

UNIVERSITÉ DE LILLE

**FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG**

Année 2021

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT  
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Time Keeper et arrêt cardio circulatoire en pré-hospitalier :  
Evaluation de la prise en charge des arrêts cardiocirculatoires par  
le SMUR de Lille et de l'impact d'un monitoring par Time Keeper  
sur les séquelles post-arrêt cardiocirculatoire**

Présentée et soutenue publiquement le 14 septembre 2021 à 18h

A la Faculté de Médecine Henri WAREMBOURG

**Par Manon POURTIER**

---

**JURY**

**Président :**

**Monsieur le Professeur Éric WIEL**

**Assesseurs :**

**Monsieur le Professeur Hervé Hubert**

**Directeur de thèse :**

**Madame le Docteur Rita FAKIH**



## TABLE DES MATIERES

TABLE DES FIGURES.....	7
LISTE DES ABBREVIATIONS .....	8
<b>I. INTRODUCTION</b> .....	9
<b>II. OBJECTIF DE L'ETUDE</b> .....	20
<b>III. MATERIELS ET METHODES</b> .....	20
1. Type d'étude .....	20
2. Critères d'inclusion et d'exclusion : .....	20
a) Critères d'inclusion : .....	20
b) Critères d'exclusion : .....	21
3. Méthode.....	21
4. Critères de jugement.....	23
5. Recueil de données .....	23
6. Application des recommandations .....	26
<b>IV. ETHIQUE</b> .....	29
<b>V. ANALYSE STATISTIQUE</b> .....	29
<b>VI. RESULTATS</b> .....	31
1. Flow-Chart .....	31
2. Description de la population du groupe contrôle .....	35
3. Description de la population du groupe Time Keeper .....	39
4. Comparaison des deux groupes avant ajustement .....	43
5. Survie à J0.....	47
6. Survie à J30 .....	47
7. Analyse des séquelles neurologiques à J30 .....	48
8. Analyses secondaires : impact du No flow et du Low flow sur la mortalité .....	49
<b>VII. DISCUSSION</b> .....	52
1. Discussion des principaux résultats .....	52
a) Explication des différences entre les deux groupes .....	52
b) Impact du protocole Time Keeper sur la survie à J0 .....	53
c) Impact du protocole Time Keeper sur la survie à J30.....	53
d) Impact du protocole Time Keeper sur le pronostic neurologique à 30 jours .....	54
e) Réponses aux objectifs secondaires.....	54
2. Limites de l'étude .....	56
3. Forces de l'étude .....	59
4. Cohésion externe.....	61
<b>VIII. CONCLUSION</b> .....	64
<b>IX. BIBLIOGRAPHIE</b> .....	65

## TABLE DES FIGURES

<i>Figure 1 : Chaîne de survie, d'après Cummins et al. [12]</i> .....	13
Figure 2 : Extrait du tableau Time Keeper conçu pour notre étude .....	22
Figure 3 : Algorithme de la réanimation cardio-respiratoire de l'ACR, d'après <a href="https://urgences-serveur.fr">https://urgences-serveur.fr</a> .....	28
Figure 4 : Flow-chart du recueil prospectif.....	32
Figure 5 : Flow-Chart du recueil rétrospectif.....	34
Figure 6 : Statistiques descriptives du groupe contrôle .....	38
Figure 7 : Statistiques descriptives du groupe Time Keeper.....	42
Figure 8 : Tableau descriptif des caractéristiques des 2 groupes avant ajustement.	46
Figure 9 : Analyse de la survie à J0, régression logistique univariée .....	47
Figure 10 : Analyse de la survie à J30, régression logistique univariée .....	47
Figure 11 : Analyse de la survie à J30, régression logistique multivariée.....	48
Figure 12 : Analyse des séquelles neurologiques à J30, régression logistique univariée .....	48
Figure 13 : Analyse du décès à J0 en fonction du No Flow et du Low Flow, régressions logistiques univariées.....	49
<i>Figure 14 : Analyse du décès à J30 en fonction du No Flow et du Low Flow, régressions logistiques univariées.....</i>	49
Figure 15 : Analyse du décès à J30 en fonction du No Flow et du Low Flow, régressions logistiques multivariées .....	49
Figure 16 : Comparaison de la durée de NF entre les groupes décédés à J30 et survivants à J30 par test de Wilcoxon .....	50
<i>Figure 17 : Evolution de la survie en fonction de la durée de Low Flow</i> .....	51
Figure 18 : Evolution de la survie en fonction de la durée de No Flow .....	51

## LISTE DES ABBREVIATIONS

AC : Arrêt Cardiaque  
ACR : Arrêt CardioRespiratoire  
BAV : Bloc Auriculo-Ventriculaire  
BAVU : Ballon Auto-remplisseur à Valve Unidirectionnelle  
CEE : Choc Electrique Externe  
CNIL : Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés  
CPP : Comité de Protection des Personnes  
CPV : CardioPulmonary Ventilation  
ECMO : Oxygénation par Membrane Extra-Corporelle  
EtCO<sub>2</sub> : End Tidal CO<sub>2</sub>  
FA : Fibrillation Auriculaire  
FiO<sub>2</sub> : Fraction Inspirée en Oxygène  
KTIO : Cathéter Intra-Osseux  
LF : Low Flow  
MCE : Massage Cardiaque Externe  
N-STEMI : Non ST Elevation Myocardial Infarction  
NF : No Flow  
PCO<sub>2</sub> : pression partielle en CO<sub>2</sub>  
RCP : Réanimation Cardio-Pulmonaire  
SAMU : Service d'Aide Médicale Urgente  
SMUR : Service Mobile d'Urgence et de Réanimation  
SP : Sapeurs-Pompiers  
STEMI : ST Elevation Myocardial Infarction  
USIC : Unité de Soins Intensifs Cardiologiques  
VAC : Ventilation Assistée Contrôlée  
VVP : Voie Veineuse Périphérique

## I. INTRODUCTION

L'arrêt cardiaque (AC) est une pathologie d'une extrême gravité d'emblée, au pronostic sombre à court, moyen et long terme. Cette pathologie constitue néanmoins un véritable enjeu de santé publique dans la mesure où il demeure un réel défi thérapeutique.

On dénombre en moyenne 46 000 arrêts cardiaques par an en France, dont 75% surviennent au domicile. Malgré une meilleure compréhension de la physiopathologie de la mort subite et l'amélioration des pratiques, la mortalité à 30 jours est majeure. On estime en effet que le taux de survie après un arrêt cardiaque extra hospitalier en France n'excède pas les 10%, et n'est que de 5% en l'absence de prise en charge précoce [1] [2]. Malheureusement on estime que seuls 20% des témoins débudent la réanimation cardiopulmonaire avant l'arrivée des secours [1] [2] [3] [4]. Or, la probabilité de survie diminue de 10% par minute écoulée en l'absence de réanimation et notamment de massage cardiaque [2] [5].

L'âge médian de survenue de l'arrêt cardiaque en France est de 68 ans +/- 20 ans, avec une nette prépondérance masculine (2 hommes pour une femme) [6]. Les causes de l'arrêt cardiaque sont médicales dans 88% des cas (c'est-à-dire d'origine cardio-vasculaire dans l'immense majorité des cas) et traumatiques dans 12% des cas. Les causes médicales de l'arrêt cardiocirculatoire sont [7] [8] [9]:

- Cardiologiques dans 80% des cas :
  - Ischémie myocardique par pathologie embolique artérielle des coronaires (5%)
  - Troubles du rythme type fibrillation ventriculaire ou tachycardie ventriculaire (60 à 65%)
  - Cardiomyopathies hypertrophiques et dilatées (10%)
  - Atteinte valvulaire, pathologies cardiaques inflammatoires type myocardites et pathologies infiltratives (amyloïdose, sarcoïdose) (5%)
  - Causes plus rares : dysplasie du ventricule droit, syndrome de Brugada, anomalies de l'implantation des artères coronaires, syndrome du QT long, fibrillation ventriculaire idiopathique

- Non cardiologiques dans 20% des cas :
  - Pathologie thrombo-embolique
  - Cause hémodynamique : hypovolémie, état de choc (cardiogénique, septique, anaphylactique, hémorragique non traumatique)
  - Cause respiratoire (hypoxique) : asthme, obstruction des voies aériennes (corps étranger, œdème/abcès/tumeur des voies aériennes supérieures), laryngospasme, bronchospasme, inhalation
  - Causes neurologiques : atteinte des centres de commande respiratoire par lésion ischémique/hémorragique/traumatique/syndrome de masse, engagement, état de mort encéphalique
  - Troubles hydroélectrolytiques (pouvant occasionner des troubles du rythme)
  - Causes traumatiques : intoxications, noyade, brûlures, électrocution

On distingue 2 catégories de rythme d'arrêt cardiocirculatoire :

- Dans 25% des cas environ, le rythme est dit choquable : fibrillation ventriculaire, tachycardie ventriculaire sans pouls
- Dans 75% des cas, le rythme est qualifié de non choquable : asystolie, dissociation électromécanique, rythme sans pouls, trouble conducteur de haut degré

L'interruption des activités cardiaque et respiratoire occasionne un arrêt brutal des apports et du transport en oxygène, et par conséquent une anoxie cellulaire elle-même responsable d'une souffrance tissulaire aiguë. Si la reprise circulatoire n'est pas rapide, les défaillances d'organes sont définitives et multiples, expliquant l'importante morbi-mortalité en lien avec cette pathologie.

Dans les 30 jours suivant un arrêt cardiaque, les principales causes de mortalité et de morbidité sont neurologiques. La survenue d'un ACR occasionne également de lourdes séquelles cardiovasculaires, et augmente significativement la mortalité à un an [10] [11].

Par ailleurs, au-delà des séquelles neurologiques (troubles cognitifs, syndromes neurologiques déficitaires, dyspraxies et dysphasies) on note une nette augmentation des troubles anxieux et des syndromes dépressifs, y compris au-delà de 18 mois après l'arrêt cardiorespiratoire [11].

L'amélioration de la survie et du pronostic neurologique sont grandement conditionnées par :

- Le rythme : un rythme choquable est de meilleur pronostic qu'un rythme non choquable [11]
- La durée de No-flow et la durée de Low flow : plus ces durées sont longues, plus les taux de survie diminuent, et plus les conséquences neurologiques sont lourdes en raison de l'anoxie cérébrale prolongée. Ainsi, toutes les mesures entreprises précocement pour réduire ces durées ont un impact positif sur le pronostic et la survie : présence d'un témoin sur les lieux au moment de l'arrêt cardiaque, réanimation par massage cardiaque entreprise par un témoin le plus tôt possible, appel des secours précoce. [2]

La prise en charge de l'arrêt cardiaque est très codifiée et ce dès les étapes les plus précoces de la prise en charge. Avant même l'initiation de la réanimation spécialisée, les premiers gestes et réflexes à adopter face à un patient en arrêt cardio-respiratoire sont ceux de la « chaîne de survie ».

Le concept de chaîne de survie selon Cummins et al. date de 1991 [12] : il constitue à la fois un outil d'information et de formation du grand public, et une marche à suivre clairement établie pour les professionnels

- Le premier maillon de la chaîne est l'alerte : il est recommandé de commencer par prévenir immédiatement les secours en composant les numéros d'urgence (15, 112, 18 et 114 pour les sourds et malentendants) et d'interpeller tous les témoins et toutes les personnes susceptibles de venir en aide à la victime et de relayer l'alerte [13]
- Le second maillon de la chaîne est le massage cardiaque : il doit être initié immédiatement, sans autre geste préalable, et ce jusqu'à l'arrivée des secours. Il est recommandé de masser à une fréquence minimale de 100 à 120/min, d'enfoncer le thorax d'au moins 5 à 6 cm ou d'1/3 du thorax pour les enfants. La réalisation des insufflations par les témoins civils n'est plus recommandée pour la prise en charge de l'arrêt cardiaque de l'adulte. [13]

- Le troisième maillon de la chaîne est la défibrillation précoce : cette dernière doit être le plus rapidement proposée aux patients éligibles, idéalement avant l'arrivée des secours au moyen des défibrillateurs semi-automatiques mis à disposition dans les lieux publics [13]. Le déploiement des Défibrillateurs semi automatiques (DSA) se développe depuis une vingtaine d'années, et rend la défibrillation accessible aux témoins et aux secouristes dans les lieux publics. Les Etats- Unis, pays précurseur, puis le Royaume-Uni et l'Australie, ont démontré une nette amélioration des taux de survie à un arrêt cardiaque en cas de défibrillation précoce. En France, l'utilisation du DSA a été autorisée et encouragée depuis la Loi du 4 mai 2007. L'intérêt supplémentaire est alors que l'opérateur de la réanimation est guidé étape par étape par le défibrillateur. Cette pratique semble d'autant plus intéressante à la lumière des résultats de plusieurs études démontrant notamment [14]:
  - Que 45% des victimes d'arrêt cardiaque sont en fibrillation ventriculaire à l'arrivée du premier témoin contre 12% à l'arrivée du SMUR [15]
  - Que 21% des patients en fibrillation ventriculaire et recevant un choc électrique externe présenteront un RACS, et que 7% d'entre eux seront encore vivants après leur arrivée à l'hôpital [16]
  - Que seul 6% des patients en fibrillation ventriculaire présenteront un RACS si la défibrillation est tardive, et le taux de survie ne dépassera alors pas les 2% [17]
  - Des études ont montré que le taux de survie atteignait les 43% si la défibrillation était précoce et entreprise en moins de 4 minutes. [5]
  - Par ailleurs ces travaux ont montré que le taux de survie n'excède pas les 7% si la réanimation n'est pas débutée dans les 8 minutes qui suivent l'arrêt cardiaque, et qu'aucun patient ne survit après 16 min de fibrillation ventriculaire non traitée [18]
- Le quatrième maillon de la chaîne est constitué par la prise en charge spécialisée de l'arrêt cardiaque, dont l'objectif est d'obtenir un retour à une activité circulatoire spontanée (RACS) et à son maintien.

La réanimation spécialisée fait essentiellement appel à la protection des voies aériennes et à l'administration de drogues.

Figure 1 : Chaîne de survie, d'après Cummins et al. [12]

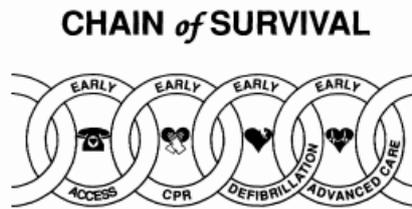


FIGURE 1. Sequence of events in emergency cardiac care is displayed schematically by "chain of survival" metaphor.

La prise en charge spécialisée implique le respect d'un algorithme très précis décrit dans les recommandations ILCOR 2020. [4]

Cet algorithme exige notamment [19] [13] [20] [21] :

- Un changement d'opérateur du massage cardiaque toutes les 2 minutes
- Une oxygénothérapie au ballon auto-remplisseur à valve unidirectionnelle (BAVU) puis une intubation oro-trachéale le plus rapidement possible [22]
- La pose d'une voie veineuse périphérique ou d'un cathéter intra-osseux en cas d'échec
- En cas de rythme choquable : l'administration de chocs électriques externes, et de CORDARONE après le troisième choc
- L'administration d'adrénaline toutes les 4 minutes
- Un suivi rapproché des constantes du patient au cours de la réanimation cardiopulmonaire

En pratique, le respect strict de ces recommandations est difficile.

De nombreuses difficultés inhérentes au pré-hospitalier peuvent aboutir à des écarts aux recommandations, et donc à une perte d'efficacité de la réanimation cardio-respiratoire, ce qui impacte alors le taux de survie et le pronostic neurologique du patient en arrêt circulatoire.

Les principales difficultés sont :

- Un massage cardiaque de qualité sous-optimale : non-respect du changement d'opérateur, fréquence de massage cardiaque inférieure à 100/min, compression insuffisante, massage sur plan mou. [23] [12]

- Le retard à la pose de voie veineuse : l'arrêt circulatoire du patient complique l'accès vasculaire, et il semblerait que le recours à la pose du cathéter intra-osseux soit trop tardif [24], [25]. Rappelons que sans accès parentéral, les thérapeutiques de la réanimation spécialisée ne peuvent être administrées [26]

- Le retard à la maîtrise des voies aériennes : difficulté d'installation de l'opérateur, échec d'exposition, inhalation. L'intubation d'un patient en arrêt cardiaque, et plus généralement l'intubation d'un patient en pré-hospitalier est un exercice complexe nécessitant un opérateur entraîné. En absence d'abord trachéal, l'oxygénation du patient est sous-optimale, et il est primordial de ne pas perdre de temps en cas d'intubation difficile pour recourir aux techniques avancées de maîtrise des voies aériennes (FastTrach, AirTraq, mandrin d'Eschmann). Il est recommandé d'utiliser le matériel d'intubation difficile au-delà de 2 expositions avec échec de cathétérisme trachéal. [22]

- Les écarts au respect de l'algorithme d'administration des thérapeutiques : la temporalité très stricte et rapprochée de l'administration des thérapeutiques et des chocs électriques est en pratique complexe à respecter, et plus particulièrement en pré-hospitalier, lorsque les secouristes interviennent dans des conditions techniques complexes, rendant chaque geste plus chronophage.

Il apparaît donc que malgré des recommandations très clairement établies [27], le respect strict de l'algorithme de réanimation cardio-pulmonaire est complexe en pratique : or, ces écarts au protocole diminuent l'efficacité de la réanimation cardio-pulmonaire et grèvent donc à terme le pronostic et la survie du patient.

Afin d'optimiser le respect de l'algorithme de RCP, diverses pistes ont été étudiées :

- Monitoring de la qualité de la RCP :
  - Par mesure de l'EtCO<sub>2</sub> [28] : l'EtCO<sub>2</sub> correspond à la pression partielle en CO<sub>2</sub> mesuré à la fin de l'expiration. Lorsque l'hémodynamique est satisfaisante, les tissus correctement perfusés produisent du CO<sub>2</sub> via le métabolisme aérobie, puis le CO<sub>2</sub> est éliminé via les poumons (lors de l'expiration). L'EtCO<sub>2</sub> dépend donc de la perfusion tissulaire, du débit cardiaque, de la perfusion pulmonaire et de la ventilation alvéolaire. Théoriquement, la valeur de l'EtCO<sub>2</sub> est environ 5 mmHg inférieure à la PCO<sub>2</sub> artérielle : ce gradient augmente en cas de déséquilibre du rapport ventilation/perfusion au niveau pulmonaire, ce qui est le cas dans le contexte de l'arrêt cardiaque. La mesure de l'EtCO<sub>2</sub> au cours de la réanimation cardio-pulmonaire est donc le reflet de la perfusion des organes. Sa mesure permet ainsi de déterminer la qualité des mesures de réanimation. La mesure de l'EtCO<sub>2</sub> est également utilisée pour confirmer la bonne position endotrachéale de la sonde d'intubation ou pour détecter la reprise d'activité circulatoire (au moment de laquelle les valeurs d'EtCO<sub>2</sub> peuvent être jusqu'à 3 fois supérieures à celles mesurées pendant la réanimation cardiopulmonaire). Enfin, dans le cadre de l'arrêt cardio-respiratoire en pré-hospitalier il semblerait que des niveaux d'ETCO<sub>2</sub> inférieurs à 10 mmHg après 20 min de réanimation cardio-pulmonaire soient hautement prédictifs de mortalité préhospitalière. Il est cependant essentiel de prendre en compte certains facteurs : tout d'abord l'ETCO<sub>2</sub> initiale est souvent élevée dans les arrêts hypoxiques en raison de l'hypoventilation alvéolaire ayant précédé l'arrêt cardiaque. A l'inverse, l'hyperventilation peut diminuer les niveaux d'ETCO<sub>2</sub>. D'autre part, l'administration de drogues vasoactives (Adrénaline notamment peut diminuer les taux d'ETCO<sub>2</sub> (cette observation pourrait résulter d'une vasoconstriction pulmonaire diminuant temporairement l'élimination du CO<sub>2</sub>). A l'inverse, l'administration de bicarbonate est associée à une augmentation marquée et transitoire de l'ETCO<sub>2</sub>.

- Par mise en place de systèmes didactiques pour améliorer la qualité du massage cardiaque : « jauge » indiquant le niveau de compression à appliquer (comme avec le CARDIOPOMP), système de « feedback » pour renseigner sur la fréquence cardiaque cible du massage cardiaque [29]
- Par automatisation du massage cardiaque [30]
- Par le suivi rapproché des paramètres hémodynamiques [31] : tension artérielle, fréquence cardiaque, voire même mesure par spectroscopie infrarouge de l'oxygénation du tissu cérébral [21]
- Par instauration de checklist à destination des opérateurs de la RCP afin de guider et de rythmer la séquence de réanimation [32]
- Par management des équipes et instauration de protocoles pour améliorer et simplifier la communication entre les équipes [33], [34] [35] [36]
- Par optimisation des paramètres ventilatoires : en 2013, des recherches sont initiées au sein de l'université de Genève afin de corréliser les constatations physiopathologiques impliquées par les mesures de réanimation cardiopulmonaire avec les paramètres ventilatoires les plus adaptés pour optimiser au mieux l'hémodynamique et l'oxygénation du patient en arrêt cardiaque [37]. De cette étude, il ressort que la dépression thoracique induite par les compressions du massage cardiaque est insuffisante pour induire une ventilation alvéolaire satisfaisante. Il est également démontré que la ventilation au BAVU seule est une solution devant demeurer temporaire, dans l'attente de l'intubation orotrachéale, car elle implique l'insufflation de volumes souvent trop importants, à une fréquence trop élevée. Ceci implique une sur-distension thoracique augmentant la pression intrathoracique, cette dernière s'opposant au retour veineux et impactant ainsi l'hémodynamique du patient. D'autre part, la ventilation manuelle au BAVU mobilise un secouriste. Pour ces raisons, la ventilation mécanique est une étape fondamentale de la réanimation cardiopulmonaire.

Un mode ventilatoire spécifique à la réanimation cardiopulmonaire a ainsi été développé par l'équipe du CH Annecy Genevois et commercialisé sur le ventilateur d'urgence et pré-hospitalier Monnal T60. Le mode CPV est simple à utiliser : il suffit d'actionner une seule touche pour activer le programme ventilatoire. Tous les réglages sont pré-paramétrés par défaut et répondent aux recommandations : fréquence respiratoire à 10 cycles par minute, FiO<sub>2</sub> à 100%, temps d'insufflation 1 seconde. Par ailleurs la ventilation en mode CPV se synchronise sur le massage cardiaque et guide la réanimation en incluant l'affichage de l'EtCO<sub>2</sub>, la fréquence de compression thoracique, la durée d'interruption des compressions thoracique, l'amplitude P-P (représentation indirecte des pressions transmises au thorax et donc indicateur d'efficacité du massage cardiaque). La ventilation est contrôlée à deux niveaux de pressions (haut et bas) et il est possible de surveiller le volume insufflé à chaque cycle. L'utilisation de ce mode ventilatoire est possible dès le masque (à la place du BAVU) et/ou avec les dispositifs laryngés ou la sonde.

Ces recommandations de bonnes pratiques sont internationales : pourtant le taux de survie après un arrêt cardiaque varie d'un pays à l'autre, pour de multiples raisons. Tout d'abord dans les pays où la population est davantage formée aux gestes qui sauvent, et où les lieux publics et privés sont équipés de DSA, le taux de survie après un arrêt cardiaque peut atteindre 30% (exemple de Seattle aux USA [12] [38]). Par ailleurs, en France, l'organisation des soins en pré-hospitalier est particulière et répond au principe du « Wait and Play », avec l'intervention des équipes de SMUR (service mobile d'urgence et de réanimation), contrairement au concept anglo-saxon préconisant le « Scoop and Run », via les Paramedics. Or, le taux de survie sans séquelle après une mort subite de l'adulte n'est que de 5 à 10% en France contre 30 à 50% dans les pays ayant opté pour le « *Public Access Defibrillation* ». Ainsi, il semblerait que malgré l'absence de médecins dans les ambulances, de nombreuses études rapportent des résultats probants lorsque la défibrillation est accessible au public.

Par exemple, une étude américaine a montré que les taux de survie sans séquelle après un arrêt cardiaque étaient de [39] :

- 31% lorsque l'arrêt cardiaque était pris en charge par les Paramedics de Seattle
- 40% pour les arrêts survenant dans les locaux équipés de DSA d'American Airlines
- 53% pour les arrêts cardiaques survenant dans les casinos des Las Vegas équipés de DSA
- 56% pour les arrêts ayant eu lieu à l'aéroport de Chicago, largement équipé de DSA

Ces chiffres illustrent le gain de survie majeur lorsque les arrêts cardiaques surviennent dans des lieux publics, où la réanimation est initiée immédiatement par les témoins entraînés, et que la défibrillation est entreprise précocement.

Ce différentiel de mortalité français est également en partie lié aux délais de régulation et d'arrivée sur les lieux des secours, impactant de façon majeure le taux de survie. Afin de palier à cette défaillance, l'intervention précoce des équipes de sapeur-pompiers, plus nombreux et mieux répartis sur le territoire, permet de débiter plus précocement les soins : en étant déclenchés parallèlement aux équipes de SMUR, ils arrivent en moyenne 4 minutes plus tôt. Leur formation et leur équipement de premier recours, comprenant notamment des DSA, permet d'augmenter le taux de survie immédiate jusqu'à 13% [40].

Ces constatations rendent nécessaire de réfléchir sur des pistes d'optimisation de notre prise en charge de l'arrêt cardiaque. A l'aube des recommandations ILCOR 2020, nous avons décidé d'évaluer plus particulièrement la prise en charge par le SMUR de Lille des arrêts cardiaque extrahospitaliers selon l'algorithme consensuel des recommandations internationales.

Parmi les pistes d'amélioration décrites ci-dessus, nous avons choisi d'étudier l'introduction d'un protocole « Time Keeper » pour améliorer le management de la réanimation des arrêts cardio-respiratoires survenant en pré-hospitalier.

La bibliographie est pauvre à ce sujet :

- Une équipe de Cambridge a récemment mené une étude monocentrique sur une population de 13 arrêts cardiaques intra-hospitaliers en ajoutant à l'effectif de l'équipe médicale et paramédicale deux intervenants supplémentaires, munis de chronomètres [32]. L'un de ces intervenants était chargé de demander la surveillance du rythme cardiaque toutes les 2 minutes, et l'autre de donner un signal pour l'administration d'adrénaline toutes les 4 minutes. Les résultats semblent prometteurs bien que mesurés sur une petite population de patients, au cours d'une étude monocentrique. On note une réduction du délai de défibrillation, une réduction des variations et des écarts à l'algorithme de réanimation cardio-pulmonaire, une réduction du délai d'administration de drogues vasopressives, une amélioration des taux de RACS (66,7% vs 53,8%), et une amélioration de la cohésion d'équipe.
- Une équipe chinoise a proposé l'instauration d'un protocole de monitoring rapproché de la réanimation cardiopulmonaire de l'arrêt cardio-respiratoire intra-hospitalier avec report régulier des constantes, surveillance étroite du temps, report exact des heures d'administration des drogues et des chocs électriques externes sur un document ajouté aux chariots de réanimation. Cette modification des pratiques a permis de diminuer les écarts au protocole de réanimation cardiopulmonaire, le délai d'administration de la première dose d'adrénaline, et le délai de défibrillation [41]

Nous avons souhaité tester l'application d'un protocole similaire dans des situations d'arrêts cardiocirculatoires survenant en pré-hospitalier afin de confirmer ces résultats préliminaires en faveur d'une amélioration des pratiques, avec l'hypothèse que cette optimisation de la réanimation débouche sur un gain de survie pour les patients.

## II. OBJECTIF DE L'ETUDE

L'objectif de notre étude est d'étudier l'impact d'un monitoring de l'arrêt cardiocirculatoire selon un protocole Time Keeper, dans l'hypothèse que cette mesure pourrait améliorer la qualité de la réanimation cardio-pulmonaire et ainsi avoir un effet bénéfique sur la morbi-mortalité aigue et à distance de l'évènement.

Les objectifs secondaires seront d'évaluer :

- L'impact de l'application de ce protocole sur la survie à 30 jours de l'arrêt cardiaque avec et sans séquelles neurologiques
- L'impact du monitoring de l'ETCO<sub>2</sub> toutes les 2 minutes sur l'amélioration de survie et l'absence de séquelles neurologiques à 30 jours de l'arrêt cardiaque
- Le retentissement du No-Flow et Low Flow sur la survie à 30 jours de l'arrêt cardiaque sans séquelles neurologiques.

## III. MATERIELS ET METHODES

### 1. Type d'étude

Notre étude est une étude de cohorte prospective monocentrique réalisée au sein du SAMU 59, sur la métropole lilloise uniquement, du 1er Octobre 2020 jusqu'au 15 Mars 2021 afin d'évaluer les pratiques des équipes du SMUR de Lille concernant la réanimation cardiopulmonaire médicalisée des arrêts cardiocirculatoires extrahospitaliers.

### 2. Critères d'inclusion et d'exclusion :

#### a) Critères d'inclusion :

Nous avons inclus tous les patients :

- Agés de 1 an et plus
- Pour la partie prospective du recueil : tout patient ayant bénéficié d'une réanimation cardiopulmonaire médicalisée réalisée par les soins de l'équipe de SMUR de Lille pour motif « Arrêt cardio-respiratoire extra hospitalier », avec monitoring selon le protocole « Time Keeper ».

## b) Critères d'exclusion :

Nous avons exclu :

- Les arrêts cardio-respiratoires de la filière néonatale (âge inférieur à 1 an).
- Les arrêts cardio-respiratoires d'origine traumatique.
- Les arrêts cardio-respiratoires n'ayant pas bénéficié d'une réanimation cardio-pulmonaire médicalisée.
- Les arrêts cardio-respiratoires n'ayant pas bénéficié d'une réanimation médicalisée, laissant présager d'une volonté de non-acharnement thérapeutique dans un contexte palliatif, d'âge très avancé, de comorbidités multiples, ou d'un degré d'autonomie préalable limité.
- Les arrêts cardio-respiratoires du recueil prospectif ayant bénéficié d'une réanimation médicalisée mais ne remplissant pas les critères du monitoring selon le protocole Time Keeper.
- Les patients ayant présenté un retour à la circulation spontanée et à la conscience avant l'arrivée du SMUR, à savoir après une délivrance d'un choc électrique par les pompiers ou les témoins.
- Les patients présentant des signes d'un état de mort apparente (signes de rigidité cadavérique, lividité, hypothermie profonde) et donc non éligibles à la réanimation médicalisée.

## 3. Méthode

Le recueil des données s'est effectué en deux temps :

- Une période de recueil prospectif du 1<sup>er</sup> Octobre 2020 au 15 Mars 2021 : recueil des données via les tableaux Time Keeper, et compléments de données par consultation des dossiers patients de régulation médicale sur Appli SAMU, et des fiches d'interventions informatisées via le logiciel BISOM.
- Une période de recueil rétrospectif : recueil des données entre le 1<sup>er</sup> Octobre 2019 et le 15 Mars 2020 par consultation des dossiers de régulation médicale sur Appli SAMU, des fiches d'intervention papier et des fiches RÉAC.

Notre protocole Time Keeper était disponible en version papier et en version informatisée.

Ce protocole présenté sous la forme d'un tableau de recueil, était à disposition de toutes les équipes de SMUR. L'objectif était de désigner une personne de l'équipe médicale chargée de chronométrer chaque geste de la réanimation cardiopulmonaire spécialisée (pose de la voie veineuse périphérique ou d'un cathéter intra-osseux, administration de drogues, reprise de rythme). L'hypothèse était qu'en remplissant ce tableau au cours de la réanimation, toutes les 2 minutes, et en y reportant les paramètres étudiés dans notre étude, le management de la réanimation cardiopulmonaire serait optimisé.

Le remplissage du tableau, à l'exception de quelques données écrites à compléter en haut du tableau, était simple : il suffisait de cocher des cases toutes les 2 minutes pour indiquer les gestes réalisés et les constantes clés du patient.

Figure 2 : Extrait du tableau Time Keeper conçu pour notre étude

		Numéro du dossier: Date d'intervention:		Heure d'appel: SAUV-Life Heure de déclenchement SP: Heure d'arrivée SP Heure de pose DSA: Heure 1er CEE délivré par SP Nombre de CEE délivré par SP		Heure de déclenchement SMUR: Heure de départ SMUR: Heure arrivée SMUR		NO-FLOW: SLOW-FLOW:							
RCPS		M0	M2	M4	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M26
Rythme	FV/TV														
	ASYSTOLIE														
	RYHME SANS POULS														
	ACTIVITE SPONTANEE														
POSE VVP	NB D'ESSAIS														
CEE	CORDARONE: (    mg)														
	ADRENALINE: (    mg)														
	AUTRES:														
	AUTRES:														
INTUBATION	MANUEL														
	AUTOMATIQUE														
MCE	NB D'ESSAIS														
	MANUEL														
	CARDIOPOMP														
VENTILATION	CHANGEMENT d'OPERATEUR														
	CPV														
	PP														
	NO CT														
	FCT														

## 4. Critères de jugement

Les 2 critères de jugement principaux étaient :

- La survie
- Le pronostic neurologique à 30 jours

des arrêts cardiorespiratoires extrahospitaliers pris en charge par réanimation cardiopulmonaire spécialisée monitorée selon le protocole Time Keeper.

D'autres critères de jugement secondaires ont été corroborés :

- L'impact du recueil d'une ETCO<sub>2</sub> initiale à l'intubation et réévaluée toutes les 2 minutes sur la survie à J0, J30 et le pronostic neurologique à 30 jours
- L'impact des durées de No Flow et Low Flow sur la survie à J0 et J30 et le pronostic neurologique à 30 jours

## 5. Recueil de données

Le recueil s'est déroulé en 2 temps :

- Du 1<sup>er</sup> Octobre 2020 au 15 Mars 2021 : nous avons recensé de manière prospective tous les dossiers codifiés « Arrêt cardio-respiratoire » de façon quotidienne sur la période étudiée. Puis, ces dossiers ont été étudiés via le logiciel de régulation Appli SAMU, les tableaux de Time Keeper complétés par les médecins smuristes ayant mené la réanimation spécialisée, et le dossier dématérialisé de SMUR (consulté via le logiciel BISOM).
- Puis, concernant la période du 1<sup>er</sup> Octobre 2019 au 15 Mars 2020, nous avons recensé toutes les interventions pour arrêt cardiorespiratoire et effectué un recueil rétrospectif des données des patients respectant les critères d'inclusion. Nous avons mené une requête afin de recenser tous les dossiers de façon rétrospective codifiés « ACR », ou « malaise cardiaque ». Nous avons également consulté les dossiers incluant les items « massage cardiaque en cours » ou « massage cardiaque débuté » pour inclure les arrêts cardiaques ayant bénéficié d'une réanimation spécialisée pendant la période d'inclusion à Lille et dans la métropole Lilloise

Les données ont ensuite été collectées en consultant le dossier de régulation médicale via Appli SAMU, les fiches complétées du registre RéAC, et les fiches d'intervention SMUR (en version papier car cette période était antérieure à l'informatisation du dossier patient)

Pour chaque patient inclus dans notre cohorte, que ce soit au cours du recueil prospectif ou au cours du recueil rétrospectif, nous avons recueilli :

- **Les caractéristiques socio-démographiques**
  - L'âge
  - Le sexe
  - Le lieu d'intervention (Lille/métropole Lilloise)
  - La date d'intervention
  
- **Les antécédents**
  - De cardiopathie ischémique
  - De cardiopathie rythmique
  - D'antécédent personnel d'arrêt cardiocirculatoire
  
- **Concernant l'arrivée des secours**
  - L'heure de déclenchement des pompiers
  - L'heure d'arrivée des pompiers sur place
  
- **Concernant la réanimation non spécialisée**
  - La durée de No-flow : c'est-à-dire la durée sans aucune activité cardiaque, avant initiation du massage cardiaque
  - La durée de Low-flow : c'est-à-dire la durée pendant laquelle le massage cardiaque est en cours
  - L'heure de délivrance du 1<sup>er</sup> choc électrique externe en cas de rythme choquable
  - Le nombre de chocs électriques total
  - La fréquence des compressions thoraciques
  - L'utilisation ou non du CARDIOPOMP pour la réalisation du massage cardiaque

- **Concernant la réanimation spécialisée / médicalisée**
  - Le rythme initial à l'arrivée du SMUR : rythme choquable (TV, FV), non choquable (asystolie, rythme sans pouls)
  - La pose de voie veineuse périphérique : nombre d'essais de pose
  - Le recours ou non à un cathéter-intra-osseux et si oui, après combien d'échecs de pose de voie veineuse périphérique
  - Les drogues administrées : adrénaline, CORDARONE, Sulfate de Magnésium
  - La température corporelle du patient
  - Les données concernant l'intubation oro-trachéale : facile ou difficile
  - L'ETCO<sub>2</sub> initiale à l'intubation et la réalisation d'un recueil de l'ETCO<sub>2</sub> toutes les 2 minutes
  - Le mode de ventilation choisi : mode CPV ou VAC
  - Le changement d'opérateur du massage cardiaque toutes les 2 minutes
  
- **Concernant la reprise éventuelle d'une activité spontanée**
  - L'heure
  - Le rythme :
    - STEMI
    - NSTEMI
    - FA
    - Rythme sinusal
    - BAV
    - Autre rythme
  
- **Concernant le décès :**
  - L'heure de décès

- **Concernant le devenir du patient en cas de reprise d'activité circulatoire spontanée :**
  - Transfert sur table de coronarographie/ hospitalisation en Unité de Soins Intensifs Cardiologiques
  - Transfert en Réanimation
  - Implantation éventuelle d'une ECMO
  
- **Concernant le pronostic à 30 jours de l'arrêt cardiaque, pour les patients récupérés :**
  - Séquelles neurologiques
  - Séquelles cardiaques
  - Séquelles d'autres organes
  - Pas de séquelle
  - Sortie d'hospitalisation à 30 jours de l'arrêt cardiaque sans séquelle

## 6. Application des recommandations

L'algorithme de la réanimation cardio-pulmonaire est codifié selon les recommandations de l'International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) d'octobre 2020 [20]. Il comprend, en plus de la poursuite du massage cardiaque externe avec le minimum d'interruption, et un changement d'opérateur toutes les 2 minutes :

- Une oxygénothérapie au ballon auto-remplisseur à valve unidirectionnelle à 15 L/min puis le plus tôt possible, une intubation oro-trachéale
  
- La pose d'un abord veineux périphérique, ou à défaut d'un cathéter intra-osseux, afin de permettre l'administration d'adrénaline 1 mg toutes les 3 à 5 minutes. Il est recommandé de passer à la pose d'un cathéter intra-osseux après 2 échecs de pose de voie veineuse périphérique.
  
- Toutes les 2 min, l'opérateur du massage cardiaque externe doit changer et le rythme doit être analysé

Selon l'analyse du rythme, la prise en charge varie

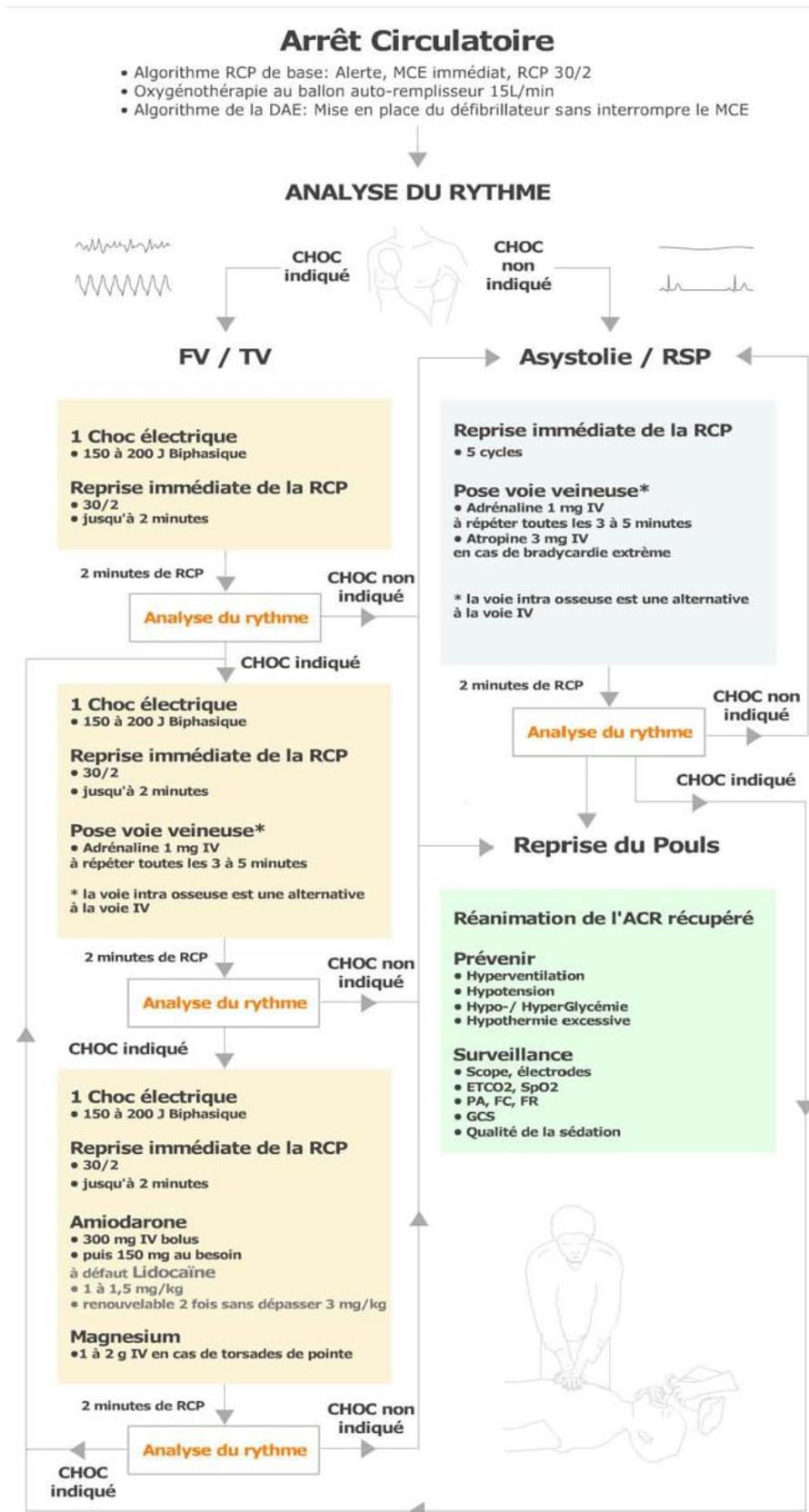
En cas de rythme choquable :

- Il est indiqué l'administration d'un choc électrique externe de 150 à 200J, en biphasique
- En cas de persistance d'un rythme choquable 2 minutes plus tard, il sera recommandé l'administration d'un second choc de 150 à 200J, en biphasique
- Au-delà du 3<sup>ème</sup> choc électrique externe, il est recommandé l'administration d'une dose de 300 mg en IV de CORDARONE en bolus et l'administration d'Adrénaline 1 mg IVD toutes les 4 minutes
- En cas de persistance du trouble du rythme, au-delà du 5<sup>ème</sup> choc électrique externe un second bolus de CORDARONE à la dose de 150 mg pourra être administré
- Puis la réanimation cardio-pulmonaire se poursuit avec administration d'un choc électrique après chaque analyse du rythme si nécessaire au moment des changements d'opérateurs, toutes les 2 minutes, et d'adrénaline, toutes les 4 minutes

En cas de rythme non choquable :

- Seules l'administration d'Adrénaline 1 mg toutes les 4 minutes et la réalisation du massage cardiaque externe selon les modalités ci-dessus sont indiquées

Figure 3 : Algorithme de la réanimation cardio-respiratoire de l'ACR, d'après <https://urgences-serveur.fr>



Concernant la pose voie veineuse périphérique, en application de l'algorithme **ILCOR 2010**, nous avons considéré que le cathéter intra-osseux devait être posé :

- Chez l'adulte, en 2<sup>ème</sup> intention (soit après 2 échecs de pose de voie veineuse périphérique) ou après 2 minutes d'essai sans succès.
- Chez l'enfant, dès le premier échec de pose de voie veineuse périphérique, voire en première intention.

Concernant l'intubation orotrachéale, nous avons retenu les recommandations de la SFAR-RFE 2017 sur les intubations difficiles, concluant à la nécessité d'un recours au matériel d'intubation difficile (mandrin, AirTraq, Fastrach)

- Au-delà de 2 expositions sans succès par 2 opérateurs différents
- Au-delà de 10 minutes d'essai sans succès

#### IV. ETHIQUE

Sur le plan éthique, ce projet a été validé par la CNIL et après étude du dossier, il n'a pas été retenue d'indication à une autorisation par le CPP au motif que notre travail est assimilable à une étude des pratiques professionnelles et n'aboutit pas à une modification des modalités actuelles de prise en charge thérapeutique des patients.

#### V. ANALYSE STATISTIQUE

Toutes les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel R 4.1.0.

L'analyse des données a d'abord consistée en une analyse descriptive des groupes prospectif (après introduction du protocole Time Keeper) vs rétrospectif (groupe contrôle).

Nous avons recensé le nombre d'arrêts cardiocirculatoires pour chaque groupe sur la période étudiée.

Dans un second temps nous avons comparé les 2 populations selon différentes variables (caractéristiques socio-démographiques, rythme initial, durée de déclenchement des secours), en analyse univariée, avec des tests de Wilcoxon pour les variables quantitatives et des tests de Fisher pour les variables qualitatives/binaires.

Le choix de ces tests non-paramétriques a été motivé par les faibles tailles d'échantillonnages ne garantissant pas l'applicabilité des tests paramétriques comme le  $\chi^2$  et le test t de Student.

Puis nous avons également comparé selon le même processus les différentes étapes de la réanimation cardiopulmonaire spécialisée, l'orientation des patients survivants, ainsi que la survie à 30 jours de l'arrêt cardiaque avec ou sans séquelles.

Nous avons effectué une série de régressions logistiques univariées, analysant la survie à J0, la survie à J30 et la présence de séquelles à J30 avec l'application du protocole Time Keeper, la mesure de l'ETCO<sub>2</sub> toutes les deux minutes, la durée de No Flow et la durée de Low Flow.

Une régression logistique multivariée a également été effectuée, expliquant la survie à J30 avec l'application du protocole Time Keeper, la mesure de l'ETCO<sub>2</sub> toutes les deux minutes, et la durée de Low Flow. La durée du No-Flow a été retirée de cette dernière analyse à la suite d'un problème de convergence de la régression.

Devant l'absence de convergence des régressions expliquant la survie à J30 par la durée du No-Flow, un test de Wilcoxon a été effectué pour explorer une association entre cette durée et la survie.

## VI. RESULTATS

### 1. Flow-Chart

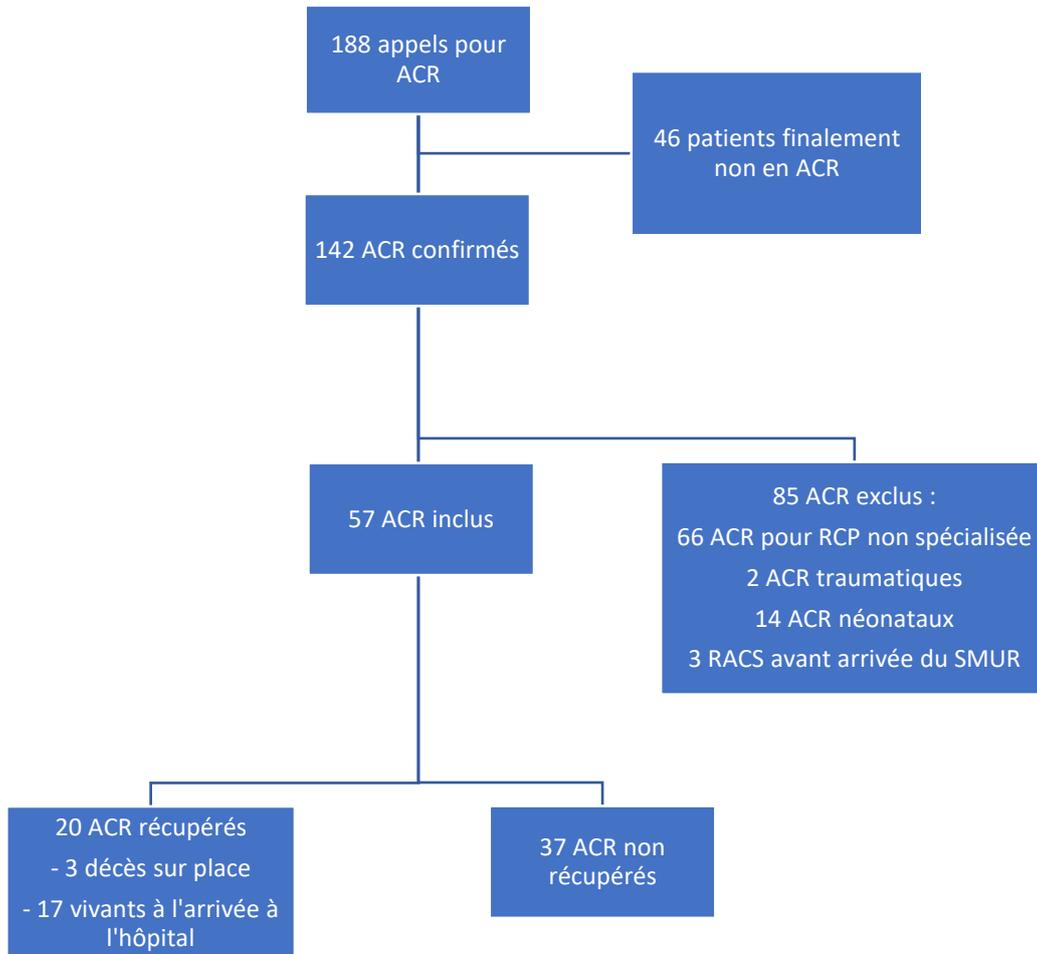
Sur la période d'inclusion prospective :

- 188 appels ont été passés au SAMU 59 pour des arrêts cardiorespiratoires survenus à Lille ou dans la métropole Lilloise
- Sur ces 188 appels, 142 concernaient réellement un arrêt cardiorespiratoire
- Parmi ces 142 patients en arrêt cardiorespiratoire : 85 ont été exclus de l'étude.

En effet

- 66 étaient des patients âgés, polypathologiques, ou en soins palliatifs et n'ont pas bénéficié de réanimation cardiopulmonaire
- 2 patients avaient présenté un arrêt cardiorespiratoire dans un contexte traumatique.
- 14 de ces arrêts cardiorespiratoires étaient des arrêts cardiaques de la filière néonatale (impliquant des patients de moins de 1 an).
- 3 patients avaient présenté une reprise d'activité circulatoire spontanée et un retour à la conscience avant l'arrivée des secours
- 57 patients ont été inclus dans l'étude :
  - 37 d'entre eux sont malheureusement décédés sur place
  - 20 d'entre eux ont récupéré une activité circulatoire spontanée sur les lieux de l'intervention
    - Parmi ces 20 patients, 3 sont finalement décédés avant l'arrivée à l'hôpital
    - 17 patients sont arrivés vivants à l'hôpital

Figure 4 : Flow-chart du recueil prospectif



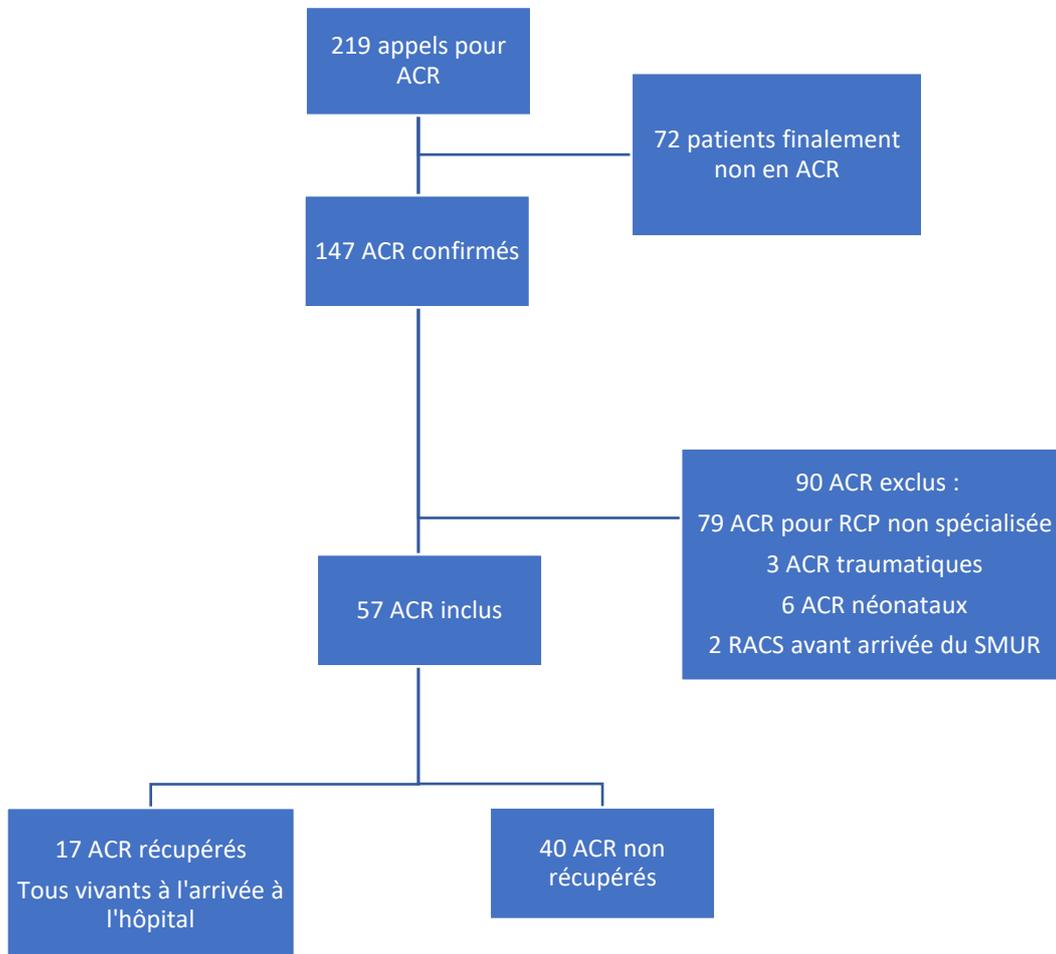
Sur la période d'inclusion rétrospective :

- 219 appels ont été passés au SAMU 59 pour des arrêts cardiorespiratoires survenus à Lille ou dans la métropole Lilloise
- Sur ces 219 appels, 147 concernaient réellement un arrêt cardiorespiratoire
- Parmi ces 147 patients en arrêt cardiorespiratoire : 90 ont été exclus de l'étude.

En effet

- 79 étaient des patients âgés, polypathologiques, ou en soins palliatifs et n'ont pas bénéficié de réanimation cardiopulmonaire
- 3 patients avaient présenté un arrêt cardiorespiratoire dans un contexte traumatique.
- 6 de ces arrêts cardiorespiratoires étaient des arrêts cardiaques de la filière néonatale (impliquant des patients de moins de 1 an).
- 2 patients avaient présenté une reprise d'activité circulatoire spontanée et un retour à la conscience avant l'arrivée des secours
- 57 patients ont été inclus dans l'étude :
  - 40 d'entre eux sont malheureusement décédés sur place
  - 17 d'entre eux ont récupéré une activité circulatoire spontanée sur les lieux de l'intervention, et ces 17 patients sont tous arrivés vivants à l'hôpital

Figure 5 : Flow-Chart du recueil rétrospectif



## 2. Description de la population du groupe contrôle

Les caractéristiques du groupe contrôle sont présentées dans le tableau 6.

Le groupe comprenait 57 patients.

Concernant les caractéristiques démographiques de cette population :

- La moyenne d'âge était de 65 ans
- On dénombrait 19 femmes (33,33%) pour 38 hommes (66,67%)
- 46 arrêts cardiaques ont eu lieu dans la métropole lilloise (19,3%), et 11 à Lille (80,7%)
- Aucun des patients n'avait d'antécédent personnel d'arrêt cardiaque, 15 d'entre eux (26,3%) avaient un antécédent de cardiopathie ischémique, et 4 un antécédent de cardiopathie rythmique (7%).

A propos des caractéristiques initiales de l'arrêt cardiaque :

- Le délai de déclenchement des sapeur-pompiers était compris entre 0 et 4 minutes (soit 2 minutes en moyenne)
- Le délai d'arrivée sur place des sapeur-pompiers était compris entre 1 et 23 min (soit 8 minutes et 44 secondes en moyenne)
- La durée de No Flow des patients était comprise entre 0 minute et 1 heure (pour une moyenne de 7 minutes et 48 secondes)
- La durée de Low Flow des patients était comprise entre 5 minutes et 1 heure 10 minutes (pour une moyenne de 25 minutes et 34 secondes)

Le rythme initial était :

- En fibrillation ventriculaire ou tachycardie ventriculaire pour 17 patients (29,9%)
- En asystolie pour 40 patients (70,1%)
- Aucun patient n'avait un rythme sans pouls ou une activité spontanée à l'arrivée des secours

18 patients (31,6%) ont reçu un ou plusieurs choc(s) électrique(s) externe(s) administré(s) par les pompiers.

La température corporelle était comprise entre 36 et 37°C (soit une moyenne de 37°C).

A propos de la réanimation spécialisée :

- La voie veineuse périphérique était posée après un seul essai pour 46 des patients du groupe (80,7%), après deux essais pour 6 patients (10,5%) et trois essais pour 2 patients (3,5%).
- 3 patients (5,3%) ont bénéficié de la pose d'un cathéter intra-osseux, et ce dernier était dans tous les cas posé après 2 échecs de pose de voie veineuse périphérique
- 49 patients (86%) ont reçu uniquement de l'adrénaline au cours de la réanimation, 5 patients (8,8%) de l'adrénaline et de la CORDARONE, 1 patient (1,75%) uniquement de la CORDARONE, 1 patient (1,75%) du Sulfate de Magnésium et 1 patient (1,75%) n'a reçu aucune drogue
- Tous les patients inclus ont été intubés : 55 d'entre eux (96,5%) avaient une intubation facile et 2 (3,5%) une intubation difficile
- 32 patients (56,1%) ont bénéficié d'un monitoring rapproché, toutes les 2 minutes, de l'ETCO<sub>2</sub>

A J0 (c'est-à-dire le jour de l'arrêt cardiaque) :

- 18 patients (31,6%) ont présenté une reprise d'activité circulatoire spontanée (RACS) sur place, et sont tous arrivés vivants à l'hôpital. Parmi eux 7 (38,89%) ont été admis en Soins Intensifs Cardiologiques et 11 (61,11%) en Réanimation. Aucun n'a bénéficié de l'implantation d'une ECMO.
- 39 (68,4%) sont décédés sur place
- Le rythme de RACS était : en rythme sinusal pour 9 patients (soit dans 50% des cas), en STEMI pour 5 des patients (donc dans 27,78% des cas), en NSTEMI pour 1 patient (5,56%), et en FA pour 1 patient (5,56%). 1 patient (5,56%) présentait une bradycardie extrême (classée dans « Autre rythme »), et aucun patient ne présentait de BAV.

A 30 jours de l'arrêt cardiaque :

- 8 patients (44,44%) présentaient des séquelles neurologiques seules, 3 patients (16,67%) des séquelles neurologiques et autres (séquelles en lien avec la iatrogénie de la prise en charge en réanimation), 1 patient (5,56%) des séquelles cardiologiques (nécessité de port d'une LifeVest), 5 patients (27,78%) présentaient une association de séquelles neurologiques, cardiologiques et autres, et 1 seul patient (5,56%) ne présentait aucune séquelle
- Seul 3 patients (16,67%) sont sortis d'hospitalisation, mais ils l'étaient tous avant 30 jours
- Les 15 autres patients (83,33%) sont décédés, tous avant 30 jours

A propos de l'étiologie des décès :

- 7 patients sont décédés dans les suites d'une défaillance neurologique seule (soit 38,89%), et 3 de défaillance neurologique et autre, soit 16,67% (1 choc septique sur pneumopathie acquise sous ventilation mécanique, 2 syndromes de détresse respiratoire aiguë)
- Aucun patient n'est décédé de défaillance cardiologique seule
- 5 patients sont décédés d'une défaillance multiviscérale (neurologique, cardiologique et autre) soit 27,78%

Concernant la santé des survivants à 30 jours :

- 1 patient conservait des séquelles cardiologiques (LifeVest) soit 33,3% des survivants
- 1 patient présentant des séquelles neuropsychiatriques (syndrome anxiodépressif et troubles mnésiques) soit 33,3% des survivants
- 1 patient ne présentait aucune séquelle soit 33,3% des survivants

Figure 6 : Statistiques descriptives du groupe contrôle

Recueil rétrospectif N = 57	n/N	%
<b>Caractéristiques démographiques :</b>		
- Age moyen	65 (Min : 8 ans, max : 89 ans)	-
- Femmes	19	33,33%
- Hommes	38	66,67%
- ACR survenu à Lille	11	19,3%
- ACR survenu dans métropole Lilloise	46	80,7%
<b>Antécédents médicaux :</b>		
- Arrêt cardio-respiratoire	0	0%
- Cardiopathie ischémique	15	26,3%
- Cardiopathie rythmique	4	7%
<b>Délais :</b>		
- De déclenchement des pompiers	2 min (max 4 min, min 0 min)	-
- D'arrivée des pompiers sur place	8 min 44s (min 1 min, max 23 min)	-
<b>Caractéristiques de l'arrêt cardiorespiratoire :</b>		
- No Flow	7 min 48s (min : 0 min, max 1h)	-
- Low Flow	25 min 34 secondes (min : 5 min, max : 1h10)	-
- ACR choqués par les pompiers	18	31,6%
- Rythme initial		
▪ FV/TV	17	29,9%
▪ Asystolie	40	70,10%
▪ Activité spontanée	0	0%
▪ Rythme sans pouls	0	0%
- Température moyenne	37°C (min : 36°C, max : 37°C)	-
<b>Réanimation spécialisée :</b>		
- Pose de voie veineuse périphérique		
▪ 1 essai	46	80,7%
▪ 2 essais	6	10,5%
▪ 3 essais	2	3,5%
- Pose de cathéter intra-osseux	3	5,3%
▪ Posé après 2 échecs de VVP	3	100%
▪ Posé après + de 2 échecs de VVP	0	0%
- Administration de drogues :		
▪ Adrénaline seule	49	86%
▪ Cordarone seule	1	1,75%
▪ Sulfate de Mg seul	1	1,75%
▪ Adrénaline + Cordarone	5	8,8%
▪ Aucune drogue	1	1,75%
- Intubation		
▪ Facile	55	96,5%
▪ Difficile	2	3,5%
- Monitoring de l'EtCO2 rapproché	32	56,1%
<b>Survie à J0 :</b>		
- RACS sur place	18	31,6%
- Décédés sur place	39	68,4%
- Vivants à l'arrivée à l'hôpital	18	31,6%
<b>Rythme de RACS :</b>		
- FV/TV	1	5,56%
- STEMI	5	27,78%
- NSTEMI	1	5,56%
- FA	1	5,56%
- BAV	0	0%
- Sinusal	9	50%
- Autre	1	5,56%
<b>Orientation du patient :</b>		
- USIC	7	38,89%
- Réanimation	11	61,11%
- ECMO	0	0%
<b>Pronostic à J30 :</b>		
- Séquelles		
▪ Neurologiques	8	44,44%
▪ Cardiologiques	1	5,56%
▪ Neuro + cardio	0	0%
▪ Neuro + autre	3	16,67%
▪ Neuro + cardio + autre	5	27,78%
▪ Aucune	1	5,56%
- Sortie d'hospitalisation		
▪ Avant J30	3	16,67%
▪ Après J30	0	0%
- Décédés à J30	15	83,33%
<b>Etiologie des décès</b>		
- De défaillance neurologique	7	38,89%
- De défaillance cardiologique	0	0%
- De défaillance neuro + cardio	0	0%
- De défaillance neuro + autre	3	16,67%
- De défaillance neuro + cardio + autre	5	27,78%
<b>Santé des survivants à J30</b>		
- Avec séquelle cardio	1	33,33%
- Avec séquelle neuropsych	1	33,33%
- Sans séquelle	1	33,33%

### 3. Description de la population du groupe Time Keeper

Les caractéristiques du groupe contrôle sont présentées dans le tableau 7.

Le groupe comprenait 57 patients.

Concernant les caractéristiques démographiques de cette population :

- La moyenne d'âge était de 64 ans
- On dénombrait 15 femmes (26,3%) pour 42 hommes (73,7%)
- 42 arrêts cardiaques ont eu lieu dans la métropole lilloise (73,7%), et 15 à Lille (26,3%)
- 1 des patient (1,75%) avait un antécédent personnel d'arrêt cardiaque, 15 d'entre eux (26,3%) avaient un antécédent de cardiopathie ischémique, et 7 un antécédent de cardiopathie rythmique (12,3%).

A propos des caractéristiques initiales de l'arrêt cardiaque :

- Le délai de déclenchement des sapeur-pompiers était compris entre 0 et 8 minutes, (soit 1 minute et 30 secondes en moyenne)
- Le délai d'arrivée sur place des sapeur-pompiers était compris entre 3 et 21 min (soit 9 minutes et 9 secondes en moyenne)
- La durée de No Flow des patients était comprise entre 0 et 35 minutes (pour une moyenne de 3 minutes)
- La durée de Low Flow des patients était comprise entre 5 et 40 minutes (pour une moyenne de 22 minutes et 30 secondes)

Le rythme initial était :

- En fibrillation ventriculaire ou tachycardie ventriculaire pour 15 patients (26,3%)
- En asystolie pour 40 patients (70,1%)
- 1 patient (1,75%) présentait un rythme sans pouls et 2 patients (3,51%) une activité spontanée à l'arrivée des secours

19 patients (33,3%) ont reçu un ou plusieurs choc(s) électrique(s) externe(s) administré(s) par les pompiers.

La température corporelle était comprise entre 35 et 37°C (soit une moyenne de 36°C).

A propos de la réanimation spécialisée :

- La voie veineuse périphérique était posée après un seul essai pour 48 des patients du groupe (84,21%), après deux essais pour 5 patients (8,77%), 3 essais pour 1 patient (1,75%) et plus de 3 essais pour 1 patient (1,75%)
- 2 patients (3,5%) ont bénéficié de la pose d'un cathéter intra-osseux. Ce dernier a été posé après 2 échecs de pose de voie veineuse périphérique pour un patient (1,75%) et plus de 2 échecs de pose de voie veineuse périphériques pour l'autre patient (1,75%)
- 45 patients (79,95%) ont reçu uniquement de l'adrénaline au cours de la réanimation, 5 patients (8,77%) de l'adrénaline et de la CORDARONE, 3 patients (5,26%) uniquement de la CORDARONE, aucun patient du Sulfate de Magnésium et 3 patients (5,26%) n'ont reçu aucune drogue. Les données étaient manquantes pour 1 patient (1,75%)
- Tous les patients inclus ont été intubés : 46 d'entre eux (80,7%) avaient une intubation facile et 11 (19,3%) une intubation difficile
- 26 patients (45,61%) ont bénéficié d'un monitoring rapproché, toutes les 2 minutes, de l'ETCO<sub>2</sub>

A J0 (c'est-à-dire le jour de l'arrêt cardiaque) :

- 20 patients (35,71%) ont présenté une reprise d'activité circulatoire spontanée (RACS) sur place, et 17 (29,82%) sont arrivés vivants à l'hôpital. Parmi eux 5 (29,41%) ont été admis en Soins Intensifs Cardiologiques et 12 (70,59%) en Réanimation. Aucun patient n'a bénéficié de l'implantation d'une ECMO.
- 37 (64,91%) sont décédés sur place
- Le rythme de RACS était : en rythme sinusal pour 10 patients (soit dans 50% des cas), en STEMI pour 7 des patients (donc dans 35% des cas), en NSTEMI pour 1 patient (5%), et en FA pour 1 patient (5%). 1 patient (5%) présentait un flutter atrial (classée dans « Autre rythme »), et aucun patient ne présentait de BAV.

A 30 jours de l'arrêt cardiaque :

- 7 patients (41,18%) présentaient des séquelles neurologiques seules. 1 patient (5,88%) présentait des séquelles neurologiques et cardiologiques. 1 patient (5,88%) présentait des séquelles neurologiques et autres (séquelles en lien avec la iatrogénie de la prise en charge en réanimation). 2 patients (11,76%) présentaient des séquelles cardiologiques (séquelles ischémiques). 2 patients (11,76%) présentaient une association de séquelles neurologiques, cardiologiques et autres, et 4 patients (23,5%) ne présentaient aucune séquelle
- 5 patients (29,41%) sont sortis d'hospitalisation, tous avant 30 jours
- Les 12 autres patients (70,6%) sont décédés, tous avant 30 jours

A propos de l'étiologie des décès :

- 7 patients sont décédés dans les suites d'une défaillance neurologique seule (soit 41,18%), et 1 (5,88%) de défaillance neurologique et cardiologique, 1 (5,88%) de défaillance neurologique et autre (1 choc hémorragique sur ulcère gastrique perforé, 2 choc septiques)
- 2 patients (11,76%) sont décédés de défaillance cardiologique seule (récidives d'arrêt cardiaque)
- 2 patients sont décédés d'une défaillance multiviscérale (neurologique, cardiologique et autre) soit (11,76%)

Concernant la santé des survivants à 30 jours :

- 1 patient conservait des séquelles cardiologiques (dysfonction ventriculaire) soit 20% des survivants
- Aucun patient ne présentait de séquelle neuropsychiatrique
- 4 patients ne présentaient aucune séquelle soit 80% des survivants

Figure 7 : Statistiques descriptives du groupe Time Keeper

Recueil prospectif N = 57	n/N	%
<b>Caractéristiques démographiques :</b>		
- Age moyen	64 (Min : 5 ans, max : 94 ans)	-
- Femmes	15	26,3%
- Hommes	42	73,7%
- ACR survenu à Lille	15	26,3%
- ACR survenu dans la métropole Lilloise	42	73,7%
<b>Antécédents médicaux :</b>		
- Arrêt cardio-respiratoire	1	1,75%
- Cardiopathie ischémique	15	26,3%
- Cardiopathie rythmique	7	12,3%
- Délai de déclenchement des pompiers	1 min 30 s (max 8 min, min 0 min)	-
- Délai d'arrivée des pompiers sur place	9 min 9 s (min 3 min, max 21 min)	-
<b>Caractéristiques de l'arrêt cardiorespiratoire :</b>		
- No Flow	3 min (min : 0 min, max 35 min)	-
- Low Flow	22 min 30 secondes (min : 5 min, max : 40 min)	-
- ACR choqués par les pompiers	19	33,3%
- Rythme initial		
▪ FV/TV	15	29,9%
▪ Asystolie	40	70,10%
▪ Activité spontanée	2	0%
▪ Rythme sans pouls	1	0%
- Température moyenne	36°C (min : 35°C, max : 37°C)	-
<b>Réanimation spécialisée :</b>		
- Pose de voie veineuse périphérique		
▪ 1 essai	48	84,21%
▪ 2 essais	5	8,77%
▪ 3 essais	1	1,75%
▪ + de 3 essais	1	1,75%
- Pose de cathéter intra-osseux	2	3,5%
▪ Posé après 2 échecs de VVP	1	1,75%
▪ Posé après + de 2 échecs de VVP	1	1,75%
<b>Administration de drogues :</b>		
- Adrénaline seule	45	78,95%
- Cordarone seule	3	5,26%
- Sulfate de magnésium	0	0%
- Adrénaline + Cordarone	5	8,77%
- Aucune drogue	3	5,26%
- Donnée manquante	1	1,75%
- Intubation		
▪ Facile	46	80,7%
▪ Difficile	11	19,3%
- Monitoring de l'EtCO2 rapproché	26	45,61%
<b>Survie à J0 :</b>		
- RACS sur place	20	35,71%
- Décédés sur place	37	64,91%
- Vivants à l'arrivée à l'hôpital	17	29,82%
<b>Rythme de RACS :</b>		
- FV/TV	0	0%
- STEMI	7	35%
- NSTEMI	1	5%
- FA	1	5%
- BAV	0	0%
- Sinusal	10	50%
- Autre	1	5%
<b>Orientation du patient :</b>		
- USIC	5	29,41%
- Réanimation	12	70,59%
- ECMO	0	0%
<b>Pronostic à J30 :</b>		
- Séquelles		
▪ Neurologiques	7	41,18%
▪ Cardiologiques	2	11,76%
▪ Neuro + cardio	1	5,88%
▪ Neuro + autre	1	5,88%
▪ Neuro + cardio + autre	2	11,76%
▪ Aucune	4	23,5%
- Sortie d'hospitalisation		
▪ Avant J30	5	29,41%
▪ Après J30	0	0%
- Décédés à J30	12	70,6%
<b>Etiologie des décès</b>		
- De défaillance neurologique	7	41,18%
- De défaillance cardiologique	1	5,88%
- De défaillance neuro + cardio	1	5,88%
- De défaillance neuro + autre	1	5,88%
- De défaillance neuro + cardio + autre	2	11,76%
<b>Santé des survivants à J30</b>		
- Avec séquelle cardio	1	20%
- Avec séquelle neuropsy	0	0%
- Sans séquelle	4	80%

#### 4. Comparaison des deux groupes avant ajustement

Les résultats de l'analyse comparative sont détaillés dans le tableau 8.

Il n'existait pas de différence significative de la moyenne d'âge ( $p=0,79$ ).

Aucune différence de distribution des sexes n'a été détectée (33% de femmes dans le groupe contrôle vs 26% dans le groupe Time Keeper,  $p=0,53$ ).

Les patients inclus dans le groupe Time Keeper avaient davantage d'antécédents de cardiopathie ischémique (26,3%), rythmique (12,3%) et d'antécédent d'arrêt cardiaque (1,75%) sans que ces différences soient significatives ( $p=1$ ,  $p=0,56$ , et  $p=1$  respectivement).

Le temps de déclenchement des sapeurs-pompiers était significativement plus court dans le groupe contrôle (1 minute) que dans le groupe Time Keeper (2 minutes,  $p=0,004$ ). Le temps écoulé entre le 1<sup>er</sup> appel et l'arrivée des secours était plus court dans le groupe Time Keeper que dans le groupe contrôle sans différence significative ( $p=0,53$ ).

Bien que le temps entre le 1<sup>er</sup> appel et le déclenchement des secours soit plus court dans le groupe contrôle, la durée de No Flow n'était pas significativement plus courte dans le groupe contrôle (3 minutes) que dans le groupe Time Keeper (5 minutes,  $p=0,30$ ). Néanmoins, le Low Flow était significativement plus court dans le groupe contrôle (25 minutes) que dans le groupe Time Keeper (30 minutes,  $p=0,033$ ).

33% des arrêts cardiaques du groupe Time Keeper ont reçu un ou plusieurs choc(s) électrique(s) externe(s) administré(s) par les sapeur-pompiers avant l'arrivée du SMUR, vs 31% dans le groupe Contrôle ( $p=0,77$ ).

Aucune différence n'a été établie entre les 2 groupes à propos du changement d'opérateur toutes les 2 minutes. Le massage cardiaque a été à chaque fois administré avec un CARDIOPOMP dans les 2 groupes ( $p=1$ ).

Un rythme d'arrêt cardiaque en fibrillation ventriculaire a été retrouvé plus fréquemment dans le groupe contrôle (29% vs 26% dans le groupe Time Keeper) mais sans différence significative ( $p=0,83$ ). Le taux d'asystolie était équivalent dans le groupe contrôle et le groupe Time Keeper (70,1% dans les 2 groupes,  $p=1$ ). Le rythme sans pouls a été davantage retrouvé dans le groupe Time Keeper (1,75%) que dans le groupe contrôle (0%) mais de manière non significative ( $p=1$ ). De même pour l'activité spontanée retrouvée dans 3,51% des cas dans le groupe Time Keeper, vs 0% dans le groupe contrôle ( $p=0,49$ ).

La moyenne de température était significativement plus élevée dans le groupe contrôle (37°C versus 36°C, ( $p=0,02$ ).

On objectivait davantage de succès de pose de voie veineuse périphérique après une tentative dans le groupe Time Keeper (84% versus 80%), de façon non significative ( $p=0,80$ ). Il n'y avait également pas de différence significative pour la pose de voie veineuse périphérique au-delà de 2 et 3 tentatives dans les 2 groupes ( $p=1$ ).

On note davantage de pose de cathéter intra-osseux, après échec de 2 tentatives de pose de voie veineuse périphérique dans le groupe contrôle (5,3% vs 1,8%, sans différence significative,  $p=1$ ). On retrouve davantage de pose de cathéter intra-osseux après échec de 3 tentatives de pose de voie veineuse périphérique dans le groupe Time Keeper (1,8% vs 0% sans différence significative,  $p=1$ ).

Les drogues administrées étaient majoritairement l'adrénaline toutes les 4 minutes dans le groupe contrôle (96% vs 80% dans le groupe Time Keeper, sans différence significative,  $p=0,32$ ). La CORDARONE était administrée de façon plus fréquente dans le groupe Time Keeper (14% vs 10%, non significativement,  $p=0,58$ ).

L'intubation était significativement plus facile dans le groupe contrôle (96% vs 84%,  $p=0,015$ ). Le recours au kit d'intubation difficile a eu lieu significativement plus souvent dans le groupe Time Keeper (19% vs 3,5%,  $p=0,015$ ).

Il n'a pas été retrouvé de différence significative pour le monitoring d'ETCO<sub>2</sub> toutes les 2 minutes entre les 2 groupes ( $p=1$ ).

Parallèlement, l'analyse n'objectivait pas de différence significative entre les 2 groupes en termes de taux d'utilisation du mode de ventilation CPV pendant la réanimation (100% dans les 2 groupes,  $p=1$ ), et du mode VAC après RACS ( $p=0,69$ ).

Nous n'avons pas mis en évidence de différence significative pour ce qui concerne le taux de RACS entre les 2 groupes ( $p=0,84$ ).

Le rythme de RACS était majoritairement en STEMI (12,8% dans le groupe Time Keeper vs 8% dans le groupe contrôle,  $p=0,76$ ).

Il n'existait pas de différence significative entre les 2 groupes pour les autres rythmes de RACS (N-STEMI, FV/TV, FA, BAV, rythme sinusal,  $p=1$ ).

La survenue du décès après réanimation spécialisée était plus fréquente dans le groupe contrôle (68% vs 66%), sans différence significative ( $p=0,82$ ).

L'orientation hospitalière n'était pas significativement différente entre les 2 groupes étudiés ( $p=1$ ).

Davantage de patients étaient survivants et sortis d'hospitalisation à 30 jours de l'arrêt cardiaque dans le groupe Time Keeper (29% versus 16%), mais cette différence était non significative ( $p=0,71$ ). Parmi ces survivants, davantage de patients ne présentaient pas de séquelle à 30 jours dans le groupe Time Keeper (23%) comparé au groupe contrôle (5%), mais là encore de façon non significative ( $p=0,34$ ).

Les séquelles n'étaient pas significativement différentes entre les 2 groupes que ce soit pour les séquelles neurologiques ( $p=0,94$ ), cardiovasculaires ( $p=0,74$ ) ou autres ( $p=0,23$ ).

Figure 8 : Tableau descriptif des caractéristiques des 2 groupes avant ajustement

	Groupe contrôle N = 57	Groupe Time Keeper nN=57	p
Age (années ; M (Q1 ;Q3))	65 (50;77)	64 (50;74)	0.7965
Sexe féminin	33,3 % (21,10%;45,57%)	26,3 % (14,88%;37;75%)	0.5395
Antécédents			
• Cardiopathie ischémique	26,3 % (14,88%;37,75%)	26,3% (14,88%;37,75%)	1
• Cardiopathie rythmique	7,01 % (0,39%;13,65%)	12,3 % (3,76%;20,80%)	0.527
• Arrêt Cardio Respiratoire	0 % (0 %;0%)	1,75 % (0%;5,16%)	1
Temps de prise en charge			
• Temps entre 1er appel et déclenchement SP : M(Q1 ;Q3)	1 (0;2)	2 (1;3)	<b>0.0004604</b>
• Temps 1er appel et arrivée des SP : (Q1 ;Q3)	8 (6;10)	7 (5;12)	0.5396
Prise en charge non spécialisée			
• No-Flow (min ; M (Q1 ;Q3))	3 (0;10)	5 (0;10)	0.3044
• Low-Flow (min ; M (Q1 ;Q3))	25 (17;30)	30 (23;40)	<b>0.03302</b>
• ACR ayant reçu un ou plusieurs CEE par les SP	31,6%	33,3%	0.7874
• MCE avec changement d'opérateur/2 min	100 %	100 %	1
• Fréquence compressions thoraciques > 120/min	100 %	100%	1
Rythme initial			
• FV/TV	29.8 % (17.95%;41.70%)	26.3 % (14.88%;37.75%)	0.8351
• Asystolie	70,1 % (58,30%;82,05%)	70,2 % (58,30%;82,05%)	1
• Rythme sans pouls	0 % (0 %;0%)	1,75 % (0%;5,16%)	1
• Activité spontanée	0 % (0 %;0%)	3,51 % (0;8,29)	0.4956
Température corporelle M(Q1 :Q3)	<b>37 (36;37)</b>	<b>36 (35;37)</b>	<b>0.02417</b>
Pose de voie veineuse périphérique			
• 1 tentative	80.7 %	84.2 %	0.8061
• 2 tentatives	10.5 %	8.8 %	1
• 3 tentatives	3.5%	1.8%	1
• > 3 tentatives	0.0 %	1.8%	1
Pose de cathéter intra-osseux			
• Après 2 échecs de pose de VVP	5.3 %	1.8%	1
• Après échec > 3 essais de pose de VVP	0.0 %	1.8%	1
Drogues administrées			
• Cordarone	10.5 %	14.3 %	0.5808
• Adrénaline toutes les 4 min	94.7%	89.3%	0.3212
Intubation			
• Facile	96.5 %	80.7%	<b>0.01556</b>
• Difficile	3.5%	19.3%	<b>0.01556</b>
• Monitoring de l'ETCO <sub>2</sub> toutes les 2 min	29.5 (13.5 ;37.7)	27.0 (15.5 ; 40.0)	0.9592
Ventilation			
• En mode CPV à l'intubation	100 %	100 %	1
• En mode VAC après RACS	40.4 %	35.1 %	0.6994
Taux de RACS	31.6 %	35.1 %	0.8427
Rythme de RACS			
• STEMI	8.8 %	12.3 %	0.7616
• N-STEMI	1.8 %	1.8 %	1
• FV/TV	1.8 %	0.0 %	1
• FA	1.8 %	1.8 %	1
• BAV	0.0 %	0.0 %	1
• Sinusal	15.8 %	17.5 %	1
• Décès	68.4 %	64.9 %	0.8427
• Orientation			
• USIC	12.3 %	8.8 %	0.7616
• REA	19.3 %	21.1 %	1
• ECMO	0.0 %	0.0 %	1
• Pronostic à J30 parmi les survivants			
• Sortis d'hospitalisation à J30	16,67 %	29,41 %	0.7165
• Décédés à J30	83,33%	70,59%	0,6989
• Séquelles à J30 parmi les survivants			
• Sortie sans séquelle	5,56 %	23,4 %	0.3436
• Séquelles neurologiques	44,4%	41,18 %	0.9485
• Séquelles cardiovasculaires	33.34 %	29,4 %	0.7424
• Autres séquelles	16.7 %	6,02 %	0.2031

## 5. Survie à J0

Les résultats de l'analyse univariée par régressions logistiques de la survie à J0 (correspondant au retour à une activité circulatoire spontanée sur place) selon l'application ou non du protocole Time Keeper, et le monitoring de l'EtCO<sub>2</sub> sont présentés dans le tableau ci-dessous (figure 9).

*Figure 9 : Analyse de la survie à J0, régression logistique univariée*

	OR	OR IC95 %	p
<b>Avec protocole Time Keeper</b>	1.17	0.54-2.57	0.69120
<b>Avec monitoring de l'EtCO<sub>2</sub> toutes les 2 minutes</b>	<b>2.51</b>	<b>1.13 – 5.75</b>	<b>0.026093</b>

## 6. Survie à J30

Les résultats de l'analyse univariée par régressions logistiques de la survie à 30 jours de l'arrêt cardiaque selon l'application ou non du protocole Time Keeper et le monitoring de l'EtCO<sub>2</sub> sont présentés dans le tableau ci-dessous (figure 10).

*Figure 10 : Analyse de la survie à J30, régression logistique univariée*

	OR	OR IC95 %	p
<b>Avec protocole Time Keeper</b>	1.73	0.40 – 8.78	0.468
<b>Avec monitoring de l'EtCO<sub>2</sub> toutes les 2 minutes</b>	1.67	0.39-8.47	0.499

Le tableau ci-dessous (figure 11) présente les Odds ratio ajustés calculés par régression multivariée pour la survie à 30 jours de l'arrêt cardiaque, selon l'application du protocole Time Keeper et le monitoring de l'EtCO<sub>2</sub>, l'objectif étant de déterminer la contribution individuelle de chaque variable à la modification éventuelle de la survie à 30 jours de l'arrêt cardiaque.

Figure 11 : Analyse de la survie à J30, régression logistique multivariée

	OR	OR IC95 %	p
<b>Avec protocole Time Keeper</b>	2.80	5.81e-01 – 1.59e+01	0.20802
<b>Avec monitoring de l'EtCO<sub>2</sub> toutes les 2 minutes</b>	1.03	1.68e-01 – 5.88	0.96892

## 7. Analyse des séquelles neurologiques à J30

Les résultats de l'analyse univariée par régressions logistiques des séquelles neurologiques à 30 jours de l'arrêt cardiaque selon l'application ou non du protocole Time Keeper, le monitoring de l'EtCO<sub>2</sub>, la durée de No Flow et la durée de Low Flow sont présentés dans le tableau ci-dessous (figure 12).

Figure 12 : Analyse des séquelles neurologiques à J30, régression logistique univariée

	OR	OR IC95 %	p
<b>Avec protocole Time Keeper</b>	0.24	0.01 – 1.66	0.204
<b>Avec monitoring de l'EtCO<sub>2</sub> toutes les 2 minutes</b>	1.58	0.25 – 12.39	0.622
<b>No Flow</b>	Pas de convergence	Pas de convergence	Pas de convergence
<b>Low Flow</b>	<b>3.93e+90</b>	<b>5.81e+26</b> <b>6.65e+182</b>	<b>0.0179</b>

## 8. Analyses secondaires : impact du No flow et du Low flow sur la mortalité

Nous avons également souhaité mesurer l'impact de la durée de No Flow et de la durée de Low Flow sur le décès à J0, à J30 et sur les séquelles neurologiques.

Le tableau 13 ci-dessous présente les résultats de l'analyse par régression logistique univariée de l'impact des délais de No Flow et de Low Flow sur le décès à J0 (c'est-à-dire le décès sur place)

*Figure 13 : Analyse du décès à J0 en fonction du No Flow et du Low Flow, régressions logistiques univariées*

	OR	OR IC95 %	p
<b>No Flow</b>	9e+23	0.001- 8e+57	0.120
<b>Low Flow</b>	<b>4e+58</b>	<b>3e+32 – 8e+88</b>	<b>0.0179</b>

Le tableau 14 ci-dessous présente les résultats de l'analyse par régression logistique univariée, et le tableau 15 les résultats de l'analyse par régression logistique multivariée (Odds ratio ajustés) de l'impact des délais de No Flow et de Low Flow sur le décès à 30 jours de l'arrêt cardiaque.

*Figure 14 : Analyse du décès à J30 en fonction du No Flow et du Low Flow, régressions logistiques univariées*

	OR	OR IC95 %	p
<b>No Flow</b>	Pas de convergence	Pas de convergence	Pas de convergence
<b>Low Flow</b>	<b>1.67e+81</b>	<b>2e+31 – 4e+146</b>	<b>0.00469</b>

*Figure 15 : Analyse du décès à J30 en fonction du No Flow et du Low Flow, régressions logistiques multivariées*

	OR	OR IC95 %	p
<b>No Flow</b>	6,06e+87	6.6e-02 - 1.1e+257	0.1620
<b>Low Flow</b>	<b>2.06e+70</b>	<b>1.14e+22 – 8.7e+136</b>	<b>0.0144</b>

Enfin, nous avons comparé la durée de No Flow entre les patients décédés à 30 jours et les patients survivants à 30 jours par un test de Wilcoxon, afin de rechercher l'impact de la durée de No Flow sur la survie

*Figure 16 : Comparaison de la durée de NF entre les groupes décédés à J30 et survivants à J30 par test de Wilcoxon*

Durée du NF chez les décédés à J30 en minutes M (Q1 – Q3)	Durée du NF chez les survivants à J30 en minutes M (Q1 – Q3)	P value
<b>05:00 (00:00 - 10:00)</b>	00:00 (00:00 - 01:15)	<b>0.03003</b>

L'impact des durées de No Flow et Low Flow sur la mortalité est illustré graphiquement en figures 17 et 18 :

- Le graphique en figure 17 illustre la répartition des effectifs des patients décédés à 30 jours (courbe rouge) et vivants à 30 jours (courbe bleue) en fonction de la durée de Low Flow. Les densités sont indiquées en ordonnée et le temps en abscisse (en heure). Les lignes verticales indiquent les médianes des durées de Low Flow.
- Le graphique en figure 18 illustre la répartition des effectifs des patients décédés à 30 jours (courbe rouge) et vivants à 30 jours (courbe bleue) en fonction de la durée de No Flow. Les densités sont indiquées en ordonnée et le temps en abscisse (en heure). Les lignes verticales indiquent les médianes des durées de No Flow.

Figure 17 : Evolution de la survie en fonction de la durée de Low Flow

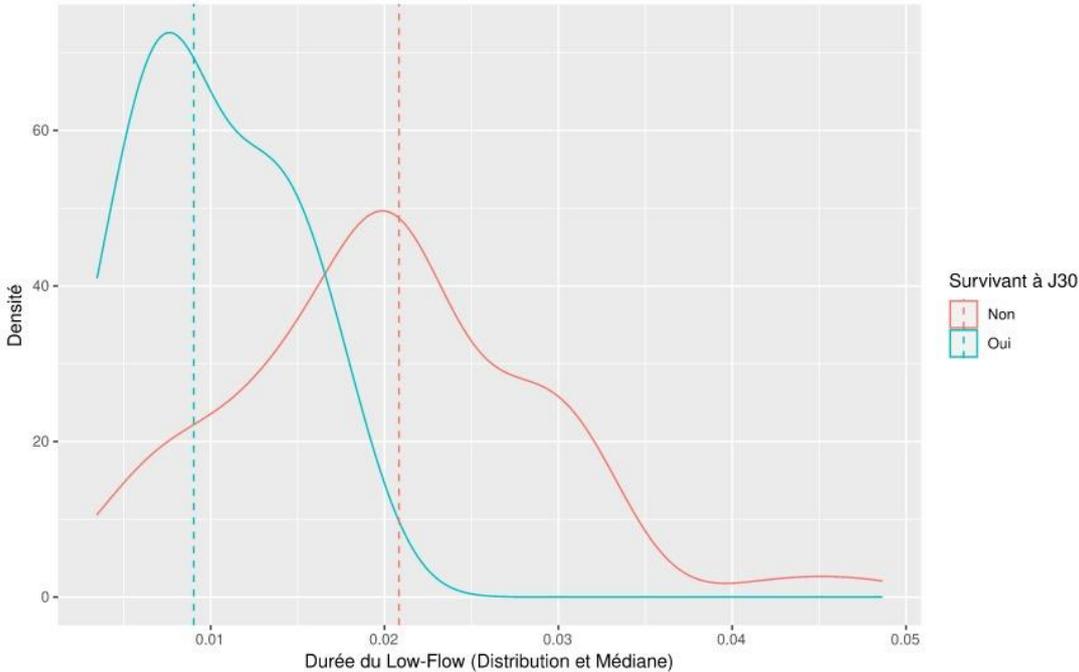
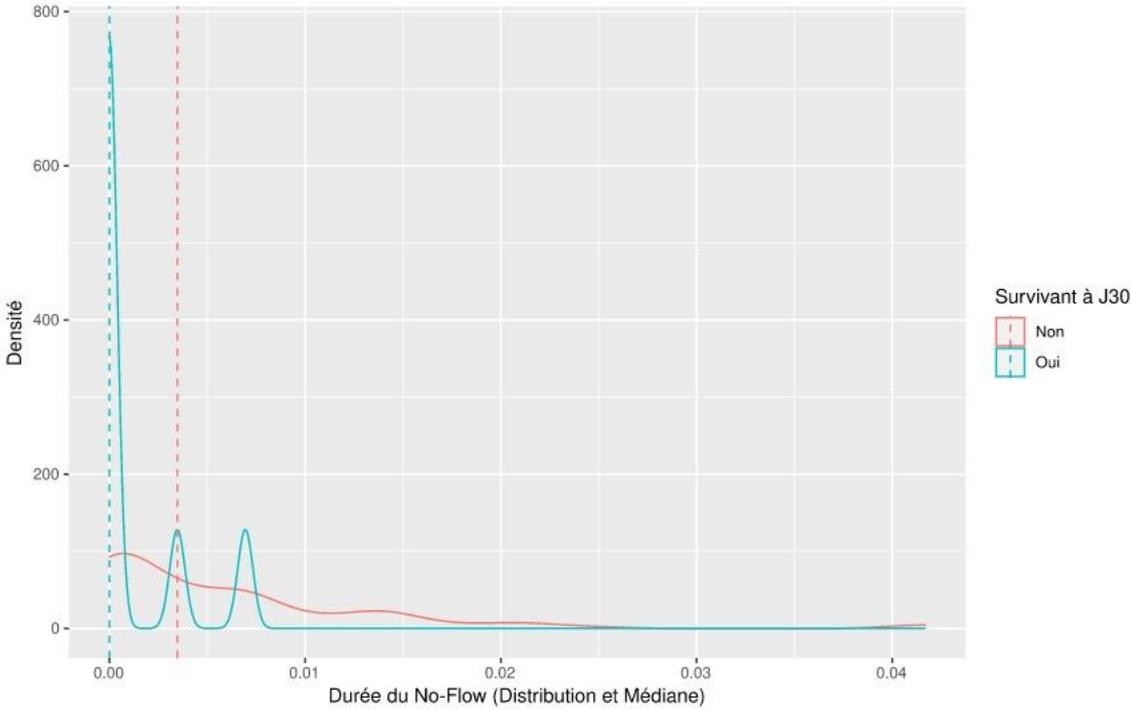


Figure 18 : Evolution de la survie en fonction de la durée de No Flow



## VII. DISCUSSION

### 1. Discussion des principaux résultats

#### a) Explication des différences entre les deux groupes

Les seules différences notables relevées dans le tableau comparatif des groupes (figure 6) concernaient les paramètres suivants :

- La température corporelle : significativement inférieure dans le groupe Time Keeper ( $p = 0,02417$ )
- Le délai de déclenchement des sapeur-pompiers : c'est-à-dire le délai entre l'appel au SAMU centre 15 (ou au centre d'appel du 18) et le déclenchement de l'équipe de sapeur-pompiers du secteur. Cette durée est significativement plus courte dans le groupe témoin ( $p=0,0004604$ )
- La durée de Low Flow, significativement plus longue dans le groupe Time Keeper ( $p = 0,03302$ )
- Le taux d'intubation difficile : significativement plus élevé dans le groupe Time Keeper ( $p = 0,01556$ )

Les différences retrouvées entre le groupe contrôle et le groupe Time Keeper concernant la température corporelle et le délai de déclenchement des sapeurs-pompiers sont probablement apparues comme significatives au cours de l'analyse du fait d'un manque de puissance de notre étude, occasionnant une inflation du risque alpha. En effet en pratique les différences sont très faibles (1 minute de différence moyenne de déclenchement des sapeurs-pompiers et 1°C de différence de température corporelle moyenne). Nous ne retiendrons donc pas ces différences pour le raisonnement et l'analyse de notre étude.

Pour ce qui concerne la différence de taux d'intubation difficile, il apparaît nettement plus important dans le groupe Time Keeper (19,3% d'intubation difficile contre 3,5% dans le groupe contrôle). Cette différence peut être expliquée par un recueil tout simplement plus exhaustif d'une réalité de terrain inchangée en pratique : l'application du protocole pousse les opérateurs à reporter avec davantage de

rigueur l'utilisation ou non de matériel d'intubation difficile, il apparaîtrait alors dans ce cas une différence « artificielle » entre les deux groupes.

L'autre hypothèse serait que dans le cadre du protocole Time Keeper, l'application plus rigoureuse des recommandations, implique un recueil plus exhaustif du nombre d'intubations difficiles.

Enfin, concernant la durée de Low Flow, en moyenne 5 minutes plus longue dans le groupe Time Keeper, il est également possible qu'elle soit en lien soit avec un manque de puissance de l'étude (majoration du risque alpha), car il n'est théoriquement pas attendu d'allongement de la durée moyenne de réanimation avec notre protocole (dont l'objectif est une amélioration des pratiques).

### b) Impact du protocole Time Keeper sur la survie à J0

L'analyse a consisté dans un premier temps en une étude de l'impact du protocole Time Keeper sur la survie à J0, correspondant au taux de reprise d'une activité circulatoire spontanée sur place, par régression logistique univariée.

Cette analyse ne retrouve pas d'impact significatif du protocole Time Keeper sur la survie à J0 (OR 1,18 ; IC95 [0.54-2.57],  $p = 0,69120$ ) comparativement au groupe contrôle après analyse univariée.

### c) Impact du protocole Time Keeper sur la survie à J30

L'analyse univariée de la survie à 30 jours par régression logistique n'a pas permis de mettre en évidence d'impact significatif du protocole Time Keeper sur la survie à 30 jours d'un arrêt cardiorespiratoire (OR 1,73 ; IC95 [0,40-8,78],  $p = 0,468$ ) comparativement au groupe contrôle. L'analyse multivariée ne retrouve pas non plus d'influence significative du protocole sur la survie à 30 jours, après prise en compte simultanée du monitoring de l'EtCO<sub>2</sub> et des durées de Low Flow et de No Flow pour calculs des Odds ratios ajustés (OR 2,80 ; IC95 [5.81e-01-1.59e+01],  $p = 0.20802$ ).

#### d) Impact du protocole Time Keeper sur le pronostic neurologique à 30 jours

Une fois de plus, nous avons réalisé des régressions logistiques afin de déterminer l'impact de l'application du protocole Time Keeper sur le pronostic neurologique à 30 jours de l'arrêt cardiorespiratoire. Cette analyse ne met pas en évidence d'effet du protocole sur les séquelles neurologiques à 30 jours par rapport au groupe contrôle (OR 0,24 ; IC 95 [0,01-1,66],  $p = 0,204$ ).

#### e) Réponses aux objectifs secondaires

Nous avons cherché, en plus des analyses de l'impact de l'application de notre protocole, à mesurer l'impact du monitoring de l'EtCO<sub>2</sub> toutes les 2 minutes sur la survie à J0 et à J30 ainsi que sur les séquelles neurologiques.

En effet, il a été montré que l'EtCO<sub>2</sub> est le reflet indirect de la perfusion des organes et donc de l'efficacité des mesures de réanimation entreprises. Notre hypothèse était qu'un suivi rapproché de l'EtCO<sub>2</sub> permettait d'évaluer de manière plus précise l'état hémodynamique du patient en arrêt cardiocirculatoire et d'adapter la prise en charge médicale afin d'améliorer la survie et le pronostic.

Notre étude retrouve :

- Un effet significatif sur la survie à J0 du monitoring de l'EtCO<sub>2</sub> (OR 2,51 ; IC95[0,54-2,57],  $p = 0,026093$ ), entre les patients ayant bénéficié d'un monitoring rapproché de l'EtCO<sub>2</sub> toutes les 2 minutes et ceux n'en ayant pas bénéficié. L'OR étant supérieur à 1, il existe en effet une association positive entre le fait de monitorer de façon rapprochée l'EtCO<sub>2</sub> toutes les 2 minutes au cours de la réanimation cardiopulmonaire et le taux de survie à J0 (c'est-à-dire le taux de retour à une activité circulatoire spontanée sur place)

- Pas d'effet significatif du monitoring de l'EtCO<sub>2</sub> retrouvé sur la survie à 30 jours (en analyse univariée OR 1,67 ; IC95[0,39-8,47], p = 0,499 ou multivariée OR 1,03 ; IC95[1.68e-01 – 5.88], p = 0,96892) ou les séquelles neurologiques (OR 1,58 ; IC95[0,25-12,39], p = 0,622)

Nous avons également dans un second temps recherché l'impact de la durée de bas débit sur le décès à J0 et J30 et le pronostic neurologique.

Pour rappel on distingue en effet deux durées fondamentales dans le cadre de l'arrêt cardiaque réanimé :

- Le No Flow : correspondant à la durée sans massage cardiaque, au cours de laquelle le patient n'a aucune activité circulatoire efficace
- Le Low Flow : correspondant à la durée de massage cardiaque, correspondant à un bas débit plus ou moins sévère selon les paramètres de réanimation

Après régressions logistiques, nous avons mis en évidence que plus le Low Flow était prolongé, plus il était positivement corrélé à :

- Une mortalité à J0 supérieure (OR 4e+58 ; IC95[3e+32 – 8e+88], p = 0,0179)
- Une mortalité à J30 supérieure en analyse univariée (OR 1.67e+81 ; IC95[2e+31 – 4e+146], p = 0,00469) et multivariée (OR 1.14e+22 – 8.7e+136] p = 0,0144)
- Davantage de séquelles neurologiques à J30 (OR 3.93e+90 ; IC95[5.81e+26-6.65e+182], p = 0, 0179)

Les Odds ratio sont positifs, démontrant une association positive entre durée de Low Flow, mortalité et séquelles.

L'analyse multivariée du décès à 30 jours permet de démontrer l'effet significatif de la durée de Low Flow sur la mortalité à 30 jours (OR 1.14e+22 – 8.7e+136] p = 0,0144) après ajustement simultané sur l'application du protocole Time Keeper, le monitoring de l'EtCO<sub>2</sub> et la durée de No Flow.

Bien que les régressions logistiques ne mettent pas en lumière d'influence du No Flow sur la mortalité et le pronostic neurologique, le test de Wilcoxon montre que les patients survivants à 30 jours ont un No Flow significativement plus court que les patients décédés à 30 jours (p = 0,03003)

Pour aller plus loin, nous avons réalisé des représentations visuelles de ces constatations :

- Le graphique en figure 17 illustre la répartition des effectifs des patients décédés à 30 jours et vivants à 30 jours (en ordonnée) en fonction du temps (en heure, en abscisse). Cette figure démontre que les patients survivants à 30 jours ont des durées de Low flow plus courtes que les patients décédés à 30 jours. Les lignes verticales indiquent les médianes des durées de Low Flow : il apparaît clairement que la médiane de Low Flow des patients survivants à 30 jours (courbe bleue) est significativement inférieure à celle des patients décédés à 30 jours de l'arrêt cardiaque.
- De la même manière, le graphique en figure 18 illustre parfaitement que l'immense majorité des patients survivants à 30 jours (courbe bleue) ont un No Flow très court, contrairement aux patients décédés à 30 jours qui ont une médiane de No Flow significativement plus longue (courbe rouge)

## 2. Limites de l'étude

Notre travail, bien que mené avec autant de rigueur que possible, présente certaines limites.

Tout d'abord, notre étude a été menée sur une courte période (6 mois). Nous avons été contraints de réduire la durée du recueil en raison des délais imposés pour validation de ce travail en vue de l'obtention du doctorat de médecine d'urgence. Néanmoins cette durée limitée présente plusieurs inconvénients dont le principal est une réduction du nombre de patients inclus. En effet, plus la durée de recueil prospectif était courte, moins le nombre d'inclusion était conséquent. Nous avons tâché de trouver le compromis le plus juste afin de réaliser le travail le plus rapidement possible tout en obtenant un nombre d'inclusion permettant potentiellement de conclure à des différences significatives. Malheureusement, il apparaît que le nombre de sujet inclus est probablement insuffisant pour tirer des conclusions fortes et solides de notre protocole car il implique un manque de puissance.

Ce manque de puissance explique probablement :

- Les différences entre les deux groupes lors de la partie de statistiques descriptives (température, taux d'intubation difficile, délais d'intervention) par inflation de l'erreur alpha.
- L'absence de différence retrouvée pour la survie et le pronostic neurologique à 30 jours entre le groupe contrôle et le groupe Time Keeper, par inflation de l'erreur bêta

De plus, notre étude étant monocentrique, son design diminue de fait le niveau de preuve de nos résultats.

Une durée de recueil limitée implique que l'incidence d'arrêts cardiaques dans notre échantillon n'est pas représentative de l'épidémiologie annuelle des arrêts cardiorespiratoires. Il aurait été probablement intéressant d'étudier l'application de notre protocole sur une année entière, ce qui aurait apporté davantage de robustesse aux résultats. En effet les conclusions tirées à partir d'une cohorte recueillie sur une année entière sembleraient d'autant plus applicables à la population générale dans l'hypothèse d'une certaine saisonnalité pouvant influencer sur le nombre d'arrêts cardio-respiratoires à l'échelle d'une année. Par ailleurs, certaines études comme celle de Jallow T et al. suggèrent qu'il existe de réelles variations significatives d'incidence d'arrêt cardiaque en pré-hospitalier à l'échelle annuelle, saisonnière et même hebdomadaire [42].

De plus, notre étude a été menée entre Octobre 2020 et Mars 2021, correspondant à la seconde vague de la pandémie mondiale de COVID-19. Cette situation sanitaire exceptionnelle a eu de lourds impacts sur le fonctionnement des services hospitaliers et notamment l'organisation des services du SAMU et du SMUR. L'épuisement des équipes, le manque d'effectifs, les modifications organisationnelles ont impacté la qualité de notre recueil de données. Nous avons rencontré des difficultés à mettre en place et à faire appliquer notre protocole d'étude visant à analyser les pratiques et modifier quelques habitudes de travail dans cette période de bouleversements. Il est donc envisageable que le protocole Time Keeper n'ait pas été appliqué de la façon la plus optimale possible, ce qui, dans ce cas, occasionnerait d'évidents biais. Dans ce contexte, il serait intéressant de renouveler l'étude après la pandémie, lorsque les

conditions de travail et l'organisation des services permettra un recueil de meilleure qualité.

Depuis le début de la crise sanitaire il a également été noté une franche diminution de l'adhésion au remplissage correct des fiches RéAC.

RéAC est un registre national de recueil d'information sur les arrêts cardiaques créé par les Professeurs Gueugniaud et Hubert. D'abord testé à Lille et à Lyon, il a secondairement été étendu à l'ensemble du territoire depuis 2012. Les objectifs de ce registre sont, entre autres [43] :

- L'étude de la survie des patients victimes d'arrêts cardiaques extrahospitaliers et de leur prise en charge
- L'évaluation de la chaîne de survie
- L'évaluation de l'application des recommandations
- La création d'indicateurs de qualité de la prise en charge

Ce registre aurait été fondamental au bon déroulement du recueil rétrospectif de notre étude. Malheureusement en raison de nombreuses données manquantes et de nombreux arrêts cardiaques non reportés nous n'avons pas pu l'utiliser pleinement.

Enfin, il semble important d'évoquer l'informatisation, intervenue entre la partie rétrospective et la partie prospective du recueil. A partir de la fin d'année 2020, les équipes du SMUR de Lille ont dû s'adapter à de nouvelles pratiques avec l'arrivée des tablettes numériques dans les véhicules, et du dossier patient informatisé se substituant à l'ancien dossier papier. Ce changement a indéniablement nécessité un temps d'adaptation, et il apparaît complexe d'avoir imposé aux équipes dans le même temps un changement de leurs pratiques et l'application d'un protocole d'étude jusqu'alors jamais testé.

Afin d'optimiser au mieux l'adhésion au protocole d'étude malgré les difficultés évoquées ci-dessus nous avons tenté d'informer au mieux les équipes sur les objectifs, le déroulement et les implications de notre étude. Nous avons également tenté d'optimiser au maximum le support de saisie des paramètres Time Keeper, en proposant un tableau rapide à remplir. Afin de nous adapter à l'informatisation du dossier médical nous avons également intégré le protocole au logiciel BISOM.

Néanmoins, malgré ces mesures, nous doutons de la qualité de l'observance au protocole, pour toutes les raisons exposées.

Enfin, les biais inhérents au recueil rétrospectifs sont inévitablement présents dans notre étude : manque de données, biais de sélection et imprécisions sont également des facteurs de faiblesse de l'étude

### 3. Forces de l'étude

Malgré ses faiblesses, notre travail présente de nombreux intérêts.

Tout d'abord, le protocole établi était unique : la bibliographie est pauvre à ce sujet, peu d'équipes ont tenté à notre connaissance de mettre en place un monitoring similaire de la réanimation cardio-pulmonaire de l'arrêt cardiorespiratoire.

La littérature ne recense à notre connaissance que deux études, ayant inspiré ce travail (étude anglaise de 2019 [32] et étude chinoise également de 2019 [41]). Ces publications retrouvaient des résultats encourageants et allant dans le sens d'une amélioration de l'adhésion à l'algorithme de réanimation cardio-pulmonaire mais ne proposaient le protocole que pour les arrêts intra-hospitaliers, et n'étudiaient pas l'effet sur le pronostic concret des patients (taux de RACS, survie à 30 jours, pronostic neurologique). Sur ce point notre étude est donc davantage exhaustive dans son protocole. Comme il a été explicité en introduction de ce travail, la majeure partie des arrêts cardio-respiratoires survient en pré-hospitalier (75%). Dans ce contexte, il nous avait paru essentiel d'appliquer ce type de procédure aux arrêts cardiaques extrahospitaliers. Notre étude est donc innovante et unique, ce qui encourage fortement à la renouveler avec d'autres équipes, sur d'autres périodes, sur de plus grandes cohortes de patients. Davantage que les résultats de notre travail, c'est ici la force du protocole proposé qu'il convient de souligner.

De plus, nous avons également souhaité combiner à ce travail une réelle évaluation des pratiques, ce qui permet de souligner les points faibles et les manquements dans le monitoring de la réanimation cardio pulmonaire. Nous avons pu mettre en évidence l'impact du monitoring rapproché de l'EtCO<sub>2</sub> sur le taux de survie à J0 (correspondant au taux de reprise d'une activité circulatoire spontanée sur place), ce

qui porte à croire qu'un suivi rigoureux des paramètres du patient au cours de la réanimation cardio-pulmonaire, afin d'adapter cette dernière, peut apporter un bénéfice notable.

La littérature au sujet du pronostic de l'arrêt cardiaque survenant en pré-hospitalier est en accord avec nos constatations : il est démontré qu'une amélioration du monitoring de la réanimation cardiopulmonaire est indispensable si l'on souhaite améliorer le pronostic des patients. L'American College of Emergency Physicians ainsi que la Society of Critical Care Medicine recommande depuis 2013, en plus des recommandations usuelles concernant la fréquence des compressions thoraciques, la ventilation et les autres guidelines déjà largement diffusées [44]

- De monitorer de manière plus précise les paramètres du patient en cours de réanimation et notamment d'élargir l'utilisation du suivi de l'EtCO<sub>2</sub>
- D'optimiser la cohésion d'équipe et de mieux définir les rôles de chacun des opérateurs de la réanimation

Nous avons recueilli de très nombreuses autres données, bien plus que les études précédemment menées en intra-hospitalier, et ce malgré les difficultés de recueil multiples (et contextuelles). Cette volonté d'exhaustivité permet d'ouvrir des perspectives d'études d'évaluation des pratiques ultérieures, sur chacun de ces paramètres. Notre étude n'a pas permis d'étudier chacune de ces variables mais il apparaît par exemple que le taux de pose de cathéter intra-osseux demeure faible (5,3% dans le groupe contrôle et 3,5% dans le groupe Time Keeper), ce qui laisse penser que les recommandations ne sont pas correctement appliquées et ouvre également la voie à des travaux ultérieurs.

Enfin, l'étude du pronostic neurologique à 30 jours combinée à celle de l'étude de l'amélioration du respect au protocole, bien que complexe, permet d'en mesurer directement les effets. L'étude du pronostic neurologique à 30 jours de notre étude tend à montrer une amélioration du nombre de patients sortis d'hospitalisation sans séquelles, qui bien que non significative, suggère tout de même un intérêt au protocole (5,56% de patients sortis à 30 jours sans séquelle dans le groupe contrôle contre 23,4% dans le groupe Time Keeper). Or, des travaux comme ceux de Sondergaard et al. ont montré en 2019 que le pronostic neurologique à 30 jours des patients était corrélé à leur pronostic neurologique à 1 an, et que les patients ayant

présenté un RACS rapide (donc des durées de No Flow et Low Flow courtes) présentaient moins de séquelles neurologiques à court, moyen et long terme [45]. Des études comme celles de Rey et al [10] vont également dans ce sens, en soulignant que les décès avant 30 jours étaient principalement de causes cardiologiques et neurologiques, ce qui confirme que le pronostic neurologique à 30 jours est un critère de jugement essentiel.

Enfin, en accord avec les constatations de notre étude concernant l'impact des durées de No Flow et Low Flow sur la mortalité, la littérature et notamment les travaux de Peskin et al. [11] confirment que ces durées d'arrêt circulatoire et de bas débit initiales ont un retentissement majeur sur la morbi/mortalité.

#### 4. Cohésion externe

Nous souhaitons achever cette discussion par une analyse contextuelle de notre étude et quelques ouvertures intéressantes sur les travaux futurs pouvant être menés autour de l'arrêt cardiaque en pré-hospitalier.

Tout d'abord, nous souhaitons évoquer le contexte dans lequel notre étude a été menée. Notre travail s'est déroulé au plein cœur d'une crise sanitaire mondiale inédite, qu'il est difficile de ne pas évoquer afin de contextualiser les résultats et les implications multiples.

La pandémie a été responsable d'une profonde désorganisation des services en raison d'un afflux de patients massif, saturant les services d'urgence et de réanimation. De plus, les mesures sanitaires mises en place ont bouleversé le quotidien et le mode de vie de la population. Ces perturbations brutales ont entraîné des répercussions sur l'incidence des arrêts cardiaques en pré-hospitalier au cours de la période et ont également modifié les circonstances de ces arrêts cardiaques.

Deux études observationnelles rétrospectives menées sur les arrêts cardiaques non traumatiques survenus en pré-hospitalier sur la région parisienne par Marijon et al. et Pechmajou et al. [46] [47], publiées après la première vague, montrent une hausse de l'incidence des arrêts cardiaques extrahospitaliers contemporaine de la première vague comparativement à l'année précédente. Au cours de cette période aucun changement démographique notable dans la population touchée n'a été retrouvé. En revanche l'étude retrouve une augmentation du nombre d'ACR au domicile, moins de réanimation par les témoins, moins de rythmes choquables, un allongement des délais d'intervention, une diminution du nombre de patients admis vivants à l'hôpital, et une diminution de la survie même après ajustement sur des facteurs confondants éventuels. Des méta-analyses menées sur les études italiennes et américaines sur le sujet [48] [49] arrivent aux mêmes conclusions : augmentation de la mortalité, moins de rythmes choquables, moins d'intervention des témoins, davantage d'arrêts cardiaques au domicile, touchant des patients isolés du fait des restrictions sanitaires.

Notre étude a logiquement exclu les patients cliniquement décédés, mais s'il on en croit la littérature à ce sujet, il pourrait alors exister d'importants biais d'attrition potentiels (hors contexte pandémique il y aurait potentiellement eu davantage d'inclusions, si l'on considère que davantage de réanimations précoces auraient pu être entreprises avant l'état de mort dépassé).

Ces constatations suggèrent une fois de plus qu'il y aurait un intérêt certain à renouveler l'essai de notre protocole à distance de la crise sanitaire, qui a manifestement significativement impactée notre population d'étude.

Enfin, nous souhaitons développer pour finir une autre ouverture en lien avec les constatations de notre étude : nous avons en effet montré que les durées de No Flow et de Low Flow avaient un impact significatif sur la morbi-mortalité des patients à court, moyen et long terme. Si l'amélioration des pratiques de la réanimation spécialisée vise à optimiser la durée de Low Flow, la durée de No Flow est, dans le cadre de l'arrêt cardiaque pré-hospitalier, bien souvent conditionnée à l'intervention d'un témoin sur les lieux. Or, l'intervention de ce témoin, et son aptitude à débiter la réanimation d'après les principes de la chaîne de survie (donner l'alerte, masser, défibriller) dépend de ses connaissances à ce sujet. Il apparaît donc important de souligner que l'amélioration du pronostic de l'arrêt cardiaque en pré-hospitalier est

également déterminée par l'éducation des populations, afin d'optimiser l'intervention des premiers témoins, en termes de délais d'intervention et d'efficacité des gestes (massage cardiaque efficace, pose du défibrillateur semi-automatique).

L'American Heart Association recommande d'élargir l'éducation des populations aux gestes qui sauvent afin d'améliorer le pronostic de l'arrêt cardiaque en pré-hospitalier. Il a même été établi un ensemble de guidelines à ce sujet afin d'optimiser les méthodes d'enseignement, par exemple par des jeux de rôle suivis d'un débriefing approfondi ou l'utilisation de matériel de simulation dans des espaces dédiés [50]

## VIII. CONCLUSION

Nous avons mené cette étude avec l'objectif d'optimiser la réanimation de l'arrêt cardiaque survenant en pré-hospitalier, tout en étudiant les pratiques professionnelles, et ce dans le but de proposer un protocole permettant d'améliorer le pronostic très sombre de l'arrêt cardiorespiratoire.

Il s'agissait d'un protocole jusqu'alors jamais éprouvé dans les conditions très particulières du pré-hospitalier, que nous avons souhaité le plus exhaustif possible. Des faiblesses notables ont impacté la puissance de notre étude et ses résultats, ce d'autant que la période d'étude, en pleine crise sanitaire, était peu propice à la réalisation de nos travaux.

Malgré ces difficultés, nous avons montré une tendance à l'amélioration du pronostic neurologique à 30 jours avec l'application du protocole, et les analyses secondaires ont démontré l'intérêt du monitoring de l'EtCO<sub>2</sub> toutes les 2 minutes sur l'amélioration du taux de RACS.

Nous sommes également parvenus à démontrer l'impact des durées de No Flow et de Low Flow sur la morbidité et la mortalité des patients.

L'ensemble de nos résultats était en accord avec la littérature sur le sujet.

Nous proposons de renouveler l'application de ce protocole à plus grande échelle, avec des équipes mieux préparées, dans un contexte sanitaire plus favorable, et sur une plus longue période afin d'en mesurer clairement les effets.

## IX. BIBLIOGRAPHIE

1. Vacheron A, Guize L, Bounhoure MM, et al. Recommandations de l'Académie nationale de médecine concernant la prise en charge extrahospitalière de l'arrêt cardiocirculatoire. *Bull Académie Natl Médecine*. 2007;191(1):149-154. doi:10.1016/S0001-4079(19)33105-X
2. Halte à l'arrêt cardiaque !, E. Alliot, J. Beaune, R. Brion, N. Danchin, A. Hagege, X. Jouven, et al. Halte à l'arrêt cardiaque !
3. Arrêt cardiaque extrahospitalier : prise en charge initiale puis en milieu cardiologique , Archives des maladies du coeur et des vaisseaux.C. Muntean ; Pavin ; P. Mabo JY. Kerharo D. Boulmier Y. Malledan JC. Daubert.
4. Soar J, Maconochie I, Wyckoff MH, et al. 2019 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: Summary From the Basic Life Support; Advanced Life Support; Pediatric Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams; and First Aid Task Forces. *Circulation*. 2019;140(24). doi:10.1161/CIR.0000000000000734
5. Nolan JP, Soar J, Zideman DA, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 1. Executive summary. *Resuscitation*. 2010;81(10):1219-1276. doi:10.1016/j.resuscitation.2010.08.021
6. Luc G, Baert V, Escutnaire J, et al. Epidemiology of out-of-hospital cardiac arrest: A French national incidence and mid-term survival rate study. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2019;38(2):131-135. doi:10.1016/j.accpm.2018.04.006
7. Anatomic features in victims of sudden coronary death. Coronary artery pathology. MJ. Davies *Circulation* . 1992 jan; vol 85, suppl 1, pp 19–24.
8. Rawles J. General practitioners and emergency treatment for patients with suspected myocardial infarction: last chance for excellence? *Discuss Pap*.:4.
9. Pell JP. Presentation, management, and outcome of out of hospital cardiopulmonary arrest: comparison by underlying aetiology. *Heart*. 2003;89(8):839-842. doi:10.1136/heart.89.8.839

10. Rey JR, Caro-Codón J, Rodríguez Sotelo L, et al. Long term clinical outcomes in survivors after out-of-hospital cardiac arrest. *Eur J Intern Med.* 2020;74:49-54. doi:10.1016/j.ejim.2019.11.024
11. Peskine A, Cariou A, Hajage D, et al. Long-Term Disabilities of Survivors of Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Chest.* 2021;159(2):699-711. doi:10.1016/j.chest.2020.07.022
12. 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.* 1991;83(5):1832-1847. doi:10.1161/01.CIR.83.5.1832
13. Olasveengen TM, Semeraro F, Ristagno G, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Basic Life Support. *Resuscitation.* 2021;161:98-114. doi:10.1016/j.resuscitation.2021.02.009
14. Cummins RO. From concept to standard-of-care? Review of the clinical experience with automated external defibrillators. *Ann Emerg Med.* 1989;18(12):1269-1275. doi:10.1016/S0196-0644(89)80257-4
15. Caffrey SL, Becker LB. Public Use of Automated External Defibrillators. *N Engl J Med.* Published online 2002:6.
16. Cobb LA, Fahrenbruch CE, Walsh LTR, et al. Influence of Cardiopulmonary Resuscitation Prior to Defibrillation in Patients With Out-of-Hospital Ventricular Fibrillation. :7.
17. France, Bureau du métier de sapeur-pompier de la formation et des équipements. *Formation à l'utilisation du défibrillateur semi-automatique: guide national de référence.* Ministère de l'intérieur; 2002.
18. Ewy GA. Cardiopulmonary Resuscitation — Strengthening the Links in the Chain of Survival. *N Engl J Med.* 2000;342(21):1599-1601. doi:10.1056/NEJM200005253422109

19. Yannopoulos D, Aufderheide TP, Abella BS, et al. Quality of CPR: An important effect modifier in cardiac arrest clinical outcomes and intervention effectiveness trials. *Resuscitation*. 2015;94:106-113.  
doi:10.1016/j.resuscitation.2015.06.004
20. Cassan P. Les recommandations européennes sur l'arrêt cardiaque, quoi de neuf? *Presse Médicale*. 2017;46(7-8):766-771. doi:10.1016/j.lpm.2017.06.008
21. Hopkins CL, Burk C, Moser S, Meersman J, Baldwin C, Youngquist ST. Implementation of Pit Crew Approach and Cardiopulmonary Resuscitation Metrics for Out-of-Hospital Cardiac Arrest Improves Patient Survival and Neurological Outcome. *J Am Heart Assoc*. 2016;5(1). doi:10.1161/JAHA.115.002892
22. Chan M, Fehlmann CA, Pasquier M, Suppan L, Savoldelli GL. Endotracheal Intubation Success Rate in an Urban, Supervised, Resident-Staffed Emergency Mobile System: An 11-Year Retrospective Cohort Study. *J Clin Med*. 2020;9(1):238. doi:10.3390/jcm9010238
23. Idris AH, Guffey D, Pepe PE, et al. Chest Compression Rates and Survival Following Out-of-Hospital Cardiac Arrest\*: *Crit Care Med*. 2015;43(4):840-848. doi:10.1097/CCM.0000000000000824
24. Petitpas F, Guenezan J, Vendevre T, Scepi M, Oriot D, Mimoz O. Use of intra-osseous access in adults: a systematic review. *Crit Care*. 2016;20(1):102. doi:10.1186/s13054-016-1277-6
25. Hsieh Y-L, Wu M-C, Wolfshohl J, et al. Intraosseous versus intravenous vascular access during cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2021;29(1):44. doi:10.1186/s13049-021-00858-6
26. Aves T, Chopra A, Patel M, Lin S. Epinephrine for Out-of-Hospital Cardiac Arrest: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis\*. *Crit Care Med*. 2020;48(2):225-229. doi:10.1097/CCM.0000000000004130

27. Pasupula DK, Bhat A, Siddappa Malleshappa SK, et al. Impact of Change in 2010 American Heart Association Cardiopulmonary Resuscitation Guidelines on Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest in the United States: An Analysis From 2006 to 2015. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2020;13(2). doi:10.1161/CIRCEP.119.007843
28. Sandroni C, De Santis P, D'Arrigo S. Capnography during cardiac arrest. *Resuscitation.* 2018;132:73-77. doi:10.1016/j.resuscitation.2018.08.018
29. Wu C, You J, Liu S, et al. Effect of a feedback system on the quality of 2-minute chest compression-only cardiopulmonary resuscitation: a randomised crossover simulation study. *J Int Med Res.* 2020;48(4):030006051989444. doi:10.1177/0300060519894440
30. Li H, Wu J, Zhang Y, Jing X. Meta-analysis of mechanical versus manual chest compressions in cardiopulmonary resuscitation. *J Am Coll Cardiol.* 2018;72(16):C243-C244. doi:10.1016/j.jacc.2018.08.1057
31. Marquez AM, Morgan RW, Ross CE, Berg RA, Sutton RM. Physiology-directed cardiopulmonary resuscitation: advances in precision monitoring during cardiac arrest. *Curr Opin Crit Care.* 2018;24(3):143-150. doi:10.1097/MCC.0000000000000499
32. Crowley CP, Logiudice RE, Saliccioli JD, McCannon JB, Clardy PF. Initiation and Assessment of Timekeeping Roles During In-Hospital Cardiac Arrests to Track Rhythm Checks and Epinephrine Dosing. *Crit Care Explor.* 2020;2(1):e0069. doi:10.1097/CCE.0000000000000069
33. Lauridsen KG, Watanabe I, Løfgren B, et al. Standardising communication to improve in-hospital cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation.* 2020;147:73-80. doi:10.1016/j.resuscitation.2019.12.013
34. Tamminen J, Lydén E, Kurki J, Huhtala H, Kämäräinen A, Hoppu S. Spontaneous trigger words associated with confirmed out-of-hospital cardiac arrest: a descriptive pilot study of emergency calls. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2020;28(1):1. doi:10.1186/s13049-019-0696-1

35. Afzalimoghaddam M, Karimialavijeh E, Zakipour G, Mirfazaelian H, Nejati A, Payandemehr P. Developing a Checklist for Cardiopulmonary Resuscitation (CPR) Quality Control in Emergency Department; a Qualitative Study. :5.
36. Sutton RM, French B, Meaney PA, et al. Physiologic monitoring of CPR quality during adult cardiac arrest: A propensity-matched cohort study. *Resuscitation*. 2016;106:76-82. doi:10.1016/j.resuscitation.2016.06.018
37. Cordioli RL, Lyazidi A, Rey N, et al. Impact of ventilation strategies during chest compression. An experimental study with clinical observations. *J Appl Physiol*. 2016;120(2):196-203. doi:10.1152/jappphysiol.00632.2015
38. Kim C, Fahrenbruch CE, Cobb LA, Eisenberg MS. Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Men and Women. :5.
39. Page RL, Joglar JA, Kowal RC, et al. Use of Automated External Defibrillators by a U.S. Airline. *N Engl J Med*. 2000;343(17):1210-1216. doi:10.1056/NEJM200010263431702
40. Rifler DJP. S..M. Laye, F. Guillaumée, L. Raquin, P. Petit. Expérience de dix ans de défibrillation semi- automatique dans l'arrêt cardiaque extra hospitalier. SAMU 69, Hôpital E. Herriot, Place d'Arsonval, 69003 Lyon. Communication congrès Urgences 2002. :40.
41. Clinical practice and evaluation of management of patients based on clinical pathway of emergency respiratory and cardiac arrest Ge Zi, Xia Zhijie, Ma Ke, Cao Jun, Mao Shanlin, Gong Lilin Department of Emergency-Critical Care Medicine, Huashan North Hospital, Fudan University, DOI : 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.03.011.
42. Jallow T, Wennberg P, Forslund A-S. Temporal variation in out-of-hospital cardiac arrest with validated cardiac cause. *Scand Cardiovasc J*. 2018;52(3):149-155. doi:10.1080/14017431.2018.1453080
43. Escutnaire J, Vilhelm C, Baert V, Gueugniaud PY, Helft G, Hubert H. RéAC : un registre au service des praticiens, au bénéfice des patients. *MISE AU POINT*.:6.

44. Meaney PA, Bobrow BJ, Mancini ME, et al. Cardiopulmonary Resuscitation Quality: Improving Cardiac Resuscitation Outcomes Both Inside and Outside the Hospital: A Consensus Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2013;128(4):417-435. doi:10.1161/CIR.0b013e31829d8654
45. Sondergaard KB, Riddersholm S, Wissenberg M, et al. Out-of-hospital cardiac arrest: 30-day survival and 1-year risk of anoxic brain damage or nursing home admission according to consciousness status at hospital arrival. *Resuscitation*. 2020;148:251-258. doi:10.1016/j.resuscitation.2019.12.006
46. Marijon E, Karam N, Jost D, et al. Out-of-hospital cardiac arrest during the COVID-19 pandemic in Paris, France: a population-based, observational study. *Lancet Public Health*. 2020;5(8):e437-e443. doi:10.1016/S2468-2667(20)30117-1
47. Pechmajou L, Marijon E, Perrot D, Jouven X, Karam N. Arrêt cardiaque extrahospitalier et pandémie de la COVID-19. *Ann Cardiol Angéiologie*. 2020;69(6):365-369. doi:10.1016/j.ancard.2020.10.003
48. Scquizzato T, Landoni G, Paoli A, et al. Effects of COVID-19 pandemic on out-of-hospital cardiac arrests: A systematic review. *Resuscitation*. 2020;157:241-247. doi:10.1016/j.resuscitation.2020.10.020
49. Singh S, Fong HK, Mercedes BR, Serwat A, Malik FA, Desai R. COVID-19 and out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2020;156:164-166. doi:10.1016/j.resuscitation.2020.08.133
50. Cheng A, Nadkarni VM, Mancini MB, et al. Resuscitation Education Science: Educational Strategies to Improve Outcomes From Cardiac Arrest: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2018;138(6). doi:10.1161/CIR.0000000000000583

## SERMENT D'HIPPOCRATE

Je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité  
dans l'exercice de la Médecine.

Je promets et je jure de conformer strictement ma conduite  
professionnelle aux principes traditionnels.

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

Je garderai le respect absolu de la vie humaine.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes  
connaissances médicales contre les lois de l'Humanité.

Respectueuse et reconnaissante envers mes maîtres, je rendrai à leurs  
enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pairs.

Que les Hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes  
promesses.

Que je sois couverte d'opprobre et méprisée de mes Confrères si j'y  
manque

**AUTEUR : POURTIER Manon**

**Date de soutenance : 14 septembre 2021**

**Titre de la thèse : Time Keeper et arrêt cardio circulatoire en pré-hospitalier : évaluation de la prise en charge des arrêts cardiocirculatoires par le SMUR de Lille et de l'impact d'un monitoring par Time Keeper sur les séquelles post arrêt cardiocirculatoire**

**Thèse - Médecine - Lille « 2021 »**

**Cadre de classement : Médecine**

**DES : Médecine d'urgence**

**Mots-clés : arrêt cardiaque, Time Keeper, pronostic, séquelles neurologiques**

**Résumé : Contexte** : L'arrêt cardiorespiratoire est une pathologie d'une extrême gravité d'emblée, au pronostic sombre à court, moyen et long terme. On dénombre en moyenne 46 000 arrêts cardiaques par an en France, dont 75% surviennent au domicile. L'application de l'algorithme de réanimation cardiopulmonaire est difficile dans le contexte du préhospitalier impactant la survie et le pronostic neurologique des patients. Quelques rares études sur l'arrêt cardiaque intra-hospitalier ont testé l'introduction de protocoles « Time Keeper » où un opérateur de la réanimation de l'arrêt cardiaque est chargé de monitorer le temps : les résultats préliminaires montraient une optimisation de la réanimation et un impact positif sur la morbidité et la mortalité de l'arrêt cardiorespiratoire. Nous avons souhaité tester un protocole de ce type sur l'arrêt cardiaque survenant en pré-hospitalier et réaliser une évaluation des pratiques professionnelles dans le but de mesurer l'impact du protocole Time Keeper sur l'amélioration de la survie et de la morbi-mortalité aigue et à distance de l'arrêt cardio respiratoire.

**Méthode** : Etude de cohorte prospective monocentrique menée au sein du SAMU 59, sur la métropole lilloise uniquement, d'octobre 2020 à mars 2021 et recueil rétrospectif comparatif d'octobre 2019 à mars 2020.

**Résultats & discussion** : Nous avons inclus 57 ACR dans le groupe contrôle et 57 ACR dans le groupe Time Keeper. Notre étude n'a pas permis de mettre en évidence d'effet du protocole Time Keeper sur la survie à J0 (OR 1,17, IC95%[0,54;2,57], p = 0,6912), sur la survie à J30 (OR 1,73, IC95%[0,40;8,78], p = 0,468), ou sur le pronostic neurologique (OR 0,24, IC95%[0,01 ;1,66], p = 0,204). En revanche, nous avons montré que le monitoring de l'EtCO<sub>2</sub> toutes les 2 minutes au cours de la réanimation cardiorespiratoire était associé à une survie à J0 supérieure (OR 2,51, IC95%[1,13 ;5,75], p = 0,026093), et donc à une augmentation du taux de RACS. De plus nous avons montré un impact négatif du LF sur le décès à J0 (p = 0,0179), sur le décès à J30 (p = 0,0144) et sur les séquelles neurologiques (p = 0,0179). Il a également été démontré que les patients décédés à J30 avaient présenté des durées de No Flow supérieures aux survivants à J30 (p = 0,03003)

**Conclusion** : Notre étude, bien que non significative sur les critères de jugement principaux en raison d'un manque de puissance, propose un protocole innovant qu'il sera intéressant de renouveler à plus grande échelle. Il semble essentiel, au regard des corrélations entre LF, NF et morbi/mortalité d'améliorer nos pratiques. La piste du monitoring rapproché de l'EtCO<sub>2</sub> pour optimiser la RCP semble prometteuse.

**Composition du Jury :**

**Président : Monsieur le Professeur Éric WIEL**

**Assesseurs : Monsieur le Professeur Hervé HUBERT**

**Directeur de thèse : Madame le Docteur Rita FAKIH**

