos conclusions (37,38).

Aussi, la survie retrouvée dans notre étude était de 23,4 %, supérieure à celle retrouvée dans la littérature, rapportée entre 8 et 11 % (15–17). On pourrait émettre l’hypothèse que cette différence de survie pourrait être due au bénéfice d’une régulation médicale permettant une prise en charge spécialisée dès l’appel au secours. Cependant notre étude n’avait pas pour objectif principal d’étudier cet aspect, et ces données sont à conforter par d’autres études. Aussi nous avons inclus l’ensemble des patients ayant présenté un ACR, y compris ceux ayant déjà récupéré une activité cardiaque à l’arrivée des secours.

1) La régulation médicale

a. Histoire de la régulation médicale en France

Le syndicat Samu Urgences de France (SUdF) nous apporte les précisions sur la création des SAMU, des SMUR et des centres 15.

*« En 1955 furent créées les premières équipes mobiles de réanimation françaises. La réussite des premières expériences conduisit vers leur multiplication dans toute la France dès 1965. Cette même année parut un décret interministériel créant officiellement les Services Mobiles d’Urgence et de Réanimation attachés aux hôpitaux (S.M.U.R). Les SAMU naissent en 1968 afin de coordonner l’activité des SMUR. Les SAMU comportent un centre de régulation médicale des appels. Le 15, numéro gratuit d’appel national pour les urgences médicales est créé en 1978 à la suite d’une décision interministérielle. L’assise réglementaire qui manquait est donnée aux SAMU par la loi du 6 janvier 1986 (décrets du 16 décembre 1987) sur l’Aide Médicale Urgente et les Transports. »
Source SUdF (19).*

Depuis 1986, les CRRA n’ont cessé de se développer, parallèlement à la formation des généralistes à la médecine d’urgence. En 2019, le métier d’ARM est créé, afin de former au mieux les permanenciers, surtout à la suite d’une affaire très médiatisée (39) ayant démontré les lacunes de l’organisation au sein des CRRA. En 2020, le « SAS » a vu le jour est déjà bien développé sur le territoire français, permettant à toute personne appelant le 15, d’obtenir un conseil médical, le tout avec un délai d’attente le plus restreint possible (20).

b. Place des médecins des centres de réception et régulation des appels

Une des particularités du système français est la présence et le rôle central des médecins régulateurs au sein des CRRA depuis 1979 (40). Dans plusieurs pays voisins ou encore dans les pays outre atlantique, le rôle médical diffère. En France ou en Belgique, il n'y a pas de médecins régulateurs au niveau des CRRA. En Italie, en Allemagne ou encore en Suisse il n'y a pas de conseil médical pour chaque appel au sein des centres de régulation (41,42). Pour l'Italie, quant à elle, il s'agit d'une régulation par des infirmiers (41). Pour l'Allemagne, il s'agit de « Disponents » (permanenciers) qui décident de l'envoi d'un secours médicalisé ou non, à l'aide d'un algorithme (41). Il en va de même dans les pays anglo-saxons notamment aux Etats-Unis, où les médecins présents au sein des centres de régulation n'ont qu'un rôle de supervision, de formation et de contrôle qualité. Ce sont en effet les EMD (Emergency Medical Dispatchers) qui prennent en charge tous les appels, dans leur intégralité (43).

Il existe peu de données expliquant l'origine des différences de fonctionnement des centres de régulation entre les pays. Cependant en reprenant l'histoire de la création de ces centres, on retrouve aux Etats-Unis la présence initiale d'opérateurs téléphoniques non spécialisés dans la santé et qui faisaient appel aux services privés d'ambulance, alors qu'en France les premiers appels d'urgence étaient pris en charge par les SAMU nouvellement créés, et dans lesquels la présence médicale était prépondérante (43,44).

2) ACR pédiatrique

a. Physiopathologie

L'arrêt cardio-respiratoire correspond à l'arrêt de la circulation sanguine, survenant dans un délai très rapide, après arrêt respiratoire ou après tout autre évènement ayant causé l'arrêt circulatoire en premier lieu (défaillance cardiaque initiale, spoliation sanguine, vasoplégie majeure, ou encore traumatisme crânien grave, pour ne citer que quelques exemples). Dans le cas des ACR de causes respiratoires, l'arrêt de la ventilation pulmonaire ne permettant plus d'assurer l'hématose va entraîner une hypoxémie et une hypercapnie majeures qui s'installeront rapidement et qui entraîneront perte de connaissance, acidose sanguine et défaillance multiviscérale dont cardiaque, puis arrêt cardiaque. Dans le cas des ACR de cause cardiaque initiale, les mêmes causes que sont l'hypoxémie, l'hypercapnie et acidose entraîneront les mêmes conséquences, bien qu'elles soient la résultante de l'arrêt de la

circulation sanguine dans les poumons et non pas de la ventilation pulmonaire (45). Une fois que l'ACR s'est installé, il reste peu de temps avant qu'il ne soit irréversible car au-delà de 10 minutes d'ACR sans hémodynamique, la survie est très faible et un temps de no flow supérieur à 5 minutes est associé à un très mauvais pronostic (1). La physiopathologie de l'ACR chez l'enfant reste similaire à celle de l'ACR de l'adulte, bien que les causes soient majoritairement hypoxiques et respiratoires, comme cité plus haut (11,12).

b. Recommandations internationales

L'ILCOR (International Liaison Committee on Resuscitation) et l'ERC (European Resuscitation Council) ont mis à jour en 2021 les recommandations concernant la réanimation extrahospitalière de l'ACR pédiatrique (46). L'ensemble de la prise en charge est codifiée dans la partie « Pediatric Life Support » (PLS) de l'ERC (Annexe 1). Il est recommandé de reconnaître l'ACR pédiatrique dans un premier temps, par l'absence de conscience, l'absence de respiration ou la présence d'une respiration anormale, puis de vérifier la liberté des voies aériennes, de les désobstruer au besoin, de réaliser 5 insufflations, et, si absence d'amélioration, de commencer les compressions thoraciques (au rythme de 100-120/minute) en alternant 15 compressions pour 2 insufflations. Ce rythme est recommandé pour tous les enfants de 0 à 18 ans, excepté les nouveau-nés en salle de naissance.

La pose d'un défibrillateur semi-automatique est nécessaire et ce dès que possible, afin d'évaluer le rythme cardiaque : chocable (cas de la fibrillation et de la tachycardie ventriculaire) ou non (cas de l'asystolie). Dans le premier cas il sera effectué un choc électrique externe (4J/kg) puis en fonction du retour ou non à un rythme cardiaque spontané, il est nécessaire d'arrêter ou de continuer la RCP. Il est possible d'augmenter l'énergie des chocs en escaladant jusqu'à un maximum de 8J/kg en ne dépassant pas 360J, dans le cas de fibrillations ou tachycardies ventriculaires réfractaires (nécessitant 6 chocs ou plus). Toujours dans le cas d'un ACR avec rythme chocable, il est nécessaire après le 3 choc et après pose d'un accès vasculaire (veineux ou intra-osseux) d'administrer 5 mg/kg d'amiodarone (maximum 300 mg) et de 10 mcg/kg (max 1 mg) d'adrenaline. Il est rappelé qu'après le 5^{ème} choc il est recommandé d'administrer la deuxième dose de cordarone avec une dose maximale de 150 mg. Si le rythme n'est pas chocable initialement, il faut débiter l'adrenaline directement puis toutes les 3 à 5 minutes en continuant la RCP. L'ERC rappelle qu'il est nécessaire d'administrer à l'enfant de l'oxygène au ballon auto-remplisseur à valve

unidirectionnelle (BAVU), avec une fraction d'oxygène à 100 % en faisant attention à ne pas hyperventiler. Si l'équipe est compétente il faut considérer l'intubation oro-trachéale avec la pose d'une capnographie. La fréquence respiratoire dépend de l'âge : 25 cycles/minute pour les 0-1 an, 20 pour les 1-8 ans, 15 pour les 8-12 ans, 10 si âge supérieur à 12 ans.

c. Constantes vitales, posologies et matériel

Une des particularités dans la prise en charge médicale de l'enfant, réside dans le fait que toutes les posologies des thérapeutiques sont à adapter au poids. Aussi, le matériel n'est pas le même entre le nouveau-né, l'enfant de 5 ou 10 ans, ou encore l'adolescent. Il est nécessaire de connaître pour chacun, le type et la taille du matériel adapté (lame de laryngoscope, taille de la sonde d'intubation, des sondes d'aspirations...). Concernant la ventilation également, la façon de ventiler au BAVU varie en fonction de l'âge, les paramètres du respirateur également. Enfin, il en va de même pour les constantes vitales (pression artérielle, fréquence cardiaque, fréquence respiratoire) qui varient selon l'âge de l'enfant, toutes à connaître par cœur pour une prise en charge rapide et adaptée.

d. L'enfant en détresse

La gestion pour chaque intervenant, de l'urgence vitale de l'enfant, est effrayante. En effet, l'enjeu que se représente les soignants, semble plus important que pour les prises en charge des adultes. Cela peut s'expliquer d'une part par le manque d'expérience de ce genre de situation, d'autre part, par le transfert réalisé sur ses propres enfants, ou encore par la sensation de responsabilité accrue devant un enfant en détresse (30). Concernant le manque d'expérience en pédiatrie préhospitalière, peu de données sont disponibles en France. Une équipe du réseau Nord-Alpin regroupant les SAMU d'Isère, de Savoie et de Haute Savoie, a publié un état des lieux de leur activité extrahospitalière pédiatrique en 2015 sur une période d'un an, la rapportant à 8,8 % de l'ensemble de leur activité SMUR, et rapportent qu'il est essentiel d'entretenir les compétences des médecins en pédiatrie (47) (Annexe 2).

En ce qui concerne l'impact psychologique de la prise en charge de l'arrêt cardiaque de l'enfant, celui-ci est majeur. Il s'agit du « contre-transfert ». Les notions de transfert et contre-transfert ont été bien définies en psychologie, notamment dans la relation de soin. Le transfert correspond à la transposition de sentiments du patient sur le soignant et le contre-transfert désigne les réactions inconscientes du soignant à l'égard du soigné (48). L'ensemble

de l'équipe se retrouve donc inconsciemment en proie à des sentiments forts et difficiles. Comme le disait le psychiatre Michel Hanus « *la mort d'un enfant est le paroxysme de la douleur (...) ce drame est ressenti comme une injustice contre nature puisqu'elle inverse l'ordre des choses* » (49). Une autre des particularités de la prise en charge de l'enfant est la présence quasi constante des parents sur les lieux de l'intervention. Les équipes sont donc également confrontées à la douleur violente et violemment exprimée par les parents et se doit de faire preuve d'un contrôle absolu sur la situation pour ne pas encore entraver le faible pourcentage de récupération pour l'enfant.

3) Les équipes sont-elles prêtes ?

a. Formation

i. Assistant de régulation médicale (ARM)

Le rôle de l'ARM est capital. Dans le cas de l'ACR, la réanimation si elle n'a pas déjà été débutée, va être entreprise par les ARM en guidant les témoins sur place, après avoir déclenché l'envoi immédiat d'une équipe SMUR (dossier classé régulation prioritaire P0). Dans l'attente de l'arrivée des secours, l'ARM va assister le témoin dans la RCP. Concernant les autres niveaux de priorité qualifiés par les ARM, P1 signifie la nécessité d'une régulation médicale prioritaire, P2 signifie que la régulation médicale peut être temporisée et P3 que cette dernière peut être reportée ou programmée et traitée par un rappel (50). Les niveaux 3 et 4 sont souvent traités par les médecins généralistes présents dans les centres de régulation. Le référentiel métier de la profession rappelle les compétences des ARM (Annexe 3). La formation est d'une durée d'un an, comprend des cours théoriques et une semaine d'immersion soit en CRRA, ou possiblement en service de pédiatrie ou maternité. A Nancy, par exemple, les ARM bénéficient d'une séance de cours de 3h30 sur la gestion des urgences de l'enfant, avec l'apprentissage de l'algorithme de prise en charge de l'ACR pédiatrique selon l'âge.

ii. Médecin urgentiste

Concernant la prise en charge des urgences vitales de l'enfant, de nombreux urgentistes témoignent une anxiété majeure et d'un manque de connaissances ou du moins d'expérience de ces prises en charge (23). En effet, l'incidence de ces événements restant faible, il y a peu de place pour la formation par l'expérience. Or il a été démontré que le stress et l'anxiété

étaient pourvoyeurs d'erreurs dans les interventions extrahospitalières en médecine d'urgence (30).

Avant la réforme du troisième cycle des études médicales et la création du DES de Médecine d'Urgence (DES MU), afin de pouvoir exercer le métier d'urgentiste, il fallait avoir effectué un stage en service d'urgences pédiatriques en plus de la formation de médecin généraliste qui comprenait un stage en santé de l'enfant. Depuis 2017, la maquette du DES MU comporte un seul stage obligatoire en service d'urgences pédiatriques, mais il est proposé une formation supplémentaire d'un an, appelée formation spécialisée transversale (FST) spécifiquement dédiée à la pédiatrie, avec un stage supplémentaire aux urgences pédiatriques et un stage en service de réanimation pédiatrique. Ce dernier est souvent uniquement possible en CHU, et permet de comprendre la prise en charge post ACR, car les patients ayant eu un ACR récupéré sont transférés en réanimation pédiatrique pour la plupart (24).

Concernant la formation continue des urgentistes en pédiatrie, il existe plusieurs initiatives locales, notamment au CHR de Metz-Thionville ou encore au CHRU de Nancy, qui visent à former tous les urgentistes à la prise en charge des urgences vitales de l'enfant. A Metz, le projet « *Green team* » prévoit de créer des équipes spécialisées à la prise en charge de l'enfant grave, ou encore d'améliorer la salle d'accueil des urgences vitales afin qu'elle soit adaptée pour tous les âges de l'enfant. Au CHRU de Nancy, les pédiatres du service d'accueil des urgences pédiatriques participent à la formation des urgentistes, notamment par des séances de simulation sur mannequins. Les différents congrès régionaux ou nationaux attachent également de l'importance à la formation aux urgences pédiatriques, en effet, des ateliers de réanimation néonatale par exemple sont réalisés et permettent aux urgentistes de se familiariser avec les gestes spécifiques de l'urgence vitale en pédiatrie (51).

iii. Infirmier SMUR

Il n'existe pas de formation institutionnelle ou de diplôme d'état d'infirmier de SMUR. Peuvent effectuer des missions de SMUR, les infirmiers ayant bénéficié d'une formation pratique au sein des services d'urgences, ceux ayant le diplôme d'infirmier anesthésiste, ou encore ceux ayant travaillé en réanimation. Il existe cependant des diplômes universitaires de « soins infirmiers en médecine d'urgence » (52). La SFMU a produit un référentiel permettant de définir les compétences des infirmiers en SMUR et rapporte que ces derniers

doivent « maitriser la prise en charge d'un patient dans le cadre d'un transport primaire extra ou intrahospitalier en collaboration avec un médecin SMUR » (53). Hormis les infirmiers diplômés d'état (IDE) et puériculteurs travaillant au sein des équipes de SMUR pédiatriques, les IDE de SMUR effectuant la principale activité de SMUR du territoire français ne semblent pas spécifiquement formées à la pédiatrie. Depuis 2021 les urgences consistent en un nouveau domaine d'exercice des infirmiers de pratiques avancées (IPA) (Annexe 4).

iv. Ambulanciers

Concernant la formation des ambulanciers, selon le référentiel métier cité en annexe, ces derniers ne semblent pas bénéficier de stage obligatoire en pédiatrie, et par ailleurs, il n'existe pas d'ambulanciers « pédiatriques » (Annexe 5).

b. SMUR pédiatriques

En métropole les SMUR pédiatriques sont au nombre minimum de deux pour chacune des douze régions avec une répartition inégale (5 équipes pour l'Ile-De-France par exemple) (22). Il existe en France 30 SMUR spécifiquement dédiées à la pédiatrie. Certaines lignes ont un fonctionnement intermittent (2 parmi ces 30 équipes), et surtout toutes ne sont pas dédiées aux sorties primaires. En effet, les régions bénéficiant d'une équipe pédiatrique pour les missions primaires sont les Hauts-de-France, (2 équipes) la Nouvelle-Aquitaine (1 équipe), la région Auvergne-Rhône-Alpes (1 équipe), l'Occitanie (1 équipe), la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (1 équipe) et l'Ile-de-France (5 équipes) (22,54,55). Dans la région Grand Est, il existe deux équipes sur deux sites différents, l'une pour la néonatalogie uniquement, l'autre prenant en charge les transports secondaires des enfants de moins de 4 ans. Le cadre réglementaire de l'activité des SMUR pédiatriques est bien défini par un décret de 1997, qui autorise les établissements disposant d'une réanimation néonatale ou pédiatrique de mettre en œuvre un SMUR pédiatrique. Il y a 3 types de transports différents : le transport médicalisé interhospitalier (aussi appelé SMUR), le transport infirmier interhospitalier (TIIH) et le transport ambulancier (22).

Plusieurs équipes françaises se sont intéressées à l'activité des SMUR pédiatriques en France. Il s'agit pour la plupart de travaux d'analyse descriptive de l'offre sur le territoire et de l'historique de l'implantation de ces équipes spécialisées (22,55). Concernant cette activité: le Groupe Francophone de Réanimation et d'Urgences pédiatriques (GFRUP) a

publié en 2011 un tableau résumant le nombre d'interventions annuelles, avec une médiane du nombre d'interventions primaires rapportée à 324 pour une médiane du nombre d'interventions totales à 433 (54). Il serait intéressant de développer l'activité des SMUR pédiatriques, en augmentant leur nombre dans un premier temps. A l'international, il n'existe pas de réel état des lieux sur les activités des SMUR pédiatriques. Il existe aux Etats-Unis des unités mobiles de soins intensifs pédiatriques, rattachées aux hôpitaux qui disposent de services de soins critiques (56,57).

c. Outils

Il existe plusieurs outils numériques permettant d'aider les cliniciens à prendre en charge les urgences vitales de l'enfant. Ces outils semblent utiles en pratique, avec par exemple des applications pour smartphone. Il a été démontré que l'utilisation d'applications mobiles diminuait significativement le nombre d'erreurs médicales et le temps d'administration des médicaments, lors des urgences pédiatriques extrahospitalières (58,59). Certaines structures hospitalières sont dotées d'abaques spécifiques de pédiatrie, permettant de réduire l'impact cognitif des calculs liés au poids et à l'âge en situation d'urgence vitale chez l'enfant.

4) Formation du grand public

a. Améliorer la reconnaissance et la prise en charge de l'ACR

Agir sur la reconnaissance de l'arrêt cardiaque semble primordial. En effet, nous avons pu constater dans notre étude que dans plusieurs cas, la famille avait signalé que leur enfant dormait, alors qu'il était déjà en ACR. Une des causes de sous évaluation par la famille, a été l'absence de vérification de la respiration, car l'enfant était en décubitus ventral par exemple. Comme précisé plus haut, il existe des recommandations internationales quant à la suspicion d'un ACR, à savoir l'absence de conscience et l'absence de respiration (ou si la respiration est présente mais anormale), et que si ces éléments sont présents il est nécessaire de débiter la RCP (36). Or il est primordial, de former le grand public, et ce, dès le plus jeune âge, aux gestes de premiers secours et à la vérification d'une respiration efficace (ne pas laisser dans ce cas un patient sur le ventre) pour reconnaître l'ACR et débiter au plus vite une réanimation. Dans certains pays, cette formation est proposée lors de la scolarité des enfants, notamment aux Etats-Unis avec le « projet ADAM » qui instaure dans plusieurs Etats une formation scolaire à la RCP et à l'utilisation du défibrillateur semi-automatique (60).

En France, il n'y a aucune obligation réglementaire à réaliser une formation aux gestes de premiers secours, et les études démontrent un manque de formation du grand public. En effet selon la Croix Rouge, il y a 10 fois plus de victimes d'ACR que de morts sur les routes. Sept fois sur dix, ces accidents surviennent devant témoin, or moins de 20 % de ces témoins réalisent les gestes de premiers secours. 8000 personnes pourraient être sauvées chaque année (sur 50 000). Moins de la moitié des français a été formée aux gestes qui sauvent (36).

b. ACR « évitables »

Une part non négligeable de ces ACR concerne la traumatologie, avec les accidents domestiques ou les accidents de la route, et la mort inattendue du nourrisson. Concernant la traumatologie, on retrouve principalement les décès par accidents de la route. En 2022, il persiste des accidents mortels par non port de ceinture. Selon la préfecture de police, deux enfants sur trois ne sont pas attachés correctement en voiture et il est rappelé « *qu'au cours d'un choc à 50 km/h, la poussée est telle, qu'un enfant de 20 kilogrammes se transforme en un projectile d'une demi-tonne s'il n'est pas maintenu par un système de sécurité adapté* » (61). Une autre cause de mortalité de l'enfant concerne les défenestrations accidentelles des petits enfants. En 2017, Santé Publique France a renouvelé une campagne de prévention du risque de défenestration de l'enfant. L'enquête de 2013 a été réalisée par l'Institut National de Veille Sanitaire et l'hôpital Necker de Paris (62,63). Les données de cette enquête sont : un nombre de 76 chutes accidentelles dans les 3 régions Ile-de-France, Provence et Nord Pas-de-Calais, à l'origine de 9 décès, de 9 enfants avec séquelles, dont un présentant un handicap sévère, et un patient en état végétatif. D'après cette enquête ces accidents concernent surtout les moins de 6 ans (62 %). Aussi, dans plus de la moitié des cas, un meuble se trouvait sous l'ouverture, ou il existait un système de protection mais non efficace, et dans 4 fois sur 5, un adulte était présent dans le logement.

Enfin, concernant la mort inattendue du nourrisson (MIN), Santé Publique France, rapporte qu'en France, chaque année, 250 à 350 enfants sont concernés, qu'il s'agit de la première cause de décès chez les nourrissons âgés de 28 jours à 1 an, et qu'il est estimé que 50 % de ces décès seraient évitables en respectant les mesures de couchage. Les facteurs de risques reconnus sont : le sexe masculin, la grande prématurité, le petit poids de naissance, le décubitus ventral ou latéral (qui représentent le risque majeur), la présence d'objets dans

le lit, le couchage sur un matelas mou, et le partage du lit. Le tabagisme pendant la grossesse est considéré comme le deuxième facteur de risque de MIN (64).

c. Action sur la prévention, adhésion de la population et leviers

Il est fondamental de mener des actions permettant de prévenir la survenue de l'ACR. Les grandes causes bénéficient déjà de campagnes de prévention gouvernementales. Quelques campagnes vidéos ont été diffusées sur les chaînes de télévision concernant les accidents de la voie publique, mais restent rares or il serait intéressant de développer cette diffusion puisque la télévision est l'un des moyens les plus efficaces de communication avec 44,5 millions de téléspectateurs en France (65).

Une autre mesure possible pour étendre ces campagnes d'information pourrait résider dans une obligation légale par les acteurs du système de santé, à chaque contact avec les parents de jeunes enfants, par exemple en cabinet de médecine générale, en pharmacie, ou aux urgences, de rappeler ces causes évitables et les gestes de prévention. Concernant la mort inattendue du nourrisson, cette prévention est déjà réalisée par les sages-femmes à la sortie de la maternité avec support papier également. Il serait cependant intéressant, à chaque contact avec des professionnels de santé, de demander aux parents de vérifier l'absence de meubles sous les fenêtres, de leur donner les statistiques concernant les décès d'enfants non ceinturés, ou encore celles concernant la mort inattendue du nourrisson. Pourquoi ne pas utiliser de « phrases choc » telles que par exemple « Saviez-vous que chaque année en France 350 bébés meurent dans leur couchage ? ».

5) Perspectives

a. Améliorer la régulation

La vérification de la respiration est la priorité des ARM et des médecins en régulation. Or dans certains cas, surtout si le discours de la famille semble rassurant, il est facile de passer à la question suivante. Une liste de questions systématiques, en incluant par exemple la vérification d'une position permettant une bonne évaluation de la respiration de tout patient inconscient, serait pertinente. Il existe le guide d'aide à la régulation médicale, permettant de rappeler la prise en charge de l'enfant en ACR (66), mais celui-ci se déroule sur plusieurs pages et est sous forme textuelle. Il serait intéressant de développer un algorithme plus imagé et schématisé, permettant de rappeler les questions à poser ou encore la prise en charge à effectuer.

b. Futurs travaux

Pour finir, dans un futur travail qui sera réalisé par notre collègue de Lyon et avec notre soutien, nous nous intéresserons à l'impact de ces prises en charge, sur les médecins urgentistes ayant réalisé ces interventions. En effet, lors de notre étude nous avons pu recueillir des témoignages rapportant la difficulté de se retrouver face à un enfant en détresse. Or comme cité plus haut, il a été démontré l'effet néfaste du stress et de l'anxiété sur les prises en charge (30). Nous essaierons ainsi de déterminer les facteurs en rapport avec la survenue de traumatismes dans les équipes, pour ensuite améliorer la formation et les prises en charge.

V. RÉFÉRENCES

1. 2e édition du référentiel de cardiologie pour la préparation des ECN | Société Française de Cardiologie [Internet]. [cité 19 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.sfcardio.fr/page/2e-edition-du-referentiel-de-cardiologie-pour-la-preparation-des-ecn>
2. Larousse É. pédiatrie - LAROUSSE [Internet]. [cité 19 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/p%C3%A9diatrie/15223>
3. Larousse É. Définitions : enfant - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 19 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/enfant/29439>
4. Larousse É. Définitions : adolescence - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 19 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/adolescence/1156>
5. Larousse É. Définitions : nouveau-né - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 19 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/nouveau-n%C3%A9/55122>
6. Larousse É. Définitions : nourrisson - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 19 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/nourrisson/55113>
7. Luc G, Baert V, Escutnaire J, Genin M, Vilhelm C, Di Pompéo C, et al. Epidemiology of out-of-hospital cardiac arrest: A French national incidence and mid-term survival rate study. *Anaesth Crit Care Pain Med.* avr 2019;38(2):131-5.
8. P011 - Caractéristiques et devenir des arrêts cardiaques pédiatriques extrahospitaliers selon les classes d'âge : analyse française issue de la base RéAC [Internet]. [cité 26 janv 2022]. Disponible sur: https://www.sfmuc.org/upload/70_formation/02_formation/02_congres/Urgences/urgences2015/donnees/communications/resume/resume_177.htm
9. Michelson KA, Hudgins JD, Monuteaux MC, Bachur RG, Finkelstein JA. Cardiac Arrest Survival in Pediatric and General Emergency Departments. *Pediatrics.* févr 2018;141(2):e20172741.

10. Mick NW, Williams RJ. Pediatric Cardiac Arrest Resuscitation. *Emerg Med Clin North Am.* nov 2020;38(4):819-39.
11. Gässler H, Fischer M, Wnent J, Seewald S, Helm M. Outcome after pre-hospital cardiac arrest in accordance with underlying cause. *Resuscitation.* mai 2019;138:36-41.
12. Etienne A, Christine A, Pierre C, Pascal C. Arrêt cardiaque subit : pour une meilleure éducation du public Sudden Cardiac Arrest: For A Better Public Education. :15.
13. Alqudah Z, Nehme Z, Alrawashdeh A, Williams B, Oteir A, Smith K. Paediatric traumatic out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation.* avr 2020;149:65-73.
14. Jullien S. Sudden infant death syndrome prevention. *BMC Pediatr.* 8 sept 2021;21(Suppl 1):320.
15. Tham LP, Wah W, Phillips R, Shahidah N, Ng YY, Shin SD, et al. Epidemiology and outcome of paediatric out-of-hospital cardiac arrests: A paediatric sub-study of the Pan-Asian resuscitation outcomes study (PAROS). *Resuscitation.* avr 2018;125:111-7.
16. Goto Y, Funada A, Goto Y. Duration of Prehospital Cardiopulmonary Resuscitation and Favorable Neurological Outcomes for Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrests: A Nationwide, Population-Based Cohort Study. *Circulation.* 20 déc 2016;134(25):2046-59.
17. Akahane M, Tanabe S, Ogawa T, Koike S, Horiguchi H, Yasunaga H, et al. Characteristics and outcomes of pediatric out-of-hospital cardiac arrest by scholastic age category. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* févr 2013;14(2):130-6.
18. Kiguchi T, Okubo M, Nishiyama C, Maconochie I, Ong MEH, Kern KB, et al. Out-of-hospital cardiac arrest across the World: First report from the International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). *Resuscitation.* juill 2020;152:39-49.
19. Objectifs & Historique / Samu - Urgences de France [Internet]. [cité 19 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.samu-urgences-de-france.fr/fr/sudf/objectifs>

20. Service d'accès aux soins (SAS) : la garantie d'un accès aux soins partout et à toute heure - Ministère des Solidarités et de la Santé [Internet]. [cité 19 mars 2022]. Disponible sur: <https://solidarites-sante.gouv.fr/systeme-de-sante-et-medico-social/segur-de-la-sante/article/service-d-acces-aux-soins-garantie-d-un-acces-aux-soins-partout-a-toute-heure>
21. Haute Autorité de Santé - SAMU : amélioration de la qualité et de la sécurité des soins [Internet]. [cité 30 mai 2022]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/p_3211255/fr/samu-amelioration-de-la-qualite-et-de-la-securite-des-soins
22. Chabernaud JL, Lodé N, Daussac E, Leyronnas D, Ayachi A, Naud J. Historique des SMUR pédiatriques en France. *Perfect En Pédiatrie*. sept 2020;3(3):300-7.
23. Lecadet N, Roupie E, Macrez R, Jokic M, Brossier D. Assessment of general emergency medicine physicians' medical education regarding management of pediatric emergencies in western Normandy, France. *Arch Pédiatrie*. juill 2020;27(5):239-43.
24. Arrêté du 21 avril 2017 relatif aux connaissances, aux compétences et aux maquettes de formation des diplômes d'études spécialisées et fixant la liste de ces diplômes et des options et formations spécialisées transversales du troisième cycle des études de médecine - Légifrance [Internet]. [cité 19 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000034502881/>
25. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, Tanaka H, Nadkarni VM, et al. Conventional and chest-compression-only cardiopulmonary resuscitation by bystanders for children who have out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. *Lancet Lond Engl*. 17 avr 2010;375(9723):1347-54.
26. Okubo M, Chan HK, Callaway CW, Mann NC, Wang HE. Characteristics of paediatric out-of-hospital cardiac arrest in the United States. *Resuscitation*. août 2020;153:227-33.
27. Lee J, Yang WC, Lee EP, Huang JL, Hsiao HJ, Lin MJ, et al. Clinical Survey and Predictors of Outcomes of Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest Admitted to the Emergency Department. *Sci Rep*. 7 mai 2019;9(1):7032.
28. Lindström V, Heikkilä K, Bohm K, Castrèn M, Falk AC. Barriers and opportunities in assessing calls to emergency medical communication centre - a qualitative study. 2014;9.

29. Boidron L, Boudenia K, Avena C, Boucheix JM, Aucouturier JJ. Emergency medical triage decisions are swayed by computer-manipulated cues of physical dominance in caller's voice. *Sci Rep*. 26 juill 2016;6:30219.
30. Guise JM, Hansen M, O'Brien K, Dickinson C, Meckler G, Engle P, et al. Emergency medical services responders' perceptions of the effect of stress and anxiety on patient safety in the out-of-hospital emergency care of children: a qualitative study. *BMJ Open*. févr 2017;7(2):e014057.
31. Vincent A, Semmer NK, Becker C, Beck K, Tschan F, Bobst C, et al. Does stress influence the performance of cardiopulmonary resuscitation? A narrative review of the literature. *J Crit Care*. juin 2021;63:223-30.
32. Dossier complet – Département de la Moselle (57) | Insee [Internet]. [cité 6 août 2022]. Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=DEP-57>
33. Dossier complet – Département du Rhône (69) | Insee [Internet]. [cité 6 août 2022]. Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=DEP-69>
34. Populations légales des départements en 2019 – Populations légales 2019 | Insee [Internet]. [cité 17 juill 2022]. Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/6013867?sommaire=6011075>
35. Meert KL, Telford R, Holubkov R, Slomine BS, Christensen JR, Dean JM, et al. Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest Characteristics and Their Association With Survival and Neurobehavioral Outcome. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc*. déc 2016;17(12):e543-50.
36. Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, Castrén M, Smyth MA, Olasveengen T, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. *Resuscitation*. 1 oct 2015;95:81-99.
37. Song KJ, Shin SD, Park CB, Kim JY, Kim DK, Kim CH, et al. Dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation in a metropolitan city: a before-after population-based study. *Resuscitation*. janv 2014;85(1):34-41.

38. Rea TD, Eisenberg MS, Culley LL, Becker L. Dispatcher-Assisted Cardiopulmonary Resuscitation and Survival in Cardiac Arrest. *Circulation*. 20 nov 2001;104(21):2513-6.
39. Affaire Naomi Musenga. In: Wikipédia [Internet]. 2022 [cité 23 août 2022]. Disponible sur:
https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Affaire_Naomi_Musenga&oldid=194989711
40. Régulation médicale en France. In: Wikipédia [Internet]. 2022 [cité 13 août 2022]. Disponible sur:
https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=R%C3%A9gulation_m%C3%A9dicale_en_France&oldid=194176130
41. Les systèmes pré-hospitaliers étrangers : l'Italie | Ambulancier : le site de référence [Internet]. 2020 [cité 3 août 2022]. Disponible sur: <https://www.ambulancier-lesite.fr/systeme-secours-pre-hospitalier-italie/>
42. Cahiers thématiques - Trisan - Trinationales Kompetenzzentrum für Ihre Gesundheitsprojekte [Internet]. [cité 17 juill 2022]. Disponible sur:
<https://www.trisan.org/fr/publications/cahiers-thematiques>
43. Emergency medical dispatcher. In: Wikipedia [Internet]. 2022 [cité 23 août 2022]. Disponible sur:
https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Emergency_medical_dispatcher&oldid=1102313542
44. Service d'aide médicale urgente. In: Wikipédia [Internet]. 2022 [cité 19 mars 2022]. Disponible sur:
https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Service_d%27aide_m%C3%A9dicale_urgente&oldid=190892043
45. Module-5-Arrêt-cardiorespiratoire-réanimation.pdf [Internet]. [cité 11 août 2022]. Disponible sur: <https://www.urgences-sante.qc.ca/wp-content/uploads/2014/03/Module-5-Arr%C3%AAt-cardiorespiratoire-r%C3%A9animation.pdf>
46. Van de Voorde P, Turner NM, Djakow J, de Lucas N, Martinez-Mejias A, Biarent D, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Paediatric Life Support. *Resuscitation*. avr 2021;161:327-87.

47. Tesnière M, Matonnier A, Courtiol G, Désormais G, Wroblewski I, Michard-Lenoir AP, et al. [Pediatric management by mobile intensive care units in the northern French Alps emergency network]. Arch Pediatr Organe Off Soc Francaise Pediatr. juin 2015;22(6):574-9.
48. Vocabulaire de la psychanalyse [Internet]. [cité 23 août 2022]. Disponible sur: https://www.puf.com/content/Vocabulaire_de_la_psychanalyse
49. La mort d'un enfant. Approches de l'accompagnement et du deuil - Michel Hanus, Elisabeth Baron, Emmanuel De Becker, Alain de Broca [Internet]. [cité 12 août 2022]. Disponible sur: <https://www.decitre.fr/livres/la-mort-d-un-enfant-9782711772902.html>
50. SAMU : amélioration de la qualité et de la sécurité des soins [Internet]. Haute Autorité de Santé. [cité 11 août 2022]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/p_3211255/fr/samu-amelioration-de-la-qualite-et-de-la-securite-des-soins
51. Programme et réservations pour les JMUGES [Internet]. [cité 15 août 2022]. Disponible sur: <https://www.comuge.fr/jmuge2022#Programme>
52. gehino#utilisateurs. Diplôme d'Université Soins infirmiers en médecine d'urgence [Internet]. 2022 [cité 11 août 2022]. Disponible sur: <https://formations.univ-grenoble-alpes.fr/fr/catalogue-2021/du-diplome-d-universite-DU/diplome-d-universite-soins-infirmiers-en-medecine-d-urgence-IQ3PJF7.html>
53. Piedade I, Ducassé DJL, Duval DG, Boivin M, Buffet C, Ficarelli A, et al. Référentiel de compétences de l'infirmier(e) en Médecine d'Urgence. :66.
54. Naud J, Chabernaude JL. Organisation et perspectives des SMUR pédiatriques en France — Résultats de l'enquête du GFRUP. Réanimation. nov 2011;20(6):525-9.
55. Jourdain G, Lodé N, Chabernaude JL. Transport pédiatrique médicalisé en France en 2018. J Pédiatrie Puériculture. févr 2019;32(1):12-9.
56. Kids Kare in the Air - Arbus Magazine [Internet]. [cité 13 août 2022]. Disponible sur: <https://arbus.com/kids-kare-in-the-air/>

57. Kids Team Mobile ICU | Randall Children's Hospital [Internet]. Legacy Health. [cité 13 août 2022]. Disponible sur: <https://www.legacyhealth.org:443/Children/provider-resources/kids-mobile-icu>
58. Siebert JN, Bloudeau L, Combescure C, Haddad K, Hugon F, Suppan L, et al. Effect of a Mobile App on Prehospital Medication Errors During Simulated Pediatric Resuscitation: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open*. 30 août 2021;4(8):e2123007.
59. Siebert JN, Ehrler F, Combescure C, Lacroix L, Haddad K, Sanchez O, et al. A Mobile Device App to Reduce Time to Drug Delivery and Medication Errors During Simulated Pediatric Cardiopulmonary Resuscitation: A Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res*. 1 févr 2017;19(2):e31.
60. Berger S. CPR and AEDs save lives: insuring CPR--AED education and CPR--AED access in schools. *Curr Opin Pediatr*. oct 2020;32(5):641-5.
61. Enfants en voiture | Préfecture de Police [Internet]. [cité 14 août 2022]. Disponible sur: <https://www.prefecturedepolice.interieur.gouv.fr/prevention/nos-conseils/securite-routiere/conseils-pour-votre-securite/enfants-en-voiture>
62. Encore trop de défenestrations chez les enfants - hopital.fr - Fédération Hospitalière de France [Internet]. [cité 14 août 2022]. Disponible sur: <https://www.hopital.fr/Actualites/Encore-trop-de-defenestrations-chez-les-enfants>
63. Santé publique France renouvelle la campagne de prévention du risque de défenestration des enfants [Internet]. [cité 14 août 2022]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/liste-des-actualites/sante-publique-france-renouvelle-la-campagne-de-prevention-du-risque-de-defenestration-des-enfants>
64. Mort inattendue du nourrisson [Internet]. [cité 14 août 2022]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-de-la-mere-et-de-l-enfant/mort-inattendue-du-nourrisson>
65. Sensio E. L'Année TV 2021 [Internet]. [cité 14 août 2022]. Disponible sur: <https://www.mediametrie.fr/fr/lannee-tv-2021>

66. Guide de régulation médicale / Samu - Urgences de France [Internet]. [cité 15 août 2022]. Disponible sur: <https://www.samu-urgences-de-france.fr/fr/vie-professionnelle/guide-de-regulation>

VI. ANNEXES

Annexe 1 : Algorithmes de l'ERC concernant le diagnostic et la prise en charge de l'ACR pédiatrique : Pediatric Basic Life Support algorithm et Pediatric Advanced Life Support algorithm. (Source Perkins GD, Gräsner JT, Semeraro F, Olasveengen T, Soar J, Lott C, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. Resuscitation. avr 2021;161:1-60.)

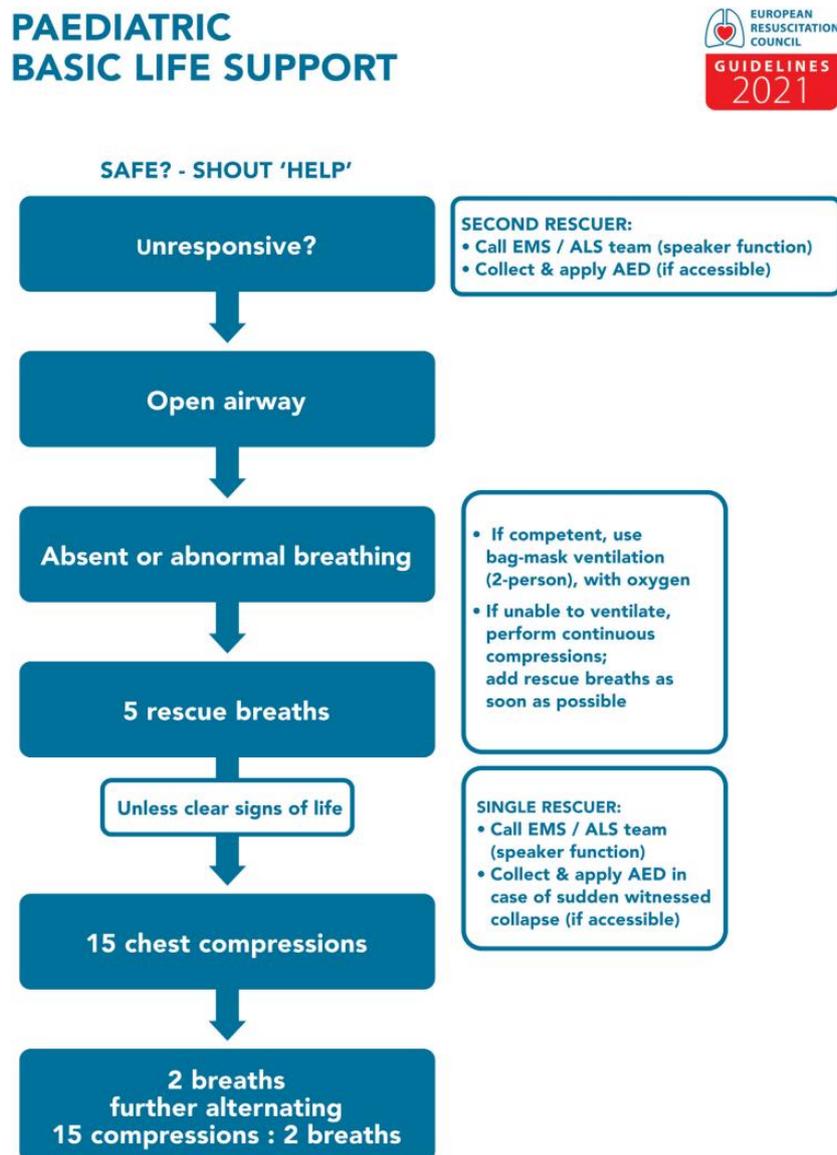
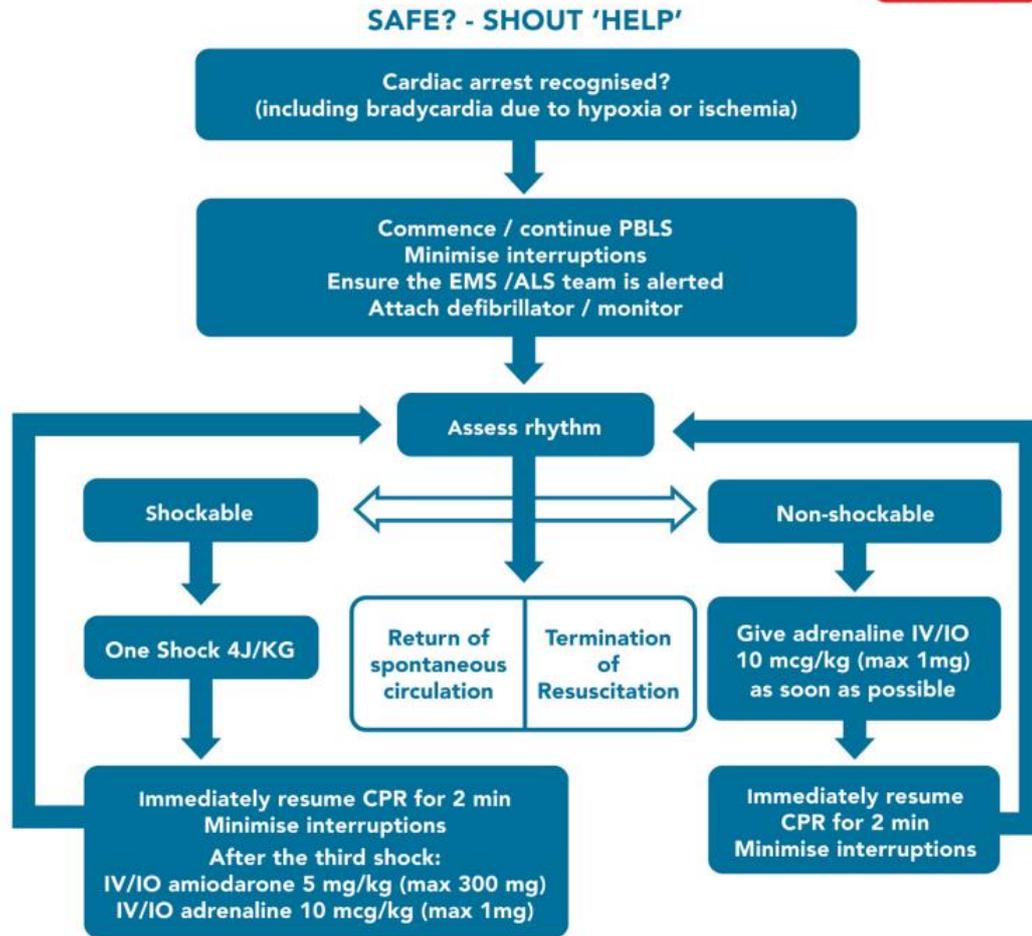


Fig. 16 - Paediatric basic life support algorithm.

PAEDIATRIC ADVANCED LIFE SUPPORT



DURING CPR

- Ensure high-quality CPR: rate, depth, recoil
- Provide bag-mask ventilation with 100% oxygen (2-person approach)
- Avoid hyperventilation
- Vascular access (intravenous, intraosseous)
- Once started, give adrenaline every 3-5 min
- Flush after each drug
- Repeat amiodarone 5 mg/kg (max 150mg) after the 5th shock
- Consider an advanced airway and capnography (if competent)
- Provide continuous compressions when a tracheal tube is in place. Ventilate at a rate of 25 (infants) – 20 (1-8y) – 15 (8-12y) or 10 (>12y) per minute
- Consider stepwise escalating shock dose (max 8J/kg – max 360J) for refractory VF/pVT (≥6 shocks)

CORRECT REVERSIBLE CAUSES

- Hypoxia
- Hypovolaemia
- Hyper/hypokalaemia, -calcaemia, -magnesium; Hypoglycaemia
- Hypothermia - hyperthermia
- Toxic agents
- Tension pneumothorax
- Tamponade (cardiac)
- Thrombosis (coronary or pulmonary)

ADJUST ALGORITHM IN SPECIFIC SETTINGS (E.G. TRAUMA, E-CPR)

IMMEDIATE POST ROSC

- ABCDE approach
- Controlled oxygenation (SpO₂ 94-98%) & ventilation (normocapnia)
- Avoid hypotension
- Treat precipitating causes

Fig. 4 – Paediatric advanced life support.

Annexe 2 : Extrait de l'article : Activité extrahospitalière pédiatrique du réseau Nord-Alpin.

(Source: *Tesnière M, Matonnier A, Courtiol G, Désormais G, Wroblewski I, Michard-Lenoir AP, et al. [Pediatric management by mobile intensive care units in the northern French Alps emergency network]. Arch Pediatr Organe Off Soc Francaise Pediatr. juin 2015;22(6):574-9.*)

« 1087 patients étaient pris en charge en intervention primaire et 238 patients en intervention secondaire. Parmi les interventions primaires, 531 (48,9 %) patients avaient été pris en charge pour un traumatisme, 118 (11 %) avaient été laissés à domicile, 427 (39,9 %) avaient été perfusés, et 27 (2,5 %) avaient été intubés. Un pédiatre avait assuré la médicalisation de 64 (26,9 %) interventions secondaires. Parmi les 1649 interventions de secours en montagne, 296 (18,7 %) concernaient des enfants ».

Annexe 3 : Extrait du référentiel métier ARM. (Source : Penverne DY. ASSISTANT DE REGULATION MEDICALE. 2016;53.)

Il est demandé aux ARM de « Maîtriser les gestes et soins d'urgence permettant de donner des conseils nécessaires aux appelants par l'utilisation des connaissances de la formation « AFGSU de niveau I » perfectionnement.

L'ARM est amené à occuper plusieurs postes, dont un premier d'accueil des appels (appelé ARM accueil) . Puis il est chargé de gérer les moyens opérationnels et/ou les transmissions radiophoniques (ARM gestion). Il peut aussi exercer le rôle de coordinateur (communément appelé « superviseur de salle »), avec un rôle défini de personne-ressource grâce à son expérience, pour les autres ARM. »

Annexe 4 : Extrait des articles de loi concernant le domaine légal et compétences des infirmiers de pratique avancée. (Sources : Arrêté du 18 juillet 2018 fixant les listes permettant l'exercice infirmier en pratique avancée en application de l'article R. 4301-3 du code de santé publique.

Arrêté du 25 octobre 2021 fixant la liste des motifs de recours et des situations cliniques mentionnés à l'article R. 4301-3-1 du code de la santé publique.

Décret n° 2021-1384 du 25 octobre 2021 relatif à l'exercice en pratique avancée de la profession d'infirmiers, dans le domaine d'intervention des urgences. 2021-1384 oct 25, 2021.)

« L'article R. 4301-3-1 CSP, propre aux IPA aux urgences, distingue : les motifs de recours et les situations cliniques les plus graves ou complexes, définis par arrêté, pour lesquels l'IPA « participe à la prise en charge » des patients. Dans ce domaine, la conduite diagnostique et les choix thérapeutiques appartiennent au médecin et sont mis en oeuvre par l'IPA. Cette première modalité peut trouver à s'appliquer par exemple, selon l'arrêté du 25 octobre 2021 pour les douleurs thoraciques/syndromes coronariens aigus, les brûlures graves, les intoxications médicamenteuses et non médicamenteuses... Le champ d'intervention d'IPA déroge alors aux règles de droit commun des IDE, en ce qu'il n'est pas réglementairement limité dans les gestes et actes qui lui sont ouverts. L'IPA dispose dans ce second cas d'une autonomie de décision et d'action réglementairement reconnue et très large. Quels motifs de recours et pathologies peuvent être concernés ? Citons par exemple la hernie, masse ou distension abdominale sans signe de gravité, l'hypertension artérielle sans signes fonctionnels, les céphalées ou migraines inhabituelles... »

Annexe 5: Extrait de l'arrêté du 11 avril 2022 relatif à la formation conduisant au diplôme d'Etat d'ambulancier. (Source Arrêté du 11 avril 2022 relatif à la formation conduisant au diplôme d'Etat d'ambulancier et aux conditions de formation de l'auxiliaire ambulancier.)

« L'ambulancier est un professionnel de santé et du transport sanitaire. Au sein de la chaîne de soins ou de santé, l'ambulancier assure la prise en soin et/ou le transport de patients à tout âge de la vie sur prescription médicale, ou dans le cadre de l'aide médicale urgente, au moyen de véhicules de transport sanitaire équipés et adaptés à la situation et à l'état de santé du patient. A ce titre, il peut réaliser des soins relevant de l'urgence dans son domaine d'intervention. Leur formation comporte 16 semaines de formation et 3 types de stages : parcours Médecine d'urgence Adulte / Enfant (Service des urgences / SAMU -SMUR) ; entreprise Transport sanitaire ; structures de soins de courte et longue durée, soins de suite et réadaptation, EHPAD, enfant et adulte, psychiatrie et santé mentale. »

VU

NANCY, le **26 septembre 2022**
Le Président de Thèse

NANCY, le **27 septembre 2022**
Le Doyen de la Faculté de Médecine

Professeur Tahar CHOUHED

Professeur Marc BRAUN

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE/ **12689C**

NANCY, le **04 octobre 2022**

LA PRESIDENTE DE L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE,

Madame Hélène BOULANGER

RESUME DE LA THESE

Contexte : L'arrêt cardio-respiratoire (ACR) extrahospitalier pédiatrique est un évènement rare au pronostic sévère. La prise en charge au sein des centres de réception et de régulation des appels (centres 15) est d'une importance fondamentale. L'objectif de notre étude était de réaliser un état des lieux de la prise en charge en régulation de l'ACR extrahospitalier pédiatrique et de déterminer l'existence de facteurs prédictifs de mortalité à trente jours.

Méthodes : Nous avons réalisé une étude rétrospective multicentrique au sein des SAMU 57 et 69. Nous avons inclus tous les patients de moins de 18 ans, ayant présenté un ACR extrahospitalier, sur la période du 1er janvier 2019 au 15 mars 2022 dans les départements de la Moselle et du Rhône.

Résultats : 132 patients étaient inclus. Il y avait plus de patients de sexe masculin victimes d'un ACR (n = 78 ; 59 %) que de patients de sexe féminin. L'âge était significativement plus élevé chez les patients décédés que chez les patients vivants à J30 (médianes respectivement à 7 et 1 an), p = 0,001. La plupart des appels ont eu lieu pendant la journée: 73 %. 71 (54 %) patients ont appelé le centre 15 en premier. Il ne semblait pas y avoir de différence significative par rapport au délai entre l'appel et l'envoi des équipes entre les groupes vivants et décédés à J30, avec des médianes de 1 et 1,2 minutes respectivement, p = 0,90. La réanimation cardio-pulmonaire (RCP) a été commencée pour seulement 48 patients (36 %) avant l'arrivée des secours. L'assistant de régulation médicale a commencé la RCP dans 54 cas (41 %). L'insufflation a été réalisée dans 58 cas (50 %). La survie au trentième jour était de 23,4 %.

Discussion : Les données retrouvées concernant la prédominance du sexe masculin, l'âge, l'incidence ou encore l'hyoxie comme une des causes principales des ACR de l'enfant, sont concordantes avec la littérature. La survie retrouvée dans notre étude est quant à elle supérieure à celle décrite, ce qui pourrait être lié à l'inclusion de tous les patients ayant présenté un ACR, y compris ceux ayant récupéré une activité cardiaque au moment de l'arrivée des secours, ou lié à un bénéfice d'une régulation médicale comme il est spécifique pour la France. Nous n'avons pas pu déterminer de facteurs prédictifs de mortalité du fait d'un manque de puissance. Cependant nous avons pu constater une insuffisance de détection de l'ACR par la population générale, et un défaut de réalisation des gestes de premiers secours, comme il a déjà été démontré chez l'adulte, ce qui entraîne une perte de chance majeure pour le patient.

Conclusion : Il semble nécessaire de former le grand public à la reconnaissance de l'ACR pédiatrique et à la réalisation des gestes de premiers secours, adaptés à l'âge de la victime. Il est également nécessaire de renforcer la prévention de certaines causes évitables d'ACR (accidents domestiques, accidents de la route, morts subites du nourrisson...).

TITRE EN ANGLAIS : Out-of-Hospital Pediatric Cardiac Arrest, state of the art and predictive factors of mortality.

THESE : MEDECINE D'URGENCE - ANNEE 2022

MOTS CLES : Arrêt Cardio-Respiratoire Pédiatrique, Médecine d'urgence, Extrahospitalier

INTITULE ET ADRESSE

UNIVERSITE DE LORRAINE

Faculté de Médecine, Maïeutique et Métiers de la Santé

9, avenue de la Forêt de Haye

54505 VANDŒUVRE-LÈS-NANCY Cedex
