



HAL
open science

Analyse des arrêts cardiaques extra-hospitaliers pris en charge par les médecins correspondants SAMU sur le territoire nord alpin au cours de la période 2007-2019

Vincent Bernard

► **To cite this version:**

Vincent Bernard. Analyse des arrêts cardiaques extra-hospitaliers pris en charge par les médecins correspondants SAMU sur le territoire nord alpin au cours de la période 2007-2019. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-02959346

HAL Id: dumas-02959346

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02959346v1>

Submitted on 6 Oct 2020

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

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

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance.

La propriété intellectuelle du document reste entièrement celle du ou des auteurs. Les utilisateurs doivent respecter le droit d'auteur selon la législation en vigueur, et sont soumis aux règles habituelles du bon usage, comme pour les publications sur papier : respect des travaux originaux, citation, interdiction du pillage intellectuel, etc.

Il est mis à disposition de toute personne intéressée par l'intermédiaire de [l'archive ouverte DUMAS](#) (Dépôt Universitaire de Mémoires Après Soutenance).

Si vous désirez contacter son ou ses auteurs, nous vous invitons à consulter la page de DUMAS présentant le document. Si l'auteur l'a autorisé, son adresse mail apparaîtra lorsque vous cliquerez sur le bouton « Détails » (à droite du nom).

Dans le cas contraire, vous pouvez consulter en ligne les annuaires de l'ordre des médecins, des pharmaciens et des sages-femmes.

Contact à la Bibliothèque universitaire de Médecine
Pharmacie de Grenoble :
bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr

Année : 2020

**ANALYSE DES ARRETS CARDIAQUES EXTRA-
HOSPITALIERS PRIS EN CHARGE PAR LES MEDECINS
CORRESPONDANTS SAMU SUR LE TERRITOIRE NORD
ALPIN AU COURS DE LA PERIODE 2007-2019**

THÈSE
PRÉSENTÉE POUR L'OBTENTION DU TITRE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

DIPLÔME D'ÉTAT

Vincent BERNARD

[Données à caractère personnel]

THÈSE SOUTENUE PUBLIQUEMENT À LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE
GRENOBLE

Le : 02/10/2020

DEVANT LE JURY COMPOSÉ DE

Président du jury :

M. le Professeur DEBATY Guillaume

Membres :

M. le Professeur VANZETTO Gérald

M. le Docteur LEDOUX Jean-Nicolas

M. le Docteur AUDEMA Bernard

M. le Docteur FAGE Jean-François (Directeur de thèse)

L'UFR de Médecine de Grenoble n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions sont considérées comme propres à leurs auteurs.

Doyen de la Faculté : Pr. Patrice MORAND

Année 2019-2020

ENSEIGNANTS DE L'UFR DE MEDECINE

| CORPS | NOM-PRENOM | Discipline universitaire |
|------------|-------------------------------|---|
| PU-PH | ALBALADEJO Pierre | Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire |
| PU-PH | APEL Florent | Ophthalmologie |
| PU-PH | ARVIEUX-BARTHELEMY Catherine | Chirurgie viscérale et digestive |
| PU-PH | BAILLET Athan | Rhumatologie |
| PU-PH | BARONE-ROCHETTE Gilles | Cardiologie |
| PU-PH | BAYAT Sam | Physiologie |
| MCF Ass.MG | BENDAMENE Farouk | Médecine Générale |
| PU-PH | BENHAMOU Pierre Yves | Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques |
| PU-PH | BERGER François | Biologie cellulaire |
| MCU-PH | BIDART-COUTTON Marie | Biologie cellulaire |
| PU-PH | BLAISE Sophie | Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire |
| MCU-PH | BOISSET Sandrine | Bactériologie-virologie |
| PU-PH | BOLLA Michel | Cancérologie-Radiothérapie |
| PU-PH | BONAZ Bruno | Gastroentérologie, hépatologie, addictologie |
| PU-PH | BONNETERRE Vincent | Médecine et santé au travail |
| PU-PH | BOREL Anne-Laure | Nutrition |
| PU-PH | BOSSON Jean-Luc | Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication |
| MCU-PH | BOTTARI Serge | Biologie cellulaire |
| PR Ass.MG | BOUCHAUD Jacques | Médecine Générale |
| PU-PH | BOUGEROL Thierry | Psychiatrie d'adultes |
| PU-PH | BOUILLET Laurence | Médecine interne |
| MCU-PH | BOUSSAT Bastien | Epidémiologie, économie de la santé et prévention |
| PU-PH | BOUZAT Pierre | Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire |
| PU-PH | BRAMBILLA Christian | Pneumologie |
| PU-PH | BRAMBILLA Elisabeth | Anatomie et cytologie pathologiques |
| MCU-PH | BRENIER-PINCHART Marie Pierre | Parasitologie et mycologie |
| PU-PH | BRICAULT Ivan | Radiologie et imagerie médicale |
| PU-PH | BRICHON Pierre-Yves | Chirurgie thoracique et cardiovasculaire |
| MCU-PH | BRIOT Raphaël | Thérapeutique-médecine de la douleur |
| MCU-PH | BROUILLET Sophie | Biologie et médecine du développement et de la reproduction |
| PU-PH | CAHN Jean-Yves | Hématologie |
| PU-PH | CARPENTIER Patrick | Chirurgie vasculaire, médecine vasculaire |
| PR Ass.MG | CARRILLO Yannick | Médecine Générale |
| PU-PH | CESBRON Jean-Yves | Immunologie |
| PU-PH | CHABARDES Stephan | Neurochirurgie |
| PU-PH | CHABRE Olivier | Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques |
| PU-PH | CHAFFANJON Philippe | Anatomie |

| CORPS | NOM-PRENOM | Discipline universitaire |
|------------|-------------------------|---|
| PU-PH | CHARLES Julie | Dermato-vénéréologie |
| MCF Ass.MG | CHAUVET Marion | Médecine Générale |
| PU-PH | CHAVANON Olivier | Chirurgie thoracique et cardio- vasculaire |
| PU-PH | CHIQUET Christophe | Ophthalmologie |
| PU-PH | CHIRICA Mircea | Chirurgie viscérale et digestive |
| PU-PH | CINQUIN Philippe | Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication |
| MCU-PH | CLAVARINO Giovanna | Immunologie |
| PU-PH | COHEN Olivier | Histologie, embryologie et cytogénétique |
| PU-PH | COURVOISIER Aurélien | Chirurgie infantile |
| PU-PH | COUTTON Charles | Génétique |
| PU-PH | COUTURIER Pascal | Gériatrie et biologie du vieillissement |
| PU-PH | CRACOWSKI Jean-Luc | Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique |
| PU-PH | CURE Hervé | Cancérologie |
| PU-PH | DEBATY Guillaume | Médecine d'Urgence |
| PU-PH | DEBILLON Thierry | Pédiatrie |
| PU-PH | DECAENS Thomas | Gastro-entérologie, Hépatologie |
| PU-PH | DEMATTEIS Maurice | Addictologie |
| PU-PH | DEMONGEOT Jacques | Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication |
| MCU-PH | DERANSART Colin | Physiologie |
| PU-PH | DESCOTES Jean-Luc | Urologie |
| PU-PH | DETANTE Olivier | Neurologie |
| MCU-PH | DIETERICH Klaus | Génétique |
| MCU-PH | DOUTRELEAU Stéphane | Physiologie |
| MCU-PH | DUMESTRE-PERARD Chantal | Immunologie |
| PU-PH | EPAULARD Olivier | Maladies infectieuses ; Maladies tropicales |
| PU-PH | ESTEVE François | Biophysique et médecine nucléaire |
| MCU-PH | EYSSERIC Hélène | Médecine légale et droit de la santé |
| PU-PH | FAUCHERON Jean-Luc | Chirurgie viscérale et digestive |
| MCU-PH | FAURE Julien | Biochimie et biologie moléculaire |
| PU-PH | FERRETTI Gilbert | Radiologie et imagerie médicale |
| PU-PH | FEUERSTEIN Claude | Physiologie |
| PU-PH | FONTAINE Éric | Nutrition |
| PU-PH | FRANCOIS Patrice | Epidémiologie, économie de la santé et prévention |
| MCU-MG | GABOREAU Yoann | Médecine Générale |
| PU-PH | GARBAN Frédéric | Hématologie ; Transfusion |
| PU-PH | GAUDIN Philippe | Rhumatologie |
| PU-PH | GAVAZZI Gaétan | Gériatrie et biologie du vieillissement |
| PU-PH | GAY Emmanuel | Neurochirurgie |
| MCU-PH | GILLOIS Pierre | Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication |
| PU-PH | GIOT Jean-Philippe | Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique |
| MCU-PH | GRAND Sylvie | Radiologie et imagerie médicale |
| PU-PH | GRIFFET Jacques | Chirurgie infantile |
| MCU-PH | GUZUN Rita | Nutrition |
| PU-PH | HAINAUT Pierre | Biochimie et biologie moléculaire |
| PU-PH | HALIMI Serge | Nutrition |
| PU-PH | HENNEBICQ Sylviane | Biologie et médecine du développement et de la reproduction |
| PU-PH | HOFFMANN Pascale | Gynécologie-obstétrique |

| CORPS | NOM-PRENOM | Discipline universitaire |
|------------|--------------------------------------|---|
| PU-PH | HOMMEL Marc | Neurologie |
| PU-MG | IMBERT Patrick | Médecine Générale |
| PU-PH | JOUK Pierre-Simon | Génétique |
| PU-PH | KAHANE Philippe | Physiologie |
| MCU-PH | KASTLER Adrian | Radiologie et imagerie médicale |
| PU-PH | KRAINIK Alexandre | Radiologie et imagerie médicale |
| PU-PH | LABARERE José | Epidémiologie, économie de la santé et prévention |
| MCU-PH | LABLANCHE Sandrine | Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques |
| MCU-PH | LANDELLE Caroline | Bactériologie – virologie ; Hygiène hospitalière |
| PU-PH | LANTUEJOU Sylvie | Anatomie et cytologie pathologiques |
| MCU-PH | LARDY Bernard | Biochimie et biologie moléculaire |
| MCU - PH | LE GOUELLEC Audrey | Biochimie et biologie moléculaire |
| PU-PH | LECCIA Marie-Thérèse | Dermato-vénéréologie |
| MCF Ass.MG | LEDOUX Jean-Nicolas | Médecine Générale |
| PU-PH | LEROY Vincent | Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie |
| PU-PH | LETOUBLON Christian | Chirurgie viscérale et digestive |
| PU-PH | LEVY Patrick | Physiologie |
| PU-PH | LONG Jean-Alexandre | Urologie |
| MCU-PH | LUPO Julien | Bactériologie-virologie |
| PU-PH | MAGNE Jean-Luc | Chirurgie vasculaire ; Médecine vasculaire |
| MCU-PH | MAIGNAN Maxime | Médecine d'urgence |
| PU-PH | MAITRE Anne | Médecine et santé au travail |
| MCU-PH | MALLARET Marie-Reine | Hygiène hospitalière |
| PU-PH | MALLION Jean-Michel | Cardiologie |
| MCU-PH | MARLU Raphaël | Hématologie ; Transfusion |
| MCU-PH | MAUBON Danièle | Parasitologie et mycologie |
| PU-PH | MAURIN Max | Bactériologie-virologie |
| MCU-PH | MC LEER Anne | Histologie, embryologie et cytogénétique |
| MCU-PH | MONDET Julie | Histologie, embryologie et cytogénétique |
| PU-PH | MORAND Patrice | Bactériologie-virologie |
| PU-PH | MOREAU-GAUDRY Alexandre | Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication |
| PU-PH | MORO Elena | Neurologie |
| PU-PH | MORO-SIBILOT Denis | Pneumologie |
| MCU-PH | MORTAMET Guillaume | Pédiatrie |
| PU-PH | MOUSSEAU Mireille | Cancérologie |
| PU-PH | MOUTET François | Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie |
| MCF Ass.MG | ODDOU Christel | Médecine Générale |
| MCU-PH | PACLET Marie-Hélène | Biochimie et biologie moléculaire |
| PU-PH | PAILHE Régis | Chirurgie orthopédique et traumatologie |
| PU-PH | PALOMBI Olivier | Anatomie |
| PU-PH | PARK Sophie | Hématologie ; Transfusion |
| PU-PH | PASSAGGIA Jean-Guy | Anatomie |
| PR Ass.MG | PAUMIER-DESBRIERES Françoise | Médecine Générale |
| PU-PH | PAYEN DE LA GARANDERIE Jean-François | Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire |
| MCU-PH | PAYSANT François | Médecine légale et droit de la santé |
| MCU-PH | PELLETIER Laurent | Biologie cellulaire |
| PU-PH | PELLOUX Hervé | Parasitologie et mycologie |

| CORPS | NOM-PRENOM | Discipline universitaire |
|------------|------------------------------|---|
| PU-PH | PEPIN Jean-Louis | Physiologie |
| PU-PH | PERENNOU Dominique | Médecine physique et de réadaptation |
| PU-PH | PERNOD Gilles | Médecine vasculaire |
| PU-PH | PIOLAT Christian | Chirurgie infantile |
| PU-PH | PISON Christophe | Pneumologie |
| PU-PH | PLANTAZ Dominique | Pédiatrie |
| PU-PH | POIGNARD Pascal | Bactériologie-virologie |
| PU-PH | POLACK Benoît | Hématologie |
| PU-PH | POLOSAN Mircea | Psychiatrie d'adultes |
| PU-PH | RAMBEAUD Jean-Jacques | Urologie |
| PU-PH | RAY Pierre | Biologie et médecine du développement et de la reproduction |
| MCU-PH | RENDU John | Biochimie et biologie moléculaire |
| MCU-PH | RIALLE Vincent | Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication |
| PU-PH | RIETHMULLER Didier | Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale |
| PU-PH | RIGHINI Christian | Oto-rhino-laryngologie |
| PU-PH | ROMANET Jean Paul | Ophthalmologie |
| PU-PH | ROSTAING Lionel | Néphrologie |
| MCU-PH | ROUSTIT Matthieu | Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie |
| MCU-PH | ROUX-BUISSON Nathalie | Biochimie et biologie moléculaire |
| MCF Ass.MG | ROYER DE VERICOURT Guillaume | Médecine Générale |
| MCU-PH | RUBIO Amandine | Pédiatrie |
| PU-PH | SARAGAGLIA Dominique | Chirurgie orthopédique et traumatologie |
| MCU-PH | SATRE Véronique | Génétique |
| PU-PH | SAUDOU Frédéric | Biologie cellulaire |
| PU-PH | SCHMERBER Sébastien | Oto-rhino-laryngologie |
| PU-PH | SCHWEBEL Carole | Médecine intensive-réanimation |
| PU-PH | SCOLAN Virginie | Médecine légale et droit de la santé |
| MCU-PH | SEIGNEURIN Arnaud | Epidémiologie, économie de la santé et prévention |
| PU-PH | STAHL Jean-Paul | Maladies infectieuses ; Maladies tropicales |
| PU-PH | STANKE Françoise | Pharmacologie fondamentale |
| MCU-PH | STASIA Marie-José | Biochimie et biologie moléculaire |
| PU-PH | STURM Nathalie | Anatomie et cytologie pathologiques |
| PU-PH | TAMISIER Renaud | Physiologie |
| PU-PH | TERZI Nicolas | Médecine intensive-réanimation |
| MCU-PH | TOFFART Anne-Claire | Pneumologie |
| PU-PH | TONETTI Jérôme | Chirurgie orthopédique et traumatologie |
| PU-PH | TOUSSAINT Bertrand | Biochimie et biologie moléculaire |
| PU-PH | VANZETTO Gérald | Cardiologie |
| PU-PH | VUILLEZ Jean-Philippe | Biophysique et médecine nucléaire |
| PU-PH | WEIL Georges | Epidémiologie, économie de la santé et prévention |
| PU-PH | ZAOUI Philippe | Néphrologie |
| PU-PH | ZARSKI Jean-Pierre | Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie |

PU-PH : Professeur des Universités - Praticiens Hospitaliers

MCU-PH : Maître de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers

PU-MG : Professeur des Universités de Médecine Générale

MCU-MG : Maître de Conférences des Universités de Médecine Générale

PR Ass.MG : Professeur des Universités Associé de Médecine Générale

MCF Ass.MG : Maître de Conférences Associé de Médecine Générale

REMERCIEMENTS

J'adresse mes sincères remerciements,

A Monsieur le Professeur Guillaume Debaty, pour m'avoir proposé ce sujet de thèse, et pour l'honneur que vous me faites d'accepter la présidence de ce jury de thèse.

A Monsieur le Professeur Gérald Vanzetto, à Monsieur le Docteur Jean-Nicolas Ledoux, et à Monsieur le Docteur Bernard Audema, pour avoir accepté avec une grande amabilité de faire partie de ce jury de thèse.

A Monsieur le Docteur Jean-François Fage, pour avoir eu le courage d'accepter de diriger ce travail, ainsi que pour ton exigence et ta patience souvent mise à rude épreuve. Ta réactivité, ta bienveillance et ton soutien permanent m'ont été d'une grande aide. Heureux de t'avoir eu pour directeur de thèse !

A Cécile Ricard, pour l'ensemble du travail d'analyse statistique réalisé pour cette étude, mais surtout pour ta disponibilité et ton aide inestimable !

Au Docteur Loic Belle, à Emilie Launet, ainsi qu'à l'ensemble de l'équipe du RENAUI, pour avoir facilité mes démarches et pour l'ensemble de votre contribution à la réalisation de ce travail.

A Marie Cottarel-Schüssler, pour ton aide constante depuis le début de ce projet.

Au Docteur Arnaud Michalon et à Cécile Kerouredan du SAMU 74, au Docteur Julien Turk du SAMU 73, à Isabelle Exertier et à Aurélie Poncet du SAMU 38, au Docteur Damien Viglino, pour votre aide et votre participation à ce travail.

A Emilie, à Marion et à mon père pour votre relecture attentive et vos remarques pertinentes.

A l'ensemble de mes compagnons de route, de soirées ou de cordées, à mes CoTut', mes CoChef tut', mes Coloc', mes Cointernes, à vous mes amis, pour toutes les aventures alpines et tutoresques, pour tous les bons moments partagés aux détours de ce chemin de croix ! Les trajectoires de nos vies nous ont souvent éloignés, mais nombreuses sont les occasions de se retrouver, avec toujours le même plaisir !

A Colin, toi qui as posé les fondations et dessiné les contours de ce sujet de thèse quelques années plus tôt, pour m'avoir fait découvrir la médecine de montagne, le réseau MCS, et le Relai des Dahus ! A nos bêtises passées et futures, à pied, à vélo ou à ski !

A Marion, Juliette, Emilie et Bastien pour votre chaleureux accueil !

A toi Jeff, pour mes premiers pas d'toubib, d'MCS et d'grimpeur, pour toutes ces belles courses dans l'Oisans, le Gard ou en Vénétie, et tous ces bons moments qu'il nous reste à partager autour d'une cervoise ou en altitude ! Mais surtout... pour ton humour sans pareil !

Et à toute ma famille, pour m'avoir toujours soutenu ! Sans vous je n'aurais pu suivre cette nouvelle voie...

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|-----------|
| REMERCIEMENTS | 6 |
| TABLE DES MATIERES | 8 |
| TABLE DES ILLUSTRATIONS..... | 11 |
| TABLEAUX | 11 |
| FIGURES..... | 11 |
| ABREVIATIONS | 12 |
| RESUME | 14 |
| ABSTRACT | 16 |
| I INTRODUCTION | 18 |
| 1 L'AIDE MEDICALE URGENTE..... | 20 |
| 1.1 <i>Le Service d'Aide Médicale Urgente - SAMU</i> | <i>20</i> |
| 1.2 <i>Répartition des SAMU et des SMUR sur l'arc nord-alpin.....</i> | <i>21</i> |
| 1.3 <i>Prises en charges préhospitalières de l'arrêt cardiaque en France, en Europe et aux Etats-Unis ...</i> | <i>22</i> |
| 1.4 <i>Délai d'intervention du SMUR et des sapeurs-pompiers en France et dans le monde</i> | <i>25</i> |
| 2 LE RESEAU MEDECINS CORRESPONDANT DU SAMU..... | 26 |
| 2.1 <i>Origine et histoire du réseau MCS en France et sur l'arc nord alpin.</i> | <i>27</i> |
| 2.2 <i>Cahier des charges du MCS</i> | <i>29</i> |
| 2.3 <i>Rôle des instances dans le dispositif MCS.....</i> | <i>30</i> |
| 2.4 <i>L'activité du réseau MCS AuRA en 2019.....</i> | <i>31</i> |
| 2.5 <i>Le réseau Médecin de Montagne</i> | <i>31</i> |
| 3 LE RESEAU NORD ALPIN DES URGENCES (RENAU)..... | 32 |
| 3.1 <i>Les missions du RENAU.....</i> | <i>32</i> |
| 3.2 <i>Le registre des arrêts cardiaques du RENAU</i> | <i>33</i> |
| 3.3 <i>Le Registre électronique des Arrêts Cardiaques - RéAC.....</i> | <i>34</i> |
| 4 L'ARRET CARDIAQUE..... | 35 |
| 4.1 <i>Définition</i> | <i>35</i> |
| 4.2 <i>Epidémiologie.....</i> | <i>35</i> |
| 4.2.1 <i>Arrêts cardiaques en Europe et dans le monde</i> | <i>35</i> |
| 4.2.2 <i>Arrêts cardiaques en France.....</i> | <i>38</i> |
| 4.2.3 <i>Impact social et fonctionnel des arrêts cardiaques.....</i> | <i>39</i> |
| 4.3 <i>Physiopathologie de l'arrêt cardiaque</i> | <i>40</i> |
| 4.3.1 <i>Mécanisme, étiologie et facteurs de risques.....</i> | <i>40</i> |
| 4.3.2 <i>Physiopathologie de la fibrillation ventriculaire.....</i> | <i>41</i> |
| 4.3.3 <i>Diagnostic de l'arrêt cardiaque</i> | <i>42</i> |
| 4.3.4 <i>Conséquence de l'arrêt cardiaque</i> | <i>42</i> |
| 4.3.5 <i>Score Catégorie de Performance Cérébrale - CPC.....</i> | <i>45</i> |
| 4.4 <i>La chaîne de survie</i> | <i>47</i> |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 4.4.1 | Reconnaissance de l'arrêt cardiaque et activation des secours..... | 49 |
| 4.4.2 | La réanimation cardiopulmonaire - RCP..... | 52 |
| 4.4.3 | La défibrillation | 56 |
| 4.4.4 | Réanimation spécialisée et soins post réanimation | 61 |
| 4.4.5 | Arrêts cardiaques réfractaires | 65 |
| 4.5 | <i>Enjeux thérapeutiques des patients réanimés.....</i> | 67 |
| 4.6 | <i>Formation aux gestes de premiers secours en France et en Europe.</i> | 71 |
| II | MATERIEL ET METHODE | 74 |
| 1 | OBJECTIFS ET DEROULEMENT DE L'ETUDE | 74 |
| 2 | POPULATION ET SELECTION | 74 |
| 2.1 | <i>Critères d'inclusion</i> | 74 |
| 2.2 | <i>Critère de non-inclusion.....</i> | 75 |
| 2.3 | <i>Taille de la population étudiée</i> | 75 |
| 3 | RECUEIL DES DONNEES | 76 |
| 3.1 | <i>Le registre des arrêts cardiaques du RENAU</i> | 76 |
| 3.2 | <i>Identification des arrêts cardiaques sur pistes de ski</i> | 76 |
| 3.3 | <i>Identification des communes éligibles MCS</i> | 77 |
| 3.4 | <i>Ethique</i> | 79 |
| 4 | CRITERES ETUDIES | 79 |
| 5 | CRITERES DE JUGEMENT | 81 |
| 6 | ANALYSE STATISTIQUE..... | 82 |
| 6.1 | <i>Etude comparative des caractéristiques des groupes MCS+ et MCS-.....</i> | 82 |
| 6.2 | <i>Analyse statistique des critères de jugement.....</i> | 83 |
| 6.2.1 | Analyse des critères de jugement | 84 |
| 6.2.2 | Analyse de l'effet de l'intervention du MCS sur la présence d'un rythme initial choquable..... | 86 |
| III | RESULTATS..... | 87 |
| 1 | ORGANIGRAMME DE L'ETUDE :..... | 87 |
| 2 | CARACTERISTIQUES DE LA POPULATION ETUDIEE | 88 |
| 3 | DELAIS DE PRISE EN CHARGE | 89 |
| 4 | DEVENIR DES VICTIMES D'ARRET CARDIAQUE EXTRAHOSPITALIER | 90 |
| 5 | ANALYSE STATISTIQUE DES CRITERES DE JUGEMENT | 91 |
| 5.1 | <i>Analyse du critère de jugement principal : Survie à 30 jours avec un score CPC 1-2.....</i> | 91 |
| 5.2 | <i>Analyse des critères de jugement secondaire</i> | 92 |
| 5.2.1 | Analyse de la RACS | 92 |
| 5.2.2 | Analyse de la survie à l'admission à l'hôpital | 93 |
| 5.2.3 | Analyse de la survie à la sortie de l'hôpital | 94 |
| 5.2.4 | Analyse de la survie à la sortie de l'hôpital si FV | 95 |
| 5.2.5 | Analyse de la survie à 30 jours | 96 |
| 5.3 | <i>Analyse de l'effet de l'intervention d'un MCS sur la présence d'un rythme initial choquable.....</i> | 97 |
| 5.3.1 | Analyse multivariée du rythme initial choquable en fonction de l'intervention d'un MCS..... | 97 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 5.3.2 | Analyse de la survie à 30 jours avec un score CPC 1-2 sans ajuster directement sur le rythme initial choquable | 98 |
| 5.4 | <i>Synthèse de l'analyse des critères de jugement</i> | 99 |
| IV | DISCUSSION | 100 |
| 1 | INTERPRETATION DES RESULTATS | 100 |
| 1.1 | <i>Caractéristiques de la population</i> | 100 |
| 1.2 | <i>Observation de la survie</i> | 100 |
| 1.3 | <i>Analyse des critères de jugement</i> | 101 |
| 1.3.1 | Critères de jugement principal et secondaires liés à la survie..... | 101 |
| 1.3.2 | Délai entre le premier appel et la médicalisation | 103 |
| 1.3.3 | Facteurs liés à la survie et au rythme initial choquable | 104 |
| 2 | LES LIMITES DE L'ETUDE..... | 105 |
| 2.1 | <i>La Puissance</i> | 105 |
| 2.2 | <i>La pertinence clinique de l'étude</i> | 106 |
| 2.3 | <i>Les biais de l'études</i> | 106 |
| 2.3.1 | Biais de mesure : le recueil des données..... | 106 |
| 2.3.2 | Biais de sélection et extrapolation des résultats..... | 110 |
| 2.3.3 | Biais de confusion..... | 111 |
| 2.4 | <i>Intérêt du niveau de médicalisation par les MCS</i> | 112 |
| 3 | EFFICIENCE DU RESEAU MCS..... | 112 |
| 3.1 | <i>Intérêt du réseau MCS</i> | 112 |
| 3.2 | <i>Implication des MCS dans la prise en charge des ACEH</i> | 114 |
| 4 | PERSPECTIVES POUR L'AMELIORATION DE LA SURVIE..... | 115 |
| 4.1 | <i>Optimisation de la chaine de survie</i> | 115 |
| 4.2 | <i>Actions en faveur de la prévention primaire</i> | 118 |
| V | CONCLUSION | 120 |
| | BIBLIOGRAPHIE | 122 |
| | ANNEXES | 132 |

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1: Incidence et survie des ACEH dans le monde (Sources Berdowski et al.)..... | 37 |
| Tableau 2 : Score CPC et ses différents niveaux | 46 |
| Tableau 3 : Pression aortique au cours de la RCP de base et effet de la ventilation ⁶⁷ | 55 |
| Tableau 4 : Tracé électrocardiographique des différents rythmes..... | 57 |
| Tableau 5 : Caractéristiques de la population..... | 88 |
| Tableau 6: Délais de prises en charge | 90 |
| Tableau 7 : Devenir des victimes d'arrêt cardiaque extrahospitalier..... | 91 |
| Tableau 8 : Analyse multivariée de la survie à 30 jours avec un score CPC 1-2 | 92 |
| Tableau 9: Analyse multivariée de la RACS..... | 93 |
| Tableau 10: Analyse multivariée de la survie à l'admission à l'hôpital..... | 94 |
| Tableau 11: Analyse multivariée de la survie à la sortie de l'hôpital | 95 |
| Tableau 12: Analyse multivariée de la survie à la sortie de l'hôpital si FV..... | 96 |
| Tableau 13 : Analyse multivariée de la survie à 30 jours | 97 |
| Tableau 14: Analyse multivariée du rythme initial choquable en fonction de l'intervention d'un MCS..... | 98 |
| Tableau 15 : Analyse multivariée de la survie à 30 jours avec un score CPC 1-2 sans ajuster directement sur le rythme initial choquable | 98 |
| Tableau 16 : Synthèse de l'analyse des critères de jugement en fonction de l'intervention d'un MCS parmi les ACEH d'étiologie cardiaque..... | 99 |

Figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Répartition géographique des SAMU et des SMUR sur l'Isère, la Savoie et la Haute-Savoie (Source RENAU)..... | 22 |
| Figure 2 : Organigramme de déclenchement du MCS..... | 26 |
| Figure 3 : Cartographie régionale des MCS (Source MCS AuRA 2019) | 28 |
| Figure 4 : Mécanismes physiopathologiques des lésions cellulaires et tissulaires au cours du syndrome post-arrêt cardiaque (Sources Mongardon et Al.)..... | 43 |
| Figure 5 : Physiopathologie des lésions cérébrales. (Source JAHA, Inoue et al.) | 44 |
| Figure 6 : La chaîne de survie (Source European Resuscitation Council - ERC)..... | 47 |
| Figure 7 : Algorithme de la réanimation cardio-pulmonaire de base | 49 |
| Figure 8 : Evolution des chances de survie après un arrêt cardiaque au cours du temps | 52 |
| Figure 9 : Algorithme de la réanimation cardiopulmonaire médicalisé (Source CFRC)..... | 64 |
| Figure 10 : Extra Corporeal Membrane Oxygénation (ECMO) et ses complications (Source JAHA)..... | 66 |
| Figure 11 : Algorithme de prise en charge post-réanimation (Source ERC guidelines for Resuscitation 2015).... | 70 |
| Figure 12 : Association entre la densité du niveau d'éducation de la population et la survie à la sortie de l'hôpital après un ACEH (source Resuscitation, septembre 2017)..... | 71 |
| Figure 13 : Schéma de principe des zones éligibles MCS..... | 75 |
| Figure 14 : Secteurs éligible MCS (en vert) et communes situées à plus de 30 min d'un SMUR terrestre (hachures) – Sources Cahier des charges MCS AuRA de janvier 2019..... | 78 |
| Figure 15 : Facteurs de confusion, schéma de principe..... | 84 |
| Figure 16 : Organigramme de l'étude | 87 |

ABREVIATIONS

AC : Arrêt Cardiaque

ACEH : Arrêt Cardiaque Extrahospitalier

ACSOS : Agressions cérébrales secondaire d'origine systémique

ACR : Arrêt Cardio-respiratoire

ADL : Activities of daily living (activités de la vie quotidienne)

AESP : Activité électrique sans pouls

AFGSU : Attestation de formation aux gestes et soins d'urgences

AHA : American heart association

AMU : Aide médicale urgente

ARS : Agence régionale de santé

ATP : Adénosine Triphosphate (molécule source d'énergie)

AuRA : Auvergne Rhône-Alpes

CEE : Choc électrique externe

CESU : Centre d'enseignement des soins d'urgence

CHU : Centre hospitalier universitaire

CPC : Catégorie de performance cérébrale

CPTS : Communauté professionnelle territoriale de santé

CT : Compression Thoracique

CUMP : Cellule d'urgence médico-psychologique

DAE : Défibrillateur automatisé externe

DDAC : Donneur décédé après arrêt cardiaque

DHOS : Direction de l'hospitalisation et de l'organisation des soins

DSA : Défibrillateur semi-automatisé externe

ECMO : Extra-Corporeal Membrane Oxygénation

EP : Embolie pulmonaire

ERC : European Resuscitation Council

ESC : Société européenne de cardiologie

ERP : Etablissements recevant du public

FV : Fibrillation ventriculaire

IADL : Instrumental activities of daily living (activités instrumentales de la vie quotidienne)

IC : Intervalle de confiance

IDM : Infarctus du myocarde

ILCOR : Internationale Liaison Committee on Resuscitation

IQR : Interquartiles Range

MCE : Massage Cardiaque Externe

MCS : Médecin correspondant SAMU

NSTEMI : Infarctus du myocarde sans élévation du segment ST

OR : Odds Ratio

PAM : Pression artérielle moyenne

PAS : Pression artérielle systolique

PDSA : Permanence des soins ambulatoires

PSC1 : prévention et secours civiques de niveau 1

RACS : Reprise d'activité cardiaque spontanée

RCP : Réanimation cardio-pulmonaire

RéAC : Registre électronique des arrêts cardiaques

RENAU : Réseau Nord Alpin des Urgences

SAMU : Service d'aide médicale urgente

SCA : Syndrome coronarien aigu

SDIS : Service départemental d'incendie et de secours

SFAR : Société française d'anesthésie et de réanimation

SFMU : Société française de médecine d'urgence

SMUR : Service mobile d'urgence et de réanimation

SP : Sapeurs-pompiers

STEMI : Infarctus du myocarde avec élévation du segment ST

TV : Tachycardie Ventriculaire

VA : Ventilation artificielle

RESUME

Titre :

Analyse des arrêts cardiaques extra-hospitaliers (ACEH) pris en charge par les médecins correspondants SAMU sur le territoire Nord Alpin au cours de la période 2007-2019

Introduction :

La survie à la suite d'un ACEH dépend de la précocité de la réanimation cardiopulmonaire (RCP) et de la défibrillation. L'intervention de médecins correspondant SAMU (MCS), médecins généralistes formés et équipés pour la gestion préhospitalière des ACEH, permet de réduire le délai de médicalisation. Nous étudions l'effet des MCS sur la survie des victimes d'ACEH dans les territoires éloignés de l'arc nord alpin.

Matériel et méthode :

Nous étudions les données du registre des arrêts cardiaques du Réseau Nord Alpin des Urgences (RENAU) collectées prospectivement entre 2007 et 2019.

Tous les ACEH non traumatiques, situés à plus de 30 minutes d'un centre SMUR, et ayant bénéficié d'une réanimation médicale sont inclus dans l'étude. Nous analysons la survie à 30 jours avec un bon statut neurologique (CPC 1-2) chez les patients pris en charge par les MCS initialement versus ceux pris en charge par le service mobile d'urgence et de réanimation (SMUR) uniquement.

Résultats :

430 ACEH ont été pris en charge par les MCS contre 2421 par le SMUR.

Les victimes prises en charge par les MCS sont plus jeunes (64 [55-78] ans vs 67[51-75] ans), plus souvent en rythme initial choquable (37,4% vs 26,6%, $p < 0,001$) et en dehors du domicile

(53% vs 31,7%, $p < 0,001$). Le délai avant la RCP est plus court (3 min vs 7 min, $p < 0,001$), ainsi que le délai avant le premier choc électrique externe (13 min vs 17 min, $p < 0,001$). La survie à 30 jours avec un score CPC 1-2 est plus élevée (11,9% vs 7,7%, $p = 0,004$), mais en analyse multivariée, cette survie n'est pas associée à l'intervention d'un MCS de façon significative (OR=1,10 ; 95%IC [0,72-1,67]).

Conclusion :

L'intervention d'un MCS n'apparaît pas comme un facteur indépendant de la survie avec un bon devenir neurologique, mais leurs interventions concernent les patients ayant le meilleur pronostic, et pour lesquels il est d'autant plus important d'optimiser l'ensemble de la chaîne de survie. La généralisation de la formation aux soins d'urgence et l'accès aux défibrillateurs dans l'espace public reste l'enjeu majeur pour l'amélioration de la survie.

Mots-clés :

Médecin Correspondant du SAMU, arrêt cardiaque hors hôpital, Survie, territoires isolés

ABSTRACT

Title :

Analysis of out-of-hospital cardiac arrests (OHCA) managed by the primary care physician (PCP) in the Northern French Alps between 2007 and 2019

Introduction :

Survival following OHCA is correlated to the rapidity of cardiopulmonary resuscitation (CPR) and defibrillation. The intervention of the PCP, trained and equipped for the prehospital management of OHCA, reduces the time to medicalization. We are studying the effect of PCP intervention on the survival of OHCA victims in the remote areas of the north Alpine Arc.

Material and method :

We are studying the data from the cardiac arrest registry of the Northern French Alps Emergency Network (RENAU) collected prospectively from 2007 to 2019.

All non-traumatic OHCA, located more than 30 minutes from an MICU center, and managed by emergency medical services (EMS) are included in the study. We analyze the 30-day survival with good neurological status (CPC 1-2 score) in patients treated by PCP initially versus those treated by mobile intensive care units (MICU) only.

Results:

430 OHCA were supported by the PCP against 2421 by the MICU.

The victims treated by PCP are younger (64 [55-78] years vs 67 [51-75] years), more often with a shockable initial rhythm (37.4% vs 26.6%, $p < 0.001$) and away from home (53% vs 31.7%, $p < 0.001$). The time to CPR was shorter (3 min vs 7 min, $p < 0.001$), as was the time to the first external electric shock (13 min vs 17 min, $p < 0.001$). The 30-day survival with a CPC

1-2 score is higher (11.9% vs 7.7%, $p = 0.004$), but in multivariate analysis, this survival is not significantly associated with the intervention of a PCP (OR = 1.10; 95% CI [0.72-1.67]).

Conclusion :

The intervention of a PCP does not appear to be an independent factor of survival with a good neurological outcome, but their interventions concern patients with the best prognosis, and for whom it is all the more important to optimize the whole chain of survival. The generalization of training in emergency care and access to defibrillators in the public space remains the major challenge for improving survival.

Key words :

Primary care physician, Outofhospital cardiac arrest (OHCA), Survival, Remote areas

I INTRODUCTION

En France, entre 40000 et 50000 personnes sont victimes chaque année d'un arrêt cardiaque extrahospitalier (ACEH), soit environ 100 décès par jour, dont la majorité d'entre eux (environ 75%) a lieu au domicile. La survie à 30 jours est faible. Evaluée à 5% environ, tout arrêt cardiorespiratoire (ACR) confondus, elle peut s'élever à plus de 10% en cas de réanimation cardiopulmonaire immédiate ¹.

Les ACEH sont un problème de santé publique majeur, et la survie sans séquelle neurologique est directement liée à la rapidité et à la qualité de mise en place de la chaîne de survie qui consiste à alerter, puis à débiter le massage cardiaque externe (MCE), à défibriller, et enfin à assurer des soins spécialisés afin de prévenir d'éventuelles récurrences ou complications.

A ce jour, les facteurs prédictifs de la survie sont bien connus.

Il s'agit principalement de la durée du « No flow » (délai entre l'effondrement et le début du MCE), mais également de la nature du rythme cardiaque initial (choquable ou non), la présence d'un témoin formé ou non aux gestes de premiers secours, la durée du « Low flow » (délai entre le début du MCE et la reprise d'une activité hémodynamique spontanée).

L'enjeu est alors de réduire la durée du « No flow », pour laquelle la survie est quasiment nulle lorsqu'elle est supérieure à 10 minutes ².

Cependant, bien qu'un témoin soit souvent présent au moment de l'arrêt cardio-respiratoire (ACR) (70% des cas), il ne débute un MCE que dans 40% des cas, et utilise le défibrillateur automatique externe (DAE) dans 1% des cas seulement ^{3 4}.

La restauration d'un rythme sinusal par une défibrillation immédiate améliore significativement la survie des patients présentant un ACR secondaire à un infarctus du myocarde (IDM), comme le met en évidence l'étude e-Must ⁵.

Si l'amélioration de la chaîne de survie repose donc principalement sur l'éducation du public aux gestes de premiers secours ^{6 7}, et la défibrillation précoce ⁸, il est admis que le délai

d'intervention des secours médicalisés tel que le service d'aide médicale urgente (SAMU) influe sur le pronostic.

L'isolement et l'éloignement des communes rurales d'un centre du SAMU entraînent par conséquent, en cas d'arrêt cardio-respiratoire (ACR) notamment, un délai de prise en charge médicale plus important et donc une perte de chance de survie. En raison de son relief montagneux et de l'encaissement de ses vallées, l'arc Nord Alpin est particulièrement concerné par la difficulté de médicalisation des urgences vitales.

D'autre part, les médecins généralistes, insuffisamment formés aux gestes et aux soins d'urgences, et pour la plupart non dotés de défibrillateurs automatiques externes (DAE), ne peuvent répondre efficacement à ces situations.

A cela, le réseau médecin correspondant SAMU (MCS) permet d'apporter des soins médicaux précoces.

L'amélioration significative de la survie à un an des personnes ayant eu un ACEH, et pour lesquelles un MCS était impliqué dans la chaîne de soin, a été décrite dans de précédentes études ⁹, sans toutefois qu'ait pu être extraite la prise en charge spécifique du MCS comme facteur indépendant ¹⁰.

Ces études portent sur des périodes comprises entre 2003 et 2009, alors que le réseau MCS, formé essentiellement de médecins généralistes de montagne, intervenait principalement sur des zones où sont présentes en forte concentration les stations de sports d'hiver.

Les caractéristiques des populations séjournant dans les stations de ski étant assez différentes de celles des autres territoires ¹¹, et ces études ne distinguant pas comme facteur les lieux d'interventions, cela explique qu'aucun lien de cause à effet n'ait pu être établi entre le rôle des MCS et l'amélioration de la survie des ACEH.

A travers cette étude, nous cherchons à évaluer l'amélioration des chances de survie sans d'importantes séquelles neurologiques grâce à la médicalisation précoce des ACEH par les MCS dans les Alpes du nord, et par extension l'intérêt d'un réseau MCS étendu en France.

1 L'Aide Médicale Urgente

1.1 Le Service d'Aide Médicale Urgente - SAMU

Le concept de l'aide médicale urgente (AMU) est né dans les années soixante avec l'intervention hors des murs de l'hôpital de quelques anesthésistes-réanimateurs pour assurer le plus précocement possible une prise en charge médicale adaptée aux besoins des polytraumatisés de la route ¹².

Elle est définie en 1967 par l'organisation mondiale de la santé (OMS) par « un ensemble de moyens mis instantanément en œuvre par un secrétariat alerté par un numéro facile à retenir ».

En France, selon la loi n° 86.11 du 6 janvier 1986 relative à l'aide médicale urgente et aux transports sanitaires, *"L'aide médicale urgente a pour objet, en relation notamment avec les dispositifs communaux et départementaux d'organisation des secours, de faire assurer aux malades blessés et parturientes, en quelque endroit qu'ils se trouvent, les soins d'urgence appropriés à leur état"* ¹³.

L'AMU s'appuie sur le SAMU pour s'organiser. Il s'agit d'un service hospitalier, qui a pour mission « *de répondre par des moyens exclusivement médicaux aux situations d'urgence. Lorsqu'une situation d'urgence nécessite la mise en œuvre conjointe de moyens médicaux et de moyens de sauvetage, les SAMU joignent leurs moyens à ceux qui sont mis en œuvre par les services départementaux d'incendie et de secours (SDIS)* » ¹⁴.

Concrètement, le SAMU ou centre 15, est un centre de réception et de régulation des appels, chargé d'apporter une réponse médicale adaptée aux besoins de santé de la population, et ce 24h/24. La régulation est accessible par le numéro d'appel d'urgence "15" et est effectuée par des médecins hospitaliers urgentistes et des médecins d'exercice libéral.

Selon la gravité et l'urgence de la situation, le SAMU intervient en amont de la structure hospitalière d'accueil, participe à la prise en charge sanitaire des victimes et organise leur transport et leur hospitalisation. Le SAMU peut faire intervenir pour l'accomplissement de ses missions les services mobiles d'urgence et de réanimation (SMUR), un hélicoptère médicalisé,

les SDIS, les transporteurs sanitaires privés, les médecins et paramédicaux libéraux et notamment les MCS. Sur l'arc nord alpin, il travaille aussi en étroite collaboration avec les services de secours en montagne.

Le SMUR assure en permanence sur l'ensemble du territoire, la médicalisation des interventions auprès des victimes dont l'état nécessite des soins urgents. Il intervient exclusivement sur régulation du SAMU et est composé d'un médecin urgentiste, d'un infirmier et d'un ambulancier. Les SMUR de montagne ont la particularité d'être équipés d'un médecin urgentiste et de deux secouristes.

1.2 Répartition des SAMU et des SMUR sur l'arc nord-alpin

Les départements de l'arc nord alpin, l'Isère (38), la Savoie (73) et la Haute Savoie (74), disposent chacun d'un centre 15, chargé de la régulation des appels pour l'ensemble de leur département.

En Isère, le SAMU38 se trouve au centre hospitalier universitaire (CHU) situé à la Tronche. Les équipes du SMUR du département sont basées au CHU de Grenoble ainsi qu'à Voiron, Bourgoin-Jallieu et Vienne. Une équipe du SMUR de Grenoble est également présente sur la base hélicoptérée de la Sécurité Civile au Versoud, et une autre équipe affectée au secours en montagne est détachée à l'Alpes d'Huez en haute saison, soit quatre mois de l'année l'hiver et deux mois l'été.

Le SAMU 38 comprend plusieurs unités, notamment le centre de réception et de régulation des appels, un SMUR, une unité médicale dédiée aux risques collectifs, le centre d'enseignement des soins d'urgence (CESU) et son centre de simulation en santé, la cellule d'urgence médico-psychologique (CUMP), et un service ambulance pour les transports internes au CHU.

En Savoie, le SAMU73 est situé à Chambéry, et est entouré de cinq SMUR routier (Chambéry/Aix les bains, Bourg Saint Maurice, Saint Jean de Maurienne, Albertville, Moutier), un SMUR hélicoptérée saisonnière à Courchevel (été/hiver) et un SMUR hélicoptérée à l'année à Modane. Le SAMU73 participe également à la formation aux soins d'urgence.

Le SAMU 74 se trouve à Annecy en Haute Savoie, il assure la régulation des SMUR d'Annecy (dont un SMUR hélicoptérée), de Thonon-Evian (un SMUR au CH de Thonon et une antenne diurne au CH d'Evian), de Sallanches (un SMUR à Sallanches et un SMUR hélicoptérée à Chamonix), de saint Julien en Genevois.

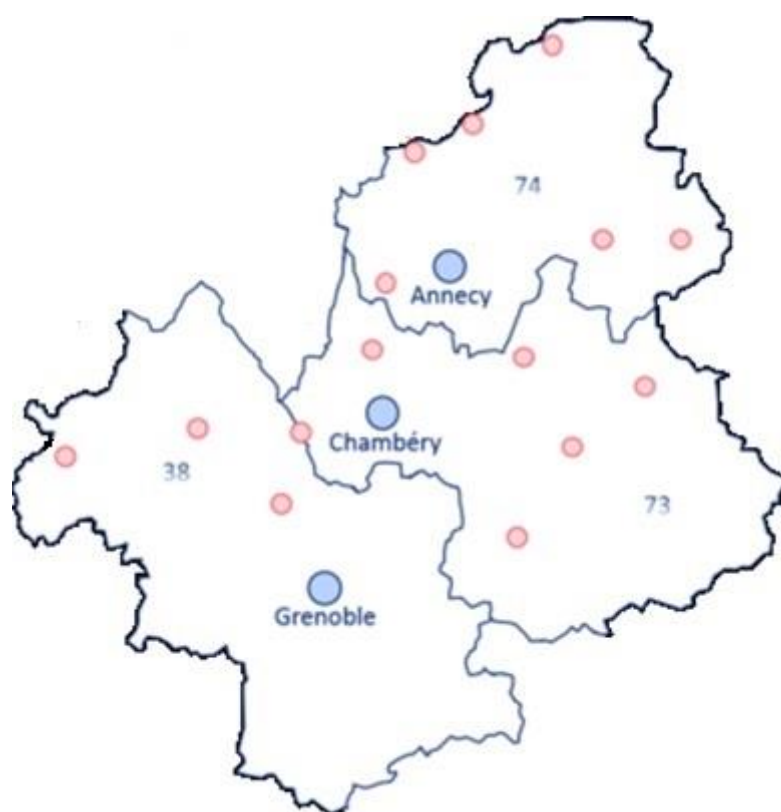


Figure 1 : Répartition géographique des SAMU et des SMUR sur l'Isère, la Savoie et la Haute-Savoie (Source RENAU)

1.3 Prises en charges préhospitalières de l'arrêt cardiaque en France, en Europe et aux Etats-Unis

Il existe différents systèmes de prises en charge préhospitalières qui se distinguent selon leur organisation.

Le modèle français, « wait and play » (attendre et agir), repose sur la médicalisation des secours avec l'intervention d'un médecin et d'une équipe de réanimation auprès de la victime. Il s'oppose au modèle anglo-saxon « scoop and run » (charger et courir) qui s'appuie sur l'intervention des ambulancier paramédicaux, les « paramedics », formés aux soins médicaux avancés, et chargés d'amener les victimes au centre d'urgence. Ces derniers sont habilités à pratiquer les gestes de premiers secours mais également à administrer des médicaments d'urgence, conformément aux protocoles de la juridiction dont ils dépendent. L'efficacité du système américain est alors évaluée sur la vitesse de prise en charge.

Actuellement, le système préhospitalier français est un système à deux niveaux de prise en charge.

Un premier niveau est assuré par le service départemental d'incendie et de secours (SDIS) à travers l'intervention de sapeurs-pompiers, équipés de défibrillateurs semi-automatisés externes (DSA), et accompagnés par les infirmiers sapeurs-pompiers qui ont la possibilité d'appliquer des protocoles d'urgence. Par la répartition des centres de secours en milieu urbain comme en milieu rural, ils permettent une intervention rapide et l'apport aux victimes des gestes de premier secours.

Le deuxième niveau est assuré par le SAMU, qui assure l'envoi d'une ambulance et d'une équipe hospitalière de réanimation pour la médicalisation des urgences vitales.

Les missions du SDIS et du SAMU sont complémentaires et, dans le cas d'un arrêt cardiaque (AC), les sapeurs-pompiers assurent la réanimation cardio-pulmonaire (RCP) de base avant la réanimation avancée par un médecin. Malgré cela, la coopération entre ces deux services nécessite d'être renforcée à ce jour, avec entre autres réflexions, la mutualisation de la réponse aux appels aux secours, et la mise en place d'un numéro d'urgence unique. Selon une étude rétrospective menée entre 2005 et 2013 par le Réseau Nord Alpin des Urgences (RENAU), il y aurait un lien entre l'amélioration de la survie à 30 jours chez les victimes d'ACEH, et une régulation médicale unique et commune aux numéro 18 et 15¹⁵.

La majorité des pays européens dispose également d'un système préhospitalier médicalisé. Seuls la Suède, le Danemark, l'Angleterre, les Pays-Bas et l'Irlande ont un modèle proche de celui des Etats-Unis, qui consiste à favoriser une intervention rapide auprès de la victime du personnel paramédical, avant une prise en charge médicale à l'hôpital.

Le bénéfice d'un modèle par rapport à l'autre n'est à ce jour pas démontré, l'amélioration de la survie dans le cadre d'un ACEH n'étant pas simplement lié au type de secours préhospitalier mais à l'ensemble de la chaîne de survie comme en témoigne l'étude hollandaise de Visser et al. A la suite d'un ensemble d'initiatives visant à renforcer les premiers maillons de la chaîne de survie, cette étude a permis d'observer une reprise d'activité cardiaque spontanée (RACS) chez 49% des patients, et une survie à un an de 27%, ce qui est nettement supérieur aux statistiques habituelles.

Les mesures consistaient à guider les témoins lors de la RCP par le biais d'instruction normalisées, à former et équiper les services de police et d'incendie de défibrillateurs automatiques externes (DAE), à utiliser un système de massage cardiaque automatisé (LUCA) et insuffler de l'oxygène en débit continu avec le tube de Boussignac ¹⁶.

Autre exemple Nord-américain, à King County dans l'état de Washington, le taux de survie pour les AC en fibrillation ventriculaire (FV) a considérablement augmenté au cours de la dernière décennie, passant de 27% en 2002 à 62% en 2013 ¹⁷, alors qu'elle n'est que de 18% dans certaines études française et de 21% en Europe ¹⁸.

Les stratégies appliquées à King County et qui auraient contribué à l'augmentation de cette survie sont l'optimisation de la RCP par le personnel paramédical, la délivrance d'Instructions instantanées de RCP par téléphone par le service de régulation des urgences (911), l'augmentation de la disponibilité publique de DEA ¹⁹, le placement de DEA dans de nombreux véhicules des forces de l'ordre ²⁰, la formation à la RCP pour les habitants et en particulier au cours de la scolarité.

Concernant le déploiement des DAE dans les territoires, les directives européennes diffèrent de celles américaines. Les DAE sont placés dans les zones présentant une incidence élevée d'AC qui correspondent à un AC tous les 2 ans en Europe, mais à un AC tous les 5 ans aux Etats-Unis. Une étude danoise rétrospective a établi qu'une plus large couverture selon les recommandations américaines aurait permis de couvrir trois fois plus d'AC à Copenhague ²¹.

1.4 Délai d'intervention du SMUR et des sapeurs-pompiers en France et dans le monde

Les délais d'intervention des premiers secours et des secours médicalisés sont cruciaux dans le cadre d'urgences vitales, et corrélés à la survie.

Selon différentes études dont les résultats concordent, dans les zones urbaines un délai entre l'alerte et la pose du DSA par les sapeurs-pompiers (SP) est d'environ 13 minutes (12min50s à 13min18s). Ce délai comprend le trajet des sapeurs-pompiers jusqu'à la victime, le temps d'analyse de la situation et la pose du DSA, et semble difficile à réduire en raison de facteurs non modifiables tels que la densité de la circulation.

Dans les secteurs ruraux, le délai entre l'appel et la pose de DSA par les sapeurs-pompiers sont plus longs de 2 minutes seulement alors même que les sapeurs-pompiers volontaires ne sont pas présents dans la caserne lors de l'alerte. Une des raisons évoquées est un trafic routier plus dense en agglomération.

Le registre des AC du RENAU montre un délai médian d'intervention des premiers secours de 11 à 12 minutes et ce de façon constante de 2004 à 2018, sans que soient précisés les délais d'intervention des secours médicalisés. Résultats en concordance avec ceux de la précédente étude.

A titre de comparaison, l'étude Hollandaise de Visser et Al. indique un temps moyen entre le signalement d'un ACEH au centre de régulation et l'arrivée d'une ambulance non médicalisée sur les lieux de 9 minute (+/- 3min) (23). En Amérique du nord, l'étude de Nichol et Al. montre un délai médian entre l'appel et l'arrivée des secours de 7 minutes ²².

L'étude d'Adrien Lauvray menée dans le cadre de sa thèse sur l'utilisation de l'assistance circulatoire extra-corporelle (ECMO) pour des ACEH, montre un délai moyen d'intervention du SMUR de $13,4 \pm 7,6$ minutes après le début supposé de l'ACR pour une distance entre le centre SMUR et la victime de 6 km maximum ²³.

Dans le cadre de sa thèse portant sur l'évaluation de l'activité des MCS en Vienne, Laura Borthomieu, retrouve un délai d'intervention du SAMU de 27 ± 7 minutes, sachant que l'heure d'arrivée du SMUR était renseigné dans seulement 31% des cas ²⁴.

2 Le Réseau Médecins Correspondant du SAMU

Le réseau MCS regroupe un ensemble de médecins généralistes formés à l'urgence et dotés d'équipements d'urgence. Ils interviennent seuls en amont du SMUR à la demande de la régulation médicale des centres 15, sur des territoires où le délai d'accès à des soins urgents est supérieur à 30 minutes, réduisant ainsi les délais de réponse à l'urgence.

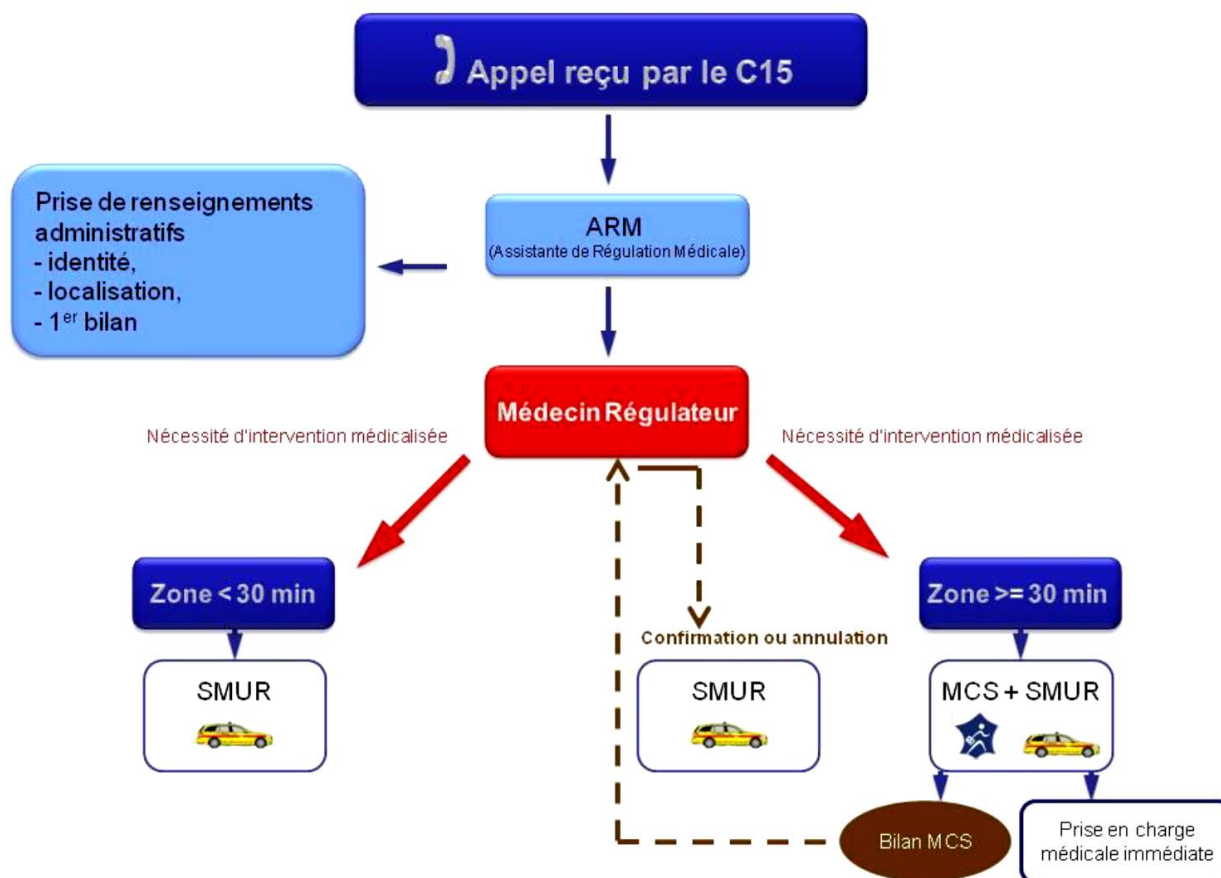


Figure 2 : Organigramme de déclenchement du MCS

2.1 Origine et histoire du réseau MCS en France et sur l'arc nord alpin.

Le dispositif MCS fut expérimenté en France pour la première fois dans les années 80 avant d'être officialisé en 1992 dans le département de la Meuse. Avec 64 interventions pour 12 MCS, il s'est rapidement étendu avec 802 interventions pour 41 MCS en 2003. Cela a abouti à la reconnaissance institutionnelle des MCS grâce aux efforts de Samu de France et de la Direction de l'hospitalisation et de l'organisation des soins (DHOS).

Cette reconnaissance a pris forme avec la circulaire n° 195 /DHOS/O1/2003/ du 16 avril 2003 relative à l'amélioration de la prise en charge des urgences sur le territoire, et qui intégrait le MCS dans la prise en charge de l'aide médicale urgente (AMU).

Dans les alpes du nord (Isère, Savoie, Haute Savoie, Ain), le dispositif MCS a été mis en place en 2003 avec la création de l'association Médecin de montagne Rhône-Alpes, afin de permettre un accès aux soins urgents dans les zones éloignées, en particulier dans les stations de sports d'hiver. Ce réseau n'a cessé de s'étendre pour intéresser toutes les communes rurales de la région d'Auvergne et de Rhône Alpes depuis 2012.

Le statut du médecin correspondant SAMU est ensuite reconnu par l'arrêté du 12 février 2007, consolidé au 12 juillet 2020 ²⁵. « *Le médecin correspondant du SAMU constitue un relai pour le service d'aide médicale urgente dans la prise en charge de l'urgence vitale. Ce médecin assure, sur régulation du SAMU, en permanence, sur une zone préalablement identifiée et hors de l'établissement de santé auquel il est rattaché, la prise en charge d'un patient dont l'état requiert de façon urgente une prise en charge médicale et de réanimation* ».

En 2012, afin de concrétiser l'engagement du Président de la République de rendre accessibles les soins d'urgence en moins de 30 minutes, la ministre des affaires sociales et de la santé a mis à l'ordre du jour le renforcement et la promotion du dispositif MCS, en concertation avec les élus locaux, comme en témoigne la première assise des urgences en septembre 2012 ²⁶.

Avec la réforme territoriale et le remaniement des régions en 2016, le dispositif s'est régionalisé avec l'Auvergne. Il est à ce jour dans une phase d'harmonisation générale des réseaux existants et dans la mise en commun des protocoles.

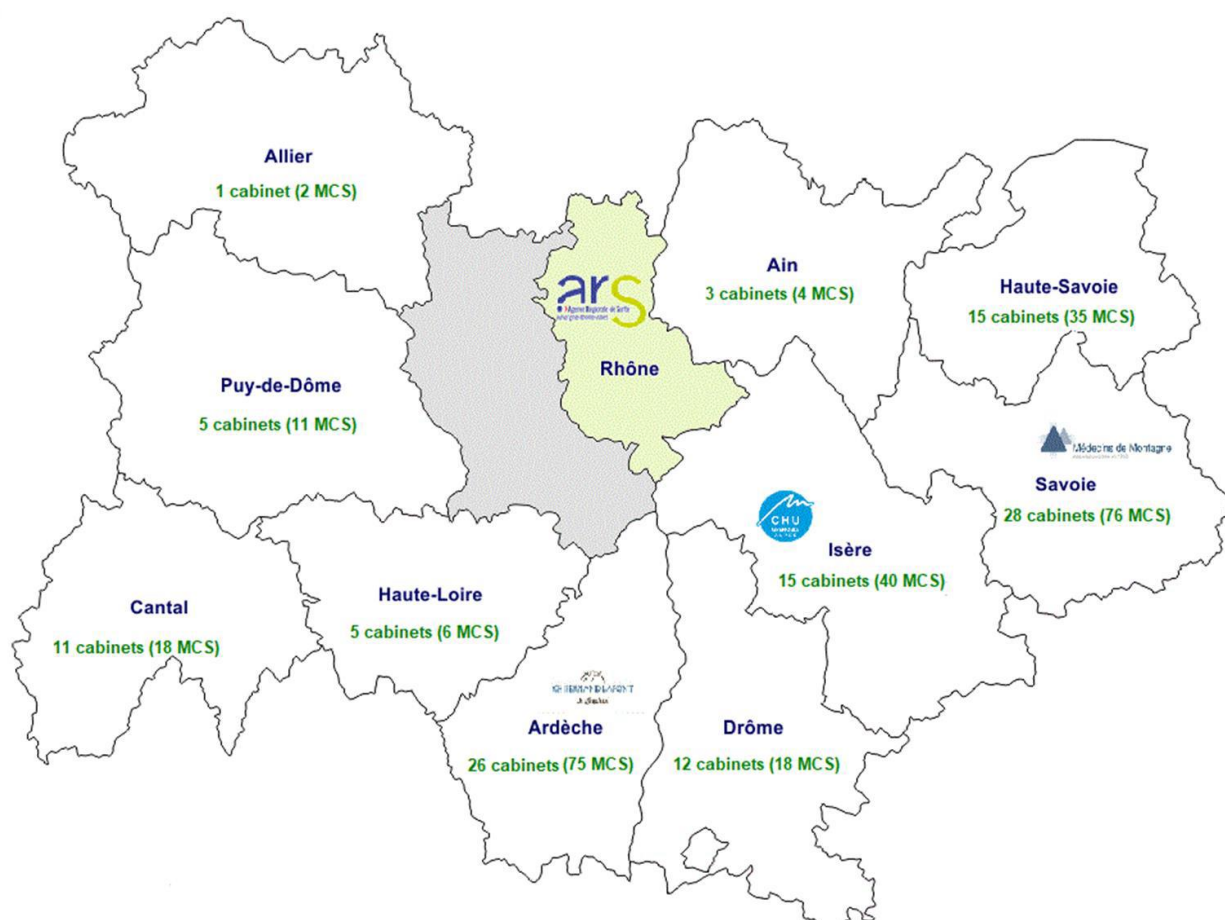


Figure 3 : Cartographie régionale des MCS (Source MCS AuRA 2019)

Le nouveau cahier des charges des MCS AuRa (Auvergne – Rhône-Alpes) concrétise cette volonté, et permet d'apporter les mêmes missions, obligations, indemnités et formations sur l'ensemble du territoire régional.

La mise en ligne en janvier 2019 du site internet MCS-AuRa (<https://www.mcs-aura.fr/>) va également dans ce sens. Sa vocation étant de faciliter toutes les démarches des MCS : logiciel de recueil des interventions MCS, inscriptions aux formations, rédaction des plannings d'astreintes, réapprovisionnement des produits de santé, fiche de traçabilité pour les stupéfiants, documents pratiques.

2.2 Cahier des charges du MCS

L'objectif du MCS est d'assurer la prise en charge des urgences vitales dans les territoires isolés, et ce dans le cadre de la permanence des soins ambulatoires (PDSA). Ces territoires sont déterminés par l'agence régionale de santé (ARS), en lien avec les SAMU, et correspondent aux zones situées à plus de 30 minutes d'un SMUR terrestre.

Tout médecin peut être MCS dès lors que son cabinet est situé dans une zone elle-même située à plus de 30 minutes d'un centre SMUR. Il doit alors présenter sa candidature à l'association territoriale MCS, et en cas d'agrément, un contrat est établi entre lui, l'ARS, l'association MCS dont il dépend et le SAMU. Il s'engage à suivre une formation de 2 jours par an, dispensée par le centre d'enseignement des soins d'urgence (CESU), au cours de laquelle une demi-journée est consacrée à la prise en charge de l'ACEH.

Il exerce sa fonction de MCS en complément de son activité de médecine ambulatoire, et ne peut intervenir dans le cadre d'une mission MCS qu'après régulation et validation par le SAMU du département.

Les missions MCS concernent tous les déclenchements du MCS par le centre 15, les situations prises en charge par le MCS et nécessitant une évacuation par le SMUR, les situations obligeant le MCS à quitter son cabinet ou à s'y rendre pour réaliser certains actes définis par le cahier des charges (antalgie IV par exemple). Le médecin correspondant SAMU est rémunéré de façon forfaitaire pour ses astreintes ainsi que pour ses interventions lorsqu'elles sont validées par l'association MCS en lien avec le SAMU.

Une dotation est fournie au MCS qui dispose d'une trousse d'intervention d'urgence dont le contenu est réévalué chaque année. Elle est composée de médicaments (adrénaline, amiodarone, aspirine, HBPM, morphine, etc), de matériel stérile (voie veineuse, cathéter, etc) et non stérile, d'oxygène, d'un moniteur multiparamétrique entre autres.

La dotation initiale et le renouvellement des produits sont définis par l'association territoriale MCS Alpes du Nord, le pharmacien et l'ingénieur biomédical du CHU Grenoble-Alpes, coordonnateurs régionaux et sont validés par le comité régional des MCS ²⁷.

2.3 Rôle des instances dans le dispositif MCS.

L'agence régionale de santé (ARS) tient une place majeure dans le fonctionnement du réseau MCS. Elle participe au comité régional des MCS, finance les formations, les dotations en matériels et médicaments, ainsi que le fonctionnement des associations territoriales MCS. Ce rôle l'oblige à participer au suivi général du dispositif et donc à suivre les activités des MCS, à ajuster les financements et à évaluer le service rendu aux populations.

Les associations territoriales MCS ont plusieurs missions et sont financées par l'ARS pour les mener à bien. Elles président le comité régional de concertation des MCS et assurent la coordination de l'ensemble du dispositif en lien avec les SAMU. Elles recensent les MCS présents sur les différents secteurs, coordonnent les tableaux d'astreinte, organisent les formations et leur financement, définissent les motifs des missions MCS, évaluent l'activité des MCS et réalisent un bilan annuel de l'activité en s'appuyant sur les fiches d'intervention et sont chargées de la promotion du dispositif.

Le SAMU, au-delà de sa mission de régulation médicale et de son rôle dans le déclenchement d'un MCS, participe au comité régional des MCS, est impliqué dans le comité de pilotage de l'association MCS, ainsi que dans la formation des MCS par le biais des CESU. Il propose dans ce cadre des indicateurs de suivi (heure d'appel au SAMU, motifs de recours entre autres), et intervient dans l'évaluation annuelle du dispositif MCS.

Le SAMU participe aussi à la validation de la liste des MCS intervenant sur un secteur, à la validation des interventions des MCS, propose des protocoles d'urgence aux MCS (*Annexe 1 : Réanimation médicalisée – Protocole MCS*), et participe à la dotation du MCS en matériel et à son renouvellement ²⁷.

2.4 L'activité du réseau MCS AuRA en 2019

Fort de 43 médecins correspondant SAMU en 2003, 85 en 2009 ²⁸, le réseau en compte désormais 155 pour les alpes du nord fin 2019, répartis dans 61 cabinets, et totalisant à titre d'exemple 1941 interventions sur cette année-là.

Désormais élargi, le réseau MCS AuRA comprend dix départements, la Haute-Savoie, la Savoie, l'Isère, l'Ain, la Drôme, l'Ardèche, la Haute-Loire, le Cantal, le Puy-de -Dôme et l'Allier. Il compte à ce jour 285 membres répartis sur 121 cabinets, et dénombre 2973 interventions pour l'année 2019.

Concernant les motifs de déclenchement, la cardiologie compte pour 30%, l'hyperalgie et les traumatismes sévères pour 40%.

Parmi les motifs cardiologiques, 486 syndromes coronariens aigus et 125 ACR (dont 22 récupérés) avec réanimation ont été pris en charge. 65 ACR furent sur les Alpes du nord ²⁹.

2.5 Le réseau Médecin de Montagne

Les médecins de montagne sont avant tout des médecins généralistes exerçant en station de sport d'hiver avec comme spécificité la prise en charge de la traumatologie du ski.

Celle-ci représentant entre 20% et 40% de l'ensemble des consultations pour un taux d'hospitalisation de 4%. Ils disposent pour cela d'un plateau technique adapté avec un équipement de radiologie, et pour certains un échographe.

Tout en assurant le suivi de la population locale tout au long de l'année, ils doivent faire face lors de l'afflux touristique saisonnier à un fort accroissement de leur activité du fait de la traumatologie. C'est toute la richesse de la médecine de montagne.

Plus jeune et plus sportive, le profil général de la patientèle est d'ailleurs modifié en saison. Cette particularité propre à la médecine de montagne se retrouve dans les résultats de l'étude de D. Viglino et al. qui conclue à une amélioration de la survie des victimes d'ACEH sur les

pistes de ski, avec un âge moyen de celles-ci significativement inférieur aux victimes d'ACEH en dehors des pistes de ski (56 [40–65] vs 66 [52–79]) ¹¹.

L'association médecin de montagne a pour vocation, entre autres, de représenter ses membres, de proposer des formations adaptées à la pratique de la médecine de montagne, de mener des travaux de recherches, et de participer à la prévention des risques d'accidents.

En raison de l'éloignement des stations de sports d'hiver des structures hospitalières, souvent au-delà de 30 minutes, les médecins de montagne exerçant dans ces stations sont directement confrontés aux urgences vitales ou relatives.

Cela explique que le réseau médecin de montagne Rhône-Alpes soit à l'initiative de la création de plusieurs réseaux MCS dont celui de Rhône-Alpes, mais également la forte proportion de MCS parmi les médecins de montagne et l'efficacité du dispositif MCS en stations ²⁹.

3 Le réseau Nord Alpin des Urgences (RENAU)

3.1 Les missions du RENAU

Créé en 2001, le RENAU est un réseau couvrant les départements de l'Isère, la Savoie et la Haute-Savoie, soit une population d'environ 2,5 millions d'habitants sur un territoire d'environ 18000 km². Il a comme objectifs de structurer les filières telles que le RESURCOR (Réseau des urgences coronariennes), le TRENAU (Réseau nord alpin des urgences traumatologiques), les Arrêts cardiaques, le BABY-RENAU, etc, et d'organiser les soins en médecine d'urgence sur tout l'arc nord alpin.

Le RENAU contribue à la publication de référentiels et de procédures, adaptés aux problématiques du terrain, en accord avec les guidelines internationaux. Ils sont rédigés par les membres des bureaux de chaque filière (médecins urgentistes, cardiologues, réanimateurs, pédiatres, etc), avant d'être validés en commission scientifique.

Il conduit des travaux de recherches scientifiques, des évaluations de pratiques et organise des journées de formation scientifique.

3.2 Le registre des arrêts cardiaques du RENAU

Le RENAU est également à l'origine de la création d'un registre prospectif des AC, en date du 1er janvier 2004. Ce registre regroupe un ensemble de données concernant chaque ACEH pris en charge depuis cette date. L'objectif étant de pouvoir analyser à posteriori les pratiques, améliorer la qualité des soins, afin d'influer sur la survie.

Tout patient victime d'un ACEH dans l'un des trois départements du réseau et pris en charge par un service d'urgence préhospitalier est inclus dans ce registre.

Les données sont recueillies par les médecins du SMUR, le SDIS et les régulateurs du SAMU à partir d'un questionnaire sous forme de fiche, avant d'être recoupées et intégrées au registre du RENAU (*Annexe 2 : Fiche de recueil des arrêts cardiaques*).

Au total ce sont 41 variables qui sont définies selon le style d'Utstein, qui est un document de recommandations internationales pour une description uniforme des données concernant les ACEH ³⁰. Ces données, parmi d'autres, concernent l'identification de la victime, les caractéristiques de l'événement (l'étiologie, le lieu, tentative de réanimation médicalisée, etc), les horaires des différentes actions (RCP, 1er appel au service de secours, arrivée des premiers secours, choc électrique externe (CEE), etc) ainsi que le devenir des patients (survie hospitalière à 24 h et à un mois, statut des performances cérébrales, etc).

Toujours dans le but d'affiner la connaissance des pratiques et l'analyse des données, le questionnaire ne cesse d'évoluer. Concernant le registre des AC du RENAU, singulier en raison du relief montagneux propre au territoire couvert par le réseau, celui-ci a intégré récemment la variable « AC en station ».

De nombreuses études, pilotées par le RENAU et basées sur les données des registres de ses différentes filières, ont depuis été menées, faisant progresser les recommandations établies par le réseau.

3.3 Le Registre électronique des Arrêts Cardiaques - RéAC

Tout comme le registre des AC du RENAU, le registre des arrêts cardiaques « RéAC » (Registre électronique des Arrêts Cardiaques) a été mis en place au niveau national pour l'analyse exhaustive des données relatives aux ACEH. Il s'agit d'un système de gestion des données sur internet lancé en 2009 et déployé à l'échelle nationale en juin 2012.

L'objectif principal est de constituer une banque française de données épidémiologiques sur les AC, de mesurer l'incidence des pratiques (qualité de prise en charge, stratégie thérapeutique) et permettre une évaluation des pratiques professionnelles. L'objectif secondaire est, en se basant sur ces résultats, d'améliorer les soins et le taux de survie des victimes d'ACEH ³¹.

Le recueil des données pour le RéAc est aussi conforme au style universel d'Utstein. Il se distingue du registre du RENAU pour le recueil de certaines données, et la population couverte.

Ce registre est le fruit de la contribution de tous les SAMU et SMUR. Ceux-ci utilisent une feuille d'enregistrement spécifique durant l'intervention, pour collecter les données des patients. Les données sont ensuite reportées dans la base de données sécurisée RéAC (www.registreac.org). Si le patient est en vie à son admission à l'hôpital, une fiche de suivi est également remplie et enregistrée dans la base de données ¹.

Les données récoltées, sont nombreuses et concernent le statut administratif des victimes (nom, âge, sexe, coordonnées, etc), le succès de la réanimation et le devenir des patients (RACS, survie à la sortie de l'hôpital, à un an, score CPC), mais ciblent également les déterminants de la survie avec la nature du rythme initial, le relevé des horaires pour l'analyse des intervalles de temps (délai entre le 1er appel et la RCP, le 1er CEE entre autres).

D'autres données sont renseignées, telles que la présence d'un témoin au moment de l'AC et la RCP initiée par le témoin, et permettent d'évaluer le niveau de formation de la population.

4 L'Arrêt cardiaque

4.1 Définition

Selon la version 2020 du dictionnaire de l'académie nationale de médecine, l'arrêt cardiaque (AC) correspond à « *l'arrêt soudain des battements du cœur (asystolie, fibrillation ventriculaire, dissociation électromécanique, désamorçage cardiaque par collapsus), interrompant la circulation. Il conduit rapidement à l'anoxie cérébrale, qui entraîne à son tour une encéphalopathie anoxique laissant des séquelles en cas de survie. Les signes immédiats: sensation de malaise, expression de l'angoisse, gasps, puis pâleur, mydriase, absence de pouls carotidien, de bruits cardiaques et de pression artérielle. Les causes : cardiaques (infarctus du myocarde), broncho-pulmonaires (embolie pulmonaire, obstruction des voies aériennes par corps étranger, strangulation, œdème aigu ou noyade) ou nerveuse (réflexe vasovagal), hypoxie exogène.* » ³²

4.2 Epidémiologie

L'épidémiologie des ACEH en France, en Europe et dans le monde, fait l'objet d'un grand nombre d'études, qui ont comme objectif commun une meilleure compréhension des déterminants de la survie et l'évaluation des procédés permettant de l'améliorer.

4.2.1 Arrêts cardiaques en Europe et dans le monde

Berdowski et Al. proposent à travers une meta-analyse centrée sur l'épidémiologie des ACEH, une comparaison des incidences des ACEH, permettant ainsi d'évaluer leur variabilité d'un pays ou d'un continent à l'autre. La compréhension des mécanismes à l'origine de ces écarts statistiques est le préalable à toute amélioration de la prévention et de la réanimation des ACEH, et présente donc un intérêt de santé publique majeur ³³.

En Europe, une étude Danoise menée entre 2004 et 2007 relève une incidence des ACEH de 73,8 pour 100 000 personne/an, un taux de survie global de 11%, et un taux de survie en cas de fibrillation ventriculaire (FV) initiale de 29%. Une étude norvégienne sur l'année 1997

indique des résultats proches avec une incidence de 70,5 pour 100 000 personnes/an, un taux de survie global de 13%, et une survie avec FV initiale de 32%.

A contrario, de grandes variations d'incidence sont constatées comme à Nottinghamshire en Angleterre dans une étude menée entre 1991 et 1994, avec une incidence plus de 2 fois supérieure avec 155,7 ACEH pour 100 000 personnes/an, une survie globale de 6% et une survie avec FV initiale de 12%. A l'extrême inverse, l'analyse des ACEH en République Tchèque entre 2002 et 2004 montre une incidence de 24 pour 100 000/an, une survie globale de 9,5%, et une survie avec FV initiale de 14%.

Bien que pouvant être en partie réelles, ces variations d'incidence, parfois proche de 1 à 10, pourraient également s'expliquer par des différences dans l'organisation des services d'urgence extrahospitaliers, dans la méthode de recherche et la définition des cas ³³.

Un étude prospective Européenne de grande ampleur - EuReCa ONE- retrouve une incidence de 84 pour 100 000 personnes/an. L'analyse des données recueillies dans l'ensemble de l'Europe sur une période de 1 mois, indique un âge médian de 70 ans et une proportion d'homme concernés par un ACEH de 66% ³⁴.

Avec une incidence d'environ 300 000 cas aux Etats-Unis et 32000 cas au Canada, l'ACEH reste également associé à une mortalité et une morbidité élevées dans ces pays.

L'étude de Nichol et al. montre une incidence moyenne des ACEH de 95 pour 100 000 personnes/an, un taux de survie global de 4,4%, un taux de survie avec intervention des secours de 7,9%, et un taux de survie chez les victimes ayant présenté initialement une FV de 21%. L'âge médian des victimes d'ACEH est de 67 ans, et 61% d'entre elles sont des hommes.

Sans que les causes aient été étudiées, cette étude multicentrique en Amérique du Nord souligne une grande variabilité régionale, tant pour l'incidence des ACEH (71 à 159 pour 100 000 personnes/an) que pour la survie (de 1,1% à 8,1%) ²².

Ce constat est partagé par d'autres études qui l'associent principalement aux disparités socio-économiques et raciales, à l'organisation de la prise en charge préhospitalière et aux soins en post-réanimation. Les populations les moins favorisées sur le plan socio-économique présenteraient une incidence pour les ACEH et une mortalité pour causes cardiovasculaires significativement plus élevées ³⁵. Singh et Siahpush soulignent par ailleurs une tendance à l'accroissement de ces inégalités dans la population américaine ³⁶.

Le statut socio-économique a des effets importants sur la santé cardiovasculaire, en lien avec des facteurs de risques biologiques, comportementaux et psychosociaux plus fréquents chez les personnes défavorisées. L'obésité, le tabagisme et les maladies chroniques telles que le diabète sont plus fréquentes dans ces populations.

Celles-ci sont aussi confrontées à une pauvreté de l'offre alimentaire dans leur environnement résidentiel, avec un accès limité aux fruits et légumes, aux boutiques alimentaires, et une plus forte implantation de « fast-food » ³⁷.

La mauvaise santé cardiovasculaire et la mortalité est aussi associée au chômage selon les recherches de Meneton et al. sur des personnes d'âge moyen et socialement privilégiés. Leurs résultats suggèrent qu'il s'agit bien de la perte de l'emploi qui serait source d'effets nuisibles, et non les autres facteurs de risque cardio-vasculaires (tabac, alcool, obésité, hypertension, diabète) ³⁸.

La variabilité des incidences des ACEH se retrouve également entre les continents ³³.

Tableau 1: Incidence et survie des ACEH dans le monde (Sources Berdowski et al.)

| Continent | Incidence d'ACEH pour 100000 personnes/an | Survie globale | Survie avec FV initiale |
|-------------------------|--|-----------------------|--------------------------------|
| Asie | 52,5 | 2,2% | 12,3% |
| Europe | 86,4 | 9% | 19% |
| Amérique du nord | 98,1 | 6,3% | 15,9% |
| Australie | 112,9 | 10,7% | 16,6% |

L'incidence mondiale des ACEH est quant à elle estimée à 83,7 pour 100000 personnes/an, un taux de survie globale de 7,1%, et de survie avec FV initiale de 17,3% ³³.

4.2.2 Arrêts cardiaques en France

A ce jour, l'incidence des ACEH en France retrouvée dans la littérature est une extrapolation à l'échelle de la population française des incidences issues d'autres études, parfois étrangères. Elle est variable d'une publication à l'autre.

L'estimation actuelle, sur la base d'une incidence mondiale de 61,5 pour 100 000 personnes/an, serait de plus de 40 000 ACEH par an sur l'ensemble du territoire.

A terme, un registre exhaustif des ACEH tel que Registre Electronique des Arrêt Cardiaque (RéAC) permettrait une connaissance précise de cette incidence en continu.

Une étude récente issue du RéAC et intéressant 10% de la population métropolitaine entre 2013 et 2014 retrouve une incidence de 75,3 pour 100 000 personnes/an, et un taux de survie à 30 jours de 4,9%. Elle relève également la présence d'un témoin dans 49% des ACEH, un rythme initial choquable (tachycardie ventriculaire : TV, ou fibrillation ventriculaire : FV) dans 5,9% des cas, un âge médian de 68 ans et une proportion d'homme de 63% ¹. Ces résultats sont proches de ceux de l'étude européenne EuReCA ONE ³⁴.

La majorité des AC a lieu au domicile (75%) et serait liée à des causes médicales (88%) dont l'origine cardiovasculaire est suspectée pour la moitié d'entre eux. Selon la méthodologie de l'étude, l'origine cardiaque des ACEH peut être définie après l'exclusion de l'ensemble des autres causes, d'après les rapports d'autopsie, ou comme dans le cas présent, reposer sur l'histoire de la victime, ce qui explique la grande variabilité des incidences d'une étude à l'autre.

L'analyse du registre des arrêts cardiaques du Réseau Nord Alpin des Urgences (RENAU) sur l'année 2018, indique une incidence des ACEH de 69 pour 100 000 personnes/an. Dans cette étude, et pour l'ensemble des ACEH ayant nécessité le déclenchement d'un service d'urgence

préhospitalier (sapeurs-pompiers, MCS, SMUR, etc), l'effondrement a lieu devant un témoin dans 41% des cas, et une réanimation cardio-pulmonaire (RCP) est effectuée par un de ces témoins dans 28% des cas, ce qui montre qu'environ 2/3 des témoins ont pris l'initiative d'un massage cardiaque. La cause cardiaque est suspectée pour la moitié des victimes, un rythme choquable initial est retrouvé dans 13% des ACEH, et un défibrillateur d'accès publique est utilisé dans 3,6% des cas. Une reprise d'activité cardiaque spontanée (RACS) est obtenue dans 21% des cas, 15% des victimes sont admises vivantes à l'hôpital et 6% d'entre elles sont vivantes à 30 jours, montrant ainsi la forte mortalité hospitalière malgré une réanimation réussie. Le profil des victimes est semblable à celui des autres études, avec un âge médian de 70 ans et une forte proportion d'hommes également (68%).

L'analyse de ce même registre, mais seulement concernant les ACEH ayant bénéficié d'une réanimation médicale (par un MCS ou le SMUR), montre un effondrement devant témoin dans 69% des cas, une RCP avant l'arrivée des secours dans 37% des cas, un rythme initial choquable dans 17% des ACEH, l'utilisation d'un DAE publique pour 5% d'entre eux, une RACS dans 27% des cas, 20% de survie à l'admission à l'hôpital et seulement 8% à 30 jours.

4.2.3 Impact social et fonctionnel des arrêts cardiaques

Les données sur les conséquences fonctionnelles à long terme chez les survivants d'un ACEH restent limitées. Malgré une mortalité importante dans les suites d'une réanimation réussie - seulement 42% de survie à un an chez les victimes ayant été réanimée initialement- l'étude finlandaise « FINNRESUSCI » a toutefois pu observer chez les survivants une qualité de vie assez comparable à celle de la population du pays un an après l'arrêt cardiaque.

90% d'entre eux conservent un bon statut neurologique (score CPC 1 ou 2) et fonctionnel, vivent à la maison et sont indépendants pour les activités de la vie quotidienne (ADL) notamment l'hygiène, l'habillement, les repas, la locomotion et la continence. 70% d'entre eux gardent un score élevé dans les activités instrumentales de la vie quotidienne (IADL) qui correspondent à la capacité à faire les courses, utiliser le téléphone, faire la cuisine et le

ménage, utiliser les transports, gérer ses médicaments et son argent. Une majorité a pu également retrouver leur emploi et reprendre le volant ³⁹.

Une étude précédente présentait également de bons résultats neurologiques (CPC 1-2) chez la plupart des survivants d'ACEH sur le long terme, ainsi qu'une bonne qualité de vie, mais soulignait aussi la fréquence d'une déficience cognitive légère. Les perspectives pour une victime d'AC traité sont donc partagées entre une survie avec un bon état neurologique, et le décès ⁴⁰.

4.3 Physiopathologie de l'arrêt cardiaque

4.3.1 *Mécanisme, étiologie et facteurs de risques.*

La vie cellulaire, et par extension la vie humaine, consiste en des phénomènes d'oxydoréduction biocatalytiques avec formation d'eau et de produits acides de dégradation.

L'un des rôles du système cardiovasculaire est d'approvisionner les cellules de l'organisme en oxygène et en substrat énergétiques, et d'évacuer les déchets métaboliques. Ceci est possible grâce à l'action conjointe du myocarde, qui assure le débit cardiaque (résultante de la fréquence cardiaque et du volume d'éjection systolique), et du système vasculaire artérioveineux qui permet une distribution harmonieuse du sang aux viscères.

L'arrêt cardiaque ou cardiocirculatoire correspond à la suspension d'activité de l'appareil cardiovasculaire. Il entraîne l'arrêt de la circulation sanguine et de la respiration. Il s'agit de la phase de « No flow ».

En l'absence de restauration de l'activité cardiaque, une mort biologique s'ensuit avec notamment une atteinte rapide de certains organes tel que le cerveau. Une restauration incomplète ou tardive peut permettre la survie mais avec des séquelles parfois sévères.

Les mécanismes entraînant un AC sont divers. On distingue les causes médicales, dont les principales sont d'origine cardiaque, notamment les troubles du rythme (tachycardie ventriculaire, fibrillation ventriculaire, torsades de pointes, etc) intervenant au cours de l'évolution de cardiopathie (Syndrome coronarien, cardiomyopathie, insuffisance cardiaque) ou non.

Des asystolies ou des bradycardies extrêmes peuvent être impliquées également.

D'autres mécanismes cardiaques, plus rares, peuvent être impliqués tels que la tamponnade, une rupture du cœur ou une obstruction à l'éjection cardiaque du flux sanguin.

Les causes peuvent être vasculaires également (vasoplégies brutales ou prolongées, ruptures vasculaires, désamorçage cardiaque par hypovolémie).

Certaines études rapportent ainsi que le choc cardiogénique complique 7,5% des cas d'infarctus aigu du myocarde ⁴¹.

On distingue également des causes non médicales à l'AC telles que le traumatisme, la noyade, l'asphyxie, l'overdose et l'électrocution.

En raison de la prévalence importante des étiologies cardiaques et notamment des coronaropathies, et infarctus du myocarde, les facteurs de risques des AC sont essentiellement les mêmes que pour les maladies coronariennes, à savoir l'âge, le fait d'être de sexe masculin, les antécédents familiaux de maladie coronarienne, les dyslipidémies, l'hypertension artérielle, le tabac, le diabète et la sédentarité.

D'autres facteurs non reliés aux maladies coronariennes sont également en cause, tels que la consommation élevée d'alcool ou la génétique.

4.3.2 Physiopathologie de la fibrillation ventriculaire.

La fibrillation ventriculaire est un trouble du rythme grave, dont l'évolution est fatale en quelques minutes. Elle est liée à une désynchronisation complète du myocarde du fait de l'existence de multiples circuits de microréentrées qui induisent une désorganisation de

l'activité électrique. Les ventricules n'assurent plus leur fonction de pompe en n'ayant plus de cycle de contraction (systole) et de relaxation (diastole). L'absence de perfusion cérébrale suffisante induit une perte de connaissance après seulement quatre ou cinq secondes. Des lésions tissulaires cérébrales irréversibles se constituent en quelques minutes ⁴².

Dans 50 % des cas, la fibrillation ventriculaire se dégrade en asystolie entre la quatrième et la huitième minute.

Les pourcentages de survie de patients en fibrillation ventriculaire ayant bénéficié d'une défibrillation sont respectivement de 25 % pour un délai de sept à dix minutes, de 35 % pour un délai de quatre à six minutes, et de 40 % pour un délai d'une à trois minutes. En revanche, seuls 2 % des patients retrouvés en asystolie survivent ⁴³.

4.3.3 Diagnostic de l'arrêt cardiaque

Quelle que soit l'étiologie potentielle, le diagnostic d'AC doit être évoqué systématiquement et immédiatement dès lors que sont réunis une perte brutale et complète de la conscience, l'absence ou une difficulté respiratoire (gasps), et une disparition du pouls artériel carotidien ou fémoral. Dès lors, la « chaîne de survie » doit être débutée.

En cas de doute, notamment dans le cas de la non-reconnaissance d'un pouls filant, il est préconisé de débiter une réanimation cardiopulmonaire sur la seule base de l'apnée et de la perte de conscience. La mesure de la pression artérielle, la recherche d'une mydriase ou d'anomalie de coloration des téguments n'est pas nécessaire pour poser le diagnostic d'arrêt cardio-respiratoire.

4.3.4 Conséquence de l'arrêt cardiaque

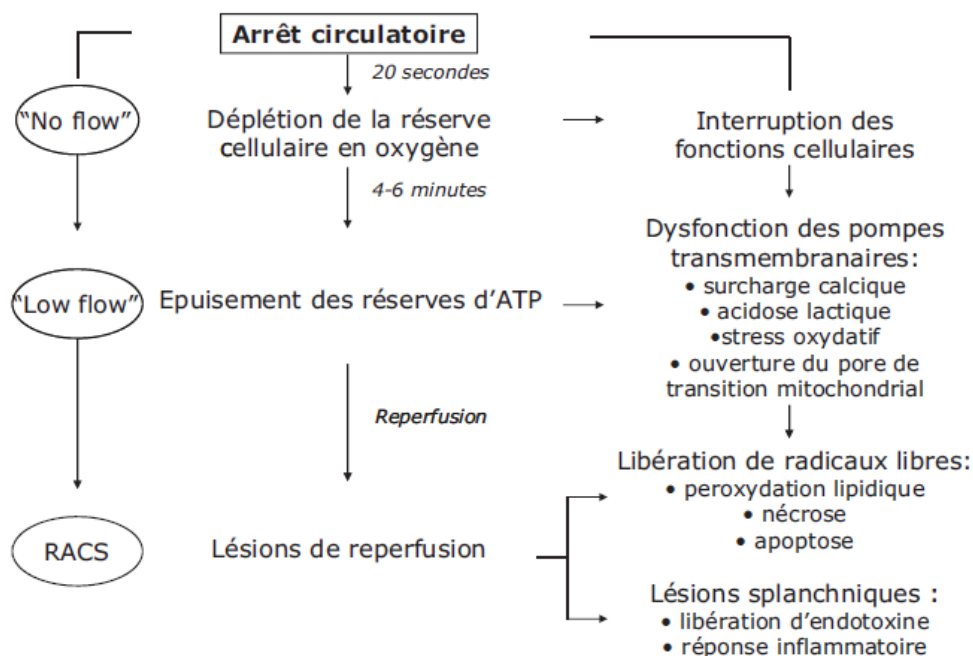
Au cours de la phase de « No flow », l'arrêt du débit sanguin génère une ischémie systémique et notamment cérébrale, responsable des premières lésions cellulaires. Dans un premier temps, la diminution des apports en oxygène est contrebalancée par une diminution des besoins métaboliques. La prolongation du temps d'ischémie entraîne une diminution de la

synthèse d'ATP cellulaire, qui aboutit à la suite de phénomènes membranaires à une augmentation de la concentration de calcium intracytoplasmique, entraînant une dysfonction mitochondriale et un œdème cytotoxique, et à terme la mort cellulaire.

La reprise d'un flux sanguin, lors du massage cardiaque (ou phase de « Low flow ») ou lors d'une reprise d'une activité cardiaque spontanée (RACS), entraîne une reperfusion cellulaire à l'origine de la formation d'espèces radicalaires de l'oxygène particulièrement cytotoxiques, à l'origine de lésions cellulaires également.

Les patients survivant à la prise en charge préhospitalière d'un AC, manifestent un syndrome de reperfusion précoce (ou « syndrome post arrêt cardiaque » ou encore « post resuscitation disease ») qui apparaît généralement entre la 4^e et la 24^e heure. Ils peuvent alors présenter dans les cas les plus extrêmes un état de choc, une hyperthermie, des désordres biologiques sévères, et en l'absence de traitement rapide, un syndrome de défaillance multiviscérale entraînant le décès.

N. Mongardon et al./Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation 32 (2013) 779-786



Mécanismes physiopathologiques des lésions cellulaires et tissulaires au cours du syndrome post-arrêt cardiaque.

Figure 4 : Mécanismes physiopathologiques des lésions cellulaires et tissulaires au cours du syndrome post-arrêt cardiaque (Sources Mongardon et Al.)

L'intensité de ce syndrome est variable, et dépend globalement de façon linéaire à la durée de la réanimation initiale, des phases de « No flow » et de « Low flow ».

Le syndrome de reperfusion post-arrêt cardiaque se traduit, entre autres, par une défaillance hémodynamique en raison principalement d'une dysfonction myocardique habituellement régressive en moins de 48h, et secondairement associé à une vasoplégie liée au syndrome d'inflammation généralisée.

Il se traduit également par une accentuation des lésions cérébrales initiées lors de la phase de no flow, qui peuvent habituellement être décelées à partir du 3^e jour de réanimation en l'absence de sédation, et qui sont très prédictives de l'évolution neurologique ⁴⁴.

Deux mécanismes de lésions cérébrales ischémiques se distinguent donc. Le premier est lié à l'arrêt de l'apport d'oxygène pendant l'AC, le deuxième est lié à la reperfusion au cours de la réanimation cardio-pulmonaire (RCP) ou d'une reprise d'activité cardiaque spontanée (RACS).

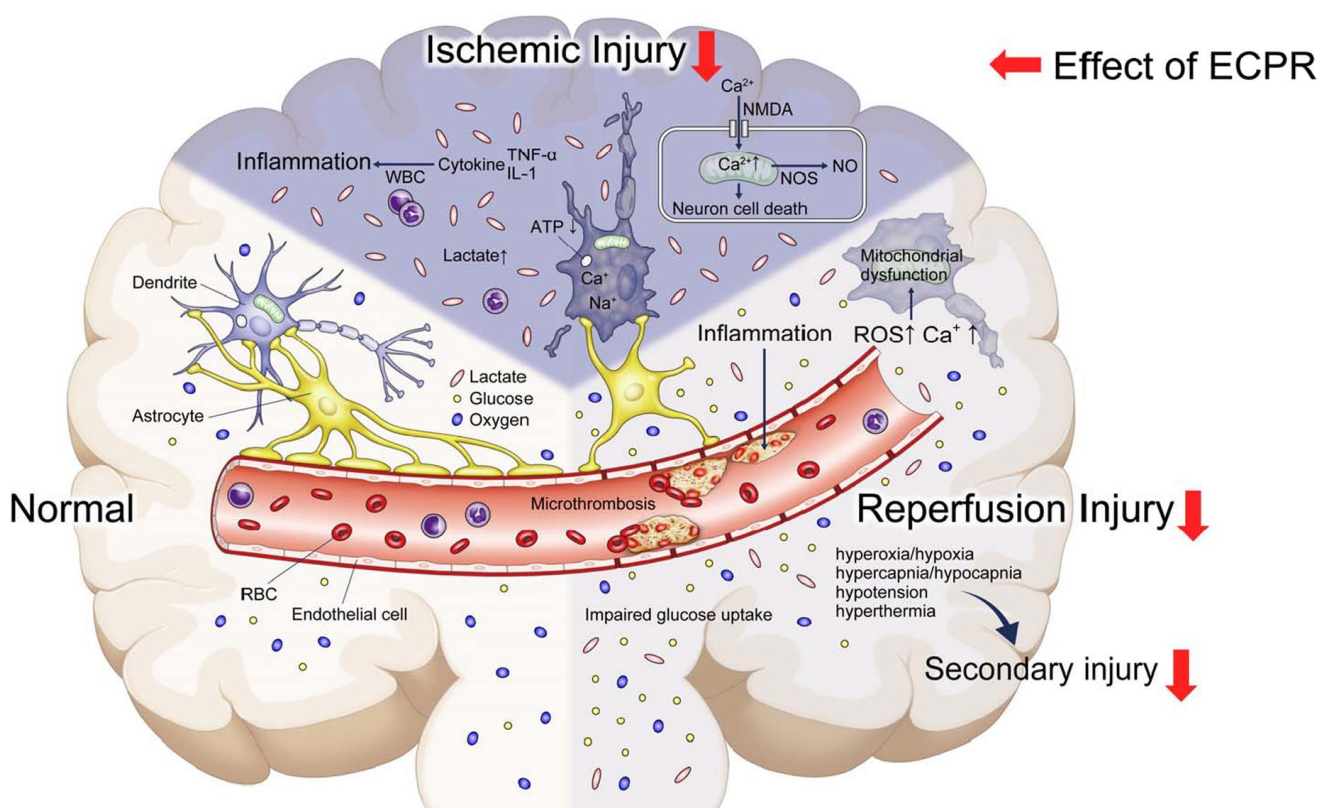


Figure 5 : Physiopathologie des lésions cérébrales. (Source JAHA, Inoue et al.)

La morbi-mortalité associée est importante, et le taux de survie chez les patients hospitalisés, avec peu ou pas de séquelles neurologiques, est de l'ordre de 30 %.

L'initiation d'une RCP optimale et d'une RACS rapide après le début d'un AC (soit une phase de low flow réduite) peut réduire la gravité du syndrome post-arrêt cardiaque ⁴⁵.

4.3.5 *Score Catégorie de Performance Cérébrale - CPC*

Chez les survivants d'un AC, la récupération à la suite d'une anoxie cérébrale est variable. Les séquelles neurologiques vont du rétablissement complet au coma avec mort cérébrale. L'appréciation des performances cérébrales à distance de l'AC représente alors un enjeu majeur.

A distance de l'événement, il est possible de mesurer avec précision l'ampleur des séquelles neurologiques grâce à des échelles complexes. En revanche, au stade initial, plusieurs échelles plus approximatives mais néanmoins plus simples sont utilisées pour évaluer le statut neurologique. L'une d'elle est le score de Catégorie de Performance Cérébrale (CPC), et comporte 5 niveaux (*Tableau 2*).

Les patients survivants atteignant un niveau CPC 1 ou 2 ont une évolution qu'il est possible de qualifier de « favorable ». A l'inverse, un niveau CPC 3 ou 4 correspond à une évolution défavorable.

Des études récentes ont démontré que le score CPC à la sortie de l'hôpital peut prédire les résultats de survie à long terme de l'ACEH ⁴⁶.

A distance de l'épisode, un grand nombre des patients CPC 3 et la plupart des patients CPC 4 décèdent. Aussi, très peu de patients CPC 2 évoluent ensuite vers une récupération complète au-delà des premières semaines.

Tableau 2 : Score CPC et ses différents niveaux

| | |
|-----------------|---|
| Niveau 1 | Bonne performance cérébrale, conscient, alerte, capable de travailler et de mener une vie normale, peut avoir des difficultés psychologiques ou neurologiques mineures (par exemple dysphasie mineure, hémiparésie non invalidante, ou anomalie mineure d'un nerf crânien) |
| Niveau 2 | Déficit cérébral modéré, conscient, fonctions cérébrales suffisantes pour travailler à temps partiel en environnement protégé ou indépendant pour les activités de la vie quotidienne (s'habiller, prendre les transports en commun, préparer à manger). Peut avoir une hémiplégie, des convulsions, une ataxie, une dysarthrie, une dysphasie ou encore des séquelles mnésiques ou mentales. |
| Niveau 3 | Déficit cérébral sévère, conscient, dépendant pour les actes de la vie quotidienne en raison de l'atteinte cérébrale (en institution ou à domicile avec aide importante de l'entourage familial), capacités cognitives limitées, état incluant une large gamme d'anomalies cérébrales, allant du patient ambulateur avec séquelles mnésiques sévères ou démence empêchant toute autonomie jusqu'au patient paralysé, ne communiquant qu'avec les yeux (<i>locked-in syndrome</i>) |
| Niveau 4 | Coma ; état végétatif ; inconscient ; sans perception de l'environnement ; pas d'activité cognitive ; Aucune interaction verbale ou psychologique avec l'entourage. |
| Niveau 5 | Décédé ou état de mort encéphalique. |

Le score CPC est très utilisé comme critère de jugement dans les études cliniques, et permet donc de distinguer les patients susceptibles de retrouver une vie quasiment normale (CPC 1 ou 2) de ceux qui nécessiteront une institutionnalisation en raison de leur déficit neurologique (CPC 3 ou 4) ^{47 48}.

4.4 La chaîne de survie

La chaîne de survie représente l'ensemble des étapes successives nécessaires à une réanimation réussie pour la prise en charge d'une victime d'AC. A chaque maillon de la chaîne correspond une étape de la réanimation.

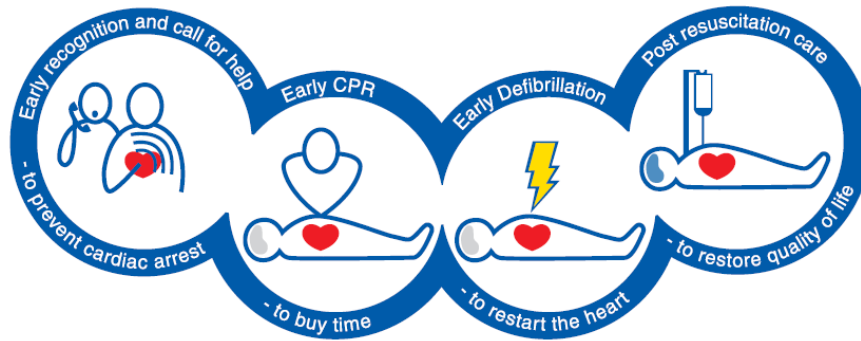


Figure 6 : La chaîne de survie (Source European Resuscitation Council - ERC)

Etape 1 : Reconnaissance précoce de l'arrêt cardiaque et appel des secours.

Etape 2 : Réanimation de base ou RCP précoce par les témoins

Etape 3 : Défibrillation précoce

Etape 4 : Réanimation spécialisée, réalisée par les équipes SAMU-SMUR en extrahospitalier et la réanimation post-arrêt cardiaque.

Les études montrent que les actions réalisées par *les premiers maillons de la chaîne de réanimation sont les plus déterminantes* pour la survie et le pronostic neurologique.

Dès les années 70, certaines études, notamment celle de Eisenberg et al., mirent en évidence l'importance d'une RCP précoce. Elles relevèrent une corrélation étroite entre le temps écoulé avant la RCP et la survie. A la sortie de l'hôpital, la survie des patients était de 28% pour une RCP entreprise dans les 4 premières minutes, contre 12% au-delà. Et une défibrillation entreprise dans les 8 premières minutes permettait une survie de 40% contre 13% pour un délai supérieur ⁴⁹.

L'étude de Vissen et al. montre une amélioration de la survie à un an (27%) par une amélioration de la chaîne de survie, notamment au moyen d'instructions claires données par le centre de régulation, une RCP débutée immédiatement, et la formation des premiers intervenants professionnels ¹⁶.

Aux Etats Unis, dans les casinos équipés de défibrillateurs, le temps moyen entre le collapsus et le début de la RCP est de 2,9 minutes, et le taux de survie est de 38 %. Ce taux de survie passe à 74 % chez les patients en fibrillation ventriculaire (FV) défibrillés avant la troisième minute de collapsus ⁵⁰.

Les terminaux de certains aéroports australiens et les avions de la compagnie Qantas sont eux équipés de défibrillateurs, et le personnel est formé à leur utilisation ainsi qu'à la RCP. Le taux de survie à long terme chez ces patients en TV/FV est de 26 % ⁵¹.

Les recommandations actuelles sur la prise en charge de l'AC sont le fruit de consensus issus de la société savante « Internationale Liaison Committee On Resuscitation (ILCOR) », créée en 1992 afin de fournir un forum de liaison entre les principales organisations de réanimation du monde entier (entre autres, European Resuscitation Council – ERC, American Heart Association – AHA).

Ces recommandations sont reprises par les sociétés savantes françaises d'anesthésie et de réanimation (SFAR) et de médecine d'urgence (SFMU). Elles insistent sur l'importance de l'alerte précoce, sur la réalisation d'une RCP immédiate par le témoin, et surtout sur la défibrillation rapide ^{52 53 54 55 56}.

Ces recommandations sont actualisées régulièrement à la lumière des dernières études, et visent à optimiser la réanimation des AC et les soins en post-réanimation.

Une amélioration significative de la survie pour les ACEH est décrite dans l'étude danoise de Steinmetz et al., après la mise en place des nouvelles recommandations de l'ERC en 2005, et notamment l'utilisation d'un appareil de compression thoracique automatisé et l'induction d'une

hypothermie thérapeutique. Initialement de 7,9% avant l'application des recommandations, la survie est passée à 16,3% après leur instauration ⁵⁷.

L'algorithme de la réanimation cardio-pulmonaire de base et de la défibrillation est issu de ces recommandations :

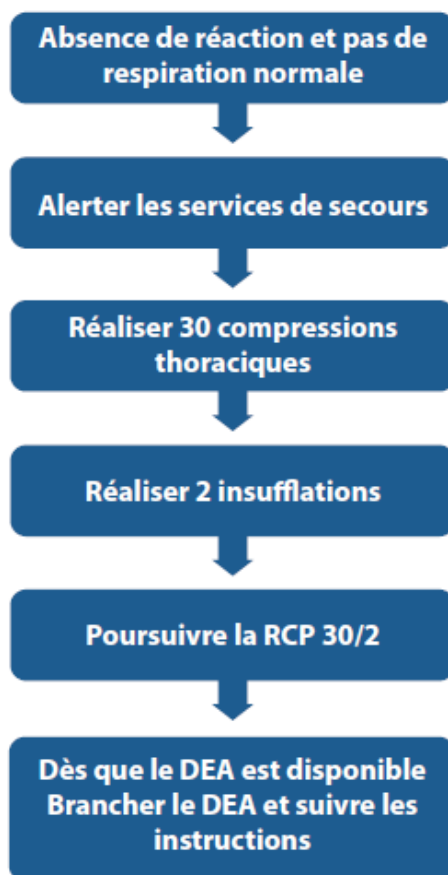


Figure 7 : Algorithme de la réanimation cardio-pulmonaire de base

4.4.1 Reconnaissance de l'arrêt cardiaque et activation des secours.

Dans le cas d'un AC, une reconnaissance précoce est essentielle pour permettre une activation rapide des services de secours et une initiation rapide par les témoins de la réanimation de base (RCP), le massage cardiaque tout particulièrement.

Toute victime inconsciente, ne respirant pas ou respirant anormalement doit être considérée en AC.

Cependant la reconnaissance de l'AC peut être difficile. Il est nécessaire au préalable pour le témoin de libérer les voies aériennes en mettant tête de la victime en hyperextension tout en levant le menton.

Une ventilation anormale peut se traduire par des gasps, mouvements ventilatoires agoniques inefficaces d'une fréquence faible de l'ordre de 5 mouvements / min., survenant au cours des premières minutes suivant l'AC dans environ 40% des cas. Ils peuvent être faussement interprétés par les témoins non formés comme étant des mouvements ventilatoires, retardant ainsi la reconnaissance de l'AC.

La description d'une respiration anormale au régulateur du SAMU est associé à un plus faible taux de RCP audioguidé par rapport à l'absence de respiration⁵⁸. De récentes études montrent en effet que même des personnes formées au premiers secours, et notamment des médecins urgentistes, peuvent conclure à tort à une respiration spontanée⁵⁹.

Les recommandations internationales insistent donc justement sur la reconnaissance des gasps qui doit inciter à entreprendre une RCP⁶⁰.

Par ailleurs, la prise de pouls (au niveau carotidien ou tout autre site) n'est plus recommandée pour les témoins non formés à la reconnaissance d'un AC, car il s'agit d'une méthode peu fiable pour affirmer la présence ou l'absence de circulation.

L'étude de Jan Bahr et al. impliquant un groupe de 449 volontaires ayant pour la plupart reçu un cours sur les gestes de premiers secours, a permis de constater que seuls 47,4% d'entre eux avaient pu détecter un pouls en 5 secondes, et 73,7% d'entre eux en 10 secondes. 95% de ces volontaires ont pu détecter correctement le pouls après plus de 35 secondes⁶¹.

En cas de convulsion chez un patient inconscient, le témoin doit évaluer la présence de mouvements respiratoires afin de détecter un AC se présentant sous une forme pseudo épileptique, y compris chez un patient épileptique connu⁶⁰.

D'autre part, la reconnaissance d'une douleur thoracique d'origine cardiaque, et l'appel des services d'urgence avant l'effondrement d'une victime, peut permettre au SMUR d'arriver plus tôt, avant même que l'AC ne se produise, conduisant ainsi à une meilleure survie.

L'alerte précoce des services de secours par téléphone est donc primordiale, et doit se faire à la moindre suspicion d'AC. En France, plusieurs numéros d'urgences sont interconnectés et permettent d'être mis en relation avec le centre de régulation du SAMU. Il s'agit du 15 (SAMU), du 18 (sapeurs-pompiers), du 112 (numéro d'appel d'urgence Européen).

L'appel permet en premier lieu de déclencher les secours et d'établir le lien entre l'opérateur du centre de secours et le témoin. Cette interaction s'avère cruciale pour la survie, l'opérateur jouant un rôle essentiel dans l'aide à la reconnaissance de l'AC, dans l'initiation et le guidage téléphonique de la RCP.

L'étude de Berdowski et al. montre d'ailleurs une survie à 3 mois de 5 % lorsque l'arrêt n'est pas reconnu au téléphone, et passe à 14 % lorsque le diagnostic est posé dès l'appel ⁶².

Les dernières recommandations sur l'arrêt cardio-respiratoire (ACR) de 2015 insistent sur l'importance de la reconnaissance précoce de l'AC par les services de secours dès l'appel, et notamment l'évaluation de l'état de conscience, de la qualité de la respiration et la recherche de gasps.

Différentes études, notamment celle de Caroline Boret dans le cadre de sa thèse, montrent que les médecins régulateurs et les assistants régulateurs recherchent systématiquement une respiration lors de l'interrogatoire téléphonique, mais sont très peu nombreux à rechercher une respiration agonique plus spécifiquement ⁶³.

Aujourd'hui, des innovations technologiques intégrant la géolocalisation permettent dès le signalement d'un AC, de déclencher immédiatement via une application sur smartphone l'intervention de volontaires situés à proximité de l'AC, permettant ainsi une assistance précoce. En France ces applications sont « SAUV Life » et « Le Bon Samaritain ».

4.4.2 La réanimation cardiopulmonaire - RCP

Suite à la reconnaissance de l'AC, le maillon central de cette chaîne de survie est la réanimation cardio-pulmonaire. La RCP comprend les compressions thoracique (CT) ou massage cardiaque externe (MCE), et la ventilation artificielle (VA).

Le taux de survie des arrêts cardiorespiratoires est directement lié à la rapidité de mise en œuvre de la RCP. En l'absence de MCE, il diminue de 7 à 10% par minute qui s'écoule dès l'effondrement ⁴². Certaines publications considèrent qu'au-delà de 10 minutes et en l'absence de facteur neuroprotecteur, il n'existe plus d'espoir de survie justifiant la poursuite de la réanimation ²³.

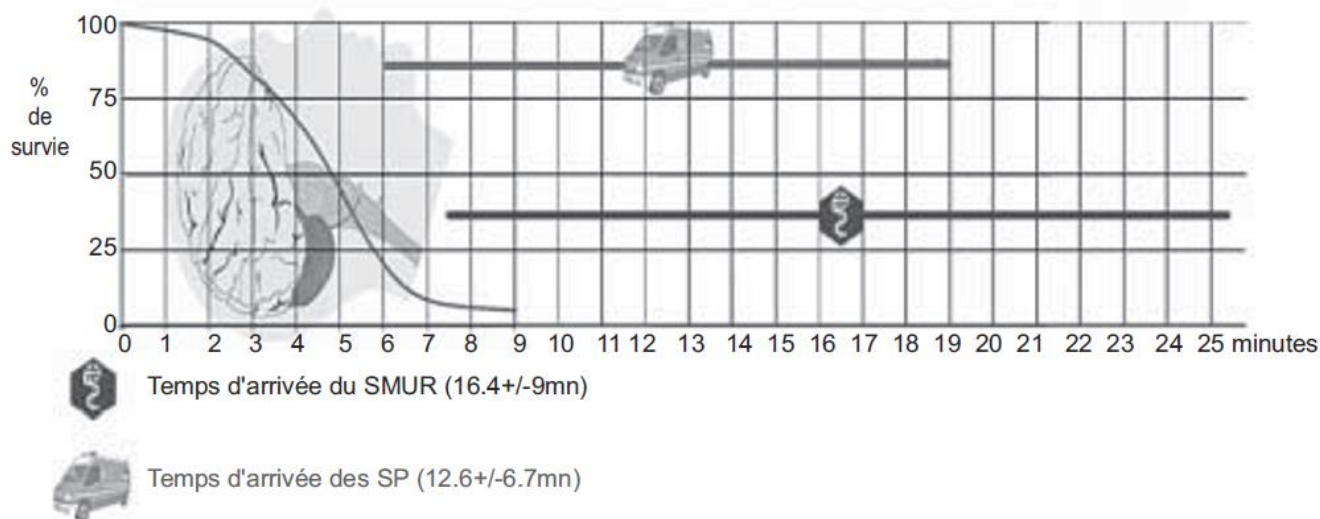


Figure 8 : Evolution des chances de survie après un arrêt cardiaque au cours du temps

Près de la moitié des AC surviennent devant un témoin qui joue alors un rôle essentiel dans l'initiation de la chaîne de survie en donnant l'alerte et en débutant le MCE jusqu'à l'arrivée des secours, dont le délai d'intervention est au-delà des 10 minutes sur notre territoire.

Le registre des AC du RENAU indique un délai médian entre le premier appel et le début de la RCP de 5 minutes pour l'année 2018.

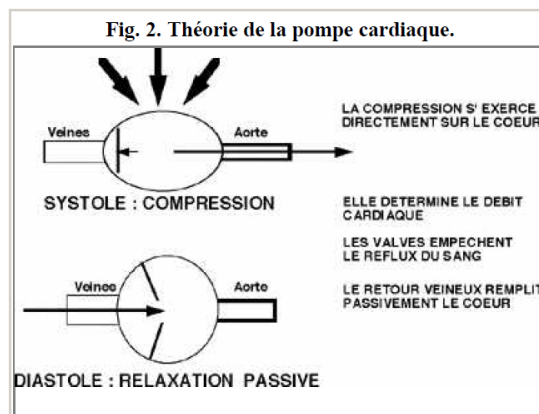
Malgré tout, seule la moitié des AC devant témoins bénéficient d'une RCP. Les témoins peuvent en effet se montrer réticents à initier le MCE en raison de la panique, la peur de nuire en pratiquant une RCP incorrecte, ou encore par l'aspect des victimes ^{2 64}.

Le rôle du médecin régulateur est alors primordial pour inciter le témoin à débiter le MCE et le guider par téléphone. L'audioguidage a d'ailleurs été entrepris avec succès dès 1985 par les équipes de MS. Eisenberg, et en 1991 par l'équipe de L.Culley, montrant dans ce dernier cas une augmentation significative de 32% à 54% du taux de RCP entrepris par les témoins grâce aux instructions du médecin régulateur ⁶⁵. L'amélioration de ces mesures sur la survie n'a en revanche pas encore pu être démontrée.

Concernant la physiopathologie du massage cardiaque, lorsque le flux sanguin s'arrête après un AC, le sang dans les poumons et le système artériel reste oxygéné pendant quelques minutes. L'instauration d'un massage cardiaque permet alors de maintenir la perfusion cardiaque et cérébrale, prolongeant ainsi la période de TV/FV et limitant l'hypoxie cérébrale. Plusieurs théories sur le fonctionnement du MCE se distinguent ⁶⁶ :

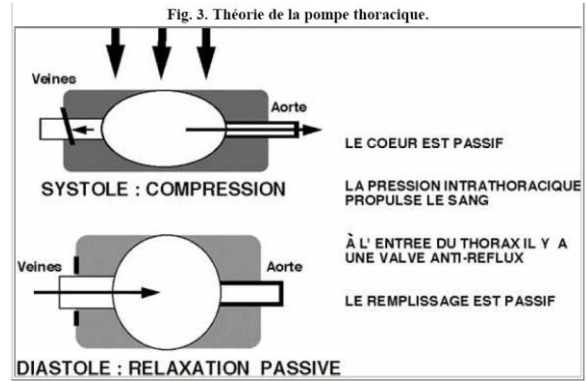
La théorie de la pompe cardiaque :

La compression directe du cœur entre le rachis en arrière, et le sternum en avant qui fait circuler le sang selon un flux antérograde, les valves empêchent le reflux du sang. Le retour veineux remplit passivement le cœur.



La théorie de la pompe thoracique :

L'augmentation de la pression à l'intérieur du thorax est responsable de la circulation du sang. Le sang ne peut refluer de manière antérograde. Le remplissage du coeur est passif.



Plusieurs travaux expérimentaux ont montré que plus la force de compression augmentait, plus la théorie de la compression directe du coeur devenait réelle.

A l'inverse, quand la force de compression diminuait, le sang circulait principalement par le mécanisme de la pompe thoracique.

La probabilité d'une cause cardiaque étant élevée chez l'adulte, les recommandations actuelles insistent sur l'importance de débiter la RCP par les compressions thoraciques plutôt que par la ventilation.

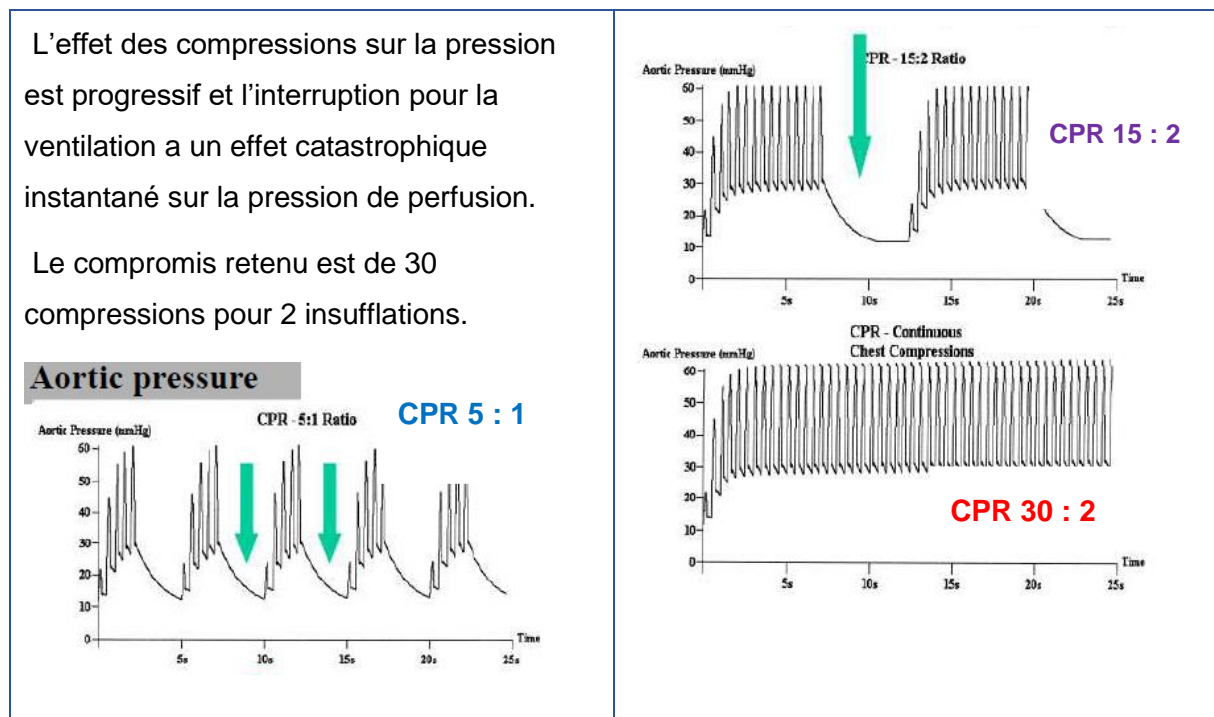
Entreprendre le MCE dès que possible est une première nécessité, mais la qualité de la RCP est également primordiale.

Une RCP bien conduite sur la durée est loin d'être évidente, y compris pour des professionnels. Une étude de 2019, visant à optimiser la qualité des soins prodigués par les sapeurs-pompiers du département de la Loire dans le cadre des ACR, met en évidence certaines lacunes dans la conduite du MCE, avec notamment une compression thoracique conforme aux recommandations dans seulement 33% des cas et une fréquence moyenne de 127 compressions par minutes.

Aussi, la difficulté d'assurer un massage cardiaque de qualité au cours du transport terrestre rend d'autant plus nécessaire l'utilisation d'un appareil de compression thoracique automatisé (planche à masser).

Les recommandations actuelles indiquent que la victime doit être placée sur un plan dur, qu'une compression doit être effectuée bras tendu sur la moitié inférieure du sternum, et être profonde d'au moins 5cm et pas au-delà de 6cm. Il faut respecter un temps égal pour la compression et la relaxation du thorax afin de faciliter le retour veineux. Le MCE doit respecter une fréquence de 100-120/minutes, mais être également le plus continu possible. Les interruptions doivent être limitées et inférieures à 10 secondes, notamment lors des CEE. Pour cette raison la prise du pouls après un CEE est réservée aux professionnels de santé.

Tableau 3 : Pression aortique au cours de la RCP de base et effet de la ventilation ⁶⁷



Concernant le cycle de RCP, les recommandations préconisent également un ratio compression/ventilation de 30/2. La durée recommandée pour chaque insufflation est d'environ 1 seconde, sans jamais dépasser 5 secondes pour 2 insufflations successives.

La profondeur des compressions thoracique ayant tendance à diminuer après plus de 90 secondes de massage cardiaque par les secouristes, il est recommandé si possible d'effectuer une rotation des sauveteurs toutes les 2 minutes, et ce avec une interruption la plus brève possible des compressions thoraciques ⁶⁸.

Certaines études, comparant la compression thoracique seule avec la compression thoracique associée à la ventilation, montrent une équivalence de survie à la sortie de l'hôpital dans les deux cas ⁶⁹.

Sur la base de ces études, il est donc recommandé aux témoins de réaliser en priorité les compressions thoraciques d'autant plus s'ils n'ont pas été formés à la RCP. Le bouche-à-bouche est en effet un geste qui fait peur, souvent mal fait, qui fait perdre du temps. En revanche, devant le faible niveau de preuve de ces études, l'alternance entre les compressions et la ventilation reste recommandé pour les personnes ayant été formées à la RCP, en particulier pour les enfants et les victimes d'asphyxie ^{60 70}.

4.4.3 *La défibrillation*

Chez l'adulte, 80 % des arrêts cardiorespiratoires extrahospitaliers non traumatiques ont un rythme initial en fibrillation ventriculaire ⁴². Il s'agit d'un rythme qui ne permet pas au cœur d'assurer une activité mécanique efficace. La défibrillation par l'administration d'un choc électrique de forte intensité permet la restauration d'un rythme normal en dépolarisant une grande partie du myocarde.



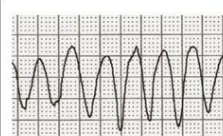

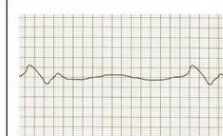
Dans les suites s'installe une période réfractaire qui correspond sur l'ECG à une pause électrique de quelques secondes avant la restauration d'un rythme issu du nœud sinusal.

Il arrive que le foyer pathologique de réentrée s'active en premier après la période réfractaire, induisant une récurrence de la fibrillation ventriculaire.

En l'absence de cardioversion de la fibrillation ventriculaire dès les premières minutes, l'ischémie myocardique liée à l'absence de perfusion des coronaires ne permet plus au seul choc électrique de réduire la fibrillation. Dès lors, avant toute nouvelle tentative de cardioversion, il est nécessaire de procéder à un massage cardiaque externe durant au moins une à deux minutes ⁴².

La survie est étroitement corrélée au rythme initial. L'étude de Z.Moutacalli et al. montre que les patients ayant subi une défibrillation avaient un taux de mortalité de 48%, contre 88% chez les patients ayant un rythme initial non choquable ⁷¹.

Tableau 4 : Tracé électrocardiographique des différents rythmes

| Rythmes dits « choquables » | | | Rythmes dits « non choquables » | |
|---|---|---|--|---|
| Fibrillation ventriculaire | Tachycardie ventriculaire sans pouls | Torsade de pointes | Asystolie | Dissociation électro-mécanique |
|  |  |  |  |  |

Les recommandations actuelles ⁷² préconisent d'employer dès que possible un défibrillateur automatisé externe, sans attendre nécessairement la réalisation préalable d'un cycle de compressions thoraciques (CT).

Chaque minute de retard à la défibrillation réduit la probabilité de survie de 10 à 12%. Lorsque la RCP est entreprise, un retard de défibrillation réduit cette probabilité à 3 - 4% par minute ⁷². Un bon massage cardiaque externe (MCE) maintient seulement 30% de la perfusion coronaire et cérébrale selon certaines sources, la RCP ne suffit alors pas.

L'étude de Weaver et al. montre tout l'intérêt d'une défibrillation précoce, avec un pourcentage de survie diminuant à mesure qu'augmente le délai avant le premier choc électrique externe (CEE) ⁴³.

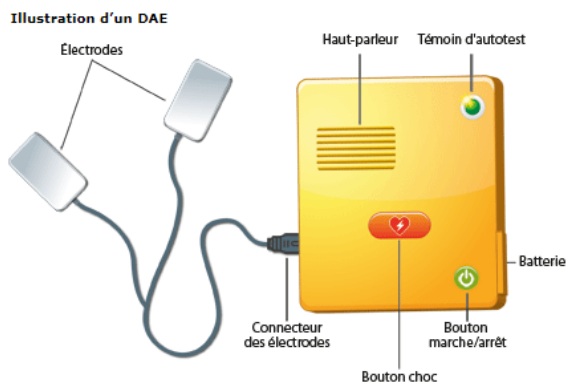
Il existe plusieurs types de défibrillateurs. Le défibrillateur semi-automatisé externe (DSA) principalement utilisé par les secouristes formés, et le défibrillateur entièrement automatisé externe (DAE) qui est principalement installés sur la voie publique, car plus simple d'utilisation.

Le DAE permet d'analyser l'activité électrique du cœur de la victime, de reconnaître une anomalie du fonctionnement électrique du cœur à l'origine de l'AC, de se charger automatiquement, et de délivrer le choc électrique dans le but de retrouver une activité cardiaque



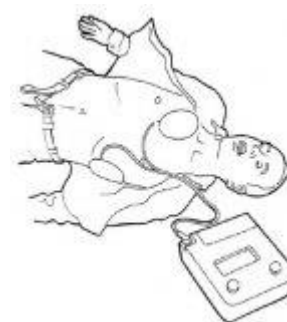
efficace. L'ensemble de la procédure est accompagné par une information vocale et visuelle. Le DSA, à la différence du DAE, ne délivre pas le choc électrique automatiquement, mais invite l'opérateur à le faire.

Le défibrillateur automatisé externe est composé d'un haut-parleur qui donne des messages



sonores et guide le sauveteur dans son action, d'un métronome qui rythme les compressions thoraciques du sauveteur (en option), d'un accumulateur d'énergie qui permet de réaliser des chocs électriques.

Une fois collées sur la peau du thorax de la victime, les électrodes permettent de capter et transmettre l'activité électrique cardiaque au défibrillateur, de délivrer le choc électrique lorsqu'il est indiqué.



L'histoire du défibrillateur remonte à la fin du XIXe siècle, mais la généralisation de son utilisation reste très récente.

En 1899 a lieu le premier essai réussis de défibrillation sur l'animal dans le cadre des travaux des physiologistes français Prévost et Batelli.

En 1947 Beck et al. réalisent la première défibrillation interne chez l'homme ⁷³.

En 1956, réalisation de la première défibrillation externe par Zoll et al. ⁷⁴.

En 1966, première défibrillation externe en préhospitalier à Belfast par par Pantridge et Geddes ⁷⁵.

En 1980, Eisenberg et al. montrent, une amélioration significative de la survie des AC pris en charge par des ambulanciers équipés de défibrillateurs ⁷⁶.

En 1990, en France, le comité d'éthique puis l'académie de médecine en 1993 donnent un avis favorable à l'utilisation de défibrillateurs semi-automatiques, en contexte extrahospitalier et par du personnel non médical, après une première expérimentation à Lyon, étendue à Lille et Paris.

Par la suite, l'utilisation des DAE a été ouverte aux professionnels de santé non-médecin, puis au grand public.

1998, un premier décret ⁷⁷ a autorisé les infirmiers, les masseurs-kinésithérapeutes, les secouristes ainsi que les ambulanciers à utiliser ces dispositifs médicaux, à la double condition qu'ils aient validé une formation initiale ou continue spécifique à cette utilisation et qu'ils agissent « dans le cadre de services médicaux ou de structures placées sous la responsabilité d'un médecin » ⁷⁸.

La généralisation progressive des DSA aux véhicules de premiers secours a montré une augmentation significative du pourcentage de fibrillations ventriculaires analysées. Alors de 10% initialement, lorsque seuls les véhicules médicalisés étaient équipés ⁷⁹ et arrivaient dix minutes après les premiers secours, les FV détectées et les indications de choc électrique ont progressé jusqu'à 20-25% une fois les véhicules de premiers secours équipés.

En 2007, Un second décret a ensuite ouvert au grand public l'utilisation des DAE. « Toute personne, même non-médecin, est habilitée à utiliser un défibrillateur automatisé externe [...] ». Chaque citoyen a ainsi le droit d'utiliser un DAE lorsqu'il est témoin d'un accident cardiaque ⁷⁸.

La rapide évolution de la réglementation concernant le DAE, avec le passage en une quinzaine d'années d'un usage strictement médical à l'ouverture au grand public, implique un bouleversement dans l'organisation des secours d'urgences dans le cadre des AC.

En effet, l'évolution législative n'est pas forcément suivie d'une évolution des pratiques.

D'une part, le grand public est insuffisamment sensibilisé « aux gestes qui sauvent », seulement un peu plus de 20% de la population française y est formée, alors que le rôle du témoin dans l'AC est un facteur déterminant de la survie.

D'autre part, l'accès aux DAE est insuffisant, ou très inégal selon les territoires ⁸⁰. Or l'accès rapide à un équipement fonctionnel est primordial ⁸¹. Cela implique un équipement suffisant sur le territoire en particulier dans les zones recevant du public ²¹, en bon état de marche et géolocalisable.

Malgré la démarche croissante de nombreuses villes de s'équiper en défibrillateurs et d'initier des campagnes de formation depuis plus de dix ans ⁵¹, l'état des lieux en 2018 dresse un tableau perfectible. Le rapport sur la proposition de loi relative au défibrillateur fait au nom de la commission des affaires sociales du sénat en juin 2018 ⁷⁸ évoque le manque de traçabilité des DAE sur le territoire, ne permettant pas d'évaluer leur répartition, l'impossibilité aux témoins d'un AC de localiser un défibrillateur fonctionnel, et la vétusté du parc de DAE.

Les cabinets de médecins généralistes sont par ailleurs peu pourvus en défibrillateurs (DAE ou DSA). Dans son travail de thèse, Camille Counillon indique que seul 10% des médecins généralistes de l'étude disposaient d'un DAE sur leur lieu d'exercice, que 42% d'entre eux savaient qu'un DAE se situait à moins de 500m de leur cabinet et 18% à plus de 500m, et que 30% ignoraient où se trouvait le DAE le plus proche ⁸².

Or l'intervention précoce d'un médecin généraliste équipé d'un DAE sur un AC aboutit souvent à la réussite de la réanimation, et permettrait une augmentation de la survie à terme.

L'étude de Michael Colquhoun portant sur 555 réanimations entreprises par des médecins généralistes équipés de DEA, indique que 18% des AC avaient eu lieu à proximité de leur cabinet médical, 88% d'entre eux était d'origine cardiaque, et parmi ceux-ci, la réanimation réussissait dans 34% des cas ⁸³.

Plusieurs nouvelles mesures visent à améliorer la couverture du territoire en DAE et leur traçabilité.

Le décret n° 2018-1186 du 19 décembre 2018 oblige désormais les ERP (établissement recevant du public) de catégories 1 à 3 à s'équiper avant le 1er janvier 2020, ceux de catégorie 4 avant le 1er janvier 2021, et certains de catégories 5 avant le 1er janvier 2022. La maintenance des DAE devient également obligatoire ⁸⁴.

Le décret no 2018-1259 du 27 décembre 2018 oblige les exploitants de DAE à transmettre les informations relatives aux lieux d'implantation des DAE au gestionnaire de la base de données, le ministère de la solidarité et de la santé ⁸⁵.

4.4.4 *Réanimation spécialisée et soins post réanimation*

La réanimation spécialisée débute à l'arrivée des secours médicalisés et, tout en poursuivant la RCP, consiste en la protection des voies respiratoires, l'administration de médicaments par voie intra-veineuse et permet la correction des facteurs étiologiques si possible.

Elle ne se substitue pas à l'action précoce des témoins à travers la RCP et la défibrillation, qui restent les étapes essentielles à la survie des victimes, mais est nécessaire à leur stabilisation.

Avant toute chose, les causes réversibles d'AC doivent être traitées si possible. Il s'agit de rechercher une hypoxie, une hypovolémie, une hypo/hyper kaliémie, une hypo/hyper thermie, une thrombose coronaire, un pneumothorax sous tension, une tamponnade cardiaque, une intoxication.

En l'absence de retour à une RACS malgré la réanimation débutée par les témoins et/ou les premiers secours, une RCP avancée est débutée selon la nature du rythme cardiaque ⁸⁶ :

- Le rythme est choquable (FV/TV):

Un cycle de RCP 30/2 est mis en œuvre le temps d'installer le défibrillateur, le choc est ensuite délivré et le rythme réévalué après 2 minutes de RCP (soit environ 5 cycles).

En l'absence de RACS, 1mg d'adrénaline est injecté toutes les 3/5 minutes après le 3^e choc électrique externe (CEE) selon la recommandation de la société européenne de cardiologie (ESC).

Après le 3^{ème} choc et toujours en l'absence de RACS, il est recommandé de procéder à l'administration de 300 mg d'amiodarone et à 150mg après le 5^e choc.

Ces injections sont réalisées par voie intraveineuse de préférence ou par voie intra-osseuse en l'absence d'abord veineux.

- Le rythme n'est pas choquable (asystolie ou activité électrique sans pouls) :

Un cycle de RCP 30/2 est mis en œuvre le temps d'installer le défibrillateur.

Le rythme est réévalué toutes les 2 minutes de RCP.

L'administration de 1 mg d'adrénaline est recommandée toutes les 3 à 5 minutes dès que l'accès veineux ou intra-osseux est atteint jusqu'à obtenir un rythme choquable.

L'adrénaline, en raison de son effet alpha-adrénergique vasoconstricteur permet d'améliorer les perfusions coronaires et cérébrales durant la RCP. Aux doses utilisées lors de la réanimation (1mg) elle permet une amélioration du taux de RACS et de la survie à l'hôpital, sans pour autant qu'il y ait un bénéfice de la survie sur le long terme ⁸⁷. Ce résultat est étayé par une étude récente comparant l'administration d'adrénaline à un placebo chez des patients en ACEH, et retrouvant un meilleur pronostic de survie à 30 jours (3,2% contre 2,4%, p=0,02), mais montrant également les effets délétères de l'adrénaline, au niveau de la microcirculation,

avec des taux plus élevés de dysfonctions neurologiques sévères occasionnées (31,0% contre 17,8%)⁸⁸.

L'amiodarone est le principal antiarythmique utilisé dans la réanimation d'une victime d'AC ayant un rythme choquable réfractaire (FV ou TV). Il permet de retrouver un meilleur taux de RASC et de survie à l'admission à l'hôpital, sans pour autant améliorer le taux de survie à la sortie de l'hôpital selon une étude de 2016⁸⁹.

Le contrôle des voies aériennes doit être fait dans le même temps que la RCP.

Selon les recommandations, l'intubation endotrachéale offre la voie la plus fiable, mais doit être tentée par une personne maîtrisant la technique d'intubation, et ne doit pas retarder les tentatives de défibrillation. Les compressions thoraciques ne doivent s'arrêter que brièvement, moins de 5 secondes, le temps de passer le tube à travers les cordes vocales.

Le contrôle de la position endotrachéale de la sonde doit être confirmée si possible par l'auscultation pulmonaire à la recherche d'un murmure vésiculaire symétrique, l'oxymétrie de pouls ou la capnographie. Une fois la sonde en place, la ventilation des poumons devra être de 10 cycles par minutes. En l'absence de possibilité de réaliser l'intubation, ou bien en l'absence de personnel qualifié, le masque laryngé ou tout autre système type Fastraq™ peuvent être utilisés⁷⁰.

Différentes études ont été menées, sans pouvoir mettre en évidence de différence significative entre la ventilation par masque facial et l'intubation trachéale, et ce concernant la survie à 28 jours ou le taux de RASC^{90 91}. Selon l'étude de Wang et Al., une utilisation initiale du masque laryngé est associée à une amélioration de la survie à 72h chez les victimes d'ACEH par rapport à l'intubation endotrachéale.

Une confirmation de ce résultat par d'autres recherches pourrait amener à considérer l'utilisation du masque laryngé en premier recours⁹².

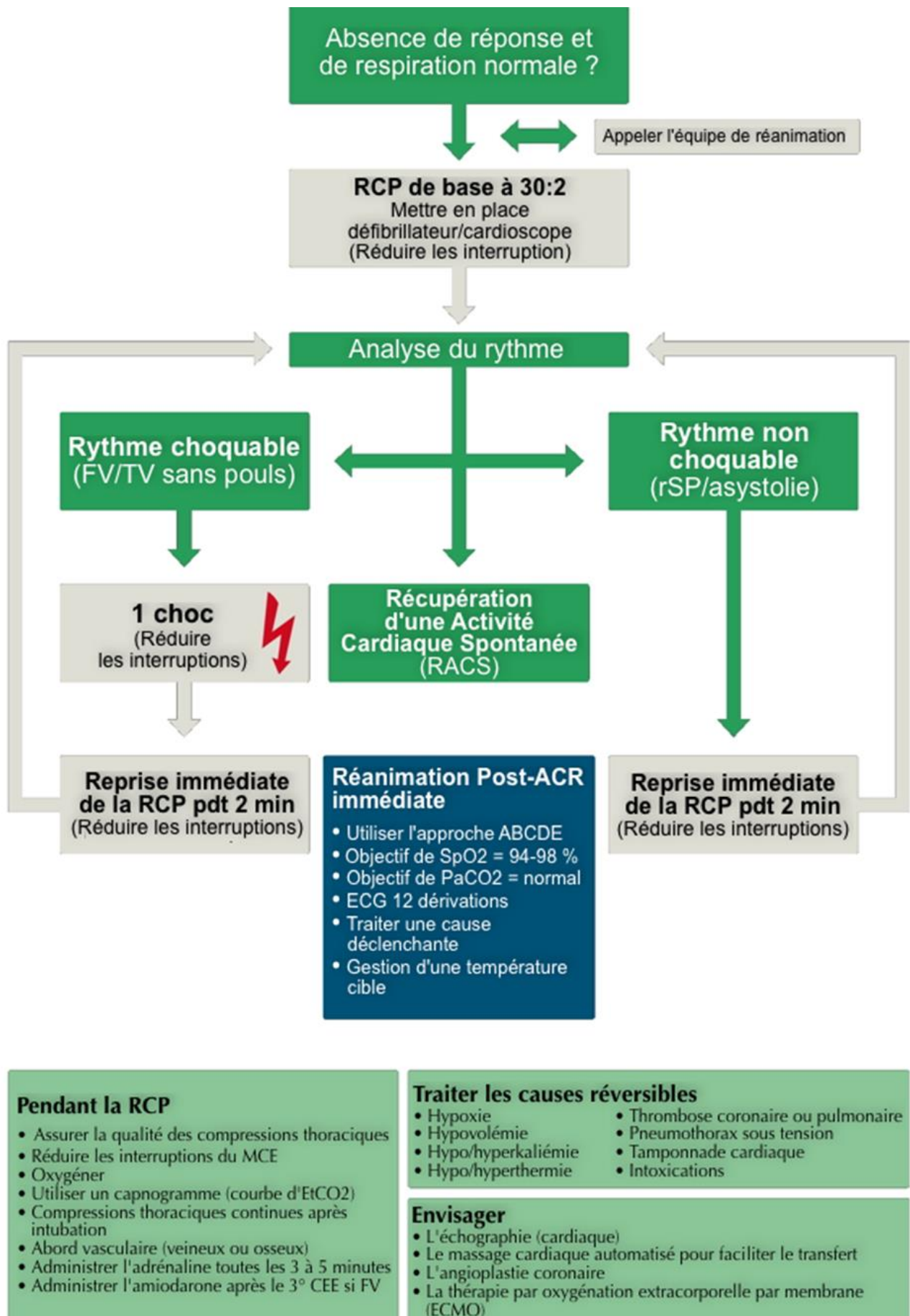


Figure 9 : Algorithme de la réanimation cardiopulmonaire médicalisé (Source CFRC)

Dans l'absolu, dans le cas d'un ACEH, il reste préférable de procéder à la ventilation par masque facial et ballon auto-remplisseur par valve unidirectionnelle plutôt que de tenter en vain une intubation endotrachéale.

Dès la RACS, les soins post réanimation peuvent être débutés.

4.4.5 Arrêts cardiaques réfractaires

En l'absence de récupération d'une activité cardiaque efficace, le taux de survie diminue rapidement avec le temps, et un AC réfractaire est défini comme la persistance d'un arrêt circulatoire malgré plus de 30 minutes d'une RCP bien menée. Au-delà de ce délai, l'AC réfractaire est généralement associé à aucune survie, sauf dans certaines conditions particulières telle que l'hypothermie⁹³. Dans ces conditions, il existe plusieurs possibilités :

- L'arrêt de la réanimation

Il doit être décidé en tenant compte de plusieurs facteurs, tels que les circonstances de survenue de l'AC, le délai de no flow, le contexte de vie et les antécédents du patient. Il ne peut être envisagé qu'à la condition qu'aucun facteur de protection cérébrale ne soit retrouvé (hypothermie accidentelle).

- La mise en place d'une assistance circulatoire extracorporelle : « Extra-Corporéal Membrane Oxygénation » ou ECMO

L'ECMO est une technique de circulation extracorporelle qui détourne la circulation sanguine grâce à un appareil assurant à la fois le rôle de pompe cardiaque et d'oxygénateur pulmonaire. Celui-ci pompe le sang de la veine et le retourne dans une artère, permettant ainsi la circulation de sang oxygéné et décarboxylé dans le corps. Actuellement il est recommandé de procéder à l'ECMO avant la sixième minute suivant l'AC.

Alors que la RCP ne peut fournir que 25% à 30% du débit cardiaque, l'ECMO peut réduire la durée de low flow, assurer une perfusion suffisante du cerveau, réduire le risque de développer

des lésions cérébrales et les risques liés au syndrome de reperfusion, et permet également l'instauration d'une hypothermie thérapeutique.

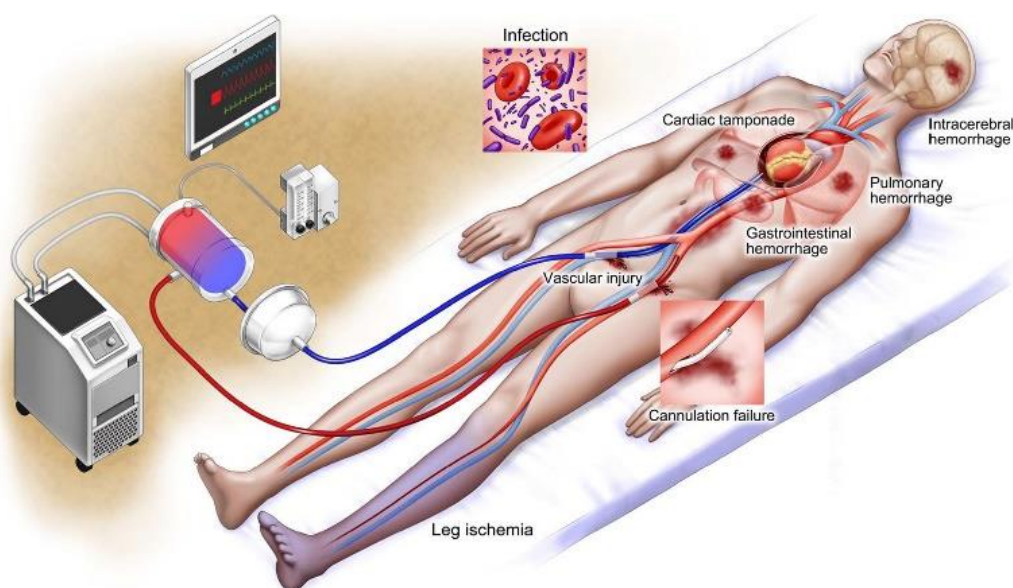


Figure 10 : Extra Corporeal Membrane Oxygenation (ECMO) et ses complications (Source JAHA)

Il existe des risques importants de complication liés à l'ECMO tels que le saignement, l'ischémie des membres, les infections, ou encore une canulation infructueuse. Malgré cela, certaines études observationnelles, à défaut d'études randomisées, décrivent une amélioration des taux de survie et des résultats neurologiques des victimes d'ACEH, par rapport à la RCP conventionnelle ⁴⁵.

Une victime d'AC peut bénéficier de l'ECMO en présence de critères de bon pronostic, comme un no flow nul ou réduit (inférieur à 5 minutes), la présence de mouvements spontanés pendant la RCP, ou des facteurs de protection cérébrale (hypothermie, intoxication médicamenteuse). L'ECMO est d'autant plus indiqué dans le cas d'étiologies réversibles telles qu'une FV réfractaire, un syndrome coronarien aigu (SCA), une embolie pulmonaire (EP), une intoxication médicamenteuse, une hypothermie, etc ⁹⁴.

En l'absence de critères de bon pronostic, la réanimation peut être prolongée en vue d'un prélèvement d'organe sur donneur décédé après arrêt cardiaque (DDAC). Le massage cardiaque continu doit alors être maintenu durant le transfert vers un centre agréé.

4.5 Enjeux thérapeutiques des patients réanimés

La morbi-mortalité dans les suites d'une RACS est importante. Une méta-analyse sur la survie dans le cadre d'ACEH, portant sur les données de 79 études et 142 710 patients sur une période allant de 1950 à 2008, décrit un taux de survie lors de l'admission à l'hôpital de 23,8%, et de seulement 7,6% à la sortie ⁹⁵.

Ce faible taux de survie est principalement dû à l'anoxie cérébrale initiale et au syndrome de reperfusion (syndrome post-arrêt cardiaque) susceptible d'entraîner une défaillance hémodynamique voire une défaillance multiviscérale, une réaction inflammatoire systémique semblable à celles observées au cours des états septiques sévères, mais surtout des défaillances neurologiques responsables de plus de la moitié des décès chez les patients réanimés ⁴⁴.

Les enjeux thérapeutiques de la réanimation post-arrêt cardiaque sont alors d'agir conjointement sur les défaillances hémodynamiques et la réaction inflammatoire qui conditionnent le pronostic dans les 2 ou 3 premiers jours, mais aussi sur les lésions induites, notamment neurologiques, qui conditionnent le pronostic à long terme.

A cela s'ajoute la recherche et le traitement de la cause de l'AC afin de prévenir une éventuelle récurrence.

L'objectif est dans un premier temps de contrôler l'oxygénation, qui doit être suffisante pour ne pas laisser s'installer une hypoxie délétère pour le pronostic neurologique, ni excessive pour ne pas majorer également les lésions cellulaires liées à un phénomène de production de radicaux libres d'oxygène, et induire une vasoconstriction coronaire en raison de l'hyperoxie

^{96 97}.

Les recommandations actuelles préconisent une adaptation de la FiO₂ de façon à maintenir une saturation en oxygène entre 94% et 98% et une normocapnie.

Dans le même temps, un contrôle de l'hémodynamique est également nécessaire avec un objectif de Pression Artérielle Moyenne (PAM) comprise entre 65 et 90mmHg ou une Pression artérielle Systolique (PAS) supérieure à 100mmHg ^{70 96}.

Le contrôle hémodynamique peut nécessiter l'administration de soluté de remplissage de cristalloïdes pour améliorer la volémie, voire l'introduction de vasopresseurs tels que la noradrénaline.

Dans les premières heures et en présence d'insuffisance cardiaque, l'utilisation de dobutamine peut avoir un effet favorable sur la dysfonction myocardique ⁴⁴.

La réalisation précoce d'une hypothermie thérapeutique par refroidissement endovasculaire est également recommandée, tout particulièrement pour les AC avec rythme initial choquable, et ce dès la prise en charge préhospitalière ⁹⁸. A ce jour sujet à discussion, la cible thérapeutique recommandée est comprise entre 32°C et 36°C ⁹⁹.

Les études montrent une amélioration du pronostic neurologique à long terme et une réduction significative de la mortalité ¹⁰⁰. Tout retard à l'instauration de l'hypothermie thérapeutique et de la température cible, s'accompagne d'une dégradation du pronostic neurologique ¹⁰¹.

L'effet neuroprotecteur s'explique par de nombreux mécanismes dont la diminution du métabolisme cérébral, la diminution de la réponse inflammatoire et la réduction de la production de radicaux libres oxygénés.

In fine, le réchauffement doit être lent et progressif afin d'éviter la création de lésions neurologiques supplémentaires.

Dans un deuxième temps, l'objectif est de rechercher et de traiter la cause de l'AC.

Le syndrome coronarien aigu (SCA) représente la principale cause d'ACEH selon certaines sources ¹⁰².

L'étude de CM Spaulding et Al. montre une prévalence élevée de l'occlusion des artères coronaires et des lésions instables dans l'ACEH et soutient qu'une angioplastie réussie est un prédicteur indépendant de la survie ^{103 104}.

Ces conclusions sont néanmoins controversées. Les résultats de certaines études plus récentes dont celle de Z.Moutacalli et Al. montrent une prévalence relativement faible de lésions coronaires susceptibles d'induire un SCA (entre 30% et 46%), ce qui limiterait les angiographies coronaires immédiates aux infarctus du myocarde avec sus-décalage du segment ST (STEMI) et à ceux sans sus-décalage du segment ST (NSTEMI) ⁷¹.

Cependant il est extrêmement difficile d'exclure un syndrome coronarien aigu (SCA) après un ACEH comme le montre l'étude de Salam et al. L'ECG pré-hospitalier est un outil de diagnostic sous optimal pour prédire un STEMI et n'est pas suffisamment sensible pour pouvoir effectuer un triage vers un centre d'angiographie coronaire.

Il ressort qu'il est nécessaire de procéder à une angiographie coronarienne immédiate chez les survivants comateux d'un ACEH d'origine cardiaque suspectée, même en l'absence d'élévation du segment ST ^{102 105 106}.

La suite de la prise en charge d'un patient réanimé consiste en la prévention des agressions cérébrales secondaires d'origine systémique (ACSOS). Il convient donc de poursuivre le contrôle hémodynamique, celui de l'hématose et de la température.

Le maintien de la glycémie à un taux inférieur à 10 mmol/L est aussi recommandé en évitant avant tout les hypoglycémies. Certaines études analysant l'influence des facteurs hospitaliers sur la survie, décrivent une association entre une glycémie contrôlée à moins de 10 mmol/L et une meilleure survie suite à un AC ¹⁰⁷.

Return of spontaneous circulation and comatose

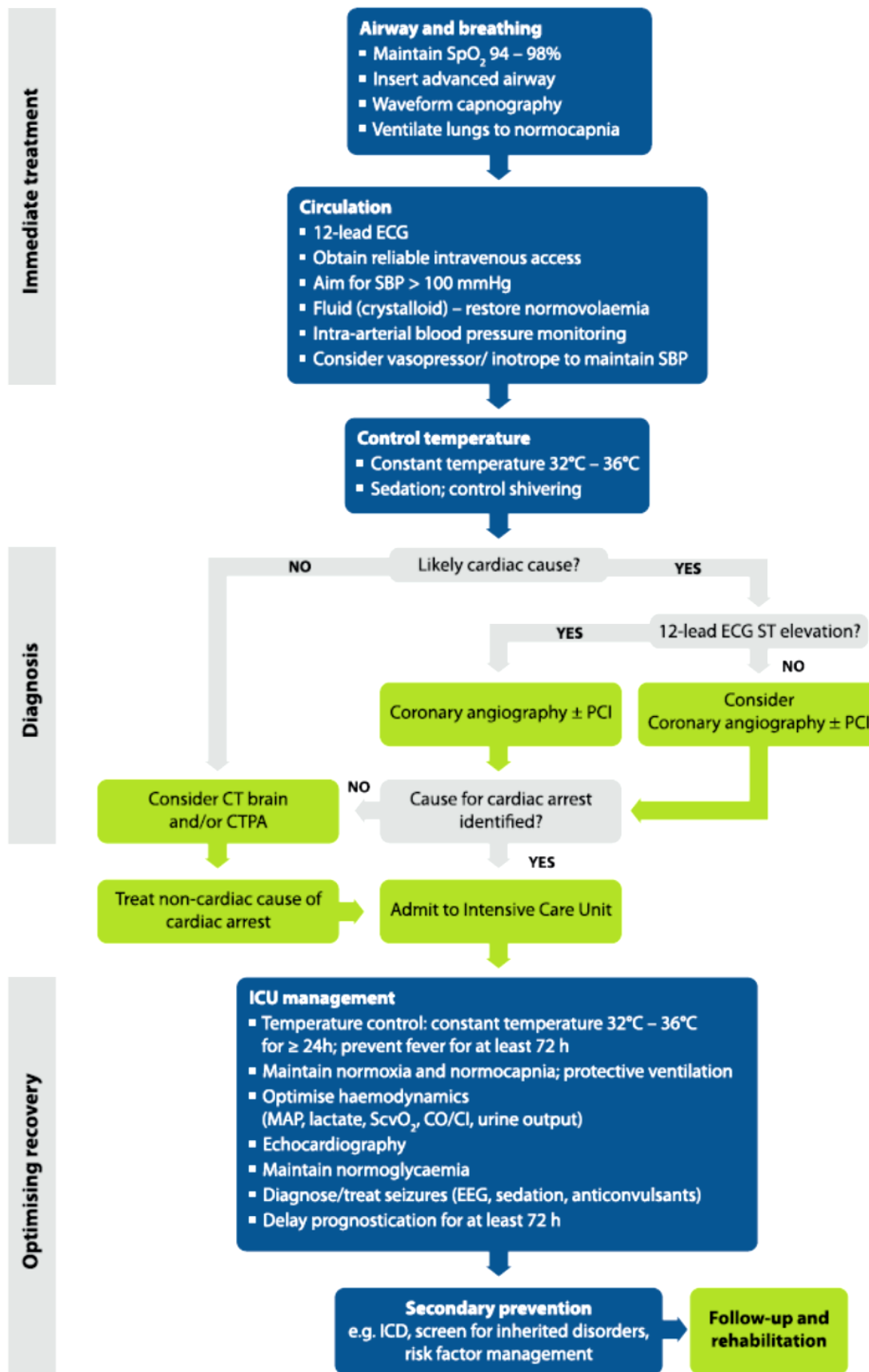


Figure 11 : Algorithme de prise en charge post-réanimation (Source ERC guidelines for Resuscitation 2015)

Le diagnostic étiologique peut être poursuivi dans l'hypothèse d'une cause non cardiaque de l'AC. Un scanner cérébral et thoracique précoce peut permettre l'identification d'une cause neurologique ou respiratoire et orienter sans délai la victime vers le service des soins intensifs spécialisés. Devant des myoclonies voire une crise tonico-clonique, un électroencéphalogramme (EEG) peut être réalisé afin de détecter une activité épileptique, et d'instaurer un traitement permettant de prévenir l'installation de séquelles cérébrales.

4.6 Formation aux gestes de premiers secours en France et en Europe.

Actuellement, une estimation porte à moins de 30 % la population française formée aux gestes de premier secours, et à environ un million le nombre de personnes participant à une séance de formation d'au moins une heure par an.

Une large étude menée entre 2005 et 2010 en France montre une grande hétérogénéité des programmes de formation sur le territoire, avec une densité des personnes formées allant de 6955 à 36 636 pour 100 000 habitants, ainsi qu'une forte association entre la densité du niveau d'éducation au gestes de premiers secours et le taux de survie ⁸⁰.

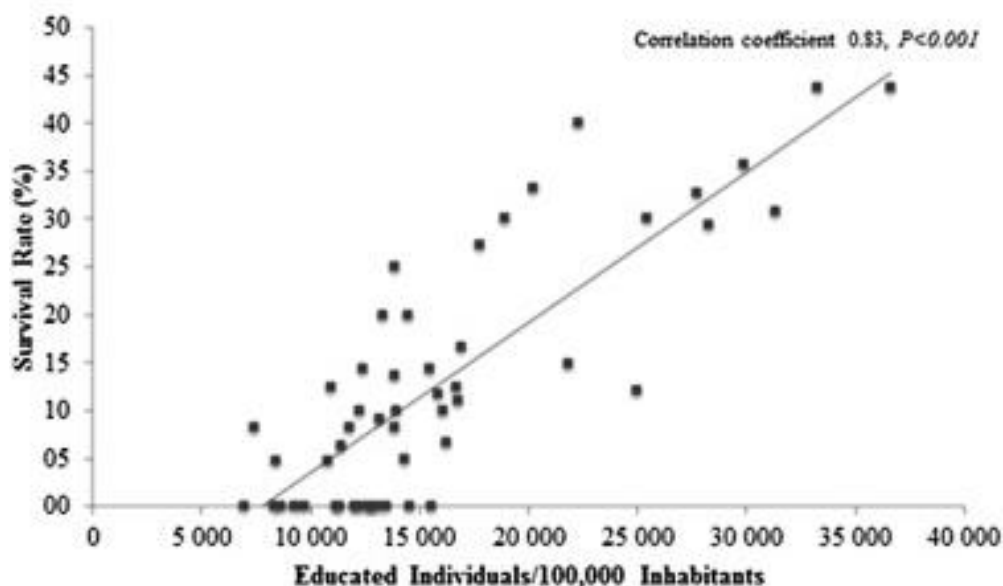


Figure 12 : Association entre la densité du niveau d'éducation de la population et la survie à la sortie de l'hôpital après un ACEH (source Resuscitation, septembre 2017)

Afin d'améliorer le taux de formation à l'échelle de l'ensemble de la population, des dispositions furent votées en 2004 dans le cadre de la loi de modernisation de la sécurité civile ¹⁰⁸, plaçant

l'éducation nationale au cœur du dispositif, et rendant obligatoire la formation des élèves aux gestes de premiers secours au cours de leur scolarité.

A l'école primaire, les enfants reçoivent un enseignement intitulé "Apprendre à porter secours" (APS), qui comporte un apprentissage des principes simples pour porter secours. Au collège, le module "Gestes qui sauvent", créé après les attentats de 2015, enseigne en deux heures aux adolescents à faire face à des AC, des hémorragies, des pertes de connaissance, des plaies graves. La possibilité est depuis donnée aux collégiens de bénéficier de la formation prévention et secours civiques de niveau 1 (PSC1) ¹⁰⁹.

Malgré ces avancées législatives, moins de 20 % des élèves de troisième avaient obtenu leur attestation de PSC1 en 2010 ¹¹⁰. Ils étaient 26 % en 2016 et 55% en 2017. L'objectif affiché par le gouvernement actuel étant la formation de l'ensemble des élèves de troisième dès 2022.

Cette volonté s'inscrit dans un plan plus large de "*former 80% de la population aux gestes de premiers secours*", basé sur les propositions issues du rapport Pelloux-Faure ⁶.

L'acquisition durable de ces compétences implique des rappels tout au long de la vie, notamment à des moments incontournables de la vie d'adulte comme lors du service civique, le passage du permis de conduire ou dans le cadre d'une embauche dans une entreprise¹¹¹.

Depuis 2006, avec l'arrêté du 3 mars et la circulaire du 10 mai ¹¹², les professionnels de santé, et les médecins en particulier, sont tenus au cours de leur cursus d'acquérir l'attestation de formation aux gestes et soins d'urgences (AFGSU) de niveau 1 et 2. La formation à la réanimation spécialisée n'est en revanche pas obligatoire au deuxième cycle des études de médecine, et n'est pas proposée aux étudiants de troisième cycle de médecine générale.

Très peu de médecins généralistes sont à l'heure actuelle détenteurs de l'AFGSU et beaucoup n'ont en pratique pas bénéficié de formation ou de remise à jour depuis leurs études universitaires. C'est le constat tiré de l'étude de Camille Cornillon dans le cadre de sa thèse, qui souligne également leur manque de connaissances concernant les gestes de base de la réanimation cardio-pulmonaire ⁸².

D'autres pays européens, notamment les pays scandinaves, ont une population bien mieux formée qu'en France.

En Norvège, l'enseignement de la RCP est intégré au programme scolaire depuis 1961, et à ce jour plus de 80% de la population est formée aux gestes qui sauvent. La formation aux gestes de premiers secours fait partie du programme scolaire national en 7e et 10e années. Chaque enseignant reçoit une formation, qu'il dispense ensuite à ses élèves, encadré par une équipe de secouriste.

Selon une étude norvégienne de 2011, les enfants âgés de 4 à 5 ans seraient capables de reconnaître une situation d'urgence et d'appeler les secours pour leur communiquer l'adresse.

Depuis 2003, la formation aux gestes de premiers secours est obligatoire pour l'obtention du permis de conduire. A ce jour, 54% à 76% des victimes d'ACEH reçoivent une RCP ce qui place la Norvège dans les premières nations au regard du taux de couverture des premiers soins ¹¹³.

II MATERIEL ET METHODE

1 Objectifs et déroulement de l'étude

Cette étude porte sur les ACEH pris en charge par une structure médicalisée telle que le SMUR ou les MCS sur l'arc nord Alpin entre janvier 2007 et juin 2019.

Il s'agit d'une étude observationnelle, analytique, menée sur une cohorte rétrospective.

L'objectif de l'étude est d'évaluer l'amélioration de la survie ou des facteurs liés à la survie pour les ACEH pris en charge initialement par les MCS. L'enjeu étant d'écarter les biais de confusion en tenant compte dans l'analyse statistique des autres facteurs liés à la survie.

Le principe de cette étude consiste donc à comparer sur un même territoire, un groupe de victime d'ACEH pris en charge initialement par les MCS (Groupe MCS+), à un autre groupe de victime d'ACEH pris en charge par le SMUR uniquement (groupe MCS-).

2 Population et sélection

La population de l'étude est sélectionnée en tenant compte des critères d'inclusion et de non-inclusion. Les groupes MCS+ et MCS- sont ensuite formés en tenant compte de la variable MCS.

2.1 Critères d'inclusion

- **Arrêt cardiaque avec tentative de réanimation** : Seuls les ACEH ayant bénéficié d'une intervention d'un service d'urgence préhospitalier (MCS/SMUR/Sapeurs-pompiers) ET d'une réanimation médicale (par le SMUR ou le MCS) sont inclus dans l'étude.

- **Arrêt cardiaque survenu sur les départements de l'Isère, la Savoie et la Haute Savoie** : Notre étude s'intéresse uniquement aux territoires couverts par le RENAUI et son registre des AC.

- **Communes d'intervention éligibles à l'intervention d'un MCS** : Par définition, les MCS intervenant seulement sur des communes situées à plus de 30 minutes d'un centre SMUR, il

est nécessaire d'étudier l'intervention des SMUR sur des secteurs aussi éloignés pour pouvoir comparer les effets de leurs actions respectives.

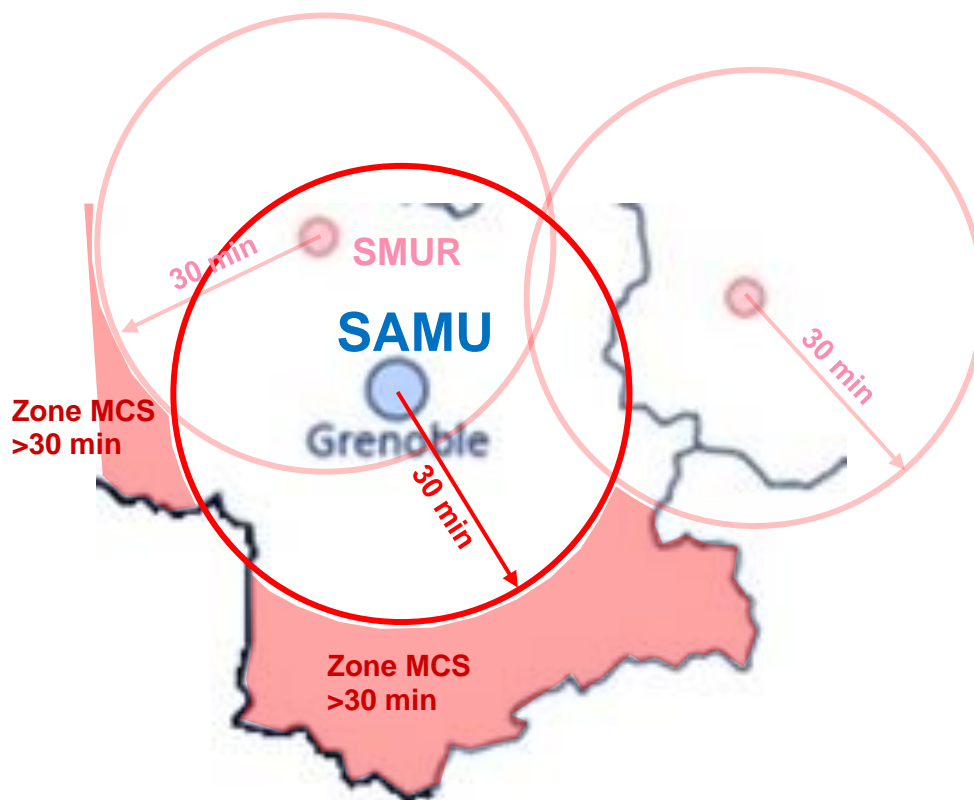


Figure 13 : Schéma de principe des zones éligibles MCS

2.2 Critère de non-inclusion

- **Arrêt cardiaque secondaire à un traumatisme, une hypothermie, une avalanche** : Les AC traumatiques sont de trop mauvais pronostic et présentent très peu de survie pour qu'il puisse ressortir un effet lié à la prise en charge des MCS. Les victimes d'hypothermie ou d'avalanche ne sont pas incluses afin que l'étude puisse être extrapolée à d'autres régions.

2.3 Taille de la population étudiée

Le nombre d'ACEH étant restreint sur les seuls secteurs couverts par les MCS, l'étude intègre l'ensemble des AC du registre du RENAU répondant aux critères d'inclusion et de non-inclusion au cours de la période entre janvier 2007 et juin 2019.

- **Groupe MCS+** : Ensemble des ACEH pris en charge initialement par les MCS et respectant les critères d'inclusion et de non-inclusion au cours de la période entre janvier 2007 et juin 2019.

- **Groupe MCS-** : Ensemble des ACEH pris en charge par le SMUR seulement, et respectant les critères d'inclusion et de non-inclusion au cours de la période entre janvier 2007 et juin 2019.

L'effectif nécessaires à l'étude pour obtenir une différence de survie significative est de 700 AC minimum dans chacun des groupes (MCS+ et MCS-), pour une puissance choisie par convention de 80%, et une hypothèse de survie à 30 jours avec un score CPC 1-2 de 9.5% lors d'une prise en charge MCS, et de 6.3% lors d'une prise en charge par le SMUR uniquement. Ces hypothèses de survie sont calculées à partir de la base de données du RENAU avant la sélection de la population selon les critères d'inclusion et de non-inclusion.

3 Recueil des données

3.1 Le registre des arrêts cardiaques du RENAU

L'étude se base essentiellement sur les données du registre des AC du RENAU, et s'intéresse donc uniquement aux départements de l'Isère, de la Savoie et de la Haute-Savoie. Ce registre concerne l'ensemble des ACEH pris en charge par une structure de garde (Sapeurs-pompiers, secouristes, MCS, SMUR, etc).

Il est établi sur la base du recueil de 41 critères tout au long de la chaîne de survie, et du suivi de chaque victime d'AC jusqu'à un an (*Annexe 2 : Fiche de recueil des AC*).

Parmi les critères présents dans le registre des AC du RENAU, figure l'intervention ou non d'un MCS. Il est alors possible d'extraire les données relatives aux AC pris en charge par les MCS, notamment celles en lien avec la survie et les délais d'intervention.

3.2 Identification des arrêts cardiaques sur pistes de ski

Les victimes d'AC sur les pistes de ski présentent des caractéristiques significativement différentes de celle de la population générale, dont une meilleure survie à 30

jours avec un score CPC 1-2. Outre leur plus jeune âge, ces victimes bénéficient plus souvent d'une RCP précoce par un pisteur secouriste ou un témoin. Elles sont aussi plus fréquemment retrouvées en rythme choquable et défibrillées plus rapidement ¹¹.

Afin d'écartier d'éventuels biais lors de l'interprétation des résultats, une variable « AC sur piste » est intégrée aux données de la population sélectionnée dans l'étude.

La localisation sur piste a pu être précisée grâce à l'analyse des bases de données des centres de régulation du SAMU, et ce pour l'ensemble des AC ayant eu lieu dans une station de sport d'hiver, entre les mois de décembre et d'avril, de 2014 à 2019. La variable « AC sur piste » pour la période antérieure à décembre 2014 est tirée des travaux de D.Viglino et al. ¹¹.

3.3 Identification des communes éligibles MCS

La variable « commune éligible MCS » est intégrée à la base de données du registre des AC du RENAУ pour les trois départements de l'arc nord alpin. Elle est issue de la liste des communes publiée dans le cahier des charges du réseau MCS Auvergne Rhône-Alpes de janvier 2019. Chaque année, la liste des communes éligibles à l'installation d'un MCS est redéfinie par l'ARS, en lien avec les SAMU. (*Annexes 3-5 : Communes éligibles MCS en 2019*)



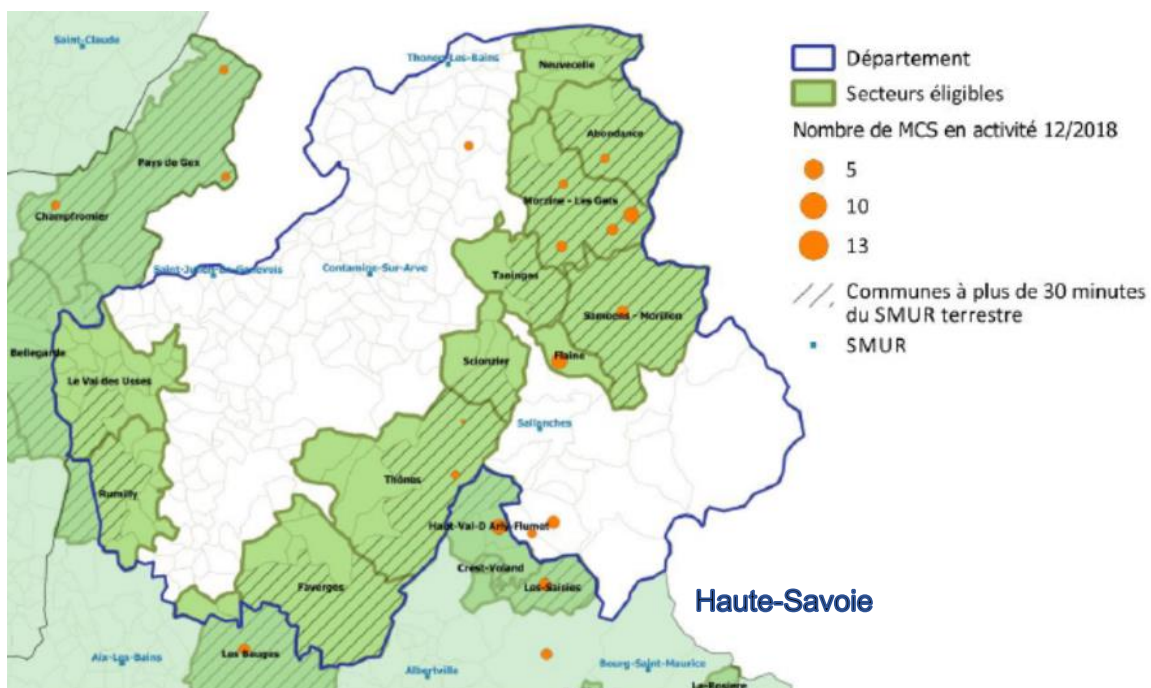
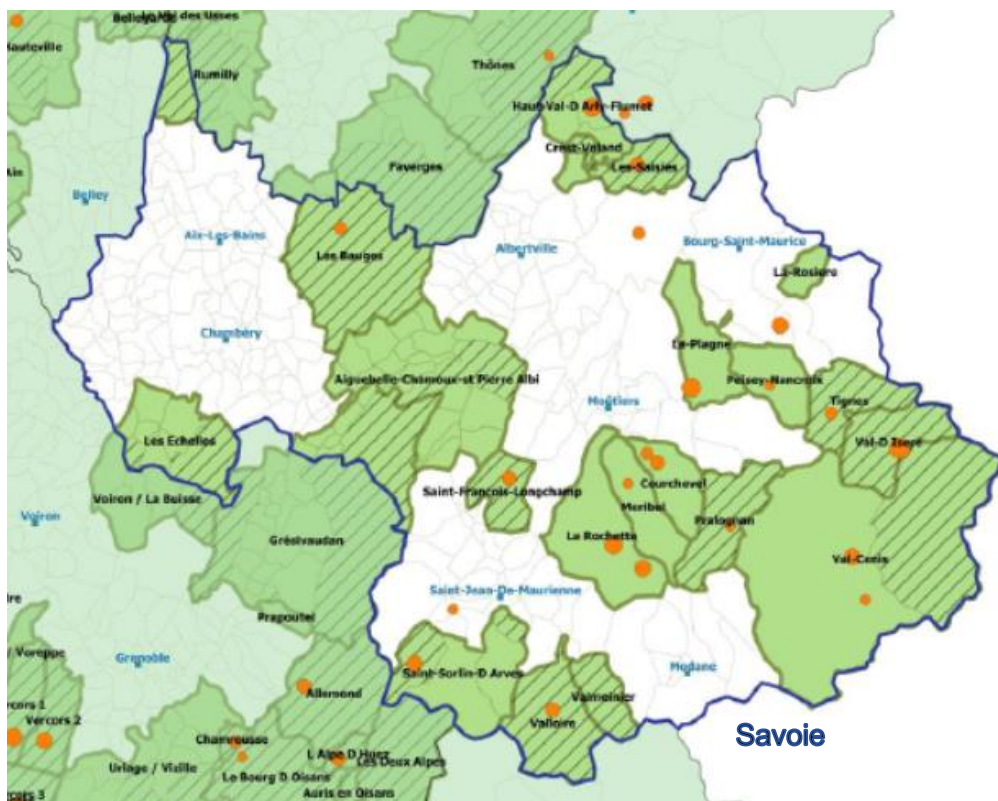


Figure 14 : Secteurs éligible MCS (en vert) et communes situées à plus de 30 min d'un SMUR terrestre (hachures) – Sources Cahier des charges MCS AuRA de janvier 2019

3.4 Ethique

Toutes les données étudiées font parties intégrantes du registre des AC du RENAU, lequel est déclaré à la CNIL.

4 Critères étudiés

L'étude s'intéresse aux critères d'inclusion et de non-inclusion afin de constituer la population, aux caractéristiques de la population et des AC afin de pouvoir comparer les groupes MCS+ et MCS- entre eux, aux critères permettant d'évaluer l'efficacité de la chaîne de survie, ainsi qu'à ceux relatifs à la survie.

Caractéristiques des patients :

- Sexe

- Age : L'âge n'étant pas linéairement lié aux variables d'intérêt, on ne peut utiliser cette variable en continue dans ce modèle. Il est préférable de constituer des classes d'âge <40 ;[40-60[;[60-75[;≥75, ce qui apporte plus de clarté à l'interprétation. La classe d'âge <40 ans permet d'isoler la population jeune.

Caractéristiques des arrêts cardiaques :

- Etiologie : Cardiaque, respiratoire, noyade, toxique, brûlure, autres. Les étiologies traumatiques, l'hypothermie et les avalanches ne sont pas étudiées.

- Arrêt cardio-respiratoire (ACR) en présence de témoins : Sont distingués les simples spectateurs des secours professionnels.

- RCP débutée par témoins : RCP débutée avant les premiers secours.

- Conseils téléphoniques de RCP : Délivrés au témoin par le médecin régulateur.

- Présence des premiers secours : Sapeurs-pompiers ou pisteurs-secouriste.

- 1^{ère} équipe médicale intervenant sur les lieux : MCS, SMUR ou médecins sapeurs-pompiers.

- **Rythme cardiaque initial choquable** : Correspond au premier rythme constaté par les premiers secours ou à celui enregistré par le MCS ou le SMUR sans précision concernant sa nature (FV ou TV).

- **Premier rythme enregistré** : Correspond à l'enregistrement du premier rythme par l'équipe médicale (MCS ou SMUR) : FV, TV, Asystolie, AESP ou inconnu.

- **Utilisation d'un DAE publique** : DAE utilisé par les témoins de l'AC.

- **Choc Electrique Externe (CEE) délivré** : CEE délivré soit par les sapeurs-pompiers, le SMUR ou le MCS.

Localisation de l'intervention :

- **ACR au domicile**

- **En station de sports d'hiver**

- **ACR sur piste** : La localisation sur piste est importante comme précisé dans le chapitre « Recueil des données ». Les AC peuvent avoir lieu en station de ski, sans que ce soit sur une piste.

- **Commune de l'intervention** (Nom et code postal) : Eligible ou non à l'intervention d'un MCS

Délai entre le premier appel ET :

- **l'arrivée des premiers secours** : Sapeurs-pompiers, pisteurs-secouristes.

- **Le début de la RCP** : Cette variable « délai entre le premier appel et le début de la RCP » est exprimé en continue, mais n'étant pas linéairement liée à la survie, il est préférable pour l'analyse statistique de l'exprimer également en classes : ≤ 5 minutes ; > 5 minutes. Ce délai correspond à la durée de « No flow » au-dessus de laquelle l'indication d'une assistance circulatoire externe (ECMO) est levée ¹¹⁴.

- **Le premier choc électrique externe (CEE)** : Qu'il ait été délivré par les premiers secours ou l'équipe médicale (MCS ou SMUR).

- **L'arrivée des secours médicalisés** : L'heure d'arrivée indiquée dans le registre des AC est attribuée à la première équipe médicale sur les lieux de l'AC, c'est-à-dire au MCS en cas d'intervention de sa part, au SMUR dans le cas contraire.

- **La reprise d'activité cardiaque spontanée (RACS)**

La survie :

- **La reprise d'activité cardiaque spontanée (RACS)** : En cas de RACS, il est précisé si elle a eu lieu avant ou après la médicalisation.

- **Admission vivant à l'hôpital**

- **Sorti vivant de l'hôpital**

- **Vivant à 30 jours** : Survie à 30 jours tout score CPC confondus.

- **CPC 1-2 à 30 jours** : Survie à 30 jours avec un bon statut neurologique (CPC 1-2)

- **Sorti vivant de l'hôpital si FV**

- **CPC 1-2 à 30 jours si FV**

- **Sorti vivant de l'hôpital si AC d'origine cardiaque**

- **CPC 1-2 à 30 jours si AC d'origine cardiaque**

5 Critères de jugement

Si le critère de jugement principal est la pierre angulaire de l'étude, celui qui permettra de conclure à un éventuel bénéfice lié à l'intervention d'un MCS sur un ACEH, les critères de jugement secondaires, bien que moins pertinents, sont utiles pour évaluer l'effet du MCS sur les différentes étapes de la chaîne de survie.

Critère de jugement principal :

- **Statut neurologique CPC 1 ou 2 à 30 jours** : Ce critère est le plus pertinent. L'enjeu dans un AC étant la survie à long terme sans séquelles neurologiques majeures et invalidantes.

Critères de jugement secondaires :

- **Délai entre le 1^{er} appel et la médicalisation** : L'objectif est de mettre en évidence un éventuel gain de temps de médicalisation lié à l'intervention du MCS.

- **Récupération d'une activité cardiaque spontanée (RACS)**

- **Survie à l'admission à l'hôpital**

- **Survie à la sortie de l'hôpital**

- **Survie à la sortie de l'hôpital si FV**

- **Survie à 30 jours** (tout scores CPC confondu)

- **Rythme initial choquable** : L'objectif est d'étudier le lien éventuel entre la présence d'un rythme initial choquable et celle d'un MCS.

6 Analyse statistique

Le Logiciel utilisé pour l'ensemble des calculs statistiques est SPSS (IBM SPSS Statistics v26). La mise en forme des résultats est faite sur le logiciel Excel.

6.1 Etude comparative des caractéristiques des groupes MCS+ et MCS-

La première étape de l'analyse statistique consiste à définir les caractéristiques des groupes MCS+ et MCS- à partir des données de chaque victime d'AC.

Les variables qualitatives sont alors associées à un pourcentage, les variables quantitatives à une moyenne ou une médiane.

Les variables de chaque groupe sont ensuite comparées entre elles selon le modèle univarié. Pour la comparaison des variables qualitatives, le test statistique du Khi 2 (ou Fisher) est utilisé. Pour la comparaison des variables quantitatives, le test statistique de T student est utilisé.

De cette analyse ressort le degré de signification « p » qui correspond à la probabilité que la différence observée entre les deux groupes pour la variable en question soit due au hasard.

Pour cette étude, le risque alpha est par convention fixé à 0,05 (5%), et correspond au risque d'observer une différence significative entre les deux groupes alors qu'il n'y en a pas.

Les différences observées sont alors considérées comme significatives lorsque « p » est inférieur au risque alpha de 0,05 ($p < 0,05$).

Une différence jugée significative pour un ou plusieurs critères, par exemple pour l'âge, le sexe ou le rythme initial, implique que les deux groupes MCS+ et MCS- ne sont pas comparables. Dans le cas où ces critères sont liés aux critères de jugement principaux et secondaires, alors ils peuvent être à l'origine de biais de confusion.

L'analyse des critères de jugement selon le modèle univarié ne permet alors pas de conclure à un lien entre ces critères de jugement et l'intervention d'un MCS.

Le choix est fait de procéder à l'analyse multivariée des critères de jugement afin de supprimer les biais de confusion.

6.2 Analyse statistique des critères de jugement

L'analyse multivariée, est un ajustement de l'étude sur les facteurs de confusion. Elle permet de regarder l'effet de la variable explicative « MCS » sur une variable à expliquer, comme le critère de jugement principal « survie CPC 1-2 à 30 jours », en faisant comme si toutes les autres variables du modèle étaient identiques (sexe, âge, rythme initial, etc).

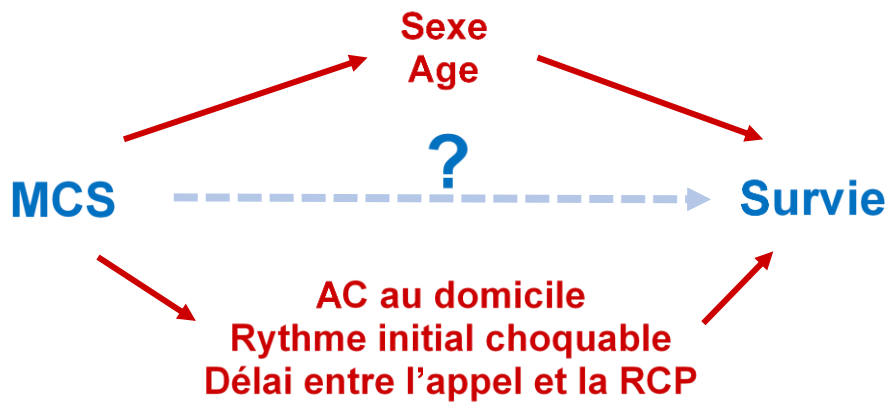


Figure 15 : Facteurs de confusion, schéma de principe

Les résultats sont exprimés par l'Odds Ratio (OR), et correspondent au « risque » (statistique) d'observer la variable expliquée pour une variable explicative donnée.

Par exemple, dans le cas de l'analyse de la survie en fonction de la présence d'un MCS, si $OR > 1$, alors le « risque » de survivre avec l'intervention d'un MCS est plus important que sans l'intervention d'un MCS. Si $OR < 1$, le « risque » de survivre avec l'intervention d'un MCS est plus faible. Si $OR = 1$, alors l'intervention d'un MCS n'a pas d'effet sur la survie.

L'OR est encadré par un intervalle de confiance à 95% (IC 95) qui traduit l'incertitude du résultat. Un grand intervalle de confiance implique une grande incertitude, et inversement. Lorsque l'IC comprend la valeur « 1 » (= absence d'effet de la variable explicative), alors il n'est pas possible de conclure à un lien significatif entre les variables puisque la vraie valeur peut être inférieure, supérieure ou égale à 1.

6.2.1 Analyse des critères de jugement

L'analyse multivariée des critères de jugement en fonction de la présence d'un MCS tient compte des facteurs les plus liés à survie, ET de ceux qui sont significativement différents dans les groupes MCS+ et MCS- en analyse univariée.

Le nombre de variables à intégrer dans ce modèle d'analyse statistique étant limité, un choix est fait parmi ces critères cliniques et statistiques. L'analyse multivariée introduit alors les

variables MCS, sexe, âge (par classe), rythme initial choquable, AC au domicile, délai entre le premier appel et le début de la RCP (par classe). Le délai avant le CEE étant lié au délai avant la RCP, cette variable n'est pas utilisée.

Les variables liées à la survie à la suite d'un AC sont connues grâce l'abondante littérature sur le sujet. Néanmoins, pour chacun des critères de jugement (survie CPC 1-2 à 30 jours, RACS, etc), une analyse univariée est réalisée pour l'ensemble des critères de l'étude de façon à identifier les autres variables liées au critère de jugement.

La variable « AC sur piste », tout comme la variable « pisteurs-secouristes » ne sont pas intégrées dans l'analyse multivariée en raison de la trop grande colinéarité avec la variable « AC au domicile ».

Il est question de colinéarité lorsque deux ou plusieurs variables mesurent la même chose. Dans cette étude, le fait qu'un AC soit pris en charge par des pisteurs-secouristes implique forcément qu'il ait lieu sur une piste de ski. On ne peut donc distinguer l'effet de la prise en charge par les pisteurs-secouristes de celui de la localisation sur piste de ski.

De même, un AC au domicile exclut forcément qu'il ait lieu sur une piste de ski ou qu'il soit pris en charge par des pisteurs-secouristes.

Statistiquement cela crée des modèles ininterprétables. Il convient alors de choisir la variable avec le plus grand effectif, ce qui explique le choix de conserver la variable AC au domicile. Du point de vue de l'interprétation cette variable capturera à la fois l'effet de la localisation au domicile, l'absence de localisation sur piste et l'absence de prise en charge par des pisteurs-secouristes.

L'analyse statistique de chacun des critères de jugement est faite par stratification sur l'étiologie cardiaque. Le lien entre chaque critère de jugement et l'intervention d'un MCS sera

étudié pour les ACEH d'étiologie cardiaque d'une part, et pour les autres étiologies d'ACEH d'autre part.

Les étiologies traumatiques et hypothermiques des ACEH ne sont pas incluses dans l'étude. L'étiologie cardiaque est dès lors fortement représentée dans cette population parmi une nébuleuse d'autres étiologies. L'interprétation de l'association entre l'étiologie cardiaque et les différents critères de jugement ne semble donc plus aussi pertinente au regard des autres études sur les ACEH qui n'excluent aucune étiologie. Il existe par ailleurs une forte colinéarité entre les variables « étiologie cardiaque » et « rythme choquable ». Les intégrer ensemble comme variable d'ajustement dans l'analyse multivariée pourrait également rendre les résultats difficilement interprétables.

6.2.2 Analyse de l'effet de l'intervention du MCS sur la présence d'un rythme initial choquable

En marge de l'analyse de la survie pour les ACEH pris en charge par les MCS, l'analyse de la présence d'un rythme initial choquable à l'arrivée d'un MCS permet également d'étudier un éventuel effet lié à leur intervention précoce, et indirectement un effet sur la survie.

- Analyse multivariée du rythme initial choquable en fonction de l'intervention d'un MCS ajusté sur les facteurs liés à l'obtention d'un rythme choquable : sexe, âge (par classes), AC au domicile, délai entre le premier appel et la RCP supérieur à 5 minutes ; et stratification sur l'étiologie cardiaque.

- Analyse multivariée de la survie CPC 1-2 à 30 jours en fonction de l'intervention d'un MCS, sans ajuster directement sur le rythme initial choquable de manière à ne pas supprimer l'effet éventuel lié à l'intervention précoce des MCS, mais en ajustant sur tous les facteurs liés à l'obtention d'un rythme choquable : sexe, âge (par classes), étiologie cardiaque, AC au domicile, délai entre l'AC et la RCP supérieur à 5 minutes ; et stratifiée sur l'étiologie cardiaque (vs étiologie non cardiaque).

III RESULTATS

1 Organigramme de l'étude :

Entre janvier 2007 et juin 2019, 14 426 ACEH ont été recensés dans le registre des AC du RENAU.

3260 ACEH ont eu lieu sur une commune éligible à l'intervention d'un MCS, et parmi eux, 2851 n'étaient pas d'origine traumatique, le fait d'une hypothermie ou d'une avalanche.

430 victimes d'AC furent prises en charge par un MCS (soit 15,1%) initialement, et 2421 par le SMUR directement (soit 84,9%).

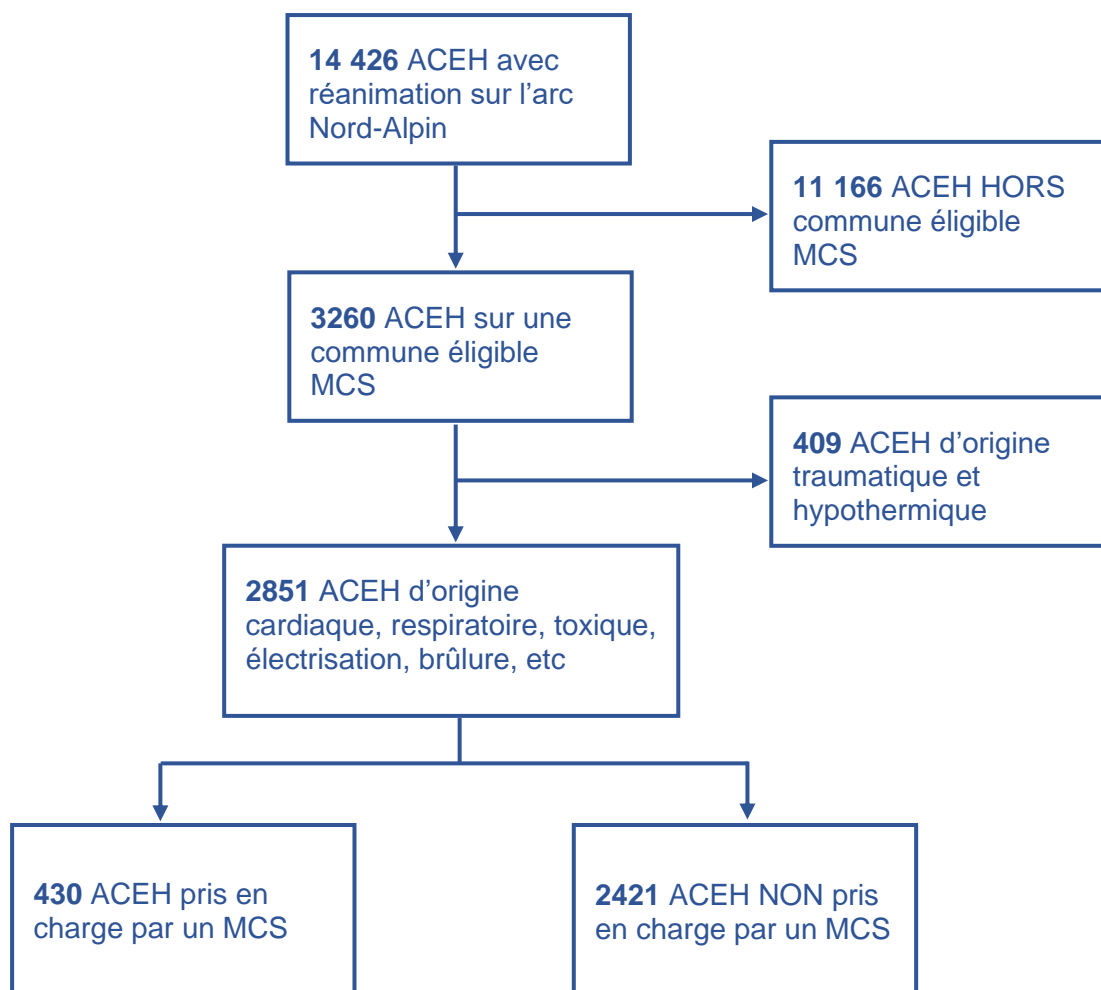


Figure 16 : Organigramme de l'étude

2 Caractéristiques de la population étudiée

L'âge médian est de 67 ans chez les victimes d'ACEH non prises en charge par les MCS, et de 64 ans chez celles prises en charge par un MCS initialement. 41,7% d'entre elles ont moins de 60 ans dans le groupe MCS+ contre 32,7% d'entre elles dans le groupe MCS-.

La plupart des victimes sont masculines (71,0% groupe MCS- et 78,6% groupe MCS+)

Tableau 5 : Caractéristiques de la population

| | MCS- | | MCS+ | | Total | | p |
|---|----------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|------|
| | n=2421 (84,9%) | | n=430 (15,1%) | | n=2851 (100%) | | |
| Age | | | | | | | |
| < 40 | 165 | 6,80% | 47 | 11% | 212 | 7,40% | 0,00 |
| [40 - 60[| 628 | 25,9% | 131 | 30,7% | 759 | 26,7% | |
| [60 - 75[| 836 | 34,5% | 139 | 32,6% | 975 | 34,2% | |
| >= 75 | 792 | 32,7% | 110 | 25,8% | 902 | 31,7% | |
| Age, médiane (IQ) | 67 | (55 , 78) | 64 | (51 , 75) | 66 | (54 , 77) | |
| Homme | 1719 | 71,0% | 338 | 78,6% | 2057 | 72,2% | 0,00 |
| AC en Station | 690 | 28,5% | 385 | 89,5% | 1075 | 37,7% | 0,00 |
| Hiver | 1218 | 50,3% | 303 | 70,5% | 1521 | 53,3% | 0,00 |
| Présence des SP | 705 | 29,1% | 163 | 37,9% | 868 | 30,4% | 0,00 |
| Présence des pisteurs | 21 | 0,9% | 20 | 4,7% | 41 | 1,4% | 0,00 |
| Présence MSP | 15 | 0,6% | 5 | 1,2% | 20 | 0,7% | 0,21 |
| Présence SMUR | 2137 | 88,3% | 373 | 86,7% | 2510 | 88,0% | 0,37 |
| Conseils téléphonique de RCP | 190 | 7,8% | 35 | 8,1% | 225 | 7,9% | 0,84 |
| AC à domicile | 1653 | 68,3% | 202 | 47,0% | 1855 | 65,1% | 0,00 |
| AC sur piste | 57 | 2,4% | 47 | 10,9% | 104 | 3,6% | 0,00 |
| AC devant témoin | | | | | | | 0,13 |
| Pas de témoin | 573 | 23,7% | 113 | 26,3% | 686 | 24,1% | |
| Spectateur | 1430 | 59,1% | 232 | 54,0% | 1662 | 58,3% | |
| Secours Professionnels | 416 | 17,2% | 85 | 19,8% | 501 | 17,6% | |
| RCP avant les secours | 833 | 34,4% | 169 | 39,3% | 1002 | 35,1% | 0,05 |
| DEA public | 59 | 2,4% | 28 | 6,5% | 87 | 3,1% | 0,00 |
| Etiologie | | | | | | | |
| Cardiaque | 1793 | 74,1% | 351 | 81,6% | 2144 | 75,2% | 0,00 |
| Respiratoire (ie fausse route) | 292 | 12,1% | 40 | 9,3% | 332 | 11,6% | |
| Noyade | 40 | 1,7% | 3 | 0,7% | 43 | 1,5% | |
| Brûlure/Electrification | 5 | 0,2% | 0 | 0,0% | 5 | 0,2% | |
| Intoxication médicamenteuse | 11 | 0,5% | 1 | 0,2% | 12 | 0,4% | |
| Autre | 280 | 11,6% | 35 | 8,1% | 315 | 11,0% | |
| Rythme initial chocable | 644 | 26,6% | 161 | 37,4% | 805 | 28,2% | 0,00 |
| Premier rythme enregistré | | | | | | | 0,00 |
| FV | 513 | 23,0% | 126 | 34,0% | 639 | 24,6% | |
| TV | 25 | 1,1% | 6 | 1,6% | 31 | 1,2% | |
| Asystolie | 1487 | 66,7% | 217 | 58,5% | 1704 | 65,5% | |
| AESP | 205 | 9,2% | 22 | 5,9% | 227 | 8,7% | |
| Choc(s) délivré(s) (O/N) | 349 | 14,4% | 100 | 23,3% | 449 | 15,7% | 0,00 |
| Délai de 1ere RCP (depuis appel) | 1116 | 47,3% | 235 | 58,0% | 1351 | 48,9% | 0,00 |
| <5 min | | | | | | | |

MCS+ : ACEH pris en charge par un MCS initialement ; MCS- : ACEH pris en charge par le SMUR uniquement; AC : Arrêt Cardiaque;

IQR: Interquartiles Range (valeur en dessous de laquelle se trouve 25% de l'effectif - valeur au dessous de laquelle se trouve 75% de l'effectif)

RCP: Réanimation cardio pulmonaire; SP: Sapeurs-pompiers; MSP: Médecin sapeurs-pompier; SMUR : Structure mobile d'urgence et de réanimation;

DAE: Défibrillateur automatique externe; FV: Fibrillation ventriculaire; TV: Tachycardie ventriculaire; AESP: Activité électrique sans pouls; p: Degré de signification

Une majorité des ACEH pris en charge directement par le SMUR (68,3%) a eu lieu au domicile, contrairement à ceux ayant bénéficié de l'intervention d'un MCS (47,0%). A l'inverse, 89,5% des AC pris en charge par les MCS ont eu lieu en station de ski (et 10,9% sur piste), contre 28,5% des AC pris en charge par le SAMU directement (et 2,4% sur piste) ($p<0,001$).

L'étiologie cardiaque des ACEH est retrouvée plus fréquemment et de façon significative chez les victimes prise en charge par les MCS (81,6% vs 74,1% ; $p<0,001$). Les autres étiologies sont principalement respiratoires (9,3% MCS+ vs 12,1% MCS-).

Dans les deux groupes, et de façon assez similaire (76,3% groupe MCS- vs 73,7% groupe MCS+ ; $p=0,13$), une grande majorité des AC a eu lieu devant un témoin, simple spectateur ou professionnel du secours. Une RCP est d'ailleurs débutée par un témoin dans 34,4% des cas dans le groupe MCS- et dans 39,3% des cas dans le groupe MCS+ ($p=0,05$). Un guidage téléphonique pour la RCP est effectué pour 7,8% des ACEH du groupe MCS- et 8,1% de ceux du groupe MCS+ ($p=0,84$).

Un DAE publique a été utilisé significativement plus souvent dans le groupe MCS+ (6,5% vs 2,4% ; $p<0,001$). Un rythme initial choquable (TV ou FV) est plus souvent enregistré dans le groupe MCS+ (37,4% vs 26,6% ; $p<0,001$), ainsi qu'un CEE administré (14,4% MCS- vs 23,3% MCS+ ; $p<0,001$).

3 Délais de prise en charge

Les délais décrits dans l'étude sont ceux calculés à partir du premier appel au centre de régulation. Le délai médian avant l'arrivée des premiers secours, plus élevé dans le groupe MCS-, est de 13 minutes (IQR : 8-18) contre 10 minutes (IQR : 5-15,75) dans le groupe MCS+ ($p<0,001$). C'est également le cas pour le délai médian entre l'appel et la première RCP, puisqu'elle est entreprise au bout de 7 minutes (IQR : 0-16) dans le groupe MCS- contre 3 minutes (IQR : 0-13) dans le groupe MCS+ ($p<0,001$).

Aussi, une plus grande proportion de victimes d'AC bénéficie d'une RCP avant 5 minutes dans le groupe MCS+ (58,0% vs 47,3% ; p=0,001).

Le premier CEE intervient plus tardivement dans le groupe MCS-, après un délai médian de 17 minutes (IQR :10-25), contre 13 minutes (IQR : 7-23,5) dans le groupe MCS+ (p<0,001).

L'arrivée des secours médicalisés est décrite avec un délai médian de 32 minutes (IQR : 24-42) dans le cas d'une intervention initiale du SMUR, et de 30 minutes (IQR : 20-42) lorsqu'un MCS intervient (p=0,04).

Le délai écoulé avant la RACS diffère de façon non significative entre les deux groupes (33 minutes MCS- vs 30 minutes MCS+ ; p=0,29)

Tableau 6: Délais de prises en charge

| | MCS- | | MCS+ | | Total | | p |
|--|----------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-----------|------|
| | n=2421 (84,9%) | | n=430 (15,1%) | | n=2851 (100%) | | |
| Délais (depuis l'appel) - médianes (IQR): | | | | | | | |
| Arrivée des 1er secours | 13 | (8 , 18) | 10 | (5 , 15.75) | 13 | (8 , 18) | 0,00 |
| Première RCP | 7 | (0 ,16) | 3 | (0 , 13) | 6 | (0 , 16) | 0,00 |
| CEE | 17 | (10 , 25) | 13 | (7 , 23.5) | 16 | (10 , 25) | 0,00 |
| Arrivée des secours médicalisés | 32 | (24 , 42) | 30 | (20 , 42) | 31 | (24 , 42) | 0,04 |
| RACS | 33 | (17 , 46.5) | 30 | (10 , 47.5) | 32 | (16 , 47) | 0,29 |

MCS+ : ACEH pris en charge par un MCS initialement ; MCS- : ACEH pris en charge par le SMUR uniquement; p: Degré de signification
IQR: Interquartiles Range (valeur en dessous de laquelle se trouve 25% de l'effectif - valeur au dessous de laquelle se trouve 75% de l'effectif)
RCP: Réanimation cardio pulmonaire; CEE: Choc électrique externe; RACS : Reprise d'activité cardiaque spontanée;

4 Devenir des victimes d'arrêt cardiaque extrahospitalier

Une RACS est observée chez 27,1% des victimes d'ACEH prises en charge par le SMUR uniquement dont 3,4% avant médicalisation, et chez 31,2% de celles prises en charge par les MCS initialement dont 5,3% avant médicalisation (p=0,08).

27,9% des victimes d'ACEH ont été hospitalisées vivantes dans le groupe MCS+ contre 21,8% d'entre elles dans le groupe MCS- (p=0,02). 13,5% des victimes sont sorties vivantes de l'hôpital (soit 48,3% de celles hospitalisées vivantes) dans le groupe MCS+, contre 8,7% dans le groupe MCS- (39,9% de celles admises vivantes) (p=0,002).

A 30 jours, la survie avec un score CPC 1-2 est de 11,9% chez les victimes du groupe MCS+, et de seulement 7,7% dans le groupe MCS- (p=0,004). Elle est de 12,8% à 30 jours tout scores CPC confondus dans le groupe MCS+, et de 8,2% dans le groupe MCS- (p=0,002).

Parmi les victimes dont le rythme initial était une FV, la survie à la sortie de l'hôpital est plus élevée que pour l'ensemble des ACEH, notamment celles prises en charge par un MCS (33,3% vs 23,8% ; p=0,03). A 30 jours, leur survie CPC 1-2 est également meilleurs pour 31,0% d'entre elles dans le groupe MCS+, contre 21,6% dans le groupe MCS- (p=0,03).

Tableau 7 : Devenir des victimes d'arrêt cardiaque extrahospitalier

| | MCS- | | MCS+ | | Total | | p |
|--|----------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|------|
| | n=2421 (84,9%) | | n=430 (15,1%) | | n=2851 (100%) | | |
| Devenir des victimes d'ACEH: | | | | | | | |
| RACS | | | | | | | |
| aucune | 1764 | 72,9% | 296 | 68,8% | 2060 | 72,3% | 0,08 |
| Avant médicalisation | 83 | 3,4% | 23 | 5,3% | 106 | 3,7% | |
| Après médicalisation | 574 | 23,7% | 111 | 25,8% | 685 | 24,0% | |
| Hospitalisation | | | | | | | |
| Laissé sur place | 1856 | 76,7% | 304 | 70,7% | 2160 | 75,8% | 0,02 |
| Oui, coeur battant | 528 | 21,8% | 120 | 27,9% | 648 | 22,7% | |
| Oui, coeur arrêté | 37 | 1,5% | 6 | 1,4% | 43 | 1,5% | |
| Sorti vivant | 211 | 8,7% | 58 | 13,5% | 269 | 9,4% | 0,00 |
| Vivant à 30j | 199 | 8,2% | 55 | 12,8% | 254 | 8,9% | 0,00 |
| CPC 1 ou 2 à 30j | 186 | 7,7% | 51 | 11,9% | 237 | 8,3% | 0,00 |
| Devenir pour les AC avec FV | | | | | | | |
| Sorti vivant | 122 | 23,8% | 42 | 33,3% | 164 | 25,7% | 0,03 |
| CPC 1 ou 2 à 30j | 111 | 21,6% | 39 | 31,0% | 150 | 23,5% | 0,03 |
| Devenir pour les AC d'étiologie cardiaque | | | | | | | |
| Sorti vivant | 169 | 9,4% | 50 | 14,2% | 219 | 10,2% | 0,01 |
| CPC 1 ou 2 à 30j | 152 | 8,5% | 44 | 12,5% | 196 | 9,1% | 0,02 |

MCS+ : ACEH pris en charge par un MCS initialement ; MCS- : ACEH pris en charge par le SMUR uniquement ; p : Degré de signification ; FV : Fibrillation ventriculaire
RACS : Reprise d'activité cardiaque spontanée ; CPC : Catégorie de performance cérébrale ; ACEH : Arrêt Cardiaque extra hospitalier ; AC : Arrêt cardiaque

5 Analyse statistique des critères de jugement

5.1 Analyse du critère de jugement principal : Survie à 30 jours avec un score CPC 1-2

L'analyse multivariée de la survie à 30 jours avec un score CPC 1-2 en fonction de la présence d'un MCS, est ajustée sur l'âge, le sexe, le rythme initial choquable, le délai avant la RCP supérieur à 5 minutes et l'AC au domicile, et est stratifiée sur l'étiologie de l'AC.

Le « risque » pour les victimes d'ACEH d'origine cardiaque de survivre à 30 jours avec un score CPC 1-2 à la suite de la prise en charge initiale par un MCS est 1,10 fois plus important qu'en l'absence de prise en charge MCS, sans pour autant que ce soit significatif statistiquement (OR=1,10 ; 95%IC [0,72-1,67]).

Être âgé de plus de 75 ans (OR=0,47 ; 95%IC [0,20-1,10]), un délai avant la RCP supérieur à 5 minutes (OR=0,71 ; 95%IC [0,49-1,01]), et l'AC au domicile (OR=0,73 ; 95%IC [0,51-1,03]) sont défavorablement associés à la survie mais de façon non significative. En revanche, le rythme initial choquable (OR =25,40 ; 95%IC [14,25-45,27]) est lui positivement associé à la survie CPC 1-2 à 30 jours.

Tableau 8 : Analyse multivariée de la survie à 30 jours avec un score CPC 1-2

| Analyse multivariée sur la survie à 30 jours avec un score CPC 1-2 | Etiologie non cardiaque | | | | Etiologie cardiaque | | | |
|--|-------------------------|-------|-----------------------------|-----------|---------------------|--------|-----------------------------|-----------|
| | p | OR | Intervalle de confiance 95% | | p | OR | Intervalle de confiance 95% | |
| | | | Inférieur | Supérieur | | | Inférieur | Supérieur |
| MCS | 0,973 | 1,017 | 0,392 | 2,638 | 0,660 | 1,099 | 0,723 | 1,670 |
| Homme | 0,844 | 1,074 | 0,528 | 2,182 | 0,962 | 1,011 | 0,646 | 1,581 |
| < 40 ans (ref) | 0,196 | | | | 0,000 | | | |
| [40 - 60[| 0,626 | 0,806 | 0,340 | 1,914 | 0,335 | 1,456 | 0,678 | 3,128 |
| [60 - 75[| 0,131 | 0,472 | 0,178 | 1,251 | 0,991 | 1,005 | 0,467 | 2,161 |
| >= 75 ans | 0,065 | 0,383 | 0,138 | 1,063 | 0,081 | 0,468 | 0,199 | 1,098 |
| Rythme initial choquable | 0,004 | 3,566 | 1,485 | 8,559 | 0,000 | 25,395 | 14,247 | 45,269 |
| AC au Domicile | 0,715 | 0,877 | 0,432 | 1,779 | 0,070 | 0,726 | 0,514 | 1,027 |
| Delai_App_RCP>5min | 0,000 | 0,198 | 0,089 | 0,445 | 0,054 | 0,705 | 0,494 | 1,006 |

Introduction des variables : MCS , Sexe , Age, Rythme initial choquable , AC au Domicile, Délai entre l'appel et la RCP > 5 min
OR: Odds Ratio; p: Degré de signification; CPC: Catégorie de performance cérébrale

5.2 Analyse des critères de jugement secondaire

5.2.1 Analyse de la RACS

L'analyse multivariée de la reprise d'une activité cardiaque spontanée (RACS) en fonction de la présence d'un MCS, est ajustée sur l'âge, le sexe, le rythme initial choquable, le délai avant la RCP supérieur à 5 minutes et l'AC au domicile, et est stratifiée sur l'étiologie de l'AC.

Le « risque » pour les victimes d'ACEH d'origine cardiaque d'obtenir une RACS à la suite de la prise en charge initiale par un MCS est 1,07 fois plus important qu'en l'absence de prise en charge MCS, mais n'est pas significatif statistiquement (OR=1,07 ; 95%IC [0,81-1,42]).

Le fait d'être un homme (OR=0,70 ; 95%IC [0,55-0,91]), et l'AC au domicile (OR=0,71 ; 95%IC [0,57-0,89]) sont défavorablement associés à la RACS. Un délai avant la RCP supérieur à 5 minutes est également défavorablement lié à la RACS, mais non significativement (OR=0,81 ; 95%IC [0,65-1,00]).

Le rythme initial choquable (OR = 4,69 ; 95%IC [3,78-5,83]) est lui positivement associé à la RACS.

Tableau 9: Analyse multivariée de la RACS

| Analyse multivariée sur la RACS | Etiologie non cardiaque | | | | Etiologie cardiaque | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------|-----------------------------|-----------|---------------------|-------|-----------------------------|-----------|
| | p | OR | Intervalle de confiance 95% | | p | OR | Intervalle de confiance 95% | |
| | | | Inférieur | Supérieur | | | Inférieur | Supérieur |
| MCS | 0,606 | 0,867 | 0,505 | 1,491 | 0,641 | 1,070 | 0,806 | 1,420 |
| Homme | 0,524 | 0,893 | 0,631 | 1,264 | 0,006 | 0,704 | 0,547 | 0,905 |
| < 40 ans (ref) | 0,205 | | | | 0,054 | | | |
| [40 - 60[| 0,454 | 1,212 | 0,732 | 2,007 | 0,525 | 1,196 | 0,688 | 2,079 |
| [60 - 75[| 0,074 | 1,583 | 0,957 | 2,620 | 0,977 | 1,008 | 0,583 | 1,743 |
| >= 75 ans | 0,868 | 1,045 | 0,619 | 1,765 | 0,431 | 0,798 | 0,456 | 1,399 |
| Rythme initial choquable | 0,008 | 2,209 | 1,235 | 3,952 | 0,000 | 4,693 | 3,777 | 5,832 |
| AC au Domicile | 0,086 | 0,729 | 0,509 | 1,046 | 0,003 | 0,710 | 0,567 | 0,888 |
| Delai_App_RCP>5min | 0,001 | 0,565 | 0,404 | 0,789 | 0,052 | 0,806 | 0,648 | 1,002 |

Introduction des variables : MCS , Sexe , Age, Rythme initial choquable , AC au Domicile, Délai entre l'appel et la RCP > 5 min
OR: Odds Ratio; p: Degré de signification;

5.2.2 Analyse de la survie à l'admission à l'hôpital

L'analyse multivariée de la survie à l'admission à l'hôpital en fonction de la présence d'un MCS, est ajustée sur l'âge, le sexe, le rythme initial choquable, le délai avant la RCP supérieur à 5 minutes et l'AC au domicile, et est stratifiée sur l'étiologie de l'AC.

Le « risque » pour les victimes d'ACEH d'origine cardiaque d'être vivantes à l'admission à l'hôpital à la suite de la prise en charge initiale par un MCS est 1,15 fois plus important qu'en l'absence de prise en charge MCS, mais n'est pas significatif statistiquement (OR=1,15 ; 95%IC [0,85-1,55]).

Le fait d'être un homme (OR=0,69 ; 95%IC [0,52-0,91]), être âgé de plus de 75 ans (OR=0,41 ; 95%IC [0,23-0,72]), un délai avant la RCP supérieur à 5 minutes (OR=0,70 ; 95%IC [0,55-0,89]) et l'AC au domicile (OR=0,73 ; 95%IC [0,57-0,93]), sont défavorablement associés à la survie à l'admission à l'hôpital.

Le rythme initial choquable (OR = 5,12 ; 95%IC [4,04-6,50]) est lui positivement associé à la survie à l'admission.

Tableau 10: Analyse multivariée de la survie à l'admission à l'hôpital

| Analyse multivariée sur la survie à l'admission à l'hôpital | Etiologie non cardiaque | | | | Etiologie cardiaque | | | |
|---|-------------------------|-------|-----------------------------|-----------|---------------------|-------|-----------------------------|-----------|
| | p | OR | Intervalle de confiance 95% | | p | OR | Intervalle de confiance 95% | |
| | | | Inférieur | Supérieur | | | Inférieur | Supérieur |
| MCS | 0,551 | 1,177 | 0,689 | 2,013 | 0,373 | 1,147 | 0,849 | 1,549 |
| Homme | 0,816 | 0,957 | 0,664 | 1,382 | 0,009 | 0,692 | 0,524 | 0,913 |
| < 40 ans (ref) | 0,086 | | | | 0,000 | | | |
| [40 - 60[| 0,938 | 0,980 | 0,595 | 1,616 | 0,489 | 0,822 | 0,473 | 1,431 |
| [60 - 75[| 0,979 | 0,993 | 0,598 | 1,650 | 0,153 | 0,670 | 0,387 | 1,160 |
| >= 75ans | 0,041 | 0,566 | 0,328 | 0,976 | 0,002 | 0,409 | 0,231 | 0,724 |
| Rythme initial choquable | 0,085 | 1,701 | 0,929 | 3,115 | 0,000 | 5,123 | 4,039 | 6,497 |
| AC Domicile | 0,031 | 0,664 | 0,458 | 0,962 | 0,010 | 0,728 | 0,571 | 0,927 |
| Delai_App_RCP>5min | 0,000 | 0,524 | 0,369 | 0,744 | 0,004 | 0,702 | 0,553 | 0,891 |

Introduction des variables : MCS , Sexe , Age, Rythme initial choquable , AC au Domicile, Délai entre l'appel et la RCP > 5 min

OR: Odds Ratio; p: Degré de signification; CPC: Catégorie de performance cérébrale

5.2.3 Analyse de la survie à la sortie de l'hôpital

L'analyse multivariée de la survie à la sortie de l'hôpital en fonction de la présence d'un MCS, est ajustée sur l'âge, le sexe, le rythme initial choquable, le délai avant la RCP supérieur à 5 minutes et l'AC au domicile, et est stratifiée sur l'étiologie de l'AC.

Le « risque » pour les victimes d'ACEH d'origine cardiaque d'être vivantes à la sortie de l'hôpital à la suite de la prise en charge initiale par un MCS est 1,11 fois plus important qu'en l'absence de prise en charge MCS, mais n'est pas significatif statistiquement (OR=1,11; 95%IC [0,74-1,65]).

Être âgé de plus de 75 ans (OR=0,38 ; 95%IC [0,17-0,83]), et l'AC au domicile (OR=0,64 ; 95%IC [0,46-0,90]), sont défavorablement associés à la survie à la sortie de l'hôpital. Un délai avant la RCP supérieur à 5 minutes est également défavorablement lié à la survie à la sortie de l'hôpital, mais non significativement (OR=0,75 ; 95%IC [0,53-1,05]).

Le rythme initial choquable (OR = 21,84 ; 95%IC [13,10-36,44]) est lui positivement associé à la survie à la sortie de l'hôpital.

Tableau 11: Analyse multivariée de la survie à la sortie de l'hôpital

| Analyse multivariée sur la survie à la sortie de l'hôpital | Etiologie non cardiaque | | | | Etiologie cardiaque | | | |
|--|-------------------------|-------|-----------------------------|-----------|---------------------|--------|-----------------------------|-----------|
| | p | OR | Intervalle de confiance 95% | | p | OR | Intervalle de confiance 95% | |
| | | | Inférieur | Supérieur | | | Inférieur | Supérieur |
| MCS | 0,734 | 0,857 | 0,351 | 2,092 | 0,628 | 1,105 | 0,739 | 1,652 |
| Homme | 0,906 | 1,041 | 0,538 | 2,011 | 0,975 | 0,993 | 0,648 | 1,522 |
| < 40 ans (ref) | 0,042 | | | | 0,000 | | | |
| [40 - 60[| 0,144 | 0,559 | 0,257 | 1,219 | 0,721 | 1,138 | 0,561 | 2,308 |
| [60 - 75[| 0,064 | 0,454 | 0,196 | 1,049 | 0,537 | 0,800 | 0,394 | 1,624 |
| >= 75 ans | 0,006 | 0,261 | 0,100 | 0,683 | 0,016 | 0,379 | 0,172 | 0,834 |
| Rythme initial choquable | 0,001 | 3,735 | 1,677 | 8,318 | 0,000 | 21,841 | 13,090 | 36,442 |
| AC Domicile | 0,071 | 0,558 | 0,296 | 1,051 | 0,009 | 0,642 | 0,461 | 0,896 |
| Delai_App_RCP>5min | 0,001 | 0,322 | 0,166 | 0,626 | 0,097 | 0,750 | 0,534 | 1,053 |

Introduction des variables : MCS , Sexe , Age, Rythme initial choquable , AC au Domicile, Délai entre l'appel et la RCP > 5 min

OR: Odds Ratio; p: Degré de signification;

5.2.4 Analyse de la survie à la sortie de l'hôpital si FV

L'analyse multivariée de la survie à la sortie de l'hôpital en fonction de la présence d'un MCS parmi les victimes en FV lors de l'analyse du rythme initial, est ajustée sur l'âge, le sexe, le délai avant la RCP supérieur à 5 minutes et l'AC au domicile, et est stratifiée sur l'étiologie de l'AC.

Le « risque » pour les victimes d'ACEH d'origine cardiaque, et en FV, de survivre à la sortie de l'hôpital à la suite de la prise en charge initiale par un MCS est 1,30 fois plus important qu'en l'absence de prise en charge MCS, et n'est pas significatif statistiquement (OR=1,30 ; 95%IC [0,86-1,98]).

Être âgé de plus de 75 ans (OR=0,38 ; 95%IC [0,16-0,90]) est défavorablement associé à la survie à la sortie de l'hôpital si FV. L'AC au domicile est également défavorablement lié à la survie à la sortie de l'hôpital si FV, mais non significativement (OR=0,73 ; 95%IC [0,51-1,04]).

Tableau 12: Analyse multivariée de la survie à la sortie de l'hôpital si FV

| Analyse multivariée sur la survie à la sortie de l'hôpital si FV | Etiologie non cardiaque | | | | Etiologie cardiaque | | | |
|--|-------------------------|-------|-----------------------------|-----------|---------------------|-------|-----------------------------|-----------|
| | p | OR | Intervalle de confiance 95% | | p | OR | Intervalle de confiance 95% | |
| | | | Inférieur | Supérieur | | | Inférieur | Supérieur |
| MCS | 0,531 | 0,486 | 0,051 | 4,640 | 0,218 | 1,300 | 0,856 | 1,975 |
| Homme | 0,803 | 1,300 | 0,166 | 10,205 | 0,964 | 0,989 | 0,624 | 1,568 |
| < 40 ans (ref) | 0,227 | | | | 0,000 | | | |
| [40 - 60[| 0,044 | 0,067 | 0,005 | 0,934 | 0,412 | 1,373 | 0,644 | 2,925 |
| [60 - 75[| 0,098 | 0,090 | 0,005 | 1,561 | 0,945 | 1,027 | 0,483 | 2,185 |
| >= 75 ans | 0,998 | 0,000 | 0,000 | | 0,028 | 0,379 | 0,160 | 0,900 |
| AC au Domicile | 0,950 | 0,936 | 0,118 | 7,419 | 0,078 | 0,728 | 0,512 | 1,036 |
| Delai_App_RCP>5min | 0,024 | 0,046 | 0,003 | 0,673 | 0,253 | 0,811 | 0,566 | 1,162 |

Introduction des variables : MCS , Sexe , Age, AC au Domicile, Délai entre l'appel et la RCP > 5 min

OR: Odds Ratio; p: Degré de signification; FV : Fibrillation ventriculaire

5.2.5 Analyse de la survie à 30 jours

L'analyse multivariée de la survie à 30 jours (tout scores CPC confondus) en fonction de la présence d'un MCS, est ajustée sur l'âge, le sexe, le rythme initial choquable, le délai avant la RCP supérieur à 5 minutes et l'AC au domicile, et est stratifiée sur l'étiologie de l'AC.

Le « risque » pour les victimes d'ACEH d'origine cardiaque d'être vivantes à 30 jours à la suite de la prise en charge initiale par un MCS est 1,08 fois plus important qu'en l'absence de prise en charge MCS, mais n'est pas significatif statistiquement (OR=1,08 ; 95%IC [0,72-1,63]).

Être âgé de plus de 75 ans (OR=0,38 ; 95%IC [0,15-0,75]), et l'AC au domicile (OR=0,69 ; 95%IC [0,50-0,98]), sont défavorablement associés à la survie à 30 jours. Un délai avant la RCP supérieur à 5 minutes est également défavorablement lié à la survie à 30 jours, mais non significativement (OR=0,72; 95%IC [0,51-1,01]).

Le rythme initial choquable (OR = 21,72 ; 95%IC [12,82-36,79]) est lui positivement associé à la survie à 30 jours.

Tableau 13 : Analyse multivariée de la survie à 30 jours

| Analyse multivariée sur la survie à 30 jours | Etiologie non cardiaque | | | | Etiologie cardiaque | | | |
|--|-------------------------|-------|-----------------------------|-----------|---------------------|--------|-----------------------------|-----------|
| | p | OR | Intervalle de confiance 95% | | p | OR | Intervalle de confiance 95% | |
| | | | Inférieur | Supérieur | | | Inférieur | Supérieur |
| MCS | 0,899 | 1,058 | 0,440 | 2,548 | 0,706 | 1,082 | 0,718 | 1,632 |
| Homme | 0,910 | 0,963 | 0,497 | 1,865 | 0,541 | 0,875 | 0,571 | 1,341 |
| < 40 ans (ref) | 0,111 | | | | 0,000 | | | |
| [40 - 60[| 0,334 | 0,677 | 0,306 | 1,495 | 0,879 | 1,057 | 0,520 | 2,145 |
| [60 - 75[| 0,106 | 0,487 | 0,204 | 1,164 | 0,435 | 0,754 | 0,371 | 1,532 |
| >= 75 ans | 0,021 | 0,318 | 0,121 | 0,841 | 0,008 | 0,337 | 0,152 | 0,749 |
| Rythme initial choquable | 0,015 | 2,847 | 1,224 | 6,620 | 0,000 | 21,720 | 12,822 | 36,794 |
| AC au Domicile | 0,162 | 0,630 | 0,329 | 1,205 | 0,035 | 0,694 | 0,495 | 0,975 |
| Delai_App_RCP>5min | 0,003 | 0,366 | 0,188 | 0,712 | 0,060 | 0,717 | 0,507 | 1,014 |

Introduction des variables : MCS , Sexe , Age, Rythme initial choquable , AC au Domicile, Délai entre l'appel et la RCP > 5 min

OR: Odds Ratio; p: Degré de signification;

5.3 Analyse de l'effet de l'intervention d'un MCS sur la présence d'un rythme initial choquable

5.3.1 Analyse multivariée du rythme initial choquable en fonction de l'intervention d'un MCS

L'analyse multivariée du rythme initial choquable en fonction de la présence d'un MCS, est ajustée sur l'âge, le sexe, le délai avant la RCP supérieur à 5 minutes et l'AC au domicile, et est stratifiée sur l'étiologie de l'AC.

Le fait d'être retrouvé en rythme initial choquable est lié de façon non significative à l'intervention d'un MCS (OR=1,19 ; 95%IC [0,93-1,54]).

Être âgé de 60 à 75 ans (OR=0,58 ; 95%IC [0,37-0,95]) et de plus de 75 ans (OR=0,35; 95%IC [0,21-0,58]), l'AC au domicile (OR=0,58 ; 95%IC [0,48-0,71]), et un délai avant la RCP supérieur à 5 minutes (OR=0,61 ; 95%IC [0,51-0,75]) sont liés défavorablement au fait pour les victimes de présenter un rythme initial choquable.

Être un homme est en revanche significativement lié au fait de retrouver un rythme initial choquable (OR=1,37 ; 95%IC [1,08-1,72]).

Tableau 14: Analyse multivariée du rythme initial choquable en fonction de l'intervention d'un MCS

| Analyse multivariée sur le rythme initial choquable | Etiologie non cardiaque | | | | Etiologie cardiaque | | | |
|---|-------------------------|-------|-----------------------------|-----------|---------------------|-------|-----------------------------|-----------|
| | p | OR | Intervalle de confiance 95% | | p | OR | Intervalle de confiance 95% | |
| | | | Inférieur | Supérieur | | | Inférieur | Supérieur |
| MCS | 0,093 | 1,887 | 0,899 | 3,958 | 0,174 | 1,192 | 0,925 | 1,537 |
| Homme | 0,649 | 1,154 | 0,622 | 2,141 | 0,009 | 1,365 | 1,082 | 1,721 |
| < 40 ans (ref) | 0,284 | | | | 0,000 | | | |
| [40 - 60[| 0,258 | 1,628 | 0,700 | 3,786 | 0,266 | 0,754 | 0,459 | 1,240 |
| [60 - 75[| 0,715 | 0,834 | 0,314 | 2,212 | 0,030 | 0,582 | 0,356 | 0,950 |
| >= 75 ans | 0,268 | 1,645 | 0,681 | 3,974 | 0,000 | 0,352 | 0,213 | 0,581 |
| AC au Domicile | 0,012 | 0,468 | 0,259 | 0,847 | 0,000 | 0,582 | 0,477 | 0,711 |
| Delai_App_RCP>5min | 0,399 | 0,779 | 0,436 | 1,391 | 0,000 | 0,615 | 0,507 | 0,746 |

Introduction des variables : MCS , Sexe , Age, AC au Domicile, Délai entre l'appel et la RCP > 5 min

OR: Odds Ratio; p: Degré de signification;

5.3.2 Analyse de la survie à 30 jours avec un score CPC 1-2 sans ajuster directement sur le rythme initial choquable

L'analyse multivariée de la survie à 30 jours avec un score CPC 1-2 en fonction de la présence d'un MCS, n'est pas ajustée sur le rythme initial choquable dans ce cas.

En revanche elle est ajustée sur le délai de la RCP supérieur à 5 minutes, mais également sur l'âge, le sexe, l'AC au domicile, et est stratifiée sur l'étiologie cardiaque.

Tableau 15 : Analyse multivariée de la survie à 30 jours avec un score CPC 1-2 sans ajuster directement sur le rythme initial choquable

| Analyse multivariée sur la survie à 30 jours avec un score CPC 1-2 non ajusté sur le rythme initial choquable | Etiologie non cardiaque | | | | Etiologie cardiaque | | | |
|---|-------------------------|-------|-----------------------------|-----------|---------------------|-------|-----------------------------|-----------|
| | p | OR | Intervalle de confiance 95% | | p | OR | Intervalle de confiance 95% | |
| | | | Inférieur | Supérieur | | | Inférieur | Supérieur |
| MCS | 0,573 | 1,297 | 0,526 | 3,196 | 0,400 | 1,183 | 0,800 | 1,747 |
| Homme | 0,881 | 1,055 | 0,524 | 2,126 | 0,390 | 1,200 | 0,791 | 1,821 |
| < 40 ans (ref) | 0,194 | | | | 0,000 | | | |
| [40 - 60[| 0,839 | 0,916 | 0,392 | 2,140 | 0,628 | 1,194 | 0,582 | 2,450 |
| [60 - 75[| 0,134 | 0,477 | 0,182 | 1,256 | 0,445 | 0,755 | 0,367 | 1,554 |
| >= 75 ans | 0,095 | 0,425 | 0,155 | 1,161 | 0,002 | 0,275 | 0,122 | 0,619 |
| AC au Domicile | 0,498 | 0,788 | 0,395 | 1,570 | 0,001 | 0,563 | 0,407 | 0,778 |
| Delai_App_RCP>5min | 0,000 | 0,196 | 0,088 | 0,436 | 0,001 | 0,567 | 0,406 | 0,792 |

Introduction des variables : MCS , Sexe , Age, AC au Domicile, Délai entre l'appel et la RCP > 5 min

OR: Odds Ratio; p: Degré de signification; CPC: Catégorie de performance cérébrale

Le « risque » de survivre à 30 jours avec un score CPC 1-2 à la suite de la prise en charge initiale par un MCS est dans ce cas 1,18 fois plus important qu'en l'absence de prise en charge MCS, sans pour autant que ce soit significatif statistiquement (OR=1,18 ; 95%IC [0,80-1,75]). Être âgé de plus de 75 ans (OR=0,28 ; 95%IC [0,12-0,62]), un délai avant RCP supérieur à 5 minutes (OR=0,57 ; 95%IC [0,41-0,79]), et l'AC au domicile (OR=0,56 ; 95%IC [0,41-0,78]) sont défavorablement associés à la survie.

5.4 Synthèse de l'analyse des critères de jugement

Tableau 16 : Synthèse de l'analyse des critères de jugement en fonction de l'intervention d'un MCS parmi les ACEH d'étiologie cardiaque.

| Analyse des critères de jugement en fonction de l'intervention d'un MCS | p | OR | Intervalle de confiance 95% | |
|---|-------|--------------|--------------------------------|-----------|
| | | | Inférieur | Supérieur |
| Critère de jugement principal | | | | |
| Survie CPC 1-2 à 30 jours | 0,660 | 1,099 | 0,723 | 1,670 |
| Critères de jugement secondaires | | | | |
| RACS | 0,641 | 1,070 | 0,806 | 1,420 |
| Survie à l'admission à l'hôpital | 0,373 | 1,147 | 0,849 | 1,549 |
| Survie à la sortie de l'hôpital | 0,628 | 1,105 | 0,739 | 1,652 |
| Survie à la sortie de l'hôpital si FV | 0,218 | 1,300 | 0,856 | 1,975 |
| Survie à 30 jours (CPC 1 à 5) | 0,706 | 1,082 | 0,718 | 1,632 |
| Effet MCS sur rythme initial choquable | | | | |
| Rythme initial choquable | 0,174 | 1,192 | 0,925 | 1,537 |
| Survie CPC 1-2 à 30 jours sans ajustement sur le rythme initial choquable | 0,400 | 1,183 | 0,800 | 1,747 |

OR: Odds Ratio; p: Degré de signification; CPC: Catégorie de performance cérébrale

IV DISCUSSION

1 Interprétation des résultats

1.1 Caractéristiques de la population

Notre étude décrit une population prise en charge par les MCS (groupe MCS+) significativement différente de celle prise en charge par le SMUR uniquement (groupe MCS-). Elle est plus jeune, masculine principalement, et en arrêt cardiaque majoritairement en dehors du domicile. Elle présente un délai entre le premier appel et la RCP moindre, bénéficie d'une RCP, d'un rythme initial choquable et d'un CEE plus fréquemment, mais surtout montre une meilleure survie.

Nous retrouvons cette tendance dans l'étude sur la survie des AC sur pistes de ski menée par D.Viglino et al. entre 2004 et 2014 ¹¹.

La forte proportion d'ACEH prise en charge par les MCS en station de ski concerne une population plus sportive, et donc plus jeune et en meilleure santé que la population générale.

La plus grande fréquence des réanimations cardio-pulmonaire et leur délai plus court, la rapidité d'intervention des premiers secours, ainsi que le meilleur taux de survie seraient liés à la proximité et à la disponibilité des équipes de secours sur pistes, à la densité de la population saisonnière, ainsi qu'au renforcement de l'installation de DAE dans les stations de ski, conformément aux recommandations de la commission internationale pour la médecine d'urgence de montagne (ICAR-MEDCOM) ¹¹⁵.

1.2 Observation de la survie

Les études sur les ACEH employant des méthodologies parfois très différentes, la comparaison des résultats liés à la survie peut conduire à des erreurs d'interprétation. Certaines études analysent la survie chez les victimes d'ACEH ayant bénéficié d'une

réanimation médicale, d'autres le font pour toutes les victimes d'ACEH ayant eu au moins une réanimation de base (RCP) par les témoins ou les premiers secours.

Les AC avec des étiologies traumatiques et hypothermiques n'ayant pas été inclus dans notre étude, la survie des victimes est difficilement comparable aux autres études s'intéressant au sujet. Néanmoins la survie que nous observons dans le groupe MCS- est assez proche de celles décrites dans la littérature en Europe et en France, qu'il s'agisse de la survie globale ou de la survie avec une FV initiale³³. La survie retrouvée dans le groupe MCS+ est sensiblement supérieure aux autres.

Nous partageons aussi le constat avec d'autres études⁹⁵ de l'importante mortalité des victimes d'ACEH entre leur admission à l'hôpital et leur sortie, puisque moins de la moitié d'entre elles survit. L'anoxie cérébrale et le syndrome de reperfusion étant les principales causes.

Nous observons cependant parmi les victimes sorties vivantes de l'hôpital, un bon état neurologique à 30 jours (score CPC 1-2). Nos résultats rejoignent ceux de Tiainen et al. qui montraient le bon état fonctionnel chez plus de 90% des survivants d'un ACEH³⁹.

1.3 Analyse des critères de jugement

1.3.1 *Critères de jugement principal et secondaires liés à la survie*

L'ajustement sur les facteurs liés à la survie fait que la présence d'un MCS n'est pas liée significativement à la survie à 30 jours avec un score CPC 1-2, ni à la reprise d'une activité cardiaque spontanée (RACS), ni à aucun des autres critères de jugement secondaires portant sur la survie.

L'absence de lien significatif entre la présence d'un MCS et la survie ou la RACS, pourrait être liée au délai d'intervention des MCS qui reste élevé, bien qu'inférieur à celui du SMUR.

La survie dépend avant tout de l'instauration précoce de la RCP ⁴², et de la défibrillation ⁷² pour lesquels chaque minute de retard réduit la probabilité de survie de façon conséquente. En l'absence de réanimation dans un délai de dix minutes après l'AC ²³, les chances de survie à l'arrivée d'un MCS ou du SMUR seraient alors quasiment nulles.

A l'inverse, une réanimation cardio-pulmonaire (RCP) débutée rapidement permet d'augmenter les chances de survie, et de prolonger la durée d'un rythme choquable.

Notre étude confirme d'une part le lien fort entre la mesure d'un rythme initial choquable et la RACS ou la survie, et montre d'autre part un taux significativement plus important de rythmes initiaux choquables enregistrés par les MCS par rapport à ceux relevés par le SMUR.

Aussi, la probabilité d'observer un rythme choquable est liée au délai entre l'AC et la première analyse du rythme ⁷⁹.

Une hypothèse serait que les MCS pourraient agir indirectement sur la survie, en intervenant suffisamment précocement sur des victimes, tout en constatant par eux même, grâce à leur moniteur portatif, un rythme initial encore choquable (TV ou FV) avant de procéder au CEE. Selon cette hypothèse, cette étude devrait décrire un lien favorable entre la survie et l'intervention des MCS. Ce n'est pas le cas.

La méthode d'analyse statistique utilisée pour les différents critères de jugements pourrait l'expliquer. L'ajustement sur le rythme initial choquable agit comme si cette variable était identique dans les groupes MCS+ et MCS-, supprimant ainsi l'action des MCS sur ce facteur très lié à la survie.

L'analyse de la survie à 30 jours avec un score CPC 1-2 sans ajuster sur le rythme initial choquable, mais en ajustant seulement sur les facteurs liés au rythme choquable (sexe, âge, AC domicile, délai entre le premier appel et la RCP), pourrait alors montrer un éventuel lien entre la survie et la présence d'un MCS. Dans notre étude, ce lien ne ressort pas de façon significative statistiquement.

De même, nous ne retrouvons pas de lien significatif entre l'enregistrement d'un rythme choquable chez une victime et l'intervention d'un MCS.

La faible puissance de l'ensemble de l'étude pourrait expliquer que ces résultats ne soient pas significatifs statistiquement. Ces analyses nécessiteraient alors d'être reconduites avec un effectif plus important.

1.3.2 *Délai entre le premier appel et la médicalisation*

Le délai entre le premier appel et l'arrivée des secours médicalisés décrit dans notre étude est plus court de 2 minutes pour les MCS. Bien que statistiquement significative, cette différence négligeable cliniquement n'en est pas moins surprenante. Les MCS interviennent à priori à proximité de leur lieu d'exercice et sont censés arriver sur les lieux bien avant le SAMU. Diane Lacroix indique un écart de 28 minutes entre les MCS et le SMUR dans sa présentation du bilan d'activité des MCS sur l'arc nord alpin en 2009 ²⁸. Le Bilan d'activité du réseau MCS des Hautes-Alpes pour l'année 2019 indique un délai de prise en charge par les MCS de 12 minutes, contre 43 minutes pour le SMUR dans le cas des ACEH, soit un écart de 31 minutes.

Une première hypothèse serait liée à la variable « Heure d'arrivée de l'équipe médicale » présente sur les fiches de recueil des AC. Il est envisageable que l'heure retranscrite puisse être celle de l'arrivée du SMUR, et non celle du MCS.

Ce constat rejoindrait celui Laura Borthomieu dans son étude sur l'évaluation de l'activité des MCS en Vienne. Elle évoque l'absence de données concernant l'heure d'arrivée des MCS, alors que l'heure de fin de mission est bien renseignée ²⁴. Dans le contexte de l'urgence, les MCS pourraient ne pas prendre le temps de regarder l'heure d'arrivée, alors qu'un des membres d'équipage du SMUR serait lui chargé de la relever.

La deuxième hypothèse considérerait l'heure d'arrivée des MCS comme fiable, mais impliquerait une prise en charge hélicoptérée des victimes d'ACEH par le SMUR suffisamment fréquente pour que le délai d'intervention médian soit proche de celui des MCS. La variable « SMUR hélicoptéré » manquant dans le registre des AC du RENAU, nous ne l'avons pas étudiée.

Le délai d'intervention des MCS étant un des critères d'efficacité du dispositif MCS, une étude prospective sur ce critère serait nécessaire pour valider l'une ou l'autre de ces hypothèses.

Le constat est le même pour le délai retrouvé entre le premier appel et la RACS. Ce délai est seulement 3 minutes plus court pour les ACEH pris en charge par les MCS.

Une hypothèse serait que la RACS soit le plus souvent constatée alors que la jonction a déjà eu lieu entre le MCS et le SMUR.

1.3.3 Facteurs liés à la survie et au rythme initial choquable

L'analyse multivariée utilisée pour l'étude de la survie permet de mettre en évidence les facteurs liés à la survie, que ce soit positivement ou négativement.

Notre étude confirme le lien très significatif entre la survie et le fait d'avoir un rythme initial choquable décrit dans la littérature, et confirme le plus souvent qu'un AC au domicile, une RCP débutée tardivement, et le fait d'être âgé sont liés défavorablement à la survie.

Les victimes d'ACEH en FV initialement, présentent un taux de survie à 30 jours avec un score CPC 1-2 presque trois fois supérieur à l'ensemble des autres victimes.

L'analyse du rythme initial choquable montre que celui-ci est également lié défavorablement à l'AC au domicile, à une RCP tardive et à un âge avancé.

2 Les limites de l'étude

2.1 La Puissance

Notre étude est limitée par le faible nombre de victimes d'ACEH prises en charge par les MCS. Les résultats ne nous permettent pas de tirer d'enseignement définitif par manque de puissance.

Le nombre de sujets nécessaires était initialement de 700 patients dans chacun des groupes MCS+ et MCS-, pour une survie CPC 1-2 à 30 jours estimée à 9.5% lors d'une prise en charge MCS, et de 6.3% lors d'une prise en charge par le SMUR.

Notre étude indique in fine un taux de survie supérieur à ces estimations. Il est de 11,9% dans le groupe MCS+ et de 7,7% dans le groupe MCS-. Un nouveau calcul montre qu'il faudrait un effectif de 750 patients dans les groupes MCS+ et MCS- pour avoir une puissance de 80%.

Avec un effectif de 430 patients dans le groupe MCS+, nous sommes loin de l'effectif requis.

La stratification, notamment sur l'étiologie de l'AC, diminue également la puissance de l'étude puisque l'effectif est réparti dans les différentes strates (étiologie cardiaque / étiologie non cardiaque).

L'ajustement sur les différentes variables réduit aussi la puissance puisque sont pris en compte seuls les patients n'ayant aucune donnée manquante pour les variables du modèle.

Un effectif plus important serait nécessaire pour renforcer la puissance de l'étude. Un lien significatif pourrait alors ressortir entre la survie ou le rythme initial choquable, et l'intervention des MCS. La base de données des AC du RENAU étant alimentée continuellement, l'effectif nécessaire à une étude similaire pourrait être recruté après la clôture du registre des AC de l'année 2024 ou 2025.

2.2 La pertinence clinique de l'étude

Un des prérequis au calcul de l'effectif nécessaire pour notre étude est le taux de survie attendu dans les groupes MCS+ et MCS-. La question de la pertinence clinique se pose alors.

A partir de quel écart entre les taux de survie des groupes MCS- et MCS+ peut-on évoquer une différence intéressante cliniquement ? Ou bien quel écart entre les taux de survie, cliniquement pertinent, cherche-t-on à mettre en évidence ?

Dans notre étude cette différence est de 4,2% ce qui semble satisfaisant à priori. Seulement un écart de 1% voire 0,5%, tout en étant significatif statistiquement, serait-il aussi intéressant ?

Plus généralement, doit-on considérer qu'une vie sauvée justifie les moyens engagés pour l'action des MCS ? Ou bien doit-on définir le gain de survie à partir duquel la mise en place du dispositif MCS serait acceptable ?

Cela soulève une question éthique pour laquelle il n'y a pas de réponse unique.

Les ressources de notre système de santé étant limitées, une étude coût-efficacité serait justifiée. Elle prendrait en compte les coûts liés au dispositif MCS (y compris ceux économisés) et les années de vie gagnées, ajustées sur la qualité de vie. La finalité étant de promouvoir les mesures de santé les plus efficaces avec un coût supportable par la société.

2.3 Les biais de l'études

2.3.1 *Biais de mesure : le recueil des données*

L'étude du registre des AC du RENAU montre une absence plus ou moins marquée des données concernant certaines variables, mais également un manque de précision pour d'autres.

La fiabilité des études basées sur ce registre dépend, entre autres, du soin apporté au recueil des données. Cette tâche implique plusieurs personnes et le contexte de l'urgence ne s'y prête guère faisant souvent passer au second plan le relevé de certaines données.

L'analyse qualitative du registre des ACEH, permettrait de cibler des mesures de sensibilisation vis-à-vis des différents acteurs pour le recueil des données, et d'améliorer la fiche de recueil des AC.

L'heure de l'arrêt cardiaque

Une incertitude majeure et constante concerne le moment précis de l'arrêt cardiaque.

En l'absence de témoin, soit dans un quart des cas, il est impossible de dater avec précision le moment de l'effondrement, et de définir la période réelle de « No flow ». Ce délai, si influent sur la survie, est très sensible puisqu'au-delà de 5 minutes l'indication d'ECMO est levée, et au-delà de 10 minutes les chances de survie sont presque nulles.

A défaut de pouvoir identifier l'heure de l'AC, notre étude s'intéresse au délai entre le premier appel au centre 15 et le début de la RCP. La période entre l'AC et le premier appel, inconnue, constitue alors un biais majeur.

Le critère « MCS »

20% des critères MCS ne sont pas renseignés dans le registre pour la population de notre étude. Par défaut cette variable considère qu'il n'y a pas eu l'intervention d'un MCS.

Le recoupement de la base de données des AC du RENAU avec celle du réseau MCS AuRA permettrait d'identifier de façon exhaustive les AC pris en charge par un MCS.

Le réseau MCS dispose de sa propre base de données, grâce à la saisie informatique des fiches d'interventions des MCS depuis 2010. Partielle initialement, l'informatisation des données est devenue systématique en quelques années.

La rémunération des missions MCS ne pouvant se faire sans la présentation d'une fiche d'intervention, la base de données du réseau MCS peut à ce jour être la référence pour identifier les AC pris en charge par les MCS.

Le critère « pisteurs-secouriste »

Le critère pisteurs-secouristes semble également insuffisamment renseigné.

Le nombre d'intervention des pisteurs est inférieur de moitié au nombre d'ACEH sur piste alors qu'ils constituent les premiers secours et sont systématiquement sollicités.

Le critère « sapeurs-pompiers »

Avec une présence relevée à hauteur de 30,4%, l'intervention des sapeurs-pompiers sur la victime semble également ne pas être systématiquement renseignée sur la fiche de recueil des AC, sachant qu'ils sont systématiquement déclenchés sur un ACEH.

Le critère « Horaire d'arrivée de l'équipe médicale »

L'heure d'arrivée de l'équipe médicalisée est renseignée pour seulement 35% des AC pour lesquels un MCS est intervenu, et dans 30% des cas lorsque le SMUR intervient seul. Il n'est pas précisé si l'heure d'arrivée relevée correspond à celle du MCS ou celle du SMUR.

Cette ambiguïté ne permet pas l'exploitation de cette donnée cruciale qu'est le délai de médicalisation par les MCS pour l'analyse de leur action dans les ACEH.

La variable « Heure arrivée équipe médicale » est présentée ainsi dans la fiche de recueil des AC du RENAU :

Heure arrivée équipe médicale :

Distinguer l'heure d'arrivée du MCS de l'heure d'arrivée du SMUR permettrait de lever cette ambiguïté :

Heure d'arrivée du MCS :

Heure d'arrivée du SMUR :

Le critère « Utilisation d'un DEA public »

La fiche de recueil des AC indique si les témoins ont fait l'usage d'un DAE, et si un CEE a été délivré. Seulement il n'est pas demandé d'information sur une éventuelle RACS dans les suites immédiates.

Utilisation d'un DEA public : oui non **A-t-il choqué ?** oui non

La variable RACS apparait en toute fin de fiche sous la forme :

RACS (même transitoire) : non avant médicalisation après médicalisation

de sorte qu'il n'est pas possible de savoir si la RACS est intervenue après l'utilisation du DAE par les témoins, ou bien suite à l'action des premiers secours qui disposent d'un DAE ou d'un DSA.

L'ajout de cette donnée à la fiche de recueil des AC permettrait d'évaluer l'efficacité de la prise en charge des AC par les témoins, étape clé de la chaîne de survie :

Utilisation d'un DAE public : oui non **Choc délivré :** oui non

RACS (reprise de la respiration / conscience) : oui non

Le critère « Rythme initial choquable »

Pour un rythme initial indiqué comme choquable sur la fiche de recueil des AC, il n'est pas précisé s'il s'agit du rythme constaté par le DSA des sapeurs-pompiers, ou de celui enregistré par le moniteur de l'équipe médicale. Il n'est alors pas possible de savoir si le rythme initial choquable a été constaté par un sapeur-pompier, un MCS ou le SMUR.

La variable « Rythme initial (1^{er} enregistré) » correspond au rythme initial enregistré par l'équipe médicale (MCS ou SMUR), et peut être différent du « Rythme initial choquable ».

Il n'est pas précisé également qui des sapeurs-pompiers ou de l'équipe médicale a procédé au premier CEE.

| | | | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Rythme initial choquable : | <input type="checkbox"/> oui | <input type="checkbox"/> non | | | |
| Rythme initial (1 ^{er} enregistré) : | <input type="checkbox"/> FV | <input type="checkbox"/> TV | <input type="checkbox"/> asystolie | <input type="checkbox"/> AESP | <input type="checkbox"/> inconnu |
| Choc délivré : | <input type="checkbox"/> oui | <input type="checkbox"/> non | Nbre de chocs au total : | | |

Cette présentation serait plus précise et lèverait ces ambiguïtés :

| | | | | | | |
|---|--------------------------------------|--|-------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Rythme initial constaté par : | <input type="checkbox"/> 1er secours | <input type="checkbox"/> SMUR | <input type="checkbox"/> MCS | | | |
| Rythme initial : | <input type="checkbox"/> Choquable | <input type="checkbox"/> Non choquable | | | | |
| Nature du 1er rythme enregistré par l'équipe médicale (peut être différent du rythme initial) | <input type="checkbox"/> FV | <input type="checkbox"/> TV | <input type="checkbox"/> AESP | <input type="checkbox"/> Asystolie | <input type="checkbox"/> Inconnu | <input type="checkbox"/> Aucun |
| 1er CEE délivré par : | <input type="checkbox"/> 1er secours | <input type="checkbox"/> SMUR | <input type="checkbox"/> MCS | | | |

Le critère « SMUR Hélicoptéré »

L'observation des délais de médicalisation dans le groupe MCS- montre des délais inférieurs à 30 minutes, laissant supposer une intervention du SMUR hélicoptéré.

La variable SMUR hélicoptéré étant absente du registre des AC il ne nous a pas été possible d'en tenir compte dans notre étude. L'intégration de cette variable dans la fiche de recueil des AC permettrait d'y remédier.

2.3.2 Biais de sélection et extrapolation des résultats

Notre étude montre que les populations des groupes MCS+ et MCS- sont significativement différentes l'une de l'autre.

Celle du groupe MCS+, provenant principalement des stations de ski, est plutôt sportive et en meilleure santé que la population générale, et bénéficie également de l'intervention précoce des pisteurs-secouristes.

Les victimes d'ACEH prises en charge par les MCS en ces lieux ne sont alors pas représentatives de l'ensemble des personnes ayant fait un AC dans une zone éligible MCS.

Ce biais de sélection s'explique par la constitution des populations des deux groupes, faite grâce à la prise en compte rétrospective de l'ensemble des ACEH, pris en charge ou non par un MCS.

Une étude prospective avec la décision aléatoire d'une intervention d'un MCS sur les ACEH en territoire éligible MCS, permettrait de prévenir ce biais de sélection, mais serait discutable sur le plan éthique.

Une étude similaire excluant les stations de ski ou, à l'inverse, incluant uniquement ces localités, aurait l'avantage de présenter des populations comparables dans les groupes MCS+ et MCS-.

Le SMUR hélicoptéré, très développé sur l'arc nord alpin, apporte une réponse spécifique à l'aide médicale urgente (AMU), peu représentative de celle de l'ensemble des territoires couverts par les MCS.

Il est alors difficile d'envisager généraliser les résultats de notre étude à l'ensemble des réseaux MCS de France sans une bonne connaissance des délais d'intervention des MCS, du SMUR et du SMUR hélicoptéré.

Dans l'hypothèse d'un délai d'intervention du SMUR considérablement réduit par les trajets en hélicoptère, une stratification sur la variable « SMUR hélicoptéré » serait nécessaire afin de pouvoir extrapoler nos résultats aux territoires éligibles MCS non couverts par le SMUR hélicoptéré.

2.3.3 *Biais de confusion*

B.Audema puis C.Chaumont avaient montré lors de deux études observationnelles antérieures le gain significatif en termes de survie des ACEH pour lesquels un MCS avait été impliqué^{9 10}.

Les facteurs pouvant expliquer une amélioration de la survie avaient été identifiés, sans qu'ait été extrait de ces études l'effet spécifique des MCS, l'analyse univariée de la survie ne permettant pas d'écarter les biais de confusion.

Tout l'intérêt de notre étude consiste à les prévenir grâce à l'utilisation de l'analyse multivariée et l'ajustement sur certains facteurs liés à la survie : le sexe, l'âge, intervention d'un MCS, le rythme initial choquable, l'AC au domicile, le délai entre l'appel et la RCP.

En revanche, l'ajustement nécessitant un nombre limité de critères, un choix a dû être fait.

Le délai avant le CEE, la localisation sur piste, l'intervention des pisteurs-secouristes, la présence de témoins sont autant de critères non pris en compte dans notre analyse.

Ce choix peut influencer sur les résultats. L'ajustement sur d'autres facteurs liés à la survie pourrait donner des résultats sensiblement différents.

2.4 Intérêt du niveau de médicalisation par les MCS.

Nous étudions l'influence d'une intervention des MCS sur la survie, indépendamment de la qualité de la prise en charge et des moyens employés. Notre étude ne distingue pas une médicalisation poussée entreprise par un MCS (utilisation du défibrillateur, pose d'une VVP, intubation et introduction de médicaments IV, etc) d'une action passive dans le cas où son arrivée coïnciderait avec celle du SMUR.

Le bénéfice tiré de l'implication d'un MCS pourrait être corrélé au temps de médicalisation avant la prise de relai par le SMUR. L'analyse de la survie en fonction de ce délai implique le relevé précis des horaires d'arrivée du MCS et du SMUR.

3 Efficiences du réseau MCS

3.1 Intérêt du réseau MCS

Le bénéfice apporté à la survie par l'intervention des MCS ne ressort pas de manière significative lors de la prise en charge des ACEH, et mériterait d'ailleurs d'être réévalué avec un effectif plus important.

A défaut de favoriser la reprise d'une activité cardiaque spontanée (RACS) et la survie, l'intérêt des MCS pourrait alors résider dans l'optimisation de la prise en charge après la RACS, avec le contrôle des agressions cérébrales secondaire d'origine systémique (ACSOS), et notamment l'instauration d'une hypothermie thérapeutique précoce ⁹⁸.

La médicalisation par les MCS des AC en asystolie, avec notamment l'introduction de l'adrénaline, pourrait aussi présenter un intérêt sans qu'une amélioration significative de la survie puisse être détectée d'un point de vue statistique en raison du très faible taux de survie.

Dans la littérature il ne ressort cependant pas d'amélioration de la survie chez les patients bénéficiant d'un contrôle des voies aériennes supérieures et de l'administration d'adrénaline, en plus des compressions thoraciques et de la défibrillation ¹¹⁶.

Diane Lacroix évoque dans son étude le rôle majeur joué par les MCS dans la réduction significative du délai de médicalisation. Elle souligne également leur implication dans la prise en charge des urgences cardiovasculaires qui concernent 18% des missions MCS (27% relevé dans l'étude d'E.Villatte) ^{28 29}.

Les victimes d'AC secourues par les MCS étant relativement jeunes et en bonne santé, elles présentent de meilleures chances de survie. Une médicalisation précoce permet de mettre toutes les chances de leur côté.

Au-delà des ACEH, le réseau MCS a déjà montré tout son intérêt à travers la prise en charge de la douleur et le délai de reperfusion dans les infarctus du myocarde (IDM), comme le montre l'étude de Yayehd et al. avec un délai entre l'appel et la thrombolyse de 45 minutes dans le cas de l'intervention d'un MCS, contre 62 minutes sans son intervention ^{117 118}.

Il est établi que chaque minute perdue pour la prise en charge d'un patient présentant un IDM aggrave le risque de morbi-mortalité.

Un MCS en intervenant précocement sur un syndrome coronarien aigu (SCA) limite ainsi le risque de complication en arrêt cardio-respiratoire (ACR), et le cas échéant, peut procéder immédiatement à la réanimation.

3.2 Implication des MCS dans la prise en charge des ACEH

La très grande majorité des ACEH survenus dans des zones éligibles MCS est prise en charge par le SMUR directement. Seul un sixième d'entre eux bénéficie de l'intervention d'un MCS. Plusieurs raisons peuvent expliquer ces résultats.

Certains travaux portant sur l'efficacité du dispositif MCS, corroborés par les témoignages de MCS, soulignent une sous sollicitation des MCS par les centres de régulation du SAMU ^{29 24}.

Sur les trois départements de l'arc nord alpin, le déclenchement d'un MCS simultanément à celui d'un SMUR n'est pas automatique. Il reste soumis à l'appréciation du médecin régulateur qui en est chargé. Or la régulation fonctionne avec de nombreux intervenants dont la connaissance du dispositif MCS et de leur présence sur le secteur peut être insuffisante.

L'étude quantitative et qualitative du déclenchement des MCS par le centre 15 pour les missions d'aide médicale urgente (AMU), et plus particulièrement pour les ACEH, serait intéressante à mener. La connaissance des taux de déclenchement et des motifs de non-déclenchement serait un préalable à l'optimisation du dispositif MCS.

A l'inverse, la proportion de missions MCS déclenchées initialement par le SAMU a fait l'objet de plusieurs études.

Diane Lacroix relève un déclenchement initial par le SAMU pour seulement 27% des interventions MCS ²⁸. Taux évalué à 45% dans le cadre du travail de thèse d'E. Villatte ²⁹, et à 82% dans le bilan d'activité 2019 pour l'ensemble du réseau MCS AuRa.

Les résultats de D.Lacroix et d'E.Villatte peuvent s'expliquer par la très grande proportion de traumatologie (40% à 48% selon les études) comme motif d'auto-déclenchement par les MCS,

nécessitant une prise en charge antalgique (morphine, Kétamine, etc). L'antalgie par voie intraveineuse est comptabilisée dans les statistiques de l'activité du réseau MCS par souci de traçabilité des médicaments et des dispositifs utilisés, sans forcément être validée comme mission MCS par le réseau ²⁸.

L'efficacité du dispositif MCS dépend également de la disponibilité des MCS, et est variable selon la situation géographique.

Ce dispositif serait très performant dans les stations de ski « saisonnières » avec une disponibilité des MCS permanente et une très forte participation aux situations d'AMU. Il serait moins performant dans les stations « village », celles qui ont une population fixe à l'année, avec une disponibilité des MCS et un taux de réponse à l'AMU bien moindre ²⁹.

Certaines zones éligibles aux MCS, principalement celles non pourvues en médecins de montagne, ne sont pas couvertes par des MCS, accentuant ainsi le déséquilibre territorial de l'AMU.

Cette inégale répartition géographique de la disponibilité des MCS se retrouve dans les résultats de notre étude avec une forte proportion d'ACEH prise en charge en station de ski.

Il y aurait alors un intérêt à développer le dispositif MCS dans ces zones peu ou non pourvues. Des mesures incitatives, associées à une communication efficace auprès des médecins généralistes déjà implantés sur ces territoires isolés y contribueraient.

4 Perspectives pour l'amélioration de la survie

4.1 Optimisation de la chaîne de survie

L'arrêt cardiaque est une urgence pour laquelle le facteur temps est primordial tout au long de la prise en charge des victimes, depuis l'alerte jusqu'à l'admission hospitalière.

La survie et la prévention des séquelles neurologiques dépendent directement de la rapidité et de l'efficacité des gestes de secours.

Une médicalisation rapide de l'AC est nécessaire, mais est inutile sans l'instauration précoce de la réanimation cardio-pulmonaire (RCP) et de la défibrillation. Tout se joue dans les cinq à dix premières minutes. Les efforts doivent alors être concentrés sur les premiers maillons de la chaîne de survie.

L'appel au centre 15, point de départ de la réaction en chaîne, est crucial puisque le diagnostic d'arrêt cardio-respiratoire (ACR), loin d'être évident, est posé par le médecin régulateur. Rarement recherchée par celui-ci, une respiration agonique est symptomatique d'un ACR.

La formation des médecins régulateurs à la détection d'une respiration anormale améliorerait la reconnaissance des arrêts cardiaques, et permettrait le déclenchement rapide des secours et de la réanimation cardio-pulmonaire (RCP).

L'arrêt cardiaque constaté, seule l'intervention d'un témoin permet de limiter la durée du « No flow ». Avec une RCP entreprise par un peu moins de 50% des témoins dans notre étude, la marge de progression est majeure. Le développement de l'audioguidage téléphonique permettrait d'inciter plus de témoins à débiter la réanimation, sans pouvoir garantir la qualité des compressions thoraciques.

La formation à la RCP de l'ensemble de la population reste le principal enjeu. L'enfance étant la période de la vie la plus propice à l'acquisition des automatismes, les gestes qui sauvent devraient être enseignés dès le plus jeune âge et rappelés tout au long de la vie.

La Norvège a depuis longtemps montré la voie à suivre en intégrant l'apprentissage des gestes de premier secours dans le programme scolaire ¹¹³, et selon une étude autrichienne, les enfants seraient tout à fait capables de réagir correctement en cas d'urgence dès l'âge de six ans ¹¹⁹.

La défibrillation précoce, autre maillon essentiel de la survie, implique l'accès rapide à un défibrillateur automatique externe (DAE).

Dans notre étude, seules 3% des victimes d'ACEH bénéficient de l'utilisation d'un DAE publique, alors qu'une réanimation est entreprise par un témoin dans 35% des cas. L'absence de DAE à proximité pourrait être une des raisons de cet écart.

L'équipement en DAE des espaces publics et des centres médicaux, leur recensement, associé à la formation du grand public à leur utilisation devraient être développés ¹²⁰.

Les applications pour mobile, type SAUV Life, permettent à des volontaires formés à la réanimation cardio-pulmonaire d'être déclenchés par le SAMU, simultanément aux secours, sur des arrêts cardiaques proches de leur localisation. Associé à la géolocalisation des DAE, l'application SAUV Life devrait être adoptée par l'ensemble des SAMU et promue activement auprès de la population.

La qualité de l'intervention des premiers secours pourrait aussi être améliorée. Le massage cardiaque externe (MCE) et l'alternance avec la ventilation ne pouvant être optimal, l'utilisation d'un système de massage cardiaque automatisé, et l'insufflation continue d'oxygène par un dispositif non invasif (B-Card) serait à étudier.

Les médecins généralistes ont aussi leur place dans la chaîne de survie. Bien que rarement confrontés à cette urgence vitale au sein de leur cabinet, ils peuvent être sollicités en tant que primo intervenant sur des AC en dehors.

Une enquête auprès des médecins généralistes de Gironde montre que plus de 10% d'entre eux ont déjà eu à gérer un AC dans leur centre médical, et presque la moitié a eu à le faire dans un autre lieu. Il ressort de cette étude que moins de 4% d'entre eux sont équipés d'un DAE ¹²¹.

A ce jour limitée à l'attestation de formation aux gestes et soins d'urgences (AFGSU), rarement renouvelée, et aux connaissances théoriques acquises au cours des études médicales, la formation des médecins généralistes à la prise en charge de l'AC est insuffisante ¹²².

La mise en situation via la simulation sur mannequin au cours du troisième cycle des études médicales devrait être systématique, mais aussi proposée aux médecins généralistes, après l'internat, à l'image des médecins correspondant SAMU. Les médecins généralistes pourraient d'ailleurs être acteurs de leur formation, en assurant eux même l'organisation d'ateliers de simulation, avec l'accord et le soutien du SAMU.

A l'heure des communautés professionnelles territoriales de santé (CPTS) et autres organisations territoriales, les médecins généralistes devraient s'impliquer dans le développement de programmes de formation aux premiers secours et à l'arrêt cardio-respiratoire, à l'échelle locale.

4.2 Actions en faveur de la prévention primaire

Les coronaropathies étant en grande partie à l'origine des arrêts cardiaques, la prévention des facteurs de risques cardiovasculaires devrait être la priorité des politiques de santé publique.

Certainement plus pérennes, les mesures auprès des plus jeunes devraient être intensifiées afin de prévenir l'entrée dans le tabagisme, de promouvoir les comportements alimentaires sains, et d'intégrer l'activité physique dans leur mode de vie.

Loin des discours moralisateurs, ces mesures seraient d'avantage ludiques et favoriseraient l'éveil de leur esprit critique, dernier rempart face à la publicité.

Les institutions de santé se montrent souvent impuissantes face aux stratégies d'influence de l'industrie agroalimentaire et de celle du tabac, et peinent à légiférer en faveur des mesures de santé publiques contraires aux intérêts économiques de ces industries.

L'échec des tentatives d'interdiction de la publicité ciblant les enfants pour des aliments de mauvaise qualité nutritionnelle témoigne des freins rencontrés par les politiques publiques.

L'action sur les déterminants des facteurs de risques cardiovasculaire est tout aussi importante.

La prévalence de l'obésité, du tabagisme et du diabète étant plus forte chez les personnes défavorisées, les mesures en faveur de la réduction de la pauvreté et l'amélioration des conditions de vie de ces populations devrait également être une priorité.

Elle passe par la lutte contre la précarité de l'emploi, mais également l'aménagement de l'espace urbain.

L'ensemble de ces mesures porteraient leurs fruits sur le temps long, et se traduiraient à terme par une diminution de l'incidence des arrêts cardiaques.

V CONCLUSION

L'intervention des médecins correspondants SAMU (MCS) n'apparaît pas comme un facteur indépendant de la survie avec un bon devenir neurologique, mais leurs interventions concernent les patients ayant le meilleur pronostic, pour lesquels il est d'autant plus important d'optimiser l'ensemble de la prise en charge. Un effectif plus grand serait pour autant nécessaire à cette étude, afin de mettre en évidence un éventuel effet des MCS sur la survie. L'amélioration constante du recueil des données des arrêts cardiaques assure la qualité des études basées sur le registre des arrêts cardiaques du RENAU, outil indispensable pour l'évaluation et l'optimisation des pratiques.

Les efforts doivent avant tout se concentrer sur les premiers maillons de la chaîne de survie qui doit être la plus courte possible.

L'alerte, le recours précoce à la réanimation cardio-pulmonaire et à la défibrillation restent primordiaux. Ils nécessitent l'implication de témoins formés aux gestes d'urgences et l'accès rapide aux défibrillateurs automatiques. De ces conditions dépend la réussite de la prise en charge médicalisée, notamment celle des MCS.

Le renforcement du dispositif MCS et des effectifs pour une meilleure couverture des astreintes, un meilleur taux de réponse aux appels, et un maillage territorial plus homogène, associé au déclenchement systématique des MCS par le centre 15, permettrait d'améliorer la réponse à l'aide médicale urgente dans les territoires isolés. La formation continue des médecins généralistes à la réanimation cardio-pulmonaire pourrait aussi y contribuer.

La priorité reste la prévention primaire avec le renforcement des mesures de politiques publiques pour la lutte contre les facteurs de risques cardiovasculaires dès le plus jeune âge, et la réduction de la pauvreté. La diminution de l'incidence des arrêts cardiaques demeure le moyen le plus efficace d'améliorer la survie.

THÈSE SOUTENUE PAR : Vincent BERNARD

TITRE : ANALYSE DES ARRÊTS CARDIAQUES EXTRA-HOSPITALIERS PRIS EN CHARGE PAR LES MEDECINS CORRESPONDANTS SAMU SUR LE TERRITOIRE NORD ALPIN AU COURS DE LA PERIODE 2007-2019

CONCLUSION :

La survie à la suite d'un ACEH dépend de la précocité de la réanimation cardiopulmonaire (RCP) et de la défibrillation. L'intervention de médecins correspondant SAMU (MCS), médecins généralistes formés et équipés pour la gestion préhospitalière des ACEH, permet de réduire le délai de médicalisation.

Nous étudions l'effet des MCS sur la survie des victimes d'ACEH dans les territoires éloignés de l'arc nord alpin, et ce grâce aux données du registre des arrêts cardiaques du Réseau Nord Alpin des Urgences (RENAU) collectées prospectivement entre 2007 et 2019.

Tous les ACEH non traumatiques, situés à plus de 30 minutes d'un centre SMUR, et ayant bénéficié d'une réanimation médicale sont inclus dans l'étude. Nous analysons la survie à 30 jours avec un bon statut neurologique (CPC 1-2) chez les patients pris en charge par les MCS initialement versus ceux pris en charge par le service mobile d'urgence et de réanimation (SMUR) uniquement.

430 ACEH ont été pris en charge par les MCS contre 2421 par le SMUR.

Les victimes prises en charge par les MCS sont plus jeunes (64 [55-78] ans vs 67[51-75] ans), plus souvent en rythme initial choquable (37,4% vs 26,6%, $p < 0,001$) et en dehors du domicile (53% vs 31,7%, $p < 0,001$). Le délai avant la RCP est plus court (3 min vs 7 min, $p < 0,001$), ainsi que le délai avant le premier choc électrique externe (13 min vs 17 min, $p < 0,001$). La survie à 30 jours avec un score CPC 1-2 est plus élevée (11,9% vs 7,7%, $p = 0,004$), mais en analyse multivariée, cette survie n'est pas associée à l'intervention d'un MCS de façon significative (OR=1,10 ; 95%IC [0,72-1,67]).

L'intervention d'un MCS n'apparaît pas comme un facteur indépendant de la survie avec un bon devenir neurologique, mais leurs interventions concernent les patients ayant le meilleur pronostic, et pour lesquels il est d'autant plus important d'optimiser l'ensemble de la chaîne de survie. La généralisation de la formation aux soins d'urgence et l'accès aux défibrillateurs dans l'espace public reste l'enjeu majeur pour l'amélioration de la survie.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Grenoble, le : 16/03/2020

LE DOYEN



Pour le Président
et par délégation
Le Doyen de Médecine
Pr. Patrice MORAND

Pr. Patrice MORAND

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE



Pr Guillaume DEBATY
Chef de Service SAMU 38
CHU Grenoble Alpes

Pr. Guillaume DEBATY

BIBLIOGRAPHIE

1. Luc, G. *et al.* Epidemiology of out-of-hospital cardiac arrest: A French national incidence and mid-term survival rate study. *Anaesthesia Critical Care & Pain Medicine* **38**, 131–135 (2019).
2. Lion, F. Évaluation sur mannequins électroniques de l'efficacité d'un protocole d'audioguidage continu sur la qualité des compressions thoraciques au cours d'un arrêt cardiaque. (Rouen, 2012).
3. Etienne, A., Christine, A., Pierre, C. & Pascal, C. Arrêt cardiaque subit : pour une meilleure éducation du public Sudden Cardiac Arrest: For A Better Public Education. 15.
4. Bougouin, W. *et al.* Characteristics and prognosis of sudden cardiac death in Greater Paris. *Intensive Care Med* **40**, 846–854 (2014).
5. Karam Nicole *et al.* Identifying Patients at Risk for Prehospital Sudden Cardiac Arrest at the Early Phase of Myocardial Infarction. *Circulation* **134**, 2074–2083 (2016).
6. Pelloux, P. & Faure, E. Rapport de la mission de préfiguration sur la généralisation au plus grand nombre de nos concitoyens, de la formation aux gestes qui sauvent. 31 (2017).
7. Adnet, F. Arrêt cardiaque en dehors de l'hôpital : quelles différences entre la France et les États-Unis ? *La Presse Médicale* **41**, 335–337 (2012).
8. Merdler, I. *et al.* Automated external defibrillator use and outcomes after out-of-hospital cardiac arrest: an Israeli cohort study. *Coronary Artery Disease* **31**, 289–292 (2020).
9. Audema, B. *et al.* Évaluation des arrêts cardiaques extrahospitaliers pris en charge par les médecins correspondants Samu en zone isolée de montagne entre 2003 et 2007. *Journal Européen des Urgences* **22**, A72 (2009).
10. Chaumont, C. Analyse des arrêts cardiaques extra hospitaliers dans les zones isolées de l'arc Nord Alpin: étude du registre des arrêts cardiaques de 2004 à 2009, médecins correspondants SAMU, Réseau Nord Alpin des Urgences. (Université de Grenoble, 2009).
11. Viglino, D. *et al.* Survival of cardiac arrest patients on ski slopes: A 10-year analysis of the Northern French Alps Emergency Network. *Resuscitation* **119**, 43–47 (2017).
12. Catala F, Fontanela JM, L'aide médicale urgente en France, fondement juridique la régulation médicale.
13. *Loi n° 86-11 du 6 janvier 1986 relative à l'aide médicale urgente et aux transports sanitaires.*
14. *Code de la santé publique - Article R6311-1. Code de la santé publique vols R6311-1.*

15. Ageron, F.-X. *et al.* Impact of an emergency medical dispatch system on survival from out-of-hospital cardiac arrest: a population-based study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* **24**, 53 (2016).
16. Visser, M. de *et al.* An observational study on survival rates of patients with out-of-hospital cardiac arrest in the Netherlands after improving the 'chain of survival'. *BMJ Open* **9**, e029254 (2019).
17. Public Health - Seattle & King County, Emergency Medical Services Division, 2014 Annual Report.
18. Atwood, C., Eisenberg, M. S., Herlitz, J. & Rea, T. D. Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in Europe. *Resuscitation* **67**, 75–80 (2005).
19. Culley Linda L. *et al.* Public Access Defibrillation in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Circulation* **109**, 1859–1863 (2004).
20. Myerburg Robert J. *et al.* Impact of Community-Wide Police Car Deployment of Automated External Defibrillators on Survival From Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Circulation* **106**, 1058–1064 (2002).
21. Folke, F. *et al.* Location of cardiac arrest in a city center: strategic placement of automated external defibrillators in public locations. *Circulation* **120**, 510–517 (2009).
22. Nichol, G. *et al.* Regional Variation in Out-of-Hospital Cardiac Arrest Incidence and Outcome. *JAMA* **300**, 1423–1431 (2008).
23. Lauvray, A. L'assistance circulatoire extracorporelle dans l'arrêt cardiaque préhospitalier réfractaire. A propos de 10 cas. 88.
24. Borthomieu L. Evaluation de l'activité des Médecins Correspondants SAMU et retour d'expérience des acteurs intervenant dans ce dispositif en Vienne entre 2015 et 2018. Thèse de médecine. Université de Poitier; 2019, 80p.
25. *Arrêté du 12 février 2007 relatif aux médecins correspondants du service d'aide médicale urgente (SAMU).*
26. Les premières Assises de l'Urgence, Samu-Urgences de France, Paris le 13 septembre 2012, Comment garantir l'accès à des soins médicaux de qualité en urgence ?
27. Cahier des charges, Médecins Correspondants du SAMU de la région Auvergne Rhône-Alpes, Janvier 2019.
28. Lacroix D. Bilan d'activité des Médecins Correspondants du SAMU de l'arc nord alpin. Thèse de Médecine. Université de Grenoble; 2009,76p.

29. Villatte, E. Efficience du dispositif médecin correspondant du SAMU dans la réponse à l'aide médicale urgente. (Université de Grenoble, 2019).
30. Gueugniaud, P.-Y., Bertrand, C., Savary, D. & Hubert, H. L'arrêt cardiaque en France : pourquoi un registre national ? *La Presse Médicale* **40**, 634–638 (2011).
31. Gueugniaud, P., Savary, D., Bertrand, C. & Hubert, H. Registre National des Arrêts Cardiaques (« RéAC ») en France : Pourquoi et comment ? 13.
32. Dictionnaire médical de l'Académie de Médecine. <http://dictionnaire.academie-medecine.fr/index.php?q=arr%C3%AAt+cardiaque>.
33. Berdowski, J., Berg, R. A., Tijssen, J. G. P. & Koster, R. W. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: Systematic review of 67 prospective studies. *Resuscitation* **81**, 1479–1487 (2010).
34. Gräsner, J.-T. *et al.* EuReCa ONE □ 27 Nations, ONE Europe, ONE Registry: A prospective one month analysis of out-of-hospital cardiac arrest outcomes in 27 countries in Europe. *Resuscitation* **105**, 188–195 (2016).
35. Reinier, K. *et al.* Incidence of sudden cardiac arrest is higher in areas of low socioeconomic status: A prospective two year study in a large United States community. *Resuscitation* **70**, 186–192 (2006).
36. Singh, G. K. & Siahpush, M. Increasing inequalities in all-cause and cardiovascular mortality among US adults aged 25-64 years by area socioeconomic status, 1969-1998. *Int J Epidemiol* **31**, 600–613 (2002).
37. Juneau, D. M. *et al.* L'impact des inégalités sociales sur la santé cardiovasculaire et la longévité. *Observatoire de la prévention* <https://observatoireprevention.org/2019/01/03/limpact-des-inegalites-sociales-sur-la-sante-cardiovasculaire-et-la-longevite/> (2019).
38. Meneton, P. *et al.* Unemployment is associated with high cardiovascular event rate and increased all-cause mortality in middle-aged socially privileged individuals. *Int Arch Occup Environ Health* **88**, 707–716 (2015).
39. Tiainen, M. *et al.* Surviving out-of-hospital cardiac arrest: The neurological and functional outcome and health-related quality of life one year later. *Resuscitation* **129**, 19–23 (2018).
40. Cronberg, T., Lilja, G., Rundgren, M., Friberg, H. & Widner, H. Long-term neurological outcome after cardiac arrest and therapeutic hypothermia. *Resuscitation* **80**, 1119–1123 (2009).
41. Chen, J.-S. *et al.* Analysis of the outcome for patients experiencing myocardial infarction and cardiopulmonary resuscitation refractory to conventional therapies necessitating

- extracorporeal life support rescue*. *Read Online: Critical Care Medicine | Society of Critical Care Medicine* **34**, 950–957 (2006).
42. Plaisance, P. & Broche, C. L'utilisation des défibrillateurs semi-automatiques en France : état des lieux et perspectives en 2005. *Réanimation* **14**, (2005).
 43. Douglas Weaver, W. *et al.* Considerations for improving survival from out-of-hospital cardiac arrest. *Annals of Emergency Medicine* **15**, 1181–1186 (1986).
 44. Mongardon, N. *et al.* Syndrome post-arrêt cardiaque : aspects physiopathologiques, cliniques et thérapeutiques. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation* **32**, 779–786 (2013).
 45. Inoue Akihiko, Hifumi Toru, Sakamoto Tetsuya & Kuroda Yasuhiro. Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation for Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Adult Patients. *Journal of the American Heart Association* **9**, e015291 (2020).
 46. Phelps, R., Dumas, F., Maynard, C., Silver, J. & Rea, T. Cerebral Performance Category and long-term prognosis following out-of-hospital cardiac arrest. *Crit. Care Med.* **41**, 1252–1257 (2013).
 47. Ajam, K. *et al.* Reliability of the Cerebral Performance Category to classify neurological status among survivors of ventricular fibrillation arrest: a cohort study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* **19**, 38 (2011).
 48. Fichet, J., Dumas, F., Charbonneau, H., Giovanetti, O. & Cariou, A. Que deviennent les patients ressuscités ? (2010).
 49. Purdie, F. R. Cardiac resuscitation in the community: importance of rapid provision and implications for program planning: Eisenberg MS, Bergner L, Hallstrom A, JAMA 241:1905–1907, (May) 1979. *Annals of Emergency Medicine* **9**, 235 (1980).
 50. Valenzuela, T. D. *et al.* Outcomes of Rapid Defibrillation by Security Officers after Cardiac Arrest in Casinos. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM200010263431701> (2009)
doi:10.1056/NEJM200010263431701.
 51. O'Rourke, M. F., Donaldson, E. & Geddes, J. S. An Airline Cardiac Arrest Program. *Circulation* (1997) doi:10.1161/01.CIR.96.9.2849.
 52. Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation 26 (2007) 1008 – 1019 / Réanimation (2008) 17, 297–307. *Société Française d'Anesthésie et de Réanimation* <https://sfar.org/prise-en-charge-de-larret-cardiaque/> (2015).
 53. ERC Guidelines 2015. *Guidelines* <https://cprguidelines.eu/>.
 54. Recommandations de la Société Française de Médecine d'Urgence - SFMU. <https://www.sfm.org/fr/publications/recommandations-de-la-sfm/>.

55. Soar, J. *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* **140**, (2019).
56. Panchal, A. R. *et al.* 2019 American Heart Association Focused Update on Advanced Cardiovascular Life Support: Use of Advanced Airways, Vasopressors, and Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation During Cardiac Arrest: An Update to the American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* **140**, (2019).
57. Steinmetz, J., Barnung, S., Nielsen, S. L., Risom, M. & Rasmussen, L. S. Improved survival after an out-of-hospital cardiac arrest using new guidelines. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* **52**, 908–913 (2008).
58. Description of Abnormal Breathing Is Associated With Improved Outcomes and Delayed Telephone Cardiopulmonary Resuscitation Instructions | Journal of the American Heart Association. <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/JAHA.116.005058>.
59. Ruppert, M. *et al.* Checking for Breathing: Evaluation of the Diagnostic Capability of Emergency Medical Services Personnel, Physicians, Medical Students, and Medical Laypersons. *Annals of Emergency Medicine* **34**, 720–729 (1999).
60. Jouffroy, R., Berger, S., Carli, P. & Vivien, B. Prise en charge de l'arrêt cardiaque en 2018. 39 (2018).
61. Bahr, J., Klingler, H., Panzer, W., Rode, H. & Kettler, D. Skills of lay people in checking the carotid pulse. *Resuscitation* **35**, 23–26 (1997).
62. Berdowski, J., Beekhuis, F., Zwinderman, A. H. & Tijssen, J. G. Importance of the First Link Description and Recognition of an Out-of-Hospital Cardiac Arrest in an Emergency Call. *ResearchGate*
https://www.researchgate.net/publication/24260383_Importance_of_the_First_Link_Description_and_Recognition_of_an_Out-of-Hospital_Cardiac_Arrest_in_an_Emergency_Call
doi:<http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.768325>.
63. Boret, C. Evaluation des pratiques professionnelles sur la réponse téléphonique en cas d'arrêt cardio-respiratoire au sein du Centre de réception et de régulation des appels du SAMU 31. (Université Toulouse III - Paul Sabatier, 2016).

64. Waalewijn, R. A., Tijssen, J. G. & Koster, R. W. Bystander initiated actions in out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation: results from the Amsterdam Resuscitation Study (ARRESUST). *Resuscitation* **50**, 273–279 (2001).
65. Culley, L. L., Clark, J. J., Eisenberg, M. S. & Larsen, M. P. Dispatcher-assisted telephone CPR: Common delays and time standards for delivery. *Annals of Emergency Medicine* **20**, 362–366 (1991).
66. Rozenberg, A. & Telion, C. Massage cardiaque externe : physiopathologie et nouvelles modalités. 15.
67. Revel, P. Arrêt Cardio-Circulatoire. *Université de Bordeaux* <https://reanesth.chu-bordeaux.fr/Formation-continue/Dipl%C3%B4mes-Universitaires/DU-Soins-Infirmiers-en-R%C3%A9animation,-SSPI-et-urgences/2018-2019/09-et-10-janvier-2019/Arr%C3%AAt-cardio-respiratoire-de-l%E2%80%99adulte-les-recommandations-Pr-P.-REVEL.pdf/>.
68. Sugerman, N. T. *et al.* Rescuer fatigue during actual in-hospital cardiopulmonary resuscitation with audiovisual feedback: A prospective multicenter study. *Resuscitation* **80**, 981–984 (2009).
69. Hallstrom, A., Cobb, L., Johnson, E. & Copass, M. Cardiopulmonary Resuscitation by Chest Compression Alone or with Mouth-to-Mouth Ventilation. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM200005253422101> (2009)
doi:10.1056/NEJM200005253422101.
70. *Resuscitation, an interdisciplinary journal for the dissemination of clinical and basic science research relating to acute care medicine and cardiopulmonary resuscitation.*
71. Moutacalli, Z. *et al.* Immediate coronary angiography in survivors of out-of-hospital cardiac arrest without obvious extracardiac cause: Who benefits? *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie* **66**, 260–268 (2017).
72. Perkins, G. D. *et al.* European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. *Resuscitation* **95**, 81–99 (2015).
73. Beck, C. S., Pritchard, W. H. & Feil, H. S. VENTRICULAR FIBRILLATION OF LONG DURATION ABOLISHED BY ELECTRIC SHOCK. *JAMA* **135**, 985–986 (1947).
74. Zoll, P. M., Linenthal, A. J., Gibson, W., Paul, M. H. & Norman, L. R. Termination of Ventricular Fibrillation in Man by Externally Applied Electric Countershock. *New England Journal of Medicine* **254**, 727–732 (1956).
75. Pantridge, J. F. & Geddes, J. S. A mobile intensive-care unit in the management of myocardial infarction. *The Lancet* **290**, 271–273 (1967).

76. Eisenberg, M. S. *et al.* Treatment of out-of-hospital cardiac arrests with rapid defibrillation by emergency medical technicians. *N. Engl. J. Med.* **302**, 1379–1383 (1980).
77. *Décret no 98-239 du 27 mars 1998 fixant les catégories de personnes non médecins habilitées à utiliser un défibrillateur semi-automatique. 98-239 (1998).*
78. Chasseing D. Rapport n°544 fait au nom de la commission des affaires sociales sur la proposition de loi, adoptée par l'assemblée nationale, relative au défibrillateur cardiaque. Enregistré à la Présidence du Sénat le 6 juin 2018.
79. Plaisance, P. *et al.* A Comparison of Standard Cardiopulmonary Resuscitation and Active Compression–Decompression Resuscitation for Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *New England Journal of Medicine* **341**, 569–575 (1999).
80. Karam, N. *et al.* Major regional differences in Automated External Defibrillator placement and Basic Life Support training in France: Further needs for coordinated implementation. *Resuscitation* **118**, 49–54 (2017).
81. Lasserre, P. *et al.* Une défibrillation précoce associée à une réanimation spécialisée rapide dans la prise en charge des arrêts cardiorespiratoires : le modèle des aéroports de Paris. (2008).
82. Counillon, C. Evolution des besoins de formation en médecine générale sur la prise en charge de l'arrêt cardiaque : une étude épidémiologique transversale réalisée auprès des médecins généralistes de Midi-Pyrénées. (Université Toulouse III - Paul Sabatier, 2016).
83. Colquhoun, M. Resuscitation by primary care doctors. *Resuscitation* **70**, 229–237 (2006).
84. *Décret n° 2018-1186 du 19 décembre 2018 relatif aux défibrillateurs automatisés externes. 2018-1186 (2018).*
85. *Décret n° 2018-1259 du 27 décembre 2018 relatif à la base de données nationale des défibrillateurs automatisés externes. 2018-1259 (2018).*
86. Les nouvelles ERC Recommandations 2015-202 présentées par le CFRC. *Conseil Français de réanimation cardio-pulmonaire (CFRC)* <http://www.cfr.fr> (2015).
87. Jacobs, I. G., Finn, J. C., Jelinek, G. A., Oxer, H. F. & Thompson, P. L. Effect of adrenaline on survival in out-of-hospital cardiac arrest: A randomised double-blind placebo-controlled trial. *Resuscitation* **82**, 1138–1143 (2011).
88. Perkins, G. D. *et al.* A Randomized Trial of Epinephrine in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *New England Journal of Medicine* **379**, 711–721 (2018).
89. Kudenchuk, P. J. *et al.* Amiodarone, Lidocaine, or Placebo in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *New England Journal of Medicine* **374**, 1711–1722 (2016).

90. Yuksen, C. *et al.* Bag-Valve Mask versus Endotracheal Intubation in Out-of-Hospital Cardiac Arrest on Return of Spontaneous Circulation: A National Database Study. *Open Access Emerg Med* **12**, 43–46 (2020).
91. Jabre, P. *et al.* Effect of Bag-Mask Ventilation vs Endotracheal Intubation During Cardiopulmonary Resuscitation on Neurological Outcome After Out-of-Hospital Cardiorespiratory Arrest: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* **319**, 779–787 (2018).
92. Wang, H. E. *et al.* Effect of a Strategy of Initial Laryngeal Tube Insertion vs Endotracheal Intubation on 72-Hour Survival in Adults With Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* **320**, 769–778 (2018).
93. Le Guen, M. *et al.* Extracorporeal life support following out-of-hospital refractory cardiac arrest. *Crit Care* **15**, R29 (2011).
94. Raux, M., Nicolas-Robin, A. & Riou, B. L'arrêt cardiaque réfractaire : où en est-on ? *Urgence* **2013** 14 (2013).
95. Sasson, C., Rogers, M. A. M., Dahl, J. & Kellermann, A. L. Predictors of survival from out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* **3**, 63–81 (2010).
96. Debaty G. Arrêt cardiaque - Reprise d'activité cardiaque spontanée, du terrain jusqu'à l'hôpital. *La Revue des SAMU - Médecine d'Urgence*; 2012, 77-80.
97. Neumar, R. Optimal oxygenation during and after cardiopulmonary resuscitation. *Current opinion in critical care* **17**, 236–40 (2011).
98. Bruel, C. *et al.* Mild hypothermia during advanced life support: a preliminary study in out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care* **12**, R31 (2008).
99. Nielsen, N. *et al.* Targeted Temperature Management at 33°C versus 36°C after Cardiac Arrest. *New England Journal of Medicine* **369**, 2197–2206 (2013).
100. Mild Therapeutic Hypothermia to Improve the Neurologic Outcome after Cardiac Arrest. *New England Journal of Medicine* **346**, 549–556 (2002).
101. Wolff, B., Machill, K., Schumacher, D., Schulzki, I. & Werner, D. Early achievement of mild therapeutic hypothermia and the neurologic outcome after cardiac arrest. *International Journal of Cardiology* **133**, 223–228 (2009).
102. Larsen, J. M. & Ravkilde, J. Acute coronary angiography in patients resuscitated from out-of-hospital cardiac arrest—A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* **83**, 1427–1433 (2012).

103. Spaulding, C. M. *et al.* Immediate Coronary Angiography in Survivors of Out-of-Hospital Cardiac Arrest. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM199706053362302> (2009)
doi:10.1056/NEJM199706053362302.
104. Davies, M. J. Anatomic features in victims of sudden coronary death. Coronary artery pathology. *Circulation* **85**, 119-24 (1992).
105. Salam, I. *et al.* Is the pre-hospital ECG after out-of-hospital cardiac arrest accurate for the diagnosis of ST-elevation myocardial infarction? *European heart journal. Acute cardiovascular care* **5**, (2015).
106. Dumas, F. *et al.* Immediate Percutaneous Coronary Intervention Is Associated With Better Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest: Insights From the PROCAT (Parisian Region Out of Hospital Cardiac Arrest) Registry. *Circ Cardiovasc Interv* **3**, 200–207 (2010).
107. Langhelle, A. *et al.* In-hospital factors associated with improved outcome after out-of-hospital cardiac arrest. A comparison between four regions in Norway. *Resuscitation* **56**, 247–263 (2003).
108. *LOI n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile. 2004-811* (2004).
109. Premiers secours enseignés en 3e dès 2022. <https://www.jeunes.gouv.fr/spip.php?article8246>.
110. Circulaire n°2006-085 du 24 mai 2006 : sensibilisation à la prévention des risques, aux missions des services de secours, formation aux premiers secours et enseignement des règles générales de sécurité. <https://www.securisme.net/spip.php?article429>.
111. Étienne, A. *et al.* Arrêt cardiaque subit : pour une meilleure éducation du public. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine* **202**, 1341–1353 (2018).
112. *Arrêté du 3 mars 2006 relatif à l'attestation de formation aux gestes et soins d'urgence.*
113. Bakke, H., Steinvik, T., Angell, J. & Wisborg, T. A nationwide survey of first aid training and encounters in Norway. *BMC Emergency Medicine* **17**, (2017).
114. Giguët G, Lamhaut L, Mantz, Carli P. Arrêt cardiaque réfractaire. 2013 Sfar.
115. Elsensohn, F. *et al.* The Use of Automated External Defibrillators and Public Access Defibrillators in the Mountains: Official Guidelines of the International Commission for Mountain Emergency Medicine ICAR-MEDCOM. *Wilderness & Environmental Medicine* **17**, 64–66 (2006).
116. Stiell, I. G. *et al.* Advanced cardiac life support in out-of-hospital cardiac arrest. *N. Engl. J. Med.* **351**, 647–656 (2004).

117. Ricard, C. *et al.* Rôle du médecin généraliste dans la prise en charge des infarctus du myocarde, Réseau Nord Alpin des Urgences, 2005–2010. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique* **62**, S191 (2014).
118. Yayehd, K. *et al.* Role of primary care physicians in treating patients with ST-segment elevation myocardial infarction located in remote areas (from the REseau Nord-Alpin des Urgences [RENAU], Network). *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* **4**, 41–50 (2015).
119. Uray, T. *et al.* Feasibility of life-supporting first-aid (LSFA) training as a mandatory subject in primary schools. *Resuscitation* **59**, 211–220 (2003).
120. Public-Access Defibrillation and Survival after Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *New England Journal of Medicine* **351**, 637–646 (2004).
121. Picard, S. Le défibrillateur cardiaque externe en pratique ambulatoire de médecine générale : enquête auprès des médecins généralistes de Gironde. (Université de Bordeaux, 2014).
122. État des lieux sur la formation initiale et l'exposition à l'arrêt cardiaque des internes de médecine générale d'Île-de-France : vers la nécessité d'une formation théorique plus solide et la mise en place d'un apprentissage par la simulation. *Journal Européen des Urgences et de Réanimation* **30**, 89–94 (2018).

ANNEXES

| | |
|---|------------|
| <i>Annexe 1 : Réanimation médicalisée – Protocole MCS</i> | <i>133</i> |
| <i>Annexe 2 : Fiche de recueil des arrêts cardiaques (RENAU - 2019)</i> | <i>137</i> |
| <i>Annexe 3 : Communes éligibles MCS en 2019 – Isère</i> | <i>138</i> |
| <i>Annexe 4 : Communes éligibles MCS en 2019 – Savoie</i> | <i>143</i> |
| <i>Annexe 5 : Communes éligibles MCS en 2019 - Haute Savoie</i> | <i>145</i> |

Mémo Arrêt cardiaque MCS mise à jour 2019

Qualité de la RCP +++ : Contrôle permanent de la profondeur et de la fréquence

Contrôle de la qualité du MCE :

Fréquence = 100- 120/min,

Profondeur >5 cm


Limiter toutes pauses de RCP :

Prise de pouls uniquement si rythme organisé

Contrôle des voies aériennes : Intubation oro-trachéale (limiter pause de RCP)

Fréquence VA = 10/min max.

MCE en continu

=  de No Flow

Rôle du MCS : PEC médicalisée de l'AC

Cas général : RCP + DSA en cours par les secouristes

1/ Moins de no flow

Contrôle de la qualité du MCE (fréquence entre 100 et 120/min, profondeur >5 cm)

Limiter au maximum les pauses de RCP : Ne pas interrompre plus de 5 s les compressions thoraciques lors d'une défibrillation manuelle.

Contrôle des voies aériennes :

Plan A : Intubation oro-trachéale

Plan B : Fastrach

MCE en continu = - de No Flow

2/ Faire repartir le cœur

Monitorer le rythme le plus tôt possible puis analyse toutes les 2 min :

Si CEE indiqué continuer MCE pendant la charge (1er CEE : au moins 150J, 2ème 200J, 3ème et suivante intensité maximum) ou 4J/kg chez enfant

Poser une VVP sans interrompre la RCP

Préparer et injecter les drogues selon algorithme

Si échec de VVP adrénaline **INTRA OSSEUSE** 1mg toutes les 4 min

3/ Rechercher et traiter la cause de l'AC

Hypoxie

Hypovolémie

Hypothermie

Hyper/ Hypokaliémie, Tr métaboliques

Thrombose (IDM, EP massive)

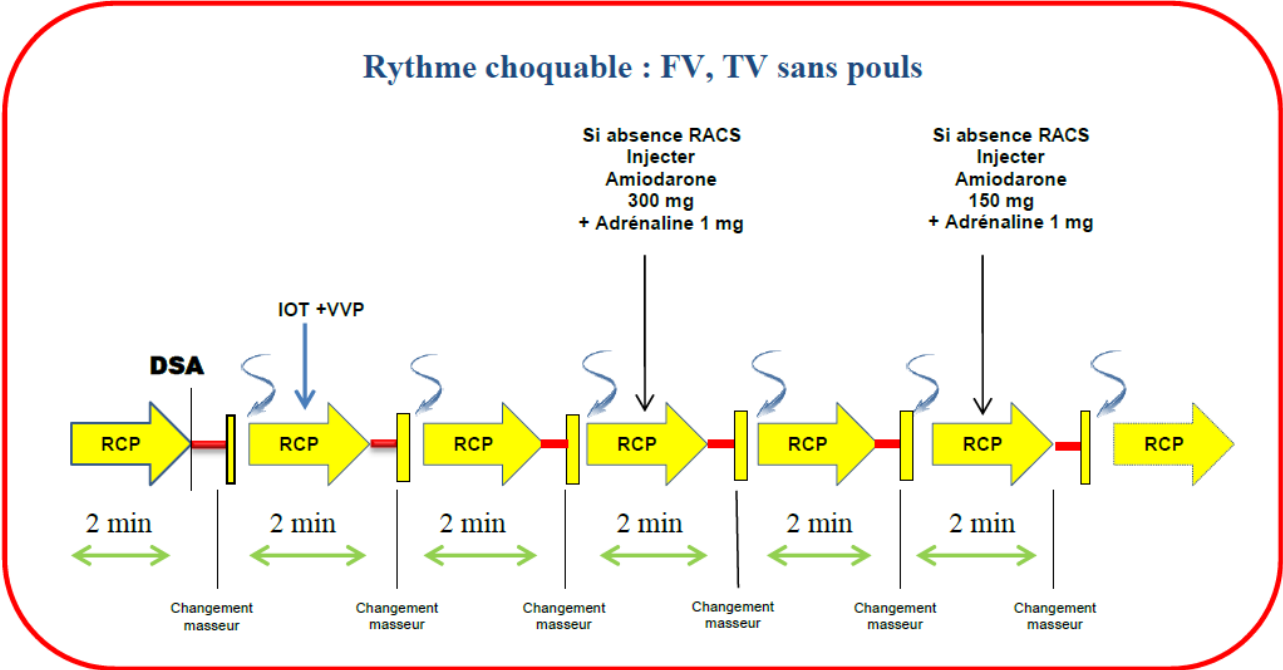
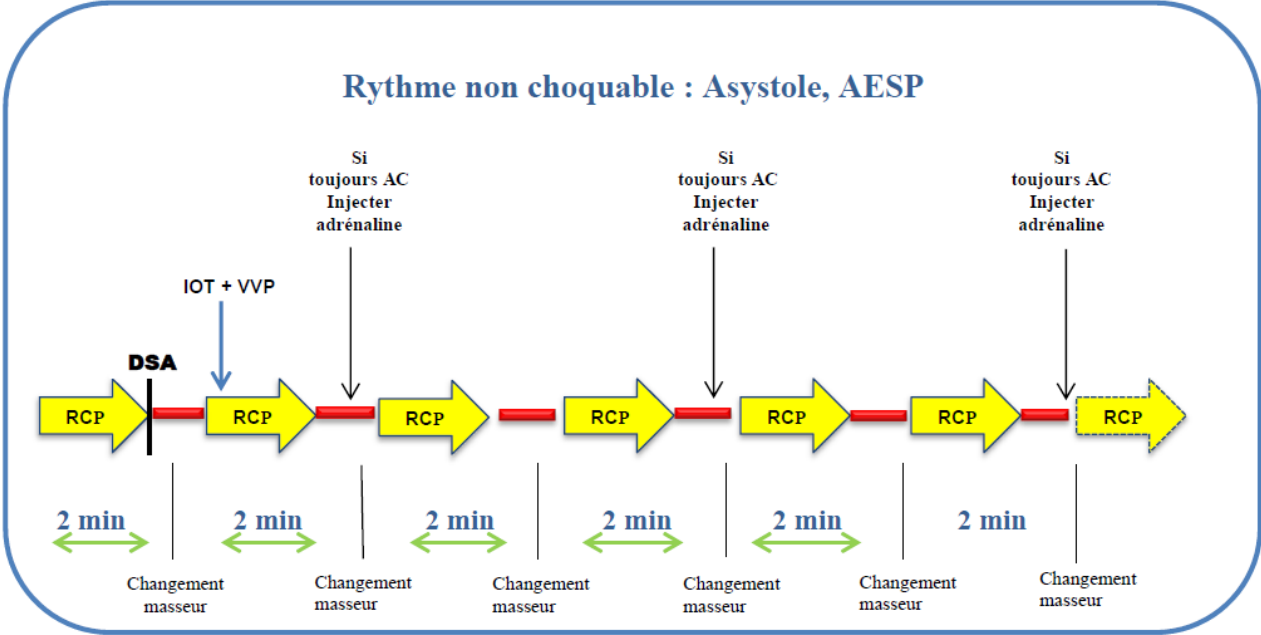
Tamponnade

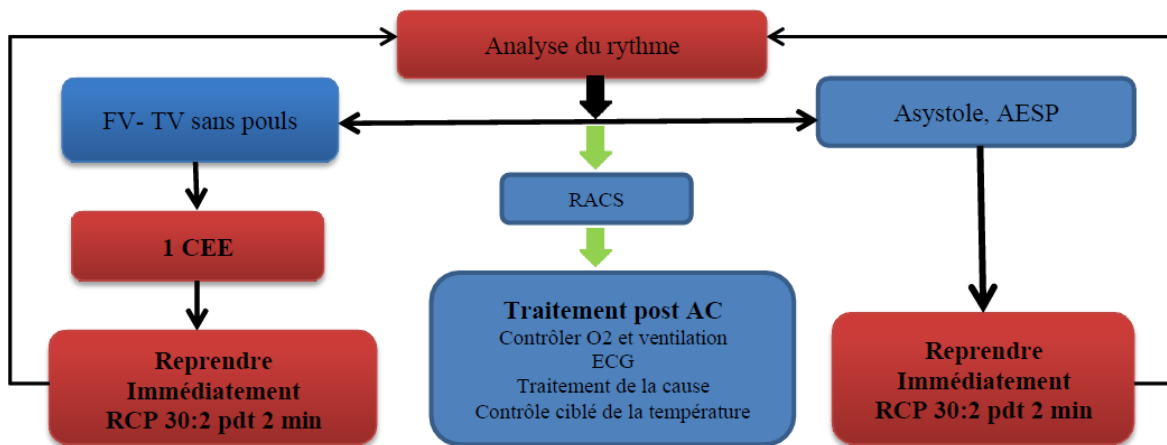
Toxiques

Pneumothorax compressif

4/ Monitorer l'EtCO2 (qualité RCP ; RACS : Récupération d'une Activité Cardiaque Spontanée)

Objectif : - de No Flow





Drogues de l'AC

1/ Adrénaline : Préparer 5mg dans 5ml

Posologie : 1mg toutes les 4 min (2 cycles d'analyse du DSA)

Quand injecter :

- Rythme non choquable (Asystole, AESP) : le plus tôt possible
- Rythme choquable (FV, TV sans pouls) : après le 3^{ème} CEE


2/ Amiodarone : Préparer 300mg (2 ampoules) sans diluer

Quand injecter :

- Rythme choquable (FV, TV sans pouls) : après le 3^{ème} CEE
- Réinjecter 150mg après le 5^{ème} CEE

PEC après RACS

RACS = Rythme organisé ET pouls central perçu

Objectif :  lésions d'ischémie-reperfusion

1/ **Oxygénation-Ventilation** :  Hyperventilation et hyperoxygénation

VAC : **FR 10/min** – Faire des petits Volumes (Volume Courant 6-8 ml/kg)
Objectif : **SpO2 94-98%** -FiO2 selon SpO2

Sédation systématique si comateux et voies aériennes contrôlées :

20 mg de Morphine + Kétamine 100 mg => Injecter la moitié de la seringue dès les premiers signes de réveil et l'autre moitié à 15 minutes

2/ Hémodynamique

Lutter contre l'hypoperfusion

Objectif : PAM >65 mmHg

Moyens : Perfusion d'adrénaline 5mg dans une poche de 100ml de NaCl débit à adapter en fonction de la pression artérielle

3/ Poursuivre recherche de la cause (ECG)

Traitement de la cause (penser traitement SCA ++)

4/Contrôle ciblée de la température

Objectif : T° centrale de 32° à 36° pour les arrêts cardiaques médicaux

Lutte contre l'hypothermie dans les arrêts cardiaque traumatiques

Lutte contre l'hyperthermie dans tous les cas

| RESEAU NORD ALPIN DES URGENCES | | FICHE DE RECUEIL DES ARRETS CARDIAQUES | |
|--|--|---|---|
| IDENTIFICATION | Département : | Commune : | Homme <input type="checkbox"/> Femme <input type="checkbox"/> |
| | Nom : | Prénom : | |
| | Date AC : / / | DDN : / / | ou âge : |
| | Dossier SDIS : | N° Intervention régulation : | |
| | Secouriste : | <input type="checkbox"/> Aucun <input type="checkbox"/> SP <input type="checkbox"/> Ambulance privée <input type="checkbox"/> Pisteur <input type="checkbox"/> Inconnu | |
| | SMUR : | MCS : | MSP : |
| Tentative RCP : | | <input type="checkbox"/> pas de tentative <input type="checkbox"/> RCP secouriste uniquement <input type="checkbox"/> RCP secouriste + médicale | |
| EVENEMENTS | Origine de l'appel : | RCP téléphonique : | |
| | Lieu : | <input type="checkbox"/> domicile <input type="checkbox"/> Lieu public <input type="checkbox"/> Travail/ Usine <input type="checkbox"/> Montagne (station, sports d'hivers) <input type="checkbox"/> Voie publique <input type="checkbox"/> EHPAD <input type="checkbox"/> Montagne (hors station) <input type="checkbox"/> Inconnu | |
| | Témoins : | <input type="checkbox"/> pas de témoin <input type="checkbox"/> spectateur <input type="checkbox"/> secours médicalisés <input type="checkbox"/> secouriste <input type="checkbox"/> non renseigné | |
| | RCP par témoin spectateur : | <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> inconnu | |
| | Utilisation d'un DEA public : | <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non A-t-il choqué ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non | |
| | Localisation du DEA public : | | |
| | 1 ^{er} intervenant sur les lieux : | <input type="checkbox"/> VSAV <input type="checkbox"/> AP <input type="checkbox"/> pisteurs <input type="checkbox"/> MCS <input type="checkbox"/> MSP <input type="checkbox"/> ISP <input type="checkbox"/> SMUR | |
| | Etiologie : | <input type="checkbox"/> cardiaque <input type="checkbox"/> respiratoire (dt fausse route) <input type="checkbox"/> noyade <input type="checkbox"/> hypothermie <input type="checkbox"/> Autre - connu <input type="checkbox"/> Traumatique <input type="checkbox"/> pendaison <input type="checkbox"/> brûlé/électrisé <input type="checkbox"/> intoxication médicamenteuse | |
| | Rythme initial choquable : | <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non | |
| | Rythme initial (1 ^{er} enregistré) : | <input type="checkbox"/> FV <input type="checkbox"/> TV <input type="checkbox"/> asystolie <input type="checkbox"/> AESP <input type="checkbox"/> inconnu | |
| | Choc délivré : | <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Nbre de chocs au total : | |
| | Utilisation planche à masser : | <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Protocole hypothermie : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non | |
| RACS (même transitoire) : | <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> avant médicalisation <input type="checkbox"/> après médicalisation | | |
| DEVENIR | Hospitalisation ? | <input type="checkbox"/> oui, vivant <input type="checkbox"/> oui, cœur arrêté <input type="checkbox"/> non | |
| | CH : | Service : | |
| HORAIRE | Format heure : hh : mm | | |
| | Heure AC : | | Heure arrivée équipe médicale : |
| | Heure appel secours : | | Heure 1 ^{er} choc électrique : |
| | Heure 1 ^{er} RCP : | | Heure de RACS : |
| Heure arrivée 1 ^{ers} secours (VSAV, pisteur, AP) : | | Heure arrêt RCP, décès : | |

Annexe 3 : Communes éligibles MCS en 2019 – Isère

| DEP | CODGEO | LIBGEO | Sect MCS | Nomsect MCS |
|-----|--------|-------------------------------|----------|---------------------------|
| 38 | 38032 | Beaufort | 38001M | Beaurepaire |
| 38 | 38034 | Beaurepaire | 38001M | Beaurepaire |
| 38 | 38037 | Bellegarde-Poussieu | 38001M | Beaurepaire |
| 38 | 38198 | Jarcieu | 38001M | Beaurepaire |
| 38 | 38209 | Lentjol | 38001M | Beaurepaire |
| 38 | 38219 | Marcollin | 38001M | Beaurepaire |
| 38 | 38240 | Moissieu-sur-Dolon | 38001M | Beaurepaire |
| 38 | 38290 | Pact | 38001M | Beaurepaire |
| 38 | 38291 | Pajay | 38001M | Beaurepaire |
| 38 | 38307 | Pisieu | 38001M | Beaurepaire |
| 38 | 38311 | Pommier-de-Beaurepaire | 38001M | Beaurepaire |
| 38 | 38324 | Primarette | 38001M | Beaurepaire |
| 38 | 38335 | Revel-Tourdan | 38001M | Beaurepaire |
| 38 | 38363 | Saint-Barthélemy | 38001M | Beaurepaire |
| 38 | 38406 | Saint-Julien-de-l'Herms | 38001M | Beaurepaire |
| 38 | 38505 | Thodure | 38001M | Beaurepaire |
| 38 | 38016 | Arzay | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38025 | Balbins | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38049 | Bossieu | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38056 | Bressieux | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38058 | Brézins | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38060 | Brion | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38069 | Champier | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38093 | Châtenay | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38121 | Commelle | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38130 | La Côte-Saint-André | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38161 | Faramans | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38167 | Flachères | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38171 | La Forteresse | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38174 | La Frette | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38180 | Gillonnay | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38218 | Marcilloles | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38221 | Mamans | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38255 | Montfalcon | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38267 | Mottier | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38274 | Nantoin | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38284 | Ornacieux | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38300 | Penol | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38347 | Roybon | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38384 | Saint-Étienne-de-Saint-Geoirs | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38387 | Saint-Geoirs | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38393 | Saint-Hilaire-de-la-Côte | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38427 | Saint-Michel-de-Saint-Geoirs | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38440 | Saint-Pierre-de-Bressieux | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38457 | Saint-Siméon-de-Bressieux | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38473 | Sardieu | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38479 | Semons | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38561 | Viriville | 38002M | Bievre / La Cote St Andre |
| 38 | 38008 | Ambel | 38003M | Corps |
| 38 | 38031 | Beaufin | 38003M | Corps |
| 38 | 38128 | Corps | 38003M | Corps |
| 38 | 38132 | Les Côtes-de-Corps | 38003M | Corps |
| 38 | 38241 | Monestier-d'Ambel | 38003M | Corps |
| 38 | 38329 | Quet-en-Beaumont | 38003M | Corps |
| 38 | 38413 | Saint-Laurent-en-Beaumont | 38003M | Corps |
| 38 | 38414 | Sainte-Luce | 38003M | Corps |
| 38 | 38428 | Saint-Michel-en-Beaumont | 38003M | Corps |
| 38 | 38444 | Saint-Pierre-de-Méaroz | 38003M | Corps |
| 38 | 38469 | La Salette-Fallavaux | 38003M | Corps |
| 38 | 38470 | La Salle-en-Beaumont | 38003M | Corps |
| 38 | 38006 | Allevard | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38027 | Barraux | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38062 | La Buisnière | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38070 | Le Champ-près-Frogès | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38078 | La Chapelle-du-Bard | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38100 | Le Cheylas | 38004M | Grésivaudan |

| DEP | CODGEO | LIBGEO | Sect MCS | Nomsect MCS |
|-----|--------|----------------------------|----------|-------------------|
| 38 | 38163 | La Ferrière | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38166 | La Flachère | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38181 | Goncelin | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38192 | Hurtières | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38214 | Lumbin | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38268 | Le Moutaret | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38303 | La Pierre | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38306 | Pinsot | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38314 | Pontcharra | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38367 | Saint-Bernard | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38395 | Saint-Hilaire | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38417 | Sainte-Marie-d'Alloix | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38418 | Sainte-Marie-du-Mont | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38426 | Saint-Maximin | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38435 | Saint-Pancrasse | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38439 | Crêts en Belledonne | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38466 | Saint-Vincent-de-Mercuze | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38501 | Tencin | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38503 | La Terrasse | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38504 | Theys | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38511 | Le Touvet | 38004M | Grésivaudan |
| 38 | 38002 | Les Adrets | 38005sM | Prapoutel |
| 38 | 38925 | Prapoutel | 38005sM | Prapoutel |
| 38 | 38073 | Chantelouve | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38106 | Cholonge | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38116 | Cognet | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38154 | Entraigues | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38207 | Lavaldens | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38217 | Marcieu | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38224 | Mayres-Savel | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38254 | Monteynard | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38264 | La Morte | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38265 | La Motte-d'Aveillans | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38266 | La Motte-Saint-Martin | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38269 | La Mure | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38273 | Nantes-en-Ratier | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38280 | Notre-Dame-de-Vaulx | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38283 | Oris-en-Rattier | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38302 | Le Périer | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38304 | Pierre-Châtel | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38313 | Ponsonnas | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38326 | Prunières | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38361 | Saint-Arey | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38396 | Saint-Honoré | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38462 | Saint-Théoffrey | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38489 | Siévoz | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38497 | Sousville | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38499 | Susville | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38518 | Valbonnais | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38521 | La Valette | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38522 | Valjouvrey | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38552 | Villard-Saint-Christophe | 38006M | La Mure Les Mines |
| 38 | 38191 | Huez | 38007M | L Alpe D Huez |
| 38 | 38928 | L'Alpe d'Huez | 38007M | L Alpe D Huez |
| 38 | 38052 | Le Bourg-d'Oisans | 38008M | Le Bourg D Oisans |
| 38 | 38177 | La Garde | 38008M | Le Bourg D Oisans |
| 38 | 38212 | Livet-et-Gavet | 38008M | Le Bourg D Oisans |
| 38 | 38285 | Ornon | 38008M | Le Bourg D Oisans |
| 38 | 38286 | Oulles | 38008M | Le Bourg D Oisans |
| 38 | 38375 | Saint-Christophe-en-Oisans | 38008M | Le Bourg D Oisans |
| 38 | 38549 | Villard-Notre-Dame | 38008M | Le Bourg D Oisans |
| 38 | 38551 | Villard-Reymond | 38008M | Le Bourg D Oisans |
| 38 | 38040 | Besse | 38008s1M | Les Deux Alpes |
| 38 | 38112 | Clavans-en-Haut-Oisans | 38008s1M | Les Deux Alpes |
| 38 | 38173 | Le Freney-d'Oisans | 38008s1M | Les Deux Alpes |
| 38 | 38237 | Mizoën | 38008s1M | Les Deux Alpes |

| DEP | CODGEO | LIBGEO | Sect MCS | Nomsect MCS |
|-----|--------|---------------------------------|----------|-----------------------------|
| 38 | 38253 | Les Deux Alpes | 38008s1M | Les Deux Alpes |
| 38 | 38931 | Les deux Alpes | 38008s1M | Les Deux Alpes |
| 38 | 38005 | Allemond | 38008s2M | Allemond |
| 38 | 38289 | Oz | 38008s2M | Allemond |
| 38 | 38527 | Vaujany | 38008s2M | Allemond |
| 38 | 38550 | Villard-Reculas | 38008s2M | Allemond |
| 38 | 38020 | Auris | 38008s3M | Auris en Oisans |
| 38 | 38004 | L'Albenc | 38009M | Moirans / Tullins / Voreppe |
| 38 | 38074 | Chantesse | 38009M | Moirans / Tullins / Voreppe |
| 38 | 38137 | Cras | 38009M | Moirans / Tullins / Voreppe |
| 38 | 38248 | Montaud | 38009M | Moirans / Tullins / Voreppe |
| 38 | 38263 | Morette | 38009M | Moirans / Tullins / Voreppe |
| 38 | 38310 | Poliénas | 38009M | Moirans / Tullins / Voreppe |
| 38 | 38338 | La Rivière | 38009M | Moirans / Tullins / Voreppe |
| 38 | 38345 | Rovon | 38009M | Moirans / Tullins / Voreppe |
| 38 | 38390 | Saint-Gervais | 38009M | Moirans / Tullins / Voreppe |
| 38 | 38103 | Chichillianne | 38010M | Sud Trièves |
| 38 | 38113 | Cielles | 38010M | Sud Trièves |
| 38 | 38127 | Comillon-en-Trièves | 38010M | Sud Trièves |
| 38 | 38204 | Lalley | 38010M | Sud Trièves |
| 38 | 38208 | Lavars | 38010M | Sud Trièves |
| 38 | 38226 | Mens | 38010M | Sud Trièves |
| 38 | 38243 | Le Monestier-du-Percy | 38010M | Sud Trièves |
| 38 | 38299 | Pellafol | 38010M | Sud Trièves |
| 38 | 38301 | Percy | 38010M | Sud Trièves |
| 38 | 38321 | Prébois | 38010M | Sud Trièves |
| 38 | 38342 | Roissard | 38010M | Sud Trièves |
| 38 | 38366 | Saint-Baudille-et-Pipet | 38010M | Sud Trièves |
| 38 | 38403 | Saint-Jean-d'Hérans | 38010M | Sud Trièves |
| 38 | 38419 | Saint-Martin-de-Cielles | 38010M | Sud Trièves |
| 38 | 38424 | Saint-Maurice-en-Trièves | 38010M | Sud Trièves |
| 38 | 38429 | Saint-Michel-les-Portes | 38010M | Sud Trièves |
| 38 | 38456 | Châtel-en-Trièves | 38010M | Sud Trièves |
| 38 | 38514 | Tréminis | 38010M | Sud Trièves |
| 38 | 38186 | Gresse-en-Vercors | 38010sM | Gresse En Vercors |
| 01 | 01224 | Loyettes | 38011M | Pont De Cheruy |
| 01 | 01378 | Saint-Maurice-de-Gourdans | 38011M | Pont De Cheruy |
| 01 | 01390 | Saint-Vulbas | 38011M | Pont De Cheruy |
| 38 | 38010 | Annoisin-Chatelans | 38011M | Pont De Cheruy |
| 38 | 38011 | Anthon | 38011M | Pont De Cheruy |
| 38 | 38085 | Charvieu-Chavagneux | 38011M | Pont De Cheruy |
| 38 | 38097 | Chavanoz | 38011M | Pont De Cheruy |
| 38 | 38138 | Crémieu | 38011M | Pont De Cheruy |
| 38 | 38146 | Dizimieu | 38011M | Pont De Cheruy |
| 38 | 38190 | Hières-sur-Ambly | 38011M | Pont De Cheruy |
| 38 | 38197 | Janneyrias | 38011M | Pont De Cheruy |
| 38 | 38210 | Leyrieu | 38011M | Pont De Cheruy |
| 38 | 38282 | Optevoz | 38011M | Pont De Cheruy |
| 38 | 38316 | Pont-de-Chéry | 38011M | Pont De Cheruy |
| 38 | 38451 | Saint-Romain-de-Jalionas | 38011M | Pont De Cheruy |
| 38 | 38488 | Siccieu-Saint-Julien-et-Carsieu | 38011M | Pont De Cheruy |
| 38 | 38494 | Soleymieu | 38011M | Pont De Cheruy |
| 38 | 38507 | Tignieu-Jameyzieu | 38011M | Pont De Cheruy |
| 38 | 38535 | Vernas | 38011M | Pont De Cheruy |
| 38 | 38554 | Villemoirieu | 38011M | Pont De Cheruy |
| 38 | 38557 | Villette-d'Anthon | 38011M | Pont De Cheruy |
| 38 | 38033 | Beaulieu | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38036 | Beauvoir-en-Royans | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38041 | Bessins | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38086 | Chasselay | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38095 | Chatte | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38099 | Chevrières | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38117 | Cognin-les-Gorges | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38195 | Izeron | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38216 | Malleval-en-Vercors | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38245 | Montagne | 38012M | Saint Marcellin |

| DEP | CODGEO | LIBGEO | Sect MCS | Nomsect MCS |
|-----|--------|---------------------------------|----------|-----------------------------------|
| 38 | 38272 | Murinais | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38275 | Serre-Nerpol | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38278 | Notre-Dame-de-l'Osier | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38330 | Quincieu | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38359 | Saint Antoine l'Abbaye | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38360 | Saint-Appolinard | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38370 | Saint-Bonnet-de-Chavagne | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38409 | Saint-Just-de-Claix | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38416 | Saint-Marcellin | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38443 | Saint-Pierre-de-Chérennes | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38453 | Saint-Romans | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38454 | Saint-Sauveur | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38463 | Saint-Vérand | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38495 | La Sône | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38500 | Têche | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38523 | Varacieux | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38526 | Vatillieu | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38559 | Vinay | 38012M | Saint Marcellin |
| 38 | 38023 | Avignonet | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38059 | Brié-et-Angonnes | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38071 | Champ-sur-Drac | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38090 | Château-Bernard | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38115 | Saint-Martin-de-la-Cluze | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38187 | Le Gua | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38188 | Herbeys | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38200 | Jarrie | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38203 | Laffrey | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38235 | Miribel-Lanchâtre | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38242 | Monestier-de-Clermont | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38252 | Montchaboud | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38277 | Notre-Dame-de-Commiers | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38279 | Notre-Dame-de-Mésage | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38355 | Saint-Andéol | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38364 | Saint-Barthélemy-de-Séchilienne | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38388 | Saint-Georges-de-Commiers | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38391 | Saint-Guillaume | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38402 | Saint-Jean-de-Vaulx | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38422 | Saint-Martin-d'Uriage | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38436 | Saint-Paul-de-Varces | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38438 | Saint-Paul-lès-Monestier | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38445 | Saint-Pierre-de-Mésage | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38478 | Séchilienne | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38492 | Sinard | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38513 | Treffort | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38524 | Varces-Allières-et-Risset | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38528 | Vaulnaveys-le-Bas | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38529 | Vaulnaveys-le-Haut | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38545 | Vif | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38562 | Vizille | 38013M | Uriage / Vizille |
| 38 | 38567 | Chamrousse | 38013sM | Chamrousse |
| 38 | 38225 | Autrans-Méaudre en Vercors | 38014M | Vercors 1 |
| 38 | 38153 | Engins | 38015M | Vercors 2 |
| 38 | 38205 | Lans-en-Vercors | 38015M | Vercors 2 |
| 38 | 38433 | Saint-Nizier-du-Moucherotte | 38015M | Vercors 2 |
| 38 | 38548 | Villard-de-Lans | 38016M | Vercors 3 |
| 38 | 38129 | Corrençon-en-Vercors | 38016M | Vercors 3 |
| 38 | 38155 | Entre-deux-Guiers | 38017M | Voiron / La Buisse |
| 38 | 38236 | Miribel-les-Échelles | 38017M | Voiron / La Buisse |
| 38 | 38376 | Saint-Christophe-sur-Guiers | 38017M | Voiron / La Buisse |
| 38 | 38412 | Saint-Laurent-du-Pont | 38017M | Voiron / La Buisse |
| 38 | 38446 | Saint-Pierre-d'Entremont | 38017M | Voiron / La Buisse |
| 38 | 38379 | Saint-Clair-sur-Galaure | 26002M | Hauterives/Chateauneuf de Galaure |
| 38 | 38018 | Auberives-en-Royans | 26003M | Le Royans |
| 38 | 38092 | Châtelus | 26003M | Le Royans |
| 38 | 38108 | Choranche | 26003M | Le Royans |
| 38 | 38319 | Pont-en-Royans | 26003M | Le Royans |


| DEP | CODGEO | LIBGEO | Sect_MCS | Nomsect_MCS |
|-----|--------|---------------------------|----------|-----------------|
| 38 | 38322 | Presles | 26003M | Le Royans |
| 38 | 38333 | Rencurel | 26003M | Le Royans |
| 38 | 38356 | Saint-André-en-Royans | 26003M | Le Royans |
| 38 | 38026 | La Balme-les-Grottes | 01009M | Plaine de l'Ain |
| 38 | 38054 | Bouvesse-Quirieu | 01009M | Plaine de l'Ain |
| 38 | 38083 | Charette | 01009M | Plaine de l'Ain |
| 38 | 38135 | Courtenay | 01009M | Plaine de l'Ain |
| 38 | 38139 | Creys-Mépieu | 01009M | Plaine de l'Ain |
| 38 | 38247 | Montalieu-Vercieu | 01009M | Plaine de l'Ain |
| 38 | 38295 | Parmilieu | 01009M | Plaine de l'Ain |
| 38 | 38320 | Porcieu-Amblagnieu | 01009M | Plaine de l'Ain |
| 38 | 38365 | Saint-Baudille-de-la-Tour | 01009M | Plaine de l'Ain |
| 38 | 38539 | Vertrieu | 01009M | Plaine de l'Ain |


- Hors limites département
- Dépend d'un secteur hors département
- rouge Station = secteur sans code géographique communal (non représenté sur les cartes)

Annexe 4 : Communes éligibles MCS en 2019 – Savoie

| DEP | CODGEO | LIBGEO | Sect MCS | Nomsect MCS |
|-----|--------|--------------------------------|----------|---|
| 73 | 73004 | Aillon-le-Jeune | 73001M | Les Bauges |
| 73 | 73005 | Aillon-le-Vieux | 73001M | Les Bauges |
| 73 | 73020 | Arith | 73001M | Les Bauges |
| 73 | 73036 | Bellecombe-en-Bauges | 73001M | Les Bauges |
| 73 | 73081 | Le Châtelard | 73001M | Les Bauges |
| 73 | 73090 | La Compôte | 73001M | Les Bauges |
| 73 | 73101 | Doucy-en-Bauges | 73001M | Les Bauges |
| 73 | 73106 | École | 73001M | Les Bauges |
| 73 | 73139 | Jarsy | 73001M | Les Bauges |
| 73 | 73146 | Lescheraines | 73001M | Les Bauges |
| 73 | 73178 | La Motte-en-Bauges | 73001M | Les Bauges |
| 73 | 73192 | Le Noyer | 73001M | Les Bauges |
| 73 | 73234 | Saint-François-de-Sales | 73001M | Les Bauges |
| 73 | 73277 | Sainte-Reine | 73001M | Les Bauges |
| 74 | 74004 | Allèves | 73001M | Les Bauges |
| 74 | 74097 | Cusy | 73001M | Les Bauges |
| 73 | 73022 | Attignat-Oncin | 73002M | Les Echelles |
| 73 | 73033 | La Bauche | 73002M | Les Echelles |
| 73 | 73092 | Corbel | 73002M | Les Echelles |
| 73 | 73105 | Les Echelles | 73002M | Les Echelles |
| 73 | 73107 | Entremont-le-Vieux | 73002M | Les Echelles |
| 73 | 73229 | Saint-Christophe | 73002M | Les Echelles |
| 73 | 73233 | Saint-Franc | 73002M | Les Echelles |
| 73 | 73246 | Saint-Jean-de-Couz | 73002M | Les Echelles |
| 73 | 73274 | Saint-Pierre-d'Entremont | 73002M | Les Echelles |
| 73 | 73275 | Saint-Pierre-de-Genébroz | 73002M | Les Echelles |
| 73 | 73282 | Saint-Thibaud-de-Couz | 73002M | Les Echelles |
| 73 | 73021 | Arvillard | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73052 | Bourget-en-Huile | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73075 | La Chapelle-Blanche | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73095 | La Croix-de-la-Rochette | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73099 | Détrier | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73111 | Étable | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73141 | Lai SSAUD | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73159 | Les Mollettes | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73205 | Le Pontet | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73207 | Preste | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73215 | La Rochette | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73217 | Rotherens | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73276 | Saint-Pierre-de-Soucy | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73289 | La Table | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73302 | La Trinité | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73311 | Le Verneil | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73314 | Villard-d'Héry | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73315 | Villard-Léger | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73316 | Villard-Sallet | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73324 | Villaroux | 73003M | La Rochette |
| 73 | 73257 | Les Belleville | 73003M | Saint-Martin-De-Belleville - Les Ménuires |
| 73 | 73927 | Les Ménuires | 73003M | Saint-Martin-De-Belleville - Les Ménuires |
| 73 | 73928 | Val Thorens | 73003sM | Val Thorens |
| 73 | 73002 | Aigubelle | 73013M | Aigubelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73007 | Aiton | 73013M | Aigubelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73019 | Argentine | 73013M | Aigubelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73041 | Betton-Bettonet | 73013M | Aigubelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73048 | Bonvillard | 73013M | Aigubelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73049 | Bonvillaret | 73013M | Aigubelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73053 | Bourgneuf | 73013M | Aigubelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73068 | Chamousset | 73013M | Aigubelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73069 | Chamoux-sur-Gelon | 73013M | Aigubelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73072 | Champ-Laurent | 73013M | Aigubelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73079 | Châteauneuf | 73013M | Aigubelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73089 | Coise-Saint-Jean-Pied-Gauthier | 73013M | Aigubelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73096 | Cruet | 73013M | Aigubelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73109 | Épierre | 73013M | Aigubelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73120 | Fréterive | 73013M | Aigubelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73129 | Gréssy-sur-Isère | 73013M | Aigubelle-Chamoux-st Pierre Albi |

| DEP | CODGEO | LIBGEO | Sect MCS | Nomsect MCS |
|-----|--------|-------------------------------|----------|-----------------------------------|
| 73 | 73133 | Hauteville | 73013M | Aiguebelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73166 | Montendry | 73013M | Aiguebelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73168 | Montgilbert | 73013M | Aiguebelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73175 | Montsapey | 73013M | Aiguebelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73212 | Randens | 73013M | Aiguebelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73220 | Saint-Alban-d'Hurtières | 73013M | Aiguebelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73237 | Saint-Georges-d'Hurtières | 73013M | Aiguebelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73247 | Saint-Jean-de-la-Porte | 73013M | Aiguebelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73252 | Saint-Léger | 73013M | Aiguebelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73270 | Saint-Pierre-d'Albigny | 73013M | Aiguebelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73272 | Saint-Pierre-de-Belleville | 73013M | Aiguebelle-Chamoux-st Pierre Albi |
| 73 | 73206 | Pralognan-la-Vanoise | 73004M | Pralognan |
| 73 | 73227 | Courchevel | 73004s1M | Courchevel |
| 73 | 73920 | Station la Tania - Courchevel | 73004s1M | Courchevel |
| 73 | 73015 | Les Allues | 73004s2M | Meribel |
| 73 | 73923 | Méribel | 73004s2M | Meribel |
| 73 | 73132 | Hauteluce | 73005s1M | Les-Saisies |
| 73 | 73922 | Arêches | 73005s2M | Beaufort-Sur-Doron |
| 73 | 73926 | Les Arcs | 73006s1M | Les Arcs 1800 |
| 73 | 73929 | Les Arcs | 73006s2M | Les Arcs 1600 1950 2000 |
| 73 | 73197 | Peisey-Nancroix | 73006s3M | Peisey-Nancroix |
| 73 | 73150 | La Plagne Tarentaise | 73006s4M | La-Plagne |
| 73 | 73901 | La Plagne | 73006s4M | La-Plagne |
| 73 | 73176 | Montvalezan | 73006s6M | La-Rosiere |
| 73 | 73296 | Tignes | 73007M | Tignes |
| 73 | 73304 | Val-d'Isère | 73007sM | Val-D Isere |
| 73 | 73235 | Saint François Longchamp | 73008sM | Saint-Francois-Longchamp |
| 73 | 73012 | Albiez-le-Jeune | 73009M | Saint-Sorlin-D Arves |
| 73 | 73013 | Albiez-Montrond | 73009M | Saint-Sorlin-D Arves |
| 73 | 73242 | Saint-Jean-d'Arves | 73009M | Saint-Sorlin-D Arves |
| 73 | 73280 | Saint-Sorlin-d'Arves | 73009M | Saint-Sorlin-D Arves |
| 73 | 73306 | Valloire | 73010M | Valloire |
| 73 | 73307 | Valmeinier | 73010sM | Valmeinier |
| 73 | 73040 | Bessans | 73011M | Val-Cenis |
| 73 | 73047 | Bonneval-sur-Arc | 73011M | Val-Cenis |
| 73 | 73290 | Val-Cenis | 73011M | Val-Cenis |
| 73 | 73088 | Cohennoz | 73012M | Haut-Val-D Arty-Flumet |
| 73 | 73114 | Flumet | 73012M | Haut-Val-D Arty-Flumet |
| 73 | 73123 | La Giettaz | 73012M | Haut-Val-D Arty-Flumet |
| 73 | 73186 | Notre-Dame-de-Bellecombe | 73012M | Haut-Val-D Arty-Flumet |
| 73 | 73262 | Saint-Nicolas-la-Chapelle | 73012M | Haut-Val-D Arty-Flumet |
| 73 | 73094 | Crest-Voland | 73012sM | Crest-Voland |
| 73 | 73180 | Motz | 74011M | Rumilly |
| 73 | 73218 | Ruffieux | 74011M | Rumilly |
| 73 | 73286 | Serrières-en-Chautagne | 74011M | Rumilly |

 Hors limites département


 Dépend d'un secteur hors département

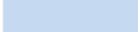
rouge Station = secteur sans code géographique communal (non représenté sur les cartes)

Annexe 5 : Communes éligibles MCS en 2019 - Haute Savoie

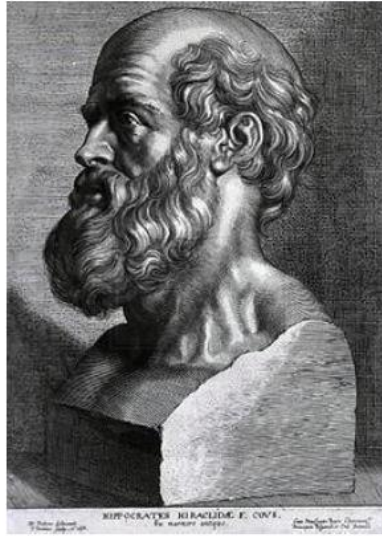
| DEP | CODGEO | LIBGEO | Sect MCS | Nomsect MCS |
|-----|--------|-------------------------|----------|--------------------|
| 74 | 74033 | Bemex | 74001M | Neuvecelle |
| 74 | 74073 | Chevenoz | 74001M | Neuvecelle |
| 74 | 74129 | La Forclaz | 74001M | Neuvecelle |
| 74 | 74154 | Lugrin | 74001M | Neuvecelle |
| 74 | 74172 | Maxilly-sur-Léman | 74001M | Neuvecelle |
| 74 | 74175 | Meillerie | 74001M | Neuvecelle |
| 74 | 74200 | Neuvecelle | 74001M | Neuvecelle |
| 74 | 74203 | Novel | 74001M | Neuvecelle |
| 74 | 74237 | Saint-Gingolph | 74001M | Neuvecelle |
| 74 | 74249 | Saint-Paul-en-Chablais | 74001M | Neuvecelle |
| 74 | 74279 | Thollon-les-Mémises | 74001M | Neuvecelle |
| 74 | 74295 | La Vermaz | 74001M | Neuvecelle |
| 74 | 74308 | Vinzier | 74001M | Neuvecelle |
| 74 | 74001 | Abondance | 74002M | Abondance |
| 74 | 74041 | Bonnevaux | 74002M | Abondance |
| 74 | 74058 | La Chapelle-d'Abondance | 74002M | Abondance |
| 74 | 74063 | Châtel | 74002M | Abondance |
| 74 | 74286 | Vacheresse | 74002M | Abondance |
| 74 | 74030 | La Baume | 74003M | Morzine - Les Gets |
| 74 | 74034 | Le Biot | 74003M | Morzine - Les Gets |
| 74 | 74091 | La Côte-d'Arbroz | 74003M | Morzine - Les Gets |
| 74 | 74114 | Essert-Romand | 74003M | Morzine - Les Gets |
| 74 | 74134 | Les Gets | 74003M | Morzine - Les Gets |
| 74 | 74188 | Montriond | 74003M | Morzine - Les Gets |
| 74 | 74191 | Morzine | 74003M | Morzine - Les Gets |
| 74 | 74238 | Saint-Jean-d'Aulps | 74003M | Morzine - Les Gets |
| 74 | 74271 | Seytroux | 74003M | Morzine - Les Gets |
| 74 | 74950 | Avoriaz | 74003sM | Avoriaz |
| 74 | 74064 | Châtillon-sur-Cluses | 74004M | Taninges |
| 74 | 74183 | Mieussy | 74004M | Taninges |
| 74 | 74223 | La Rivière-Enverse | 74004M | Taninges |
| 74 | 74252 | Saint-Sigismond | 74004M | Taninges |
| 74 | 74276 | Taninges | 74004M | Taninges |
| 74 | 74169 | Mamaz | 74005M | Scionzier |
| 74 | 74189 | Mont-Saxonnex | 74005M | Scionzier |
| 74 | 74196 | Nancy-sur-Cluses | 74005M | Scionzier |
| 74 | 74221 | Le Reposoir | 74005M | Scionzier |
| 74 | 74264 | Scionzier | 74005M | Scionzier |
| 74 | 74278 | Thyez | 74005M | Scionzier |
| 74 | 74190 | Morillon | 74006M | Samoens - Morillon |
| 74 | 74258 | Samoëns | 74006M | Samoens - Morillon |
| 74 | 74273 | Sixt-Fer-à-Cheval | 74006M | Samoens - Morillon |
| 74 | 74294 | Verchaix | 74006M | Samoens - Morillon |
| 74 | 74014 | Arâches-la-Frasse | 74007M | Flaine |
| 74 | 74901 | Les Carroz | 74007sM | Les Carroz |
| 74 | 74029 | Bassy | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74055 | Challonges | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74065 | Chaumont | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74066 | Chavannaz | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74068 | Chêne-en-Semine | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74071 | Chessenaz | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74075 | Chilly | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74077 | Clarafond-Arcine | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74078 | Clermont | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74086 | Contamine-Sarzin | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74100 | Desingy | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74107 | Droisy | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74109 | Éloise | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74130 | Franclens | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74131 | Frangy | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74168 | Marlioz | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74184 | Minzier | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74195 | Musièges | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74235 | Saint-Germain-sur-Rhône | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74269 | Seyssel | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74285 | Usinens | 74008M | Le Val des Usses |

| DEP | CODGEO | LIBGEO | Sect MCS | Nomsect MCS |
|-----|--------|---------------------------|----------|------------------|
| 74 | 74291 | Vanzay | 74008M | Le Val des Usses |
| 74 | 74036 | Bluffy | 74009M | Favergeres |
| 74 | 74060 | La Chapelle-Saint-Maurice | 74009M | Favergeres |
| 74 | 74072 | Chevaline | 74009M | Favergeres |
| 74 | 74104 | Doussard | 74009M | Favergeres |
| 74 | 74108 | Duingt | 74009M | Favergeres |
| 74 | 74111 | Entrevernes | 74009M | Favergeres |
| 74 | 74123 | Favergeres-Seythenex | 74009M | Favergeres |
| 74 | 74135 | Giez | 74009M | Favergeres |
| 74 | 74147 | Lathuile | 74009M | Favergeres |
| 74 | 74148 | Leschaux | 74009M | Favergeres |
| 74 | 74167 | Val de Chaise | 74009M | Favergeres |
| 74 | 74176 | Menthon-Saint-Bernard | 74009M | Favergeres |
| 74 | 74232 | Saint-Eustache | 74009M | Favergeres |
| 74 | 74234 | Saint-Ferréol | 74009M | Favergeres |
| 74 | 74242 | Saint-Jorioz | 74009M | Favergeres |
| 74 | 74275 | Talloires-Montmin | 74009M | Favergeres |
| 74 | 74027 | La Balme-de-Thuy | 74010M | Thônes |
| 74 | 74045 | Le Bouchet-Mont-Charvin | 74010M | Thônes |
| 74 | 74079 | Les Clefs | 74010M | Thônes |
| 74 | 74080 | La Clusaz | 74010M | Thônes |
| 74 | 74102 | Dingy-Saint-Clair | 74010M | Thônes |
| 74 | 74110 | Entremont | 74010M | Thônes |
| 74 | 74136 | Le Grand-Bornand | 74010M | Thônes |
| 74 | 74160 | Manigod | 74010M | Thônes |
| 74 | 74239 | Saint-Jean-de-Sixt | 74010M | Thônes |
| 74 | 74265 | Serraval | 74010M | Thônes |
| 74 | 74280 | Thônes | 74010M | Thônes |
| 74 | 74302 | Les Villards-sur-Thônes | 74010M | Thônes |
| 73 | 73180 | Motz | 74011M | Rumilly |
| 73 | 73218 | Ruffieux | 74011M | Rumilly |
| 73 | 73286 | Serrières-en-Chautagne | 74011M | Rumilly |
| 74 | 74046 | Boussy | 74011M | Rumilly |
| 74 | 74095 | Crempigny-Bonneguête | 74011M | Rumilly |
| 74 | 74141 | Hauteville-sur-Fier | 74011M | Rumilly |
| 74 | 74151 | Lomay | 74011M | Rumilly |
| 74 | 74170 | Massingy | 74011M | Rumilly |
| 74 | 74178 | Menthonnex-sous-Clermont | 74011M | Rumilly |
| 74 | 74192 | Moye | 74011M | Rumilly |
| 74 | 74225 | Rumilly | 74011M | Rumilly |
| 74 | 74231 | Saint-Eusèbe | 74011M | Rumilly |
| 74 | 74255 | Sales | 74011M | Rumilly |
| 74 | 74274 | Val-de-Fier | 74011M | Rumilly |
| 74 | 74283 | Thusy | 74011M | Rumilly |
| 74 | 74289 | Vallières | 74011M | Rumilly |
| 74 | 74297 | Vernonnex | 74011M | Rumilly |
| 74 | 74004 | Allèves | 73001M | Les Bauges |
| 74 | 74097 | Cusy | 73001M | Les Bauges |

 Hors limites département

 Dépend d'un secteur hors département

rouge Station = secteur sans code géographique communal (non représenté sur les cartes)



SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples et devant l'effigie 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 donnerai mes soins gratuitement à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au dessus de mon travail. Je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis dans l'intimité des maisons, mes yeux n'y 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 ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

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.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

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

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.