

UNIVERSITE DE NANTES

FACULTE DE MEDECINE

Année : 2019

N° 2019-148

THESE

pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

(DES DE MEDECINE GENERALE)

par

Jade ROUZIOUX

Née le 28 mai 1992 à Saint Sébastien sur Loire

Présentée et soutenue publiquement le 30 septembre 2019

**Modalité de ventilation dans l'arrêt cardio-respiratoire extrahospitalier de l'enfant :
étude descriptive et analytique de l'impact sur la survie à 30 jours basée sur le registre
RéAC.**

Président : Monsieur le Professeur Philippe LE CONTE

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Quentin LE BASTARD

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Philippe LE CONTE, pour l'honneur que vous me faites d'avoir accepté avec enthousiasme de présider ce jury et l'intérêt que vous portez à mon travail.

A Monsieur le Professeur Cyril FLAMANT, d'avoir accepté de faire parti de mon jury, bien que mon travail s'éloigne un peu de votre spécialité. Soyez assuré de mon profond respect.

A Monsieur le Professeur Emmanuel MONTASSIER, pour avoir accepté de juger ce travail.

A Monsieur le Docteur Quentin LE BASTARD, pour avoir accepté ce challenge, celui d'être directeur de ce projet. Merci pour ton soutien et ta patience à toute épreuve, ta disponibilité et tes précieux conseils. En espérant que nos chemins se croisent à nouveau.

Et Merci à ...

.. Mes parents évidemment, pour m'avoir soutenue dans ce projet un peu fou de me lancer dans des études de médecine, d'avoir cru en moi et de m'avoir encouragée. J'espère vous rendre fiers.

.. A ma sœur, peut-être celle qui m'a donné envie de devenir médecin, après avoir passé de longues années à les côtoyer. Merci d'avoir déclenché cette passion.

.. A mes grands-parents que j'ai la chance d'avoir à mes côtés, et à celui qui me manque terriblement.

.. A mes ami(e)s, Louison, Sarah, Marion, Déborah, Laura, Pierre-Yves, Laura, Manon, Nolwenn, Justine, Margaux, Mathilde, Cindie, Alison, Domitille, Matthieu, Bastien, Jimmy, Marie, Etienne... Pour m'avoir soutenue pendant ces longues années, et pour m'avoir permis de prendre l'air lorsque j'étais au bord de l'explosion.

.. A mes compagnons de (g)route : Céline, Anne Sophie et Camille pour me faire pleurer de rire à chaque occasion.

.. A ceux qui ont enchanté mes années d'internat : Robert, Marc, la belle équipe des urgences pédiatriques, ceux du service de réanimation polyvalente, la bande de « toujours plus » connue aux urgences.

.. Aux médecins que j'ai pu rencontrer au cours de mon cursus, et qui ont contribué à faire de moi un meilleur médecin.

.. Et pour finir, à Pierre, pour ton soutien inébranlable et l'amour que tu me portes chaque jour. Je ne te serai jamais assez reconnaissante de m'avoir remise sur ton chemin.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	1
TABLE DES MATIERES	2
LISTES DES ABREVIATIONS	4
I. INTRODUCTION	5
1. Epidémiologie	5
2. Recommandations pour la prise en charge de l'arrêt cardio respiratoire chez l'enfant	5
3. Controverses et enjeux actuels de la ventilation dans la prise en charge de l'ACR.....	6
4. Problématique de la ventilation dans la prise en charge de l'ACR chez l'enfant	7
5. Objectif.....	7
II. MATERIELS ET METHODES.....	8
2.1. Population étudiée	8
2.1.1 RéAC	8
2.1.2 Recueil de données.....	8
2.1.3 Critères d'inclusion et d'exclusion.....	8
2.2 Objectif principal et objectifs secondaires	9
2.3. Aspect éthique	9
2.3 Analyses statistiques.....	9
III. RESULTATS	12
3.1. Population étudiée	12
3.2 Caractéristiques démographiques sans ajustement	14
3.3 Résultats ajustés	17
3.3.1 Ajustement de la population.....	17
3.3.2 Analyse de survie à 30 jours.....	19
3.3.3 Analyses secondaires.....	20
3.3.4 Caractéristiques des patients vivants ventilés au BAVU.....	22
IV. DISCUSSION.....	23
4.1 Comparaison aux données de la littérature	23
4.1.1 Survie après un ACR extra hospitalier	23
4.1.2 Taux de RACS.....	24
4.1.3 Pronostic neurologique.....	24
4.1.4 Intérêts et effets indésirables de l'intubation oro-trachéale.....	25
4.2. Explications plausibles	25
4.3 Limites.....	26
4.3.1 Difficulté de comparaison	26

4.3.2 Travail rétrospectif	27
4.3.3 Travail sur registre.....	28
4.4 Perspectives	28
V. CONCLUSION.....	29
VI. BIBLIOGRAPHIE	30
VII. ANNEXES	33

LISTES DES ABREVIATIONS

ACR : Arrêt cardio respiratoire

BAVU : Ballon auto-remplisseur à valve unidirectionnelle

CCTIRS : Comité Consultatif sur le Traitement de l'Information en matière de Recherche en Santé

CEE : Choc Electrique Externe

CNIL : Commission Nationale Informatique et Liberté

DOM-TOM : Départements et Territoires d'Outre-Mer

ILCOR : International Liaison Committee on Resuscitation

IOT : Intubation Oro-Trachéale

MCE : Massage Cardiaque Externe

RéAC : Registre électronique des Arrêts Cardiaques

RACS : Retour d'une Activité Cardiaque Spontanée

RCP : Réanimation Cardio-Pulmonaire

SAMU : Service d'Aide Médicale Urgente

SMUR : Service Mobile d'Urgence et de Réanimation

VAS : Voies Aériennes Supérieures

I. INTRODUCTION

1. Epidémiologie

L'arrêt cardiaque extra-hospitalier est un enjeu de santé publique majeur par sa fréquence et son pronostic effroyable. On dénombre 40 à 50 000 arrêts cardiaques (ACR) en France, 20 000 décès annuels, (1) avec un taux de survie d'environ 6 % (2) (3).

L'arrêt cardiaque chez l'enfant est un évènement rare. 1.8 % des ACR en France surviennent chez l'enfant soit environ 8 à 20 ACR pour 100 000 décès contre 75,3 pour 100 000 chez l'adulte (1,2,4–6). La survie semble plus élevée chez les adolescents que chez les jeunes enfants, mais reste globalement inférieure aux adultes avec 1,1 à 12,1% de survie à 30 jours selon les études. (6–9)

Alors que chez l'adulte, la majorité des ACR sont secondaires à une origine cardiovasculaire, chez l'enfant, ces évènements sont principalement secondaires à une hypoxémie, qu'elle soit d'origine médicale ou traumatique (2,7). Un travail nord-américain sur cohorte rétrospective, rapportait une minorité de rythmes initiaux défibrillables, soit 7% des ACR chez l'enfant contre 50% chez l'adulte dans une récente étude hollandaise (7,10).

2. Recommandations pour la prise en charge de l'arrêt cardio respiratoire chez l'enfant

La prise en charge de l'arrêt cardiaque fait l'objet de recommandations internationales édictées par l'International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) qui assure la coordination entre les différentes sociétés savantes (américaines, australiennes, européennes...) et permet d'uniformiser les prises en charge dans les différents systèmes de soin. Leur réactualisation s'effectue tous les 5 ans et la dernière date de 2015 (11).

Lors de la prise en charge d'un arrêt cardio-respiratoire de l'adulte, les compressions thoraciques doivent être réalisées le plus précocement possible. La ventilation n'est pas recommandée pour les non-professionnels de santé, afin de limiter les temps de pause durant le massage cardiaque externe. A contrario, chez l'enfant, il est préconisé de débiter la réanimation cardio-pulmonaire par une ventilation précoce avec 5 insufflations initiales, puis une alternance des compressions thoraciques et de la ventilation à un rythme de 15:2 contre 30:2 chez l'adulte. Il est également recommandé d'administrer un choc électrique externe en présence d'une

fibrillation ventriculaire ou d'une tachycardie ventriculaire sans pouls, et d'administrer de l'adrénaline toutes les 3 à 5 minutes (11,12).

Malgré la réactualisation des recommandations, l'accès facilité aux défibrillateurs automatiques externes pour le public, l'amélioration de la formation du public et les avancées des techniques médicales, un travail sur registre ne montrait pas d'amélioration du taux de la survie des enfants victimes d'arrêt cardio-respiratoire entre 2005 et 2013 alors que celle-ci s'est améliorée chez l'adulte sur la même période (9,13,14).

3. Controverses et enjeux actuels de la ventilation dans la prise en charge de l'ACR

Le choix de l'interface de ventilation reste à l'appréciation de l'intervenant. Bien que la ventilation au masque et ballon auto-remplisseur à valve unidirectionnelle (BAVU) soit recommandée en première ligne, il est précisé que la ventilation sur sonde endotrachéale reste la technique la plus sûre et efficace pour maintenir une ventilation efficace et prévenir les complications comme la distension gastrique et l'inhalation de liquide gastrique (12).

Mais les modalités de ventilation durant la prise en charge de l'ACR extra-hospitalier chez l'adulte sont actuellement sujettes à controverse (15,16). Les arguments en faveur de la ventilation au masque sont son utilisation plus aisée par des personnels non médicaux formés, et sa moindre incidence sur les interruptions du massage cardiaque externe, ce qui laisse à penser qu'il serait hypothétiquement responsable d'un meilleur taux de survie.

De fait, plusieurs études associent la ventilation par voie endotrachéale à une diminution du taux de survie à la sortie de l'hôpital, ainsi qu'à un plus mauvais pronostic neurologique à court terme, comparativement à une ventilation par masque (17,18). Cependant, les différentes études s'appuient sur des cohortes observationnelles rétrospectives, majoritairement anglosaxonnes, pour lesquelles les équipes sont constituées de « paramédics » par opposition aux équipes de secours médicalisées de nombreux pays européens. Très récemment, une étude franco-belge pourtant randomisée, n'a pu démontrer la non-infériorité de la ventilation au masque par rapport à la ventilation sur sonde endotrachéale en termes de survie avec un pronostic neurologique favorable à 28 jours, mais il semblerait que les complications soient moindres dans la population ayant bénéficié d'une sonde endotrachéale (19).

4. Problématique de la ventilation dans la prise en charge de l'ACR chez l'enfant

La majorité des recommandations pour la prise en charge de l'ACR chez l'enfant découlent d'extrapolations d'études et observations menées chez l'adulte. Cette démarche peut sembler insuffisante compte tenu des données épidémiologiques.

En tenant compte du fait que l'insuffisance respiratoire aiguë demeure la principale étiologie de l'ACR chez l'enfant (42% des cas selon Moler et Al. (24)), la sécurisation des VAS ainsi que l'optimisation de la ventilation et de l'oxygénation au moyen d'une sonde endotrachéale semblent primordiales dans la récupération d'un ACR.

Néanmoins, plusieurs travaux menés de manière rétrospective ne mettent pas en évidence de bénéfice de la ventilation endotrachéale sur la survie ni sur le pronostic neurologique à moyen terme. (7) (20) (22) Une étude nord américaine obtient même des résultats en faveur d'un meilleur taux de survie avec une ventilation par masque (6). La même problématique se pose actuellement sur les ACR survenant en intra hospitalier, avec des conclusions qui semblent similaires (21).

A ce jour, les données dont nous disposons sur la ventilation de l'ACR chez l'enfant et chez l'adulte sont discordantes, de bas niveau de preuve et ne nous permettent pas de dégager de consensus. Par ailleurs, il n'y a pas, à notre connaissance, d'études évaluant l'impact des modalités de ventilation mises en œuvre par une équipe médicalisée, sur la survie à moyen terme des ACR extrahospitaliers chez l'enfant.

5. Objectif

L'objectif de ce travail réalisé de manière rétrospective sur une large cohorte est d'évaluer la survie à 30 jours des ACR en extrahospitalier de l'enfant en comparant la ventilation non invasive par dispositif supraglottique et la ventilation invasive sur sonde endotrachéale. Puisque l'hypoxie sévère est l'étiologie principale de l'ACR chez l'enfant, nous émettons l'hypothèse que la ventilation endotrachéale permet d'améliorer le taux de survie à moyen terme.

II. MATERIELS ET METHODES

2.1. Population étudiée

Nous avons réalisé une étude rétrospective, observationnelle, nationale, multicentrique basée sur l'extraction de données du Registre français national sur les arrêts cardiaques en extrahospitalier (RéAC), entre juillet 2011 et juin 2018.

2.1.1 RéAC

Il s'agit d'un système sécurisé de recueil de données exhaustives pour tout ACR extra hospitalier survenu sur le territoire français (DOM TOM compris). Il a été créé en 2011 et testé à Lille et Lyon avant d'être déployé à l'échelle nationale en 2012. Le recueil de données est réalisé de manière prospective, sur la base du volontariat lors du déclenchement d'un SMUR, quelque soit l'âge, le sexe, le lieu ou l'étiologie de l'ACR. Le but est de pouvoir évaluer les pratiques actuelles durant la RCP d'un ACR, et d'optimiser leur prise en charge afin d'améliorer les taux de survie.

A ce jour, 102 000 arrêts cardiaques ont été recensés grâce à la participation de 94 centres SAMU soit 90 % des centres français.

2.1.2 Recueil de données

Dès lors qu'un déclenchement SMUR a lieu, l'équipe envoyée doit remplir une fiche d'intervention spécifique respectant le style Utstein (recommandation internationale pour la déclaration uniforme des données provenant d'un arrêt cardiaque). Elle est reportée ensuite au format informatique sur la partie sécurisée du registre. Lorsque le patient est admis à l'hôpital vivant, le service de réanimation doit remplir un deuxième formulaire à trente jours pour connaître le devenir du patient (Annexe 1 et 2).

2.1.3 Critères d'inclusion et d'exclusion

Tous les patients victimes d'un arrêt cardiaque en extrahospitalier inclus dans RéAC ayant moins de 18 ans et plus d'un an et pour lesquels une réanimation par les secouristes a été entreprise, ont été inclus. Les nourrissons de moins d'un an n'ont pas été inclus car nous avons estimé qu'il s'agissait d'une population avec des caractéristiques particulières liées aux causes de décès en période néonatale notamment les pathologies congénitales et les morts inattendues

pouvant faire pratiquer des réanimations compassionnelles possiblement responsables de biais dans notre étude.

Les patients pour lesquels les données manquaient sur la réalisation d'une réanimation par une équipe de SMUR, la technique de ventilation utilisée, et sur le retour d'une activité cardio-circulatoire spontanée (RACS) ont été exclus.

2.2 Objectif principal et objectifs secondaires

L'objectif principal était de comparer la survie à trente jours des enfants présentant un arrêt cardiorespiratoire extrahospitalier selon le mode de ventilation utilisé durant la réanimation cardiorespiratoire, par dispositif supraglottique (BAVU ou masque laryngé) ou sonde endotrachéale.

Les objectifs secondaires étaient d'évaluer l'association entre de la ventilation sur sonde endotrachéale et la survenue d'un RACS ainsi que l'observation d'un pronostic neurologique favorable à trente jours. Le pronostic neurologique est considéré comme favorable s'il est supérieur ou égal à deux sur l'échelle de Glasgow-Pittsburgh Cerebral Performance Category (CPC) (Annexe 3).

2.3. Aspect éthique

Le Registre électronique des Arrêts Cardiaques a été approuvé lors de sa mise en place par le Comité Consultatif sur le Traitement de l'Information en matière de Recherche en Santé (CCTIRS) et la Commission Nationale Informatique et Liberté (CNIL, autorisation n°910946). Cette étude utilise le registre à visée d'évaluation médicale et ne requiert pas le consentement du patient.

2.3 Analyses statistiques

Les données descriptives ont été exprimées en nombre de patients et pourcentage pour les variables qualitatives. Les variables quantitatives ont été exprimées par leur moyenne et leur écart-type (mean, SD) ou par leur médiane et leurs 1^{er} et 3^e quartiles (Q1;Q3).

Selon les effectifs, le test de *chi-deux de Pearson avec correction de Yates* ou un test *exact de Fisher* ont été utilisés en formulation bilatérale pour l'analyse comparative des données qualitatives. Nous avons utilisé le *t-test de Student* ou de *Mann Whitney* pour les données quantitatives. Le seuil de significativité était retenu lorsque le p est inférieur à 0.05.

Compte tenu du design rétrospectif de ce travail, nous nous sommes attachés à rendre les deux groupes (ventilation sur sonde endotrachéale et ventilation sur dispositif supraglottique) comparables. Nous avons basé notre stratégie sur l'utilisation de scores de propension et pondéré les deux groupes par l'inverse de la probabilité de recevoir le traitement.

Tout d'abord, nous avons estimé un score de propension du traitement (ventilation sur sonde endotrachéale) via un modèle de régression logistique, puis nous avons pondéré l'estimation de l'effet du traitement sur la survie à 30 jours. En détail, nous avons estimé la probabilité pour chaque individu de recevoir le traitement "ventilation sur sonde endotrachéale", représenté ici par le score de propension. Puis nous avons pondéré le poids de chaque individu par l'inverse de la probabilité d'avoir reçu le traitement. Ainsi un individu traité se voyait attribuer une pondération égale à l'inverse du score de propension, soit $1/PS$, et un individu non traité $1/(1-PS)$.

Cette méthode permet de réduire le poids des individus ayant une forte probabilité de recevoir le traitement actuellement reçu d'après leurs caractéristiques, et d'augmenter le poids de ceux qui avaient une faible probabilité de recevoir ce traitement. Ce procédé présente l'avantage par rapport à l'appariement ("matching") de conserver l'ensemble de l'échantillon pour l'analyse et se révèle donc très intéressant lorsque l'événement est, comme ici, peu fréquent.

Les co-variables utilisées pour le calcul des scores de propension ont été sélectionnées en raison de leur fort impact sur l'outcome et sur l'exposition au traitement. Leur nombre a été limité en raison du risque d'augmentation de la variance de l'estimation de l'effet (22).

Les régressions logistiques ont été pondérées avec ce même score de propension.

Ces analyses ont été réalisées dans l'environnement R (version 3.6.0) à l'aide des packages *twang* (version 1.5) et *IPWsurvival* (version 0.5).

Le critère de jugement principal était la survie à trente jours de l'arrêt cardiaque. Les survies dans chaque groupe ont été évaluées par l'estimateur de Kaplan-Meier, ajustées par la pondération calculée au moyen du score de propension. La significativité des différences de survie entre les deux groupes a été calculée par le test de log rank.

Les critères de jugement secondaire étaient le taux de RACS à l'issue de la RCP, et le bon pronostic de neurologique à trente jours de l'évènement, selon le mode de ventilation utilisé durant la réanimation. Les comparaisons ont été réalisées par modélisation de régressions logistiques pondérées par un score de propension, basées sur un modèle linéaire généralisé.

III. RESULTATS

3.1. Population étudiée

Entre juillet 2011 et juin 2018, 101 218 arrêts cardiaques extrahospitaliers ont été recensés dans le registre RéAC. 100 136 patients n'intéressaient pas notre étude puisqu'il s'agissait de patients adultes ou des nourrissons de moins d'un an. Nous avons dû exclure 37 patients pour lesquelles les informations sur la réanimation débutée par le SMUR, la ventilation entreprise par les équipes ou la reprise d'un RACS manquaient. De fait, 1045 patients ont été inclus dans l'analyse et ont été séparés en deux groupes suivant la stratégie de ventilation mise en œuvre durant la RCP. 893 patients ont bénéficié d'une ventilation sur sonde endotrachéale et 152 patients ont reçu une ventilation sur dispositif supra-glottique. (Figure 1)

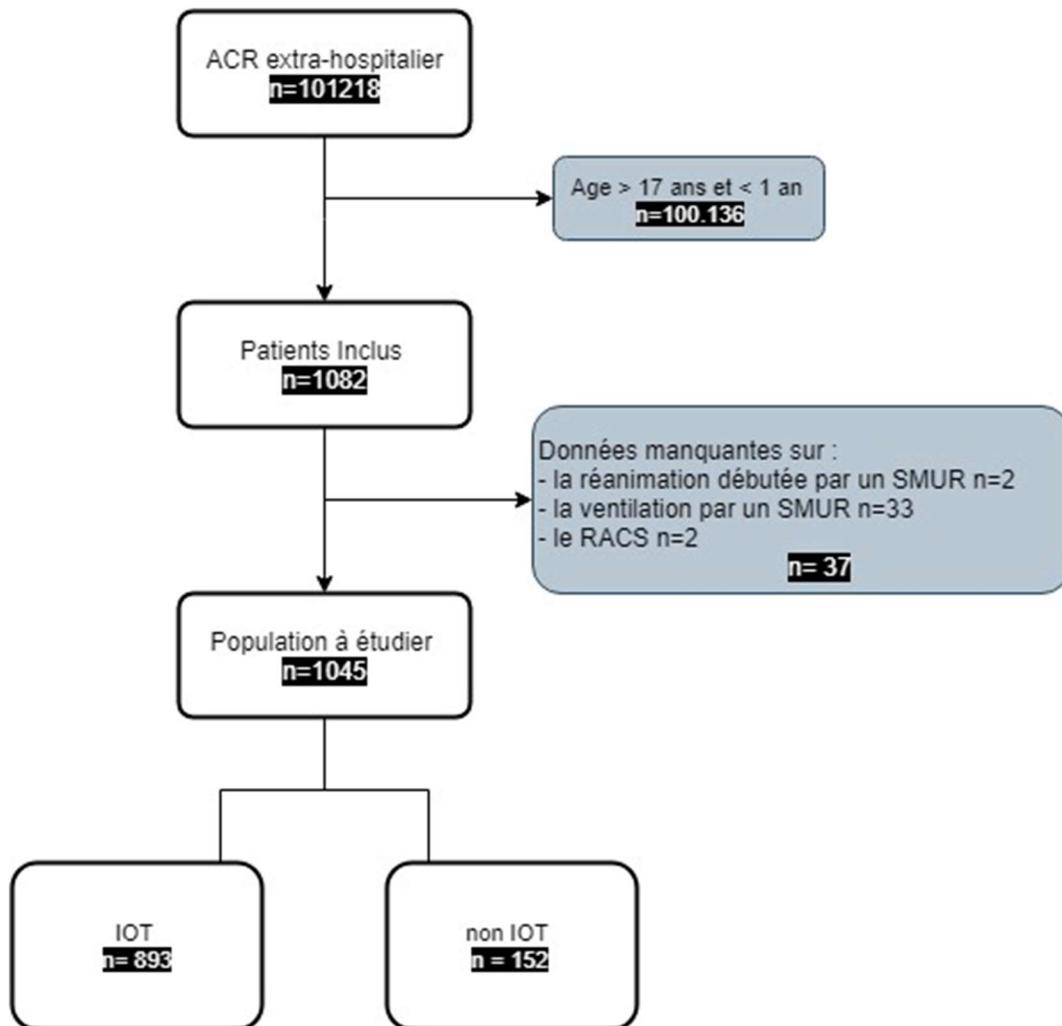


Figure 1 : Diagramme de Flux

ACR : Arrêt Cardio-Respiratoire

RACS : Retour d'une Activité Cardiaque Spontanée

SMUR : Service Mobile d'Urgence et de Réanimation

IOT : Intubation Oro-Trachéale

3.2 Caractéristiques démographiques sans ajustement

Dans la population générale, l'âge moyen était de 9 ans (± 5 ans), majoritairement masculine (66%). Les ACR étaient d'origine médicale dans 62 % des cas, et avaient majoritairement eu lieu devant témoins, plus souvent au domicile ou sur la voie publique. Le massage cardiaque était initié par le témoin dans tout juste 56 % des cas, à 59 % dans le groupe IOT contre 42 % dans le groupe non IOT ($p=0.00072$) et la ventilation dans seulement 26 % des ACR.

Le rythme cardiaque initial était dans 82 % des cas non choquables (asystolie ou Activité Electrique Sans Pouls), majoritairement dans le groupe IOT (88 % des rythmes vs. 76 % dans le groupe non IOT ($p < 0.0001$)). Quasiment 10 % des enfants avaient retrouvé un rythme initial spontané à l'arrivée des premiers secours dont 5 % dans le groupe IOT et 1 % dans le groupe non IOT ($p < 0.0001$). Seulement 4,5 % des enfants avaient un rythme choquable sous-jacent, principalement le groupe non IOT (17 % contre 8 % dans le groupe IOT ($p < 0.0001$)). L'injection d'adrénaline dose-poids était réalisée dans 90 % des cas intubés et 30 % des enfants ventilés par technique supraglottique ($p < 0.0001$).

La durée moyenne de no-flow était de 9 minutes ($\pm 10,98$) dans le groupe intubé et de 13 minutes ($\pm 12,68$) dans le groupe non intubé ($p=0.0076$), cependant la durée de low-flow était significativement plus courte dans le groupe non IOT à 26 minutes ($\pm 24,24$) et de 42 minutes ($\pm 25,31$) dans l'autre groupe ($p < 0.0001$).

85 % des enfants étaient intubés ; 5 % étaient ventilés de manière non invasive par un BAVU ou un masque de Boussignac. Dans 1 % des cas, l'intubation était impossible, dont 11 % dans le groupe non IOT (vs. 0.34 % dans l'autre groupe $p < 0.0001$).

Les enfants du groupe IOT avaient un taux de RACS à l'issue de la RCP sur les lieux plus importants que celles de l'autre groupe (35 % contre 21 % $p=0.0016$). En revanche, la

survie à J30 était de 9 % dans le groupe IOT et de 24 % dans le groupe non IOT ($p=0.041$) et le pronostic neurologique à 30 jours était meilleur pour les victimes ayant été ventilées de manière non invasive (12 % contre 6 % $p<0.0001$). (Tableau 1)

	Total n=1045	IOT (n=893)	Non IOT (n=152)	P-value	IC95
Age, mean (SD)	9,3 (5,86)	9,33 (5,84)	9,09 (5,98)	0,65	-0,79;1,26
Sexe féminin	355 (33,97)	293 (32,81)	62 (40,79)	0,064	
ACR					
ACR devant témoin	693 (66,32)	599 (67,08)	94 (61,84)	0,43	
ACR devant SP ou SMUR	85 (8,13)	69 (7,73)	16 (10,53)	0,12	
Lieu ACR					
Domicile / lieu privé	522 (49,95)	450 (50,39)	72 (47,37)		
Voie publique	249 (23,83)	213 (23,85)	36 (23,68)	0,95	
Lieu publique	95 (9,09)	81 (9,07)	1 (0,66)		
Autre	179 (17,13)	91 (10,19)	13 (8,55)		
RCP par témoin					
RCP débutée par premier témoin	861 (82,39)	381 (42,67)	50 (32,89)	0,032	
MCE par témoin	593 (56,75)	529 (59,24)	64 (42,11)	0,00072	
Ventilation par témoin	273 (26,12)	238 (26,65)	35 (23,03)	0,547	
CEE délivré par premier intervenant	104 (9,95)	97 (10,86)	7 (4,61)	0,0037	
Délais de prise en charge					
Délais arrivée SP, mean (SD)	6,31 (9,82)	6,28 (9,99)	6,44 (8,75)	0,8456	-1,69;1,39
Délais arrivée SMUR, mean (SD)	20,41 (12,49)	20,14 (12,05)	22,02 (14,79)	0,1389	-4,38;0,62
Caractéristiques de l'ACR					
ACR médical	649 (62,1)	559 (62,6)	90 (59,21)	0,59	
Rythme initial					
Rythme choquable (TV/FV 3)	49 (4,69)	73 (8,17)	27 (17,76)		
Rythme non choquable (Asystolie/AESP 1/2)	857 (82,01)	789 (88,35)	117 (76,97)	< 0,0001	
Activité spontanée (4)	100 (9,57)	48 (5,37)	1 (0,66)		
Durée no-flow (min), mean (SD)	10,40 (11,27)	9,98 (10,98)	13,04 (12,68)	0,0076	-5,3;-0,82
Durée low-flow (min), mean (SD)	39,79 (25,77)	42,07 (25,31)	25,93 (24,24)	< 0,0001	11,68;20,59
Prise en charge 1^{er} intervenant pro					
RCP non spé débutée	861 (82,4)	777 (87,01)	84 (55,26)	< 0,0001	
Utilisation DEA/DSA	618 (59,14)	558 (62,49)	60 (39,47)	0,176	
Choc délivré	82 (7,85)	77 (8,62)	5 (3,29)	0,59	
Prise en charge SMUR					
Intubation impossible	20 (1,91)	3 (0,34)	17 (11,18)	< 0,0001	10,54;200,25
Inhalation durant PEC	303 (28,99)	292 (32,7)	11 (7,24)	0,69	
EtCO2 Max, med (Q1 ;Q3)	22,5 (9,39)	23 (10,40)	12 (5,26)	0,0086	3,086;18,37
PEC extra-ventilatoire					
CEE par SMUR	120 (11,48)	118 (13,21)	2 (1,32)	< 0,0001	0,01;0,33
Nombre de CEE : médiane, (Q1;Q3), n = 120	2 (1;4)	2 (1;4)	3 (2,5;3,5)	0,88	-9,24;9,6
Abord vasculaire IO	310 (29,67)	288 (32,25)	22 (14,47)	< 0,0001	
Abord vasculaire IV	672 (64,31)	639 (71,56)	33 (21,71)	< 0,0001	
Aucun abord vasculaire	4 (0,38)	2 (0,22)	2 (1,32)	0,103	0,426;82,11
Injection adrénaline	851 (81,44)	806 (90,26)	45 (29,61)	< 0,0001	
Dose adr (mg), moyenne (SD)	4 (1,2;10)	7,67 (32,74)	4,53 (5,05)	0,023	0,43;5,85
Devenir					
RACS	347 (33,21)	314 (35,16)	33 (21,71)	0,0016	
A l'admission					
N = 403					
Activité cardiaque spontanée	297 (28,42)	263 (29,45)	34 (22,37)		
Décédé	32 (3,06)	30 (3,36)	2 (1,32)	0,1107	
MCE manuel	55 (5,26)	54 (6,05)	1 (0,66)		
MCE automatique	19 (1,81)	18 (2,02)	1 (0,66)		
Vivant à J30	112 (10,71)	88 (9,85)	24 (15,8)	0,041	
Bon pronostic neurologique à J30 (CPC 1 & 2)	71 (6,79)	53 (5,94)	18 (11,84)	< 0,0001	

Tableau 1 : Caractéristiques démographiques de la population générale de l'étude et des enfants ventilés sur sonde endotrachéale et par technique supraglottique.

ACR : Arrêt Cardio Respiratoire ; AESP : Activité Electrique Sans Poulos ; CPC Cerebral Performance Category ; CEE : Choc Electrique Externe ; DAE : Défibrillateur automatisé externe ; DSA : Défibrillateur Semi Automatisé ; EtCO2 : End Tidal carbon dioxide (Fraction maximale de dioxyde de carbone en fin d'expiration) ; FV : Fibrillation ventriculaire ; IC : Intervalle de Confiance ; IOT : Intubation Oro-Trachéale ; MCE : Massage Cardiaque Externe ; PEC : Prise en charge ; RACS : Retour d'une Activité Cardiaque Spontané ; RCP : Réanimation Cardio-Pulmonaire ; SD : Standard déviation = écart-type ; SMUR : Service Mobile d'Urgence et de Réanimation ; SP : Sapeur Pompier ; TV : Tachycardie ventriculaire .

3.3 Résultats ajustés

3.3.1 Ajustement de la population

Nous avons réalisé une comparaison entre les patients décédés et les patients vivants afin de déterminer les co-variables à intégrer dans notre régression logistique afin de calculer les scores de propension.

A partir de la littérature, et des données issues des analyses univariées, nous avons inclus les variables suivantes : l'âge et le sexe des individus, la survenue d'un arrêt cardiaque devant témoin, le massage cardiaque externe et le CEE délivré par un témoin, le no-flow < 5 min, l'ACR non traumatique, le rythme choquable, l'abord vasculaire intra-osseux et l'injection d'adrénaline par le SMUR.

La pondération par l'inverse de la probabilité de bénéficier d'une intubation oro-trachéale a permis d'équilibrer nos groupes afin d'avoir deux populations comparables (toutes les déviations moyennes absolues sont comprises entre -0,1 et 0,1 témoignant d'un bon équilibre des groupes, toutes les *P*-values sont supérieures à 0,15). (Figure 2.)

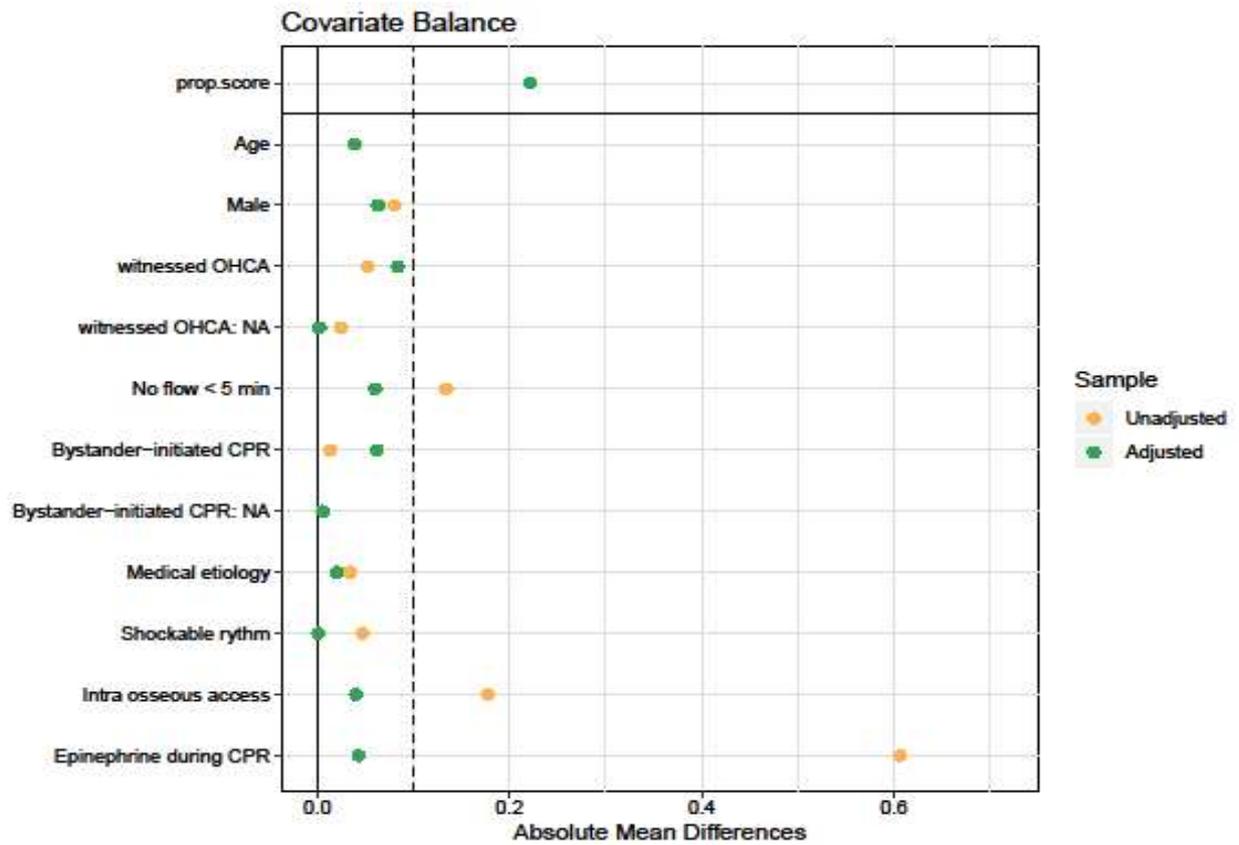


Figure 2 : Représentation des différences moyennes standardisées, pour les covariables intégrées dans le calcul du score de propension, avant et après ajustement.

OHCA : Out of Hospital Cardiac Arrest ; CPR : Cardiac pulmonary resuscitation

3.3.2 Analyse de survie à 30 jours

L'analyse de la survie par le test du log-rank ajusté n'a pas permis de mettre en évidence de différence significative en termes de survie à trente jours entre les patients intubés et ceux non intubés ($p=0.199$). Néanmoins, comme représenté sur la courbe de survie, il semblerait que le décès survienne plus tardivement dans le groupe "intubés" (Figure 3).

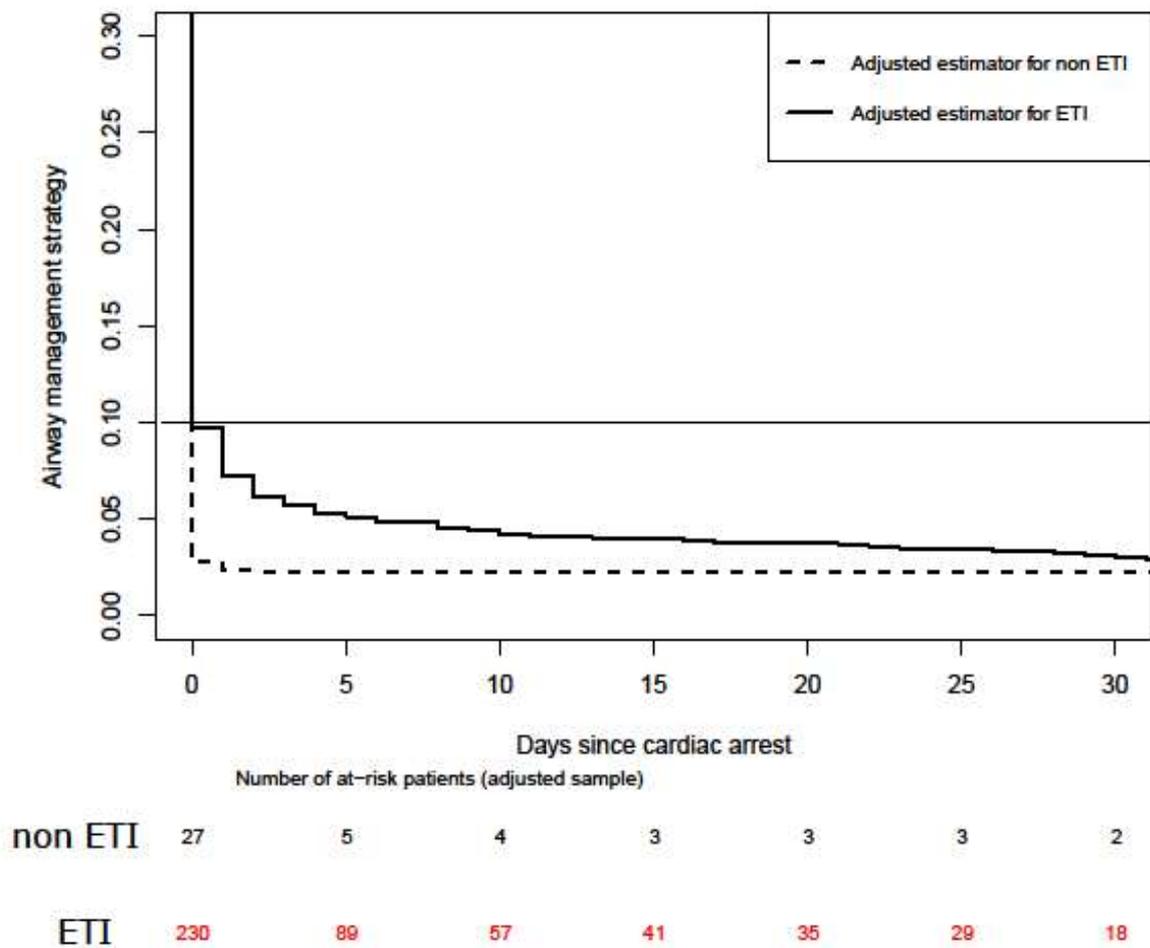


Figure 3 : Courbe de Survie Kaplan Meier ajustées, décrivant la survie à 30 jours selon le mode de ventilation utilisé durant la RCP

ETI : Endotrachéal Intubation

3.3.3 Analyses secondaires

Les critères de jugement secondaire portaient sur le taux de RACS à l'issue de la RCP et le bon pronostic neurologique à 30 jours.

L'intubation est associée significativement à une augmentation du taux de RACS (OR 3.14 [2.48 ;3.99]). La survenue d'un arrêt cardiaque devant témoin ainsi que la survenue d'un arrêt cardiaque non traumatique sont également des covariables influant positivement le taux de RACS (Respectivement, OR 2.562 [2.00;3.29] et OR 2.27 [1.76 ; 2.94]). (Figure 4)

Le pronostic neurologique à 30 jours est meilleur chez les victimes ayant présenté un ACR devant témoin (OR 11.81[5.75 ;28.57]), non traumatique (OR 4.52 [2.55 ;8.51]) et ayant un rythme choquable (OR 3.71 [1.72.7.72]). L'intubation oro-trachéale n'est pas associée significativement à une amélioration du pronostic neurologique (OR 0.96 [0.67 ;1.45]).

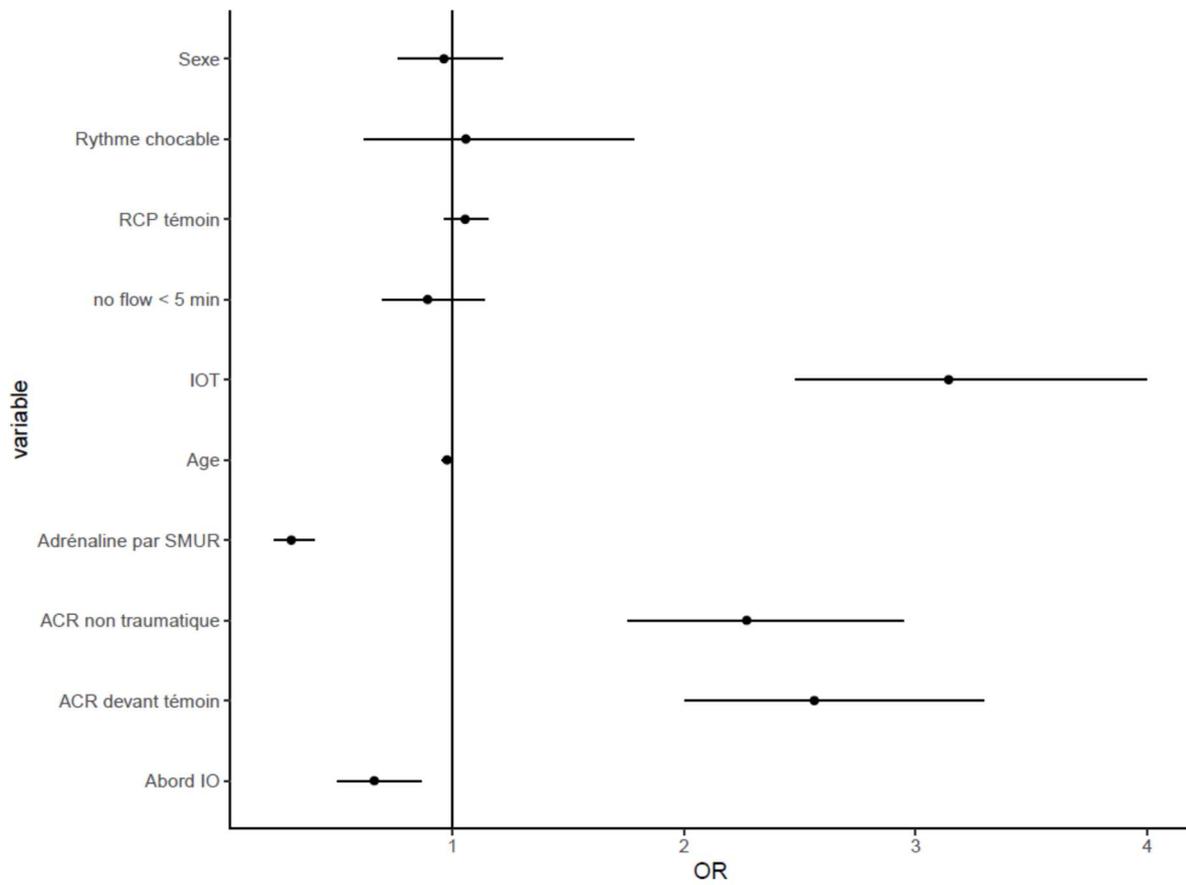


Figure 4 : Régressions logistiques multivariées des covariables ajustées influant sur le taux de RACS.

ACR : Arrêt Cardio-Respiratoire ;

IO : Intra-Osseux ;

IOT : Intubation Oro-Trachéale ;

RCP : Réanimation Cardio-Pulmonaire ;

SMUR : Service Médical d'Urgence et de Réanimation.

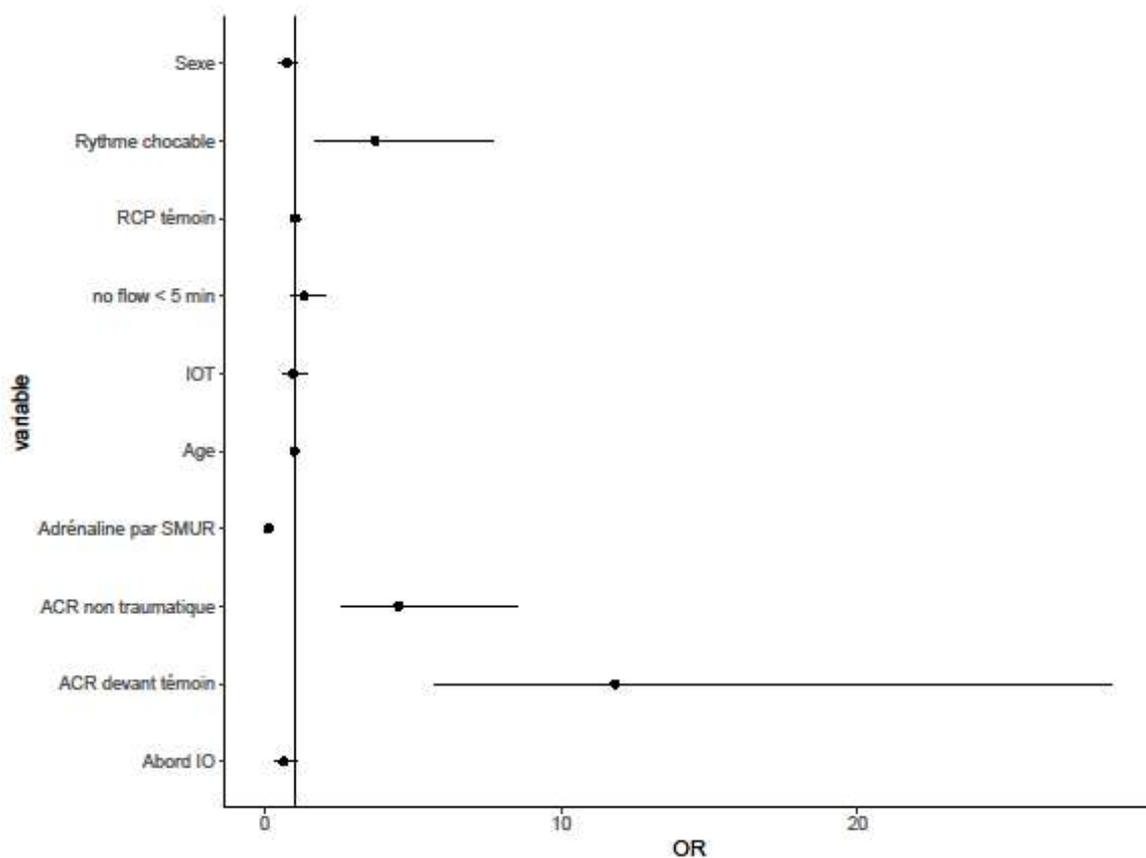


Figure 5 : Régression logistique multivariée ajustée évaluant les covariables influençant le pronostic neurologique CPC 1 et 2 à 30 jours.

ACR : Arrêt Cardio-Respiratoire ;

IO : Intra-Osseux ;

IOT : Intubation Oro-Trachéale ;

RCP : Réanimation CardioPulmonaire ;

SMUR : Service Médical d'Urgence et de Réanimation.

3.3.4 Caractéristiques des patients vivants ventilés au BAVU

Dans notre étude, nous avons analysé les patients ventilés au masque qui étaient vivants à 30 jours. Sur 24 enfants, tous ont été pris en charge par les secouristes et bénéficiés du BLS, 16 avaient un RACS avant l'intervention du SMUR, dont 14 ont été ventilés directement par le témoin. 23 enfants présentaient un arrêt cardiaque non traumatique dont 17 présentaient un rythme non choquable à l'arrivée des secouristes. Il manque à notre connaissance 4 données sur le pronostic neurologique à 30 jours, néanmoins les 20 restants présentaient tous un CPC ≥ 2 . Les causes étaient principalement respiratoires (asphyxie sur terrain neurologique, noyade...).

IV. DISCUSSION

Il s'agit à notre connaissance de la première étude observationnelle mettant en jeu des équipes médicales, récemment menée sur les arrêts extra hospitaliers dans une population pédiatrique.

Bien que le recours à une ventilation invasive par sonde endotrachéale soit recommandée dans la prise en charge spécialisée de l'ACR, notre étude n'a pas pu démontrer d'amélioration significative du taux de survie à trente jours de la survenue de l'évènement chez les patients intubés par rapport au groupe non intubé. Cependant, si la pratique d'une intubation ne semble pas avoir d'impact positif significatif sur le pronostic neurologique (OR 0.96 [0.67;1.45]), elle semble améliorer significativement le taux de RACS (OR 3,14 [2.482;3.998]). Conformément à ce qui est déjà reconnu, la survenue d'un ACR devant témoin est associée de manière significative à un meilleur taux de RACS (OR 2.562 [2.00;3.29]) et à un meilleur pronostic neurologique (OR 11.81[5.75 ;28.57]), de même que la survenue d'un ACR d'origine non traumatique (OR 2.27 [1.76 ; 2.94] et (OR 4.52 [2.55 ;8.51])).

4.1 Comparaison aux données de la littérature

4.1.1 Survie après un ACR extra hospitalier

Dans notre étude, le taux de survie à 30 jours de l'ACR est de 10.71 % tout type d'arrêt confondu, pour toutes les tranches d'âge et tout type de ventilation. Ce résultat semble cohérent vis-à-vis des différentes données retrouvées dans la littérature bien que dans la plupart des études, le taux de survie est évalué à la sortie de l'hôpital sans qu'une approximation de la date d'évaluation soit formulée. (6-9).

Tout comme beaucoup d'études réalisées depuis les années 2000, le taux de survie à 30 jours n'est pas significativement différent que les patients soient intubés ou ventilés au BAVU. C'est déjà ce que concluait, en 2000, Marianne Gausche et Al. dans son étude nord-américaine. En effet, ils n'ont pu mettre en évidence la supériorité en termes de survie de la ventilation invasive sur la ventilation par BAVU. Cependant, cette étude prend en considération toutes les intubations réalisées en pré-hospitalier et les nombres de patients ayant subi un arrêt cardiaque n'est sans doute pas suffisant pour mettre en évidence de différence significative (20).

Les résultats d'Okashi et Al., dans leur étude en 2017 basée sur l'extraction de données d'un registre national des ACR extra hospitaliers au Japon, font écho aux nôtres. Sur 2157

patients, avec l'utilisation des scores de propension pour pouvoir équilibrer leur groupe, ils n'ont pu mettre en évidence de bénéfice significatif de la ventilation invasive par rapport au masque tant sur le taux de survie que sur le pronostic neurologique (22).

Hansen et Al. démontrent également en 2017, que sur 1724 enfants nord-américains, 10.9 % survivent à la sortie de l'hôpital, et le taux de survie est supérieur chez les patients ayant été ventilé par BAVU, comparé à une ventilation endotrachéale OR 0.39 [CI 95 % 0.26-0.59]. (6)

Alors que les meilleurs taux de survie sont obtenus dans la population adolescente, une équipe asiatique publie une étude multicentrique rétrospective en 2018 qui met en évidence un meilleur taux de survie chez les patients intubés âgés de moins de 13ans (23). Cependant, seulement 13 % des patients bénéficie d'une ventilation invasive, rendant sans doute la puissance de l'analyse statistique insuffisante. De plus, un certain nombre de données sont manquantes sur les différents centres faisant partis de l'étude.

4.1.2 Taux de RACS

Notre étude met en évidence une amélioration du taux de RACS à l'issue de la RCP dans le groupe ventilation sur sonde endotrachéale.

Les données de la littérature sont pauvres et présentent des résultats très controversés. Okashi et Al. ne mettaient pas en évidence de différence significative du taux de RACS dans les deux groupes (22), de même que Hansen (6). Dans une étude nord américaine sur l'ACR intra-hospitalier, l'intubation oro-trachéale est associée à une diminution significative du taux de RACS par rapport au BAVU (21). Cependant, les résultats sont à interpréter avec précaution car les ACR intra et extra hospitaliers ne présentent pas les mêmes caractéristiques, comme le démontrait Moler et Al (24).

Chez l'adulte, une étude récente prospective menée en 2018 par Jabre et Al. trouvait une nette amélioration du taux de RACS lors d'une ventilation sur sonde endotrachéale par rapport au BAVU (19).

4.1.3 Pronostic neurologique

Pour évaluer le pronostic neurologique, le Glasgow Pittsburgh Cerebral performance category CPC est utilisé (Annexe 2). Un score \geq à 2 est de bon pronostic. L'ensemble des études sus-citées s'accorde à dire qu'il n'y a pas d'amélioration du pronostic neurologique tant chez

l'adulte que chez l'enfant lorsque la ventilation est assurée par une sonde endotrachéale. Il n'est pas porté à notre connaissance dans la littérature, d'études démontrant une amélioration du pronostic neurologique lors d'une ventilation invasive.

4.1.4 Intérêts et effets indésirables de l'intubation oro-trachéale.

L'intubation oro-trachéale est pratiquée dans le but d'assurer la protection des voies aériennes notamment, et limiter ainsi les complications. Si aucune étude chez l'enfant ne permet de confirmer cette affirmation, chez l'adulte Jabre et Al. démontre dans leur étude prospective que la pratique de l'intubation oro-trachéale limite les effets indésirables et protège des complications inhérentes (régurgitation de liquide gastrique notamment...). Alors que l'intubation est souvent reconnue comme plus difficile à mettre en place en situation pré hospitalière, leur étude met également en évidence que les difficultés de ventilation sont plus fréquentes dans le groupe BAVU, que dans le groupe intubation (différence 4.7 % $p=0.004$).

4.2. Explications plausibles

Plusieurs explications peuvent être envisagées pour expliquer nos résultats. Premièrement, la pose d'une sonde endotrachéale peut être responsable d'une augmentation du temps d'interruption des compressions thoraciques responsable d'une baisse du débit cérébral pouvant prolonger l'ischémie cérébrale.

Deuxièmement, les paramètres de ventilation peuvent influencer sur la fonction cérébrale. Ainsi, une hyperventilation ou une hyperoxie sont des paramètres connus pour être responsables de lésions secondaires cérébrales et ne peuvent être analysés dans les études rétrospectives. Ces explications peuvent justifier le meilleur taux de RACS dans notre étude dans la population intubée, alors que le pronostic neurologique ne semble pas être amélioré par l'intubation. La RCP, aujourd'hui, permet d'assurer la fonction circulatoire mais ne permet pas de protéger de manière optimale le cerveau des lésions secondaires cérébrales. Néanmoins, les paramètres de ventilation sont plus précisément contrôlables lors d'une ventilation invasive et devrait être étudiés plus précisément lors de prochains travaux.

Troisièmement, la pratique d'une intubation lors d'une intervention augmente le temps passé sur les lieux et retarde potentiellement l'arrivée dans des structures adaptées pour prendre en charge rapidement les causes de l'ACR (polytraumatisme, noyade, intoxications...).

Quatrièmement, la pratique d'une intubation oro-trachéale chez l'enfant est un geste peu réalisé en pratique et qui peut s'avérer plus difficile que chez l'adulte (27).

Cinquièmement, en analysant les caractéristiques des patients vivants à J30 du groupe non intubé, 20 enfants avaient récupéré un RACS avant l'arrivée du SMUR. Les causes de l'ACR étaient principalement respiratoires. Ceci renforce l'idée qu'une ventilation précoce reste indispensable qu'elle soit invasive ou non. La ventilation invasive pourrait s'avérer intéressante pour les enfants ne recouvrant pas un RACS avant l'arrivée des équipes médicales.

Par ailleurs, de façon surprenante, nos résultats montrent que l'ACR devant témoin est associé à un meilleur pronostic neurologique à 30 jours, alors que la mise en œuvre du MCE par le témoin ne l'est pas. Ceci soulève plusieurs interrogations : le MCE débuté par le témoin est-il associé à la pratique d'une ventilation ? Le MCE est-il débuté par les témoins directs de l'ACR ou les victimes ont-elles une durée de no flow plus importante ? Le fait de présenter un ACR devant témoin déclenche-t-il des moyens de secours beaucoup plus précocément et donc l'arrivée des équipes plus rapide ? Ces résultats sont bien sûr à considérer avec prudence car ils sont issus d'analyses secondaires.

4.3 Limites

4.3.1 Difficulté de comparaison

Les comparaisons avec les différentes données de la littérature ne sont pas sans difficulté. Nombre de ces études sont effectuées dans un système de soins anglosaxon qui diffère du notre.

En France, le système de prise en charge pré hospitalière est composé de deux unités d'intervention : la première non médicalisée constituée de sapeurs pompiers ou d'ambulanciers, chargés de pratiquer les premiers secours en cas d'urgence se conformant au « Basic Life support ». Ils sont amenés lors d'un ACR à pratiquer le massage cardiaque externe, la défibrillation précoce et ventilation au BAVU ; et la seconde médicalisée constitué au moins d'un médecin, d'un infirmier et d'un ambulancier intervenant si nécessaire lorsque la réanimation doit être spécialisée.

Dans le modèle anglosaxon, l'urgence préhospitalière est organisée différemment. Les premiers intervenants sur les lieux sont les « Emergency Medical Technicians » ou paramédics. Il s'agit de personnel formé non médical qui peuvent survenir à leur niveau pour pratiquer le « Basic Life support » et pouvant réaliser une réanimation spécialisée si nécessaire en suivant « l'Advanced Life Support ». Ils peuvent notamment réaliser le monitoring, la pose de voie

veineuse, l'intubation oro-trachéale, la ventilation et l'administration d'adrénaline. Les protocoles sont rédigés par les médecins urgentistes et en cas de doute sur une procédure, les EMT peuvent joindre un médecin par téléphone ou lui demander de se joindre physiquement à la prise en charge.

Si notre modèle s'appuie plutôt sur un « stay and play » c'est à dire de stabiliser la victime avant de la transporter vers le centre le plus proche, celui des anglosaxons correspond davantage à un « scoop and run » qui signifie qu'ils tentent de rester le moins de temps possible sur place pour se diriger au plus vite vers un centre adapté.

Beaucoup d'études sont anglosaxonnes ce qui pose donc question sur la comparabilité de nos données. Néanmoins les recommandations sont internationales et permettent d'harmoniser les prises en charge quelque soit le système de soins, et les données épidémiologiques de notre population sont comparables avec les données relevées dans leur littérature.

4.3.2 Travail rétrospectif

Une autre des limites de cette étude est liée à son design rétrospectif ce qui a pour inconvénient de ne pouvoir randomiser en deux groupes égaux notre population. Nous avons dans notre étude une très grande inégalité de population, puisque nous comptabilisons 152 cas non intubés, contre 893 cas intubés. C'est pourquoi nous avons eu recours aux scores de propension pour limiter ce biais.

L'utilisation du score de propension permettent de renforcer notre analyse statistique puisqu'il a pour objectif de s'affranchir des biais de confusion sur les variables mesurées dans cette étude observationnelle, et de conserver l'ensemble de notre population malgré des inégalités en termes de cas dans chaque groupe (25). Cependant, nous nous ajustons uniquement sur des variables observées et beaucoup de paramètres ne sont pas portés à notre connaissance.

Par ailleurs, la pratique d'une ventilation sur sonde d'intubation est un standard dans la réanimation spécialisée d'un ACR. Dans le recueil de données, nous ne pouvons accéder aux raisons qui ont poussées les équipes à ne pas pratiquer d'intubation. Est-ce que le patient a été déclaré décédé ? Ou parce que les critères d'intubation n'étaient plus valables à l'arrivée du SMUR ? Il est à noter que 11% des patients ayant reçu une ventilation par BAVU remplissaient les critères d'intubation difficile.

4.3.3 Travail sur registre

La première limite inhérente à un travail sur registre intéresse les données recueillies. En effet, ce registre RéAC n'est déployé que depuis 8 ans et même si à présent plus de 90 % des SAMU français y participent, leur implication reste volontaire, ce qui a pour conséquence de ne pas pouvoir inclure tous les ACR survenus de manière exhaustive à l'échelle nationale mais également à l'échelle locale. Il en va de même sur le remplissage du document spécifique à l'issue d'une réanimation, l'ensemble des données peuvent être incomplètement recueillies.

Il en émane la deuxième limite qui concerne l'incapacité technique de vérification des données collectées et leur adéquation aux fichiers sources. Il est possible que dans la base de données subsistent des informations approximatives, erronées ou inadéquatement renseignées, d'autant plus que le recueil se fait dans l'urgence. Nous nous sommes efforcés de limiter les valeurs nous apparaissant comme aberrantes, et certaines incohérences dans les données consignées sans pour autant pouvoir être exhaustifs.

4.4 Perspectives

Notre travail suggère, comme la plupart des données de la littérature, que la pratique de l'intubation n'est pas associée à un meilleur taux de survie. Néanmoins, il s'agit comme évoqué ci-dessus d'un travail rétrospectif avec les limites lui incombant. Comme cela a été réalisé chez l'adulte, une étude randomisée serait nécessaire afin d'évaluer l'impact de l'intubation en limitant les facteurs confondants sur la survie.

Contrairement aux travaux publiés jusqu'ici, nous ne mettons pas en évidence de différence statistiquement significative entre la ventilation non invasive par rapport à la ventilation sur sonde endotrachéale, en termes de survie. Compte tenu des dernières publications chez l'adulte, notamment la limitation des complications, l'absence de non-infériorité du BAVU par rapport à l'IOT, tout en sachant que la majorité des ACR chez l'enfant sont d'origine hypoxique, il semble encore inopportun de ne plus recommander l'IOT dans la prise en charge de l'ACR chez l'enfant.

Par ailleurs, quelques perspectives de recherche semblent intéressantes. Par exemple, le travail de Tham et Al. pourrait être approfondi en stratifiant les résultats en fonction de l'âge afin de mettre en exergue une population plus précise pour qui la ventilation sur sonde serait un véritable bénéfice. De même que l'utilisation d'un dispositif supra glottique tel que le masque

laryngé, sans doute plus aisé et plus rapide d'utilisation, pourrait être pourvoyeur d'un meilleur taux de survie comme le suggère Wang et Al (26).

Enfin, dans ce travail nous n'avons pas distingué les arrêts cardiaques selon leurs étiologies. L'IOT pourrait s'avérer bénéfique dans une sous population de patients bien définie.

V. CONCLUSION

La ventilation sur sonde d'intubation lors d'un arrêt cardiaque chez l'enfant n'améliore pas le taux de survie à trente jours comparativement à une ventilation non invasive. Notre travail s'inscrit dans la tendance actuelle des données de la littérature et remet en cause la pratique de l'intubation en première intention lors d'un arrêt cardiaque. Cependant, ces résultats sont à interpréter avec précaution et appelle à la réalisation de nouvelles études notamment randomisées pour confirmer nos résultats.

VI. BIBLIOGRAPHIE

1. Adnet F. Arrêt cardiaque en dehors de l'hôpital : quelles différences entre la France et les États-Unis ? *Presse Médicale*. 1 avr 2012;41(4):335-7.
2. 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*. 1 avr 2019;38(2):131-5.
3. Rapport-Arrêt-cardiaque-3-octobre-2018.pdf.
4. Labenne M, Paut O. Arrêt cardiaque chez l'enfant : définition, épidémiologie, prise en charge et pronostic. *J Eur Urgences Réanimation*. 1 nov 2014;26(3):154-72.
5. Sirbaugh PE, Pepe PE, Shook JE, Kimball KT, Goldman MJ, Ward MA, et al. A prospective, population-based study of the demographics, epidemiology, management, and outcome of out-of-hospital pediatric cardiopulmonary arrest. *Ann Emerg Med*. févr 1999;33(2):174-84.
6. Hansen ML, Lin A, Eriksson C, Daya M, McNally B, Fu R, et al. A comparison of pediatric airway management techniques during out-of-hospital cardiac arrest using the CARES database. *Resuscitation*. 1 nov 2017;120:51-6.
7. Atkins DL, Everson-Stewart S, Sears GK, Daya M, Osmond MH, Warden CR, et al. Epidemiology and outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in children: the Resuscitation Outcomes Consortium Epistry-Cardiac Arrest. *Circulation*. 24 mars 2009;119(11):1484-91.
8. Donoghue AJ, Nadkarni V, Berg RA, Osmond MH, Wells G, Nesbitt L, et al. Out-of-hospital pediatric cardiac arrest: an epidemiologic review and assessment of current knowledge. *Ann Emerg Med*. déc 2005;46(6):512-22.
9. Jayaram N, McNally B, Tang F, Chan PS. Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Children. *J Am Heart Assoc Cardiovasc Cerebrovasc Dis [Internet]*. 8 oct 2015 [cité 6 juill 2019];4(10). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4845116/>
10. de Visser M, Bosch J, Bootsma M, Cannegieter S, van Dijk A, Heringhaus C, et al. An observational study on survival rates of patients with out-of-hospital cardiac arrest in the Netherlands after improving the 'chain of survival'. *BMJ Open [Internet]*. 1 juill 2019 [cité 25 juill 2019];9(7). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6609043/>
11. Maconochie IK, Bingham R, Eich C, López-Herce J, Rodríguez-Núñez A, Rajka T, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. *Resuscitation*. oct 2015;95:223-48.
12. Perkins GD, Olasveengen TM, Maconochie I, Soar J, Wyllie J, Greif R, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation: 2017 update. *Resuscitation*. févr 2018;123:43-50.
13. Hollenberg J, Herlitz J, Lindqvist J, Riva G, Bohm K, Rosenqvist M, et al. Improved survival after out-of-hospital cardiac arrest is associated with an increase in proportion of

- emergency crew--witnessed cases and bystander cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*. 22 juill 2008;118(4):389-96.
14. Wissenberg M, Lippert FK, Folke F, Weeke P, Hansen CM, Christensen EF, et al. Association of national initiatives to improve cardiac arrest management with rates of bystander intervention and patient survival after out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA*. 2 oct 2013;310(13):1377-84.
 15. McMullan J, Gerecht R, Bonomo J, Robb R, McNally B, Donnelly J, et al. Airway management and out-of-hospital cardiac arrest outcome in the CARES registry. *Resuscitation*. mai 2014;85(5):617-22.
 16. Izawa J, Komukai S, Gibo K, Okubo M, Kiyohara K, Nishiyama C, et al. Pre-hospital advanced airway management for adults with out-of-hospital cardiac arrest: nationwide cohort study. *The BMJ [Internet]*. 28 févr 2019 [cité 4 juill 2019];364. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6393774/>
 17. Hanif MA, Kaji AH, Niemann JT. Advanced Airway Management Does Not Improve Outcome of Out-of-hospital Cardiac Arrest. *Acad Emerg Med*. 2010;17(9):926-31.
 18. K.Hasewaga. Association of PH Advanced Airway management with neurologic outcome and survival in patient with OHCA. *JAMA*. 16 janv 2013;309(3):257-66.
 19. Jabre P, Penaloza A, Pinero D, Duchateau F-X, Borron SW, Javaudin F, et al. Effect of Bag-Mask Ventilation vs Endotracheal Intubation During Cardiopulmonary Resuscitation on Neurological Outcome After Out-of-Hospital Cardiorespiratory Arrest. *JAMA*. 27 févr 2018;319(8):779-87.
 20. Gausche , Marianne. Effet of Out of hospital pediatric endotracheal intubation on survival and neurological outcome. *JAMA*. 9 févr 2000;283(6):783-91.
 21. Andersen LW, Raymond TT, Berg RA, Nadkarni VM, Grossestreuer AV, Kurth T, et al. Association Between Tracheal Intubation During Pediatric In-Hospital Cardiac Arrest and Survival. *JAMA*. 1 nov 2016;316(17):1786-97.
 22. Ohashi-Fukuda N, Fukuda T, Doi K, Morimura N. Effect of prehospital advanced airway management for pediatric out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 1 mai 2017;114:66-72.
 23. 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*. 1 avr 2018;125:111-7.
 24. Moler FW, Meert K, Donaldson AE, Nadkarni V, Brilli RJ, Dalton HJ, et al. In-hospital versus out-of-hospital pediatric cardiac arrest: A multicenter cohort study. *Crit Care Med*. juill 2009;37(7):2259-67.
 25. Brookhart MA, Schneeweiss S, Rothman KJ, Glynn RJ, Avorn J, Stürmer T. Variable selection for propensity score models. *Am J Epidemiol*. 15 juin 2006;163(12):1149-56.
 26. Wang HE, Schmicker RH, Daya MR, Stephens SW, Idris AH, Carlson JN, et al. Effect of a Strategy of Initial Laryngeal Tube Insertion vs Endotracheal Intubation on 72-Hour

Survival in Adults With Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Randomized Clinical Trial. JAMA. 28 août 2018;320(8):769-78.

27. Sagarin MJ, Chiang V, Sakles JC, Barton ED, Wolfe RE, Vissers RJ, et al. Rapid sequence intubation for pediatric emergency airway management. *Pediatr Emerg Care*. déc 2002;18(6):417-23.

4.4 ABORD DU THORAX

- Ponction/ Exsufflation
 Thoracostomie unilatérale
 Thoracostomie bilatérale
 Drainage unilatéral
 Drainage bilatéral
 MCI / Thoracotomie
 Thoracotomie transverse
 Thoracotomie Ant-Lat G
 Hémostase / Thoracotomie

4.5 RACS (pouls perçu \geq 1min) O N Dextro |_|_| g/l ou |_|_|, |_| mmol/l Temp. |_|_|, |_| °C

Avant le transport									
Heure (hh:mm)	:	:	:	:	:	:	:	:	:
FC (bpm)									
PAS/PAD (mmHg)	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SpO2 (%)									
EtCO2 (mmHg)									
<i>By oximétrie</i>									

4.6 DECES O N Constat décès Information donnée à la famille Obstacle médico-légal
 Consignes orales d'abstention / RCP O N Consignes écrites d'abstention O N

5. TRANSPORT O N Si oui : Terrestre O N Aérien O N

5.1 TRANSPORT A COEUR ARRETE (sous MCE) O N MCE manuel Autopulse Lucas Autre
5.2 ORIENTATION PARTICULIERE KT ECMO KT + ECMO Prélèvement cœur arrêté Non
5.3 ETAT HEMODYNAMIQUE Stable O N Amines au PSE O N Remplissage O N Transfusion O N

Pendant le transport									
Heure (hh:mm)	:	:	:	:	:	:	:	:	:
FC (bpm)									
PAS/PAD (mmHg)	/	/	/	/	/	/	/	/	/
SpO2 (%)									
EtCO2 (mmHg)									
<i>By oximétrie</i>									

5.4 ETAT NEUROLOGIQUE GCS |_|_| Sédation O N Pupilles : Symétriques O N Réactives O N

6. ADMISSION

Vivant DCD MCE manuel MCE automatique
 Hémodynamique stable O N Amines au PSE O N
 État neurologique : GCS |_|_| Sédation O N Pupilles : Symétriques O N Réactives O N

6.1 PARAMETRES A L'ARRIVEE
 PAS/PAD |_|_|_| / |_|_|_| mmHg EtCO2 |_|_| mmHg SpO2 |_|_|_| %
 Temp. |_|_|, |_| °C Hb |_|_|_| g/dl Dextro |_|_|, |_| g/l ou |_|_|, |_| mmol/l

6.2 PRISE EN CHARGE IMMEDIATE (si traumatique ou chirurgical)
 Ponction / Exsufflation Drainage unilatéral Thoracotomie transversale
 Thoracostomie unilatérale Drainage bilatéral Thoracotomie Ant-Lat G
 Thoracostomie bilatérale Hémostase / Thoracotomie Chirurgie hémostase
 MCI / Thoracotomie Embolisation

CENTRE RECEVEUR : **Nom du service receveur :**

MEDECIN RECEVEUR : Dr Heure d'arrivée dans le 1^{er} service receveur |_|_| h |_|_| min

SAUV *Salles d'Accueil des Urgences Vitales* Bloc Radiologie Réa Cardio Réa Autre USIC
 SC/SSPI *Soins Continus / Salle de Soins Post Interventionnelle* Coronarographie **diag. CIM-10 principal** **CCMU:**

Annexe 2 : Fiche d'intervention de suivi RéAC à 30 jours

Suivi du patient hospitalisé post-Arrêt Cardiaque – Service de Réanimation

	Patient
	S.A.M.U n° Service Receveur
	S.M.U.R. Hôpital

Date de l'Arrêt Cardiaque |_|_| / |_|_| / |_|_|_|_| |j/mm/aaaa

Evaluation réalisée le |_|_| / |_|_| / |_|_|_|_| |j/mm/aaaa

correspondant à : Date du décès J30 Sortie de Réa

Préciser la cause de l'A.C.

<input type="checkbox"/> Inconnu	<input type="checkbox"/> Cardiaque	<input type="checkbox"/> Non cardiaque
	Si cardiaque :	Si non cardiaque :
	<input type="checkbox"/> Coronarien	<input type="checkbox"/> Respiratoire
	<input type="checkbox"/> TR isolé	<input type="checkbox"/> Neurologique
	<input type="checkbox"/> Myocardiopathie	<input type="checkbox"/> Noyade
	<input type="checkbox"/> Dysplasie arythmogène du VD	<input type="checkbox"/> Intoxication
	<input type="checkbox"/> Embolie pulmonaire	<input type="checkbox"/> Autre
	<input type="checkbox"/> Autre	

«Cerebral Performance Categories » (CPC) à la sortie **OU** avant le décès

Evolution satisfaisante (vie normale ou subnormale)

Déficit léger (n'interdisant pas une existence autonome)

Déficit sévère (patient dépendant mais conscient)

Coma chronique ou état végétatif

Coma dépassé

Hypothermie induite pendant les 24 premières heures OUI NON

Délai AC / Hypothermie |_|_| h |_|_| min **OU** si délais imprécis : <1H ? OUI NON

Durée d'Hypothermie (heures) 6 12 24 36 48 72 plus de 72

Température stabilisée OUI NON Si oui, stabilisée à |_|_|_| °C

Mise en place d'un défibrillateur implantable OUI NON

<p>Si patient <u>VIVANT</u> à la sortie de Réa</p> <p>Destination :</p> <p><input type="checkbox"/> Autre réanimation ou surveillance continue</p> <p><input type="checkbox"/> Médecine</p> <p><input type="checkbox"/> Chirurgie</p> <p><input type="checkbox"/> Centre de rééducation</p> <p><input type="checkbox"/> Domicile</p>	<p>Si patient <u>DECEDE</u> en Réa</p> <p>Contexte du décès :</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Coma</td> <td><input type="checkbox"/> Choc cardiogénique</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Défaillance cardiovasculaire</td> <td><input type="checkbox"/> Choc hémorragique</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Coma + défaillance CV</td> <td><input type="checkbox"/> Choc septique</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Hypoxie réfractaire</td> <td><input type="checkbox"/> Arrêt des soins</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Défaillance multi-viscérale</td> <td><input type="checkbox"/> Autre</td> </tr> </table> <p>Prélèvement à cœur arrêté <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON</p> <p>Don d'organes <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON</p>	<input type="checkbox"/> Coma	<input type="checkbox"/> Choc cardiogénique	<input type="checkbox"/> Défaillance cardiovasculaire	<input type="checkbox"/> Choc hémorragique	<input type="checkbox"/> Coma + défaillance CV	<input type="checkbox"/> Choc septique	<input type="checkbox"/> Hypoxie réfractaire	<input type="checkbox"/> Arrêt des soins	<input type="checkbox"/> Défaillance multi-viscérale	<input type="checkbox"/> Autre
<input type="checkbox"/> Coma	<input type="checkbox"/> Choc cardiogénique										
<input type="checkbox"/> Défaillance cardiovasculaire	<input type="checkbox"/> Choc hémorragique										
<input type="checkbox"/> Coma + défaillance CV	<input type="checkbox"/> Choc septique										
<input type="checkbox"/> Hypoxie réfractaire	<input type="checkbox"/> Arrêt des soins										
<input type="checkbox"/> Défaillance multi-viscérale	<input type="checkbox"/> Autre										

Protocole en Réa OUI NON si OUI, préciser :

Commentaires : _____

Annexe 3 : Score de Glasgow Pittsburgh CPC adulte

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

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

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

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

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

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

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

Vu, le Président du Jury,
Monsieur le Professeur LE CONTE Philippe

Vu, le Directeur de Thèse,
Monsieur le Docteur LE BASTARD Quentin

Vu, le Doyen de la Faculté,
Madame le Professeur JOLLIET Pascale

Titre de Thèse : Modalité de ventilation dans l'arrêt cardio-respiratoire extrahospitalier de l'enfant : étude descriptive et analytique de l'impact sur la survie à 30 jours basée sur le registre RéAC.

RESUME

Introduction : L'arrêt cardiaque chez l'enfant représente 1.8% des 50 000 arrêts cardiaques survenant en France chaque année, et le taux de survie n'a pas subi d'amélioration durant ces dernières années. Alors que l'intubation oro-trachéale lors d'une réanimation cardiopulmonaire reste la référence en matière de ventilation, son recours est sujet à débat. Notre étude se propose d'évaluer l'impact des modalités de ventilation sur la survie à trente jours d'un arrêt cardiaque extra hospitalier dans une population pédiatrique française.

Objectifs : Le critère de jugement principal était la survie à 30 jours en fonction du mode de ventilation utilisé durant la RCP. Les critères de jugement secondaire étaient le taux de RACS et le bon pronostic neurologique à 30 jours.

Méthode : A partir du Registre électronique des Arrêts Cardiaques (RéAC), nous avons inclus tous les arrêts cardiaques survenus entre juillet 2011 et juin 2018 chez les enfants de 1 à 17 ans, pour lesquels une réanimation non spécialisée a été débutée. Nous avons comparé la survie à trente jours des enfants ayant été ventilés par dispositif supra glottique à ceux des enfants ventilés sur sonde endotrachéale. L'utilisation des scores de propension nous a permis d'équilibrer les différences entre les groupes.

Résultats : Entre juillet 2011 et juin 2018, 102 000 arrêts cardiaques sont survenus en France. Parmi ceux-ci, 1045 enfants ont été inclus dans notre étude. 893 cas ont reçu une ventilation sur sonde endotrachéale et 152 cas par dispositif supra glottique. Il n'y avait pas de différence de taux de survie significative entre les deux populations pondérées ($p=0.199$ test du log-rank ajusté). Le recours à une intubation oro-trachéale est associée significativement à une augmentation du taux de RACS à l'issue de la RCP (OR 3,14 [2.482;3.998]) mais ne semble pas améliorer le pronostic neurologique (OR 0.67 [0.279;1.621]) comparativement à une ventilation non invasive.

Conclusion : La ventilation sur sonde d'intubation lors d'un arrêt cardiaque extra hospitalier chez l'enfant n'améliore pas le taux de survie à trente jours comparativement à une ventilation non invasive.

Mots-clefs : Arrêt cardiaque extra hospitalier ; réanimation cardio-pulmonaire ; ventilation par sonde endotrachéale ; ballon autoremplisseur à valve unidirectionnelle,