

# PRÉVENTION ET PRISE EN CHARGE DE L'ARRÊT CARDIAQUE EN FRANCE

## **Pierre-Yves Gueugniaud**

Pôle Urgences – Réanimation Médicales – SAMU. Groupement Hospitalier Edouard Herriot, UFR Lyon-Sud, Place d'Arsonval 69437 Lyon.  
E.mail : pierre-yves.gueugniaud@chu-lyon.fr

## **INTRODUCTION**

L'arrêt cardiaque (AC) inopiné ou mort subite de l'adulte est un problème majeur de santé publique dans les pays industrialisés, puisqu'il représente 50 % des décès d'origine coronaire, et concerne en France plus de 40 000 personnes par an. La survie de ces AC est directement liée à la précocité et à la qualité de leur prise en charge. Des recommandations internationales pour la prise en charge des AC et des situations pouvant conduire à cet AC sont proposées depuis les années 1960, et sont régulièrement actualisées. En 1991, les experts internationaux ont, pour sensibiliser les esprits sur ce problème intéressant à la fois les professionnels de santé et le grand public, décliné un concept fondamental, le concept de « Chaîne de Survie ». Il s'agit d'une chaîne composée de 4 maillons représentant les différentes étapes de la prise en charge d'un AC : le premier concerne l'alerte par le 1<sup>er</sup> témoin, le second représente les gestes élémentaires de survie (massage cardiaque et suppléance ventilatoire), le troisième est la défibrillation et le dernier concerne la réanimation médicalisée intégrant maintenant les suites de la réanimation cardio-pulmonaire (RCP). L'absence de l'un de ces maillons interdit tout espoir de succès pour la RCP. A l'opposé, la rapidité avec laquelle chacun des maillons de cette chaîne sera mis en place représente le facteur essentiel de réussite de la RCP [1].

L'ILCOR (International Liaison Committee on Resuscitation) regroupant la majorité des sociétés scientifiques traitant de l'AC à travers le monde, a publié en décembre 2005 une mise à jour du consensus scientifique international [2]. Simultanément, sur la base de ce consensus, des recommandations de pratiques cliniques tenant compte de certaines spécificités continentales ont été publiées par l'AHA (American Heart Association) pour les Etats-Unis et par l'ERC (European Resuscitation Council) pour l'Europe [3]. En 2006, les experts français de la RCP ont élaboré des recommandations formalisées plus spécifiquement adaptées à la France.

Ce document a pour objectif de rappeler les éléments principaux des dernières recommandations, de proposer des algorithmes de conduites à tenir français et de détailler quelques travaux contributifs proposés depuis ces dernières recommandations.

## **1. PRÉVENTION DE LA MORT SUBITE : QUELLES PISTES ?**

Le pronostic des morts subites réanimées est toujours aussi sombre (< 10 %) malgré les évolutions constantes de la RCP depuis 30 ans.

### **1.1. L'INFORMATION DU GRAND PUBLIC**

La Chaîne de Survie en France est efficace au niveau du dernier maillon qui concerne la prise en charge médicalisée pré-hospitalière. Le troisième maillon concernant la défibrillation est en cours d'évolution ; par contre les deux premiers maillons sont clairement défaillants faute de formation et même d'information du Grand Public aux gestes élémentaires de survie. La connaissance des instructions concernant l'alerte en cas de reconnaissance d'une détresse vitale, et a fortiori d'un AC, et la réalisation d'une RCP de base est variable selon les pays : deux fois sur trois les témoins d'un AC débutent une RCP dans les pays scandinaves, moins de 40 % aux Etats-Unis, 28 % au Japon et moins d'un témoin sur quatre en France. Il s'agit donc, en particulier en France, d'un véritable problème de Santé Publique justifiant des campagnes d'information au niveau du Grand Public.

### **1.2. LA FORMATION DU GRAND PUBLIC**

Elle est l'étape complémentaire indispensable à une information mais elle doit être simplifiée par rapport aux formations spécialisées de type « Attestation de Formation aux Soins d'Urgence » (AFGSU). La simplification des gestes élémentaires de survie proposés dans les nouvelles recommandations, associés à la diffusion de la défibrillation automatisée externe (DAE), devrait faciliter la diffusion de ces formations au Grand Public sous forme de modules raccourcis d'une durée oscillant entre 1 et 2 heures [4].

Cette évolution recentrant la RCP sur le massage cardiaque externe (MCE) et la DAE a permis de développer un nouveau slogan Grand Public pour la RCP imaginé par la Fédération Française de Cardiologie et repris par SAMU de France : « 3 gestes = 1 vie : appelez - massez - défibrillez ».

### **1.3. LA DÉFIBRILLATION AUTOMATISÉE EXTERNE**

Elle est la plus contributive de ces dernières années dans l'amélioration du pronostic des AC extra-hospitaliers : la diffusion de ces appareils, initialement le défibrillateur semi-automatique (DSA) et actuellement le défibrillateur entièrement automatisé (DEA) ont permis de tripler la survie de l'ensemble des AC extra-hospitaliers. En France, une volonté politique de diffusion de ces technologies dans l'intérêt de la population s'est développée à partir de 2006 sous la pression des sociétés professionnelles de Santé (SAMU de France, Conseil Français de Réanimation Cardio-pulmonaire, Croix-Rouge Française...). Le décret du 4 mai 2007 (article R.6311-15) autorise l'utilisation du DAE par le Grand Public : « toute personne, même non-médecin, est habilitée à utiliser un défibrillateur automatisé externe ». Depuis ce décret, des recommandations pour l'organisation de programmes de défibrillation automatisée externe par le public ont été proposées par le Conseil Français de Réanimation Cardio-Pulmonaire

(CFRC). Ces recommandations définissent le cadre de l'utilisation optimale du DAE en termes de modalités de mise à disposition, de sites d'implantation et de choix des modèles, ainsi que de l'information et de la formation du public (Revue des SAMU 2008:45-47).

## 2. RÉANIMATION CARDIO-PULMONAIRE DE BASE

Réalisée sans matériel par les premiers témoins (public ou secouristes), la RCP de base se doit d'être débutée le plus précocement possible et poursuivie avec le minimum d'interruption. Pour améliorer sa réalisation et en faciliter l'enseignement, les recommandations actuelles vont dans le sens de la simplification.

### 2.1. ALERTE

La reconnaissance d'un AC par le public doit être réalisée devant la seule présence d'une perte de conscience avec absence de réactivité associée à un arrêt respiratoire ou une respiration agonique de type « gasps » : cette constatation correspond à la nouvelle définition de « l'absence de signes de vie ». Ces seuls signes justifient l'alerte pour obtenir des secours spécialisés. La prise de pouls peut s'avérer aléatoire pour les non professionnels [5], et donc n'est plus systématiquement recommandée. La prise de pouls est dorénavant réservée aux professionnels de santé et aux secouristes. L'alerte est devenue la priorité avant de débiter les manœuvres de RCP de base. L'objectif est de raccourcir le délai pour la réalisation d'une défibrillation en disposant d'un défibrillateur dans les plus brefs délais. Néanmoins, chez l'enfant, et dans de rares circonstances particulières chez l'adulte (noyade, intoxication, traumatisme), il reste souhaitable de débiter une minute de RCP avant de déclencher l'alerte.

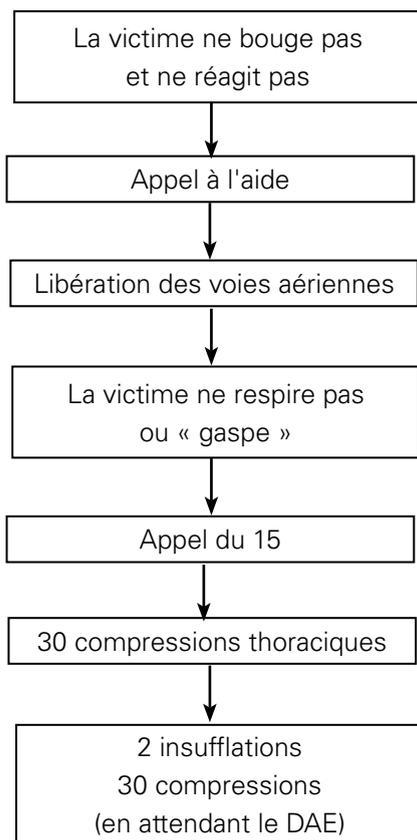
### 2.2. RÉANIMATION RESPIRATOIRE

La ventilation par bouche-à-bouche associée au MCE reste à ce jour la méthode de référence pour les premiers secours. Néanmoins, dans les minutes suivant immédiatement l'AC, la ventilation par bouche à bouche n'est pas absolument nécessaire, car les besoins en oxygène au cours des premières minutes de la RCP sont limités et la ventilation interrompt le MCE ce qui est délétère pour la survie [6]. Ainsi, lorsque l'AC se produit devant témoin et lorsque son origine paraît être une ischémie coronarienne, il est licite pour le premier témoin de débiter la réanimation par le seul MCE dont l'efficacité paraît suffisante sans suppléance ventilatoire pendant 3 à 4 minutes [7]. Cette proposition est confirmée par une large étude multicentrique prospective japonaise qui démontre que quels que soient le type d'AC et le contexte, le MCE seul est toujours plus efficace que la RCP conventionnelle [8]. Cette constatation importante justifie pour certain une nouvelle modification des recommandations [9]. Cette évolution permet de rassurer certains bénévoles inquiets par les risques de contamination par maladies transmissibles au cours d'un bouche-à-bouche. Après ouverture des voies aériennes supérieures réalisées par la bascule de la tête en arrière et par élévation du menton, chaque insufflation doit être réalisée en une seconde environ (au lieu des 2 secondes préalablement préconisées), mais l'alternative la plus efficace reste la ventilation au masque avec ballon auto-remplisseur lorsque la ventilation est associée au MCE. Le volume courant conseillé pour chaque insufflation est actuellement limité à environ 500 ml, volume s'avérant suffisant pour une

oxygénation efficace tout en diminuant le risque d'insufflation gastrique, et donc de régurgitation. La manœuvre de Heimlich, technique proposée pour l'extraction d'un corps étranger chez une victime d'AC, n'est plus recommandée au public, car cette méthode est considérée comme potentiellement dangereuse.

### 2.3. RÉANIMATION CIRCULATOIRE

Le MCE est prioritaire et peut être débuté sans ventilation. Pour réaliser le MCE, la description de la position des mains sur le sternum a été simplifiée : la paume de la main est positionnée au milieu du thorax, entre les deux mamelons. La RCP de l'adulte commence par 30 compressions thoraciques avant toute réanimation respiratoire [3]. Le rythme du MCE est actuellement de 100/min chez l'adulte avec une dépression thoracique de 4 à 5 cm et des temps de compression - relaxation du thorax égaux. Le temps réservé au MCE au cours des cycles de RCP a été augmenté et ses interruptions limitées au maximum. Ainsi, les périodes de compressions thoraciques au cours d'une RCP ont été allongées et une séquence MCE / ventilation de 30 / 2 est préconisée dans les nouvelles recommandations (à la place de la séquence 15 / 2 préalable), privilégiant ainsi le débit cardiaque au détriment d'une suroxygénation probablement superflue [3]. Un algorithme de la RCP de base est proposé à la Figure 1.



**Figure 1 :** algorithme de la RCP de base

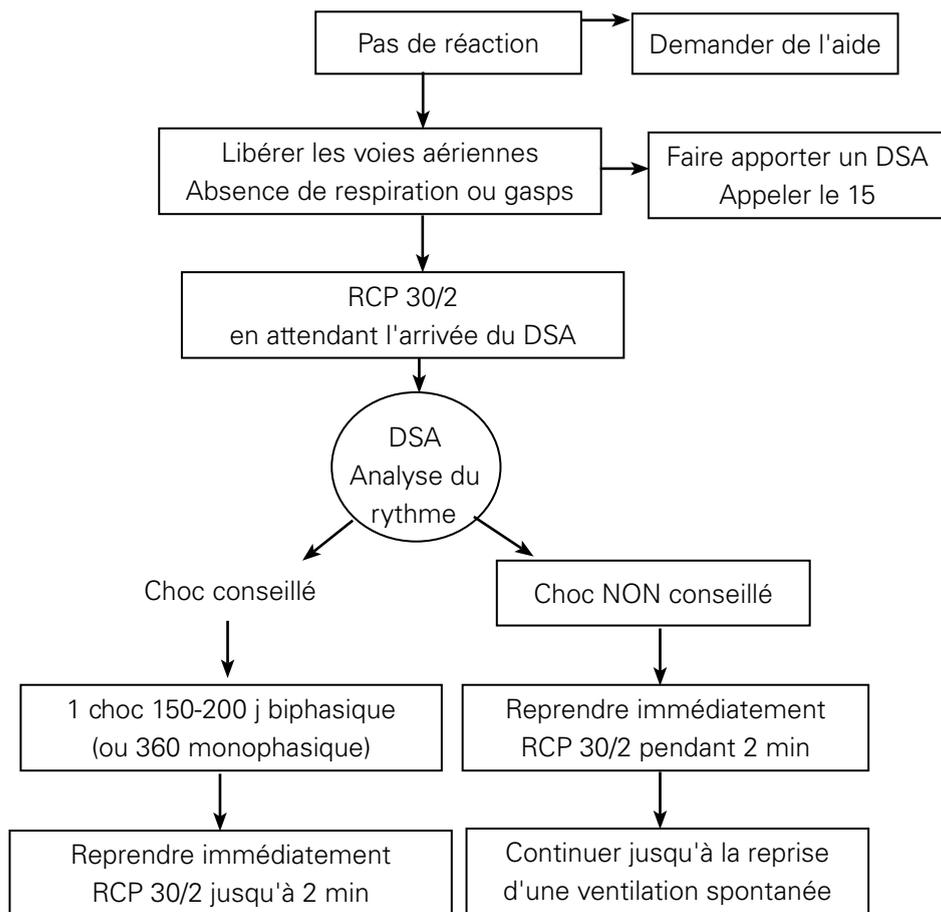
### 3. DÉFIBRILLATION

La fibrillation ventriculaire (FV) représente le mode électrique initial d'AC d'origine non traumatique le plus fréquent. Or la survie dépend directement de la précocité de la défibrillation. C'est la raison pour laquelle se sont généralisés au cours de ces dernières années les DSA, actuellement dénommés DAE. Aux Etats-Unis, les DSA sont installés dans de nombreux lieux publics et peuvent être utilisés non seulement par les secouristes professionnels, mais aussi par le public. En France, les DSA peuvent être utilisés par des secouristes ayant reçu une formation spécialisée, comme les sapeurs-pompiers. A l'hôpital, l'utilisation des DSA est autorisée aux infirmier(e)s, masseurs-kinésithérapeutes et manipulateurs de radiologie [10]. Les DSA sont encore insuffisamment répandus dans nos établissements de santé alors qu'ils peuvent s'avérer très utiles dans les services où il n'y a pas une présence médicale permanente. Les recommandations françaises pour l'organisation de la prise en charge des urgences vitales intra-hospitalières rendent dorénavant indispensables la diffusion de ces appareils dans nos établissements [11].

En dehors de l'hôpital, le décret du 4 mai 2007 a permis la diffusion des DAE et le développement d'une politique de diffusion des DAE au niveau institutionnel et au niveau commercial : les lieux de diffusion actuellement privilégiés sont les stades et les installations sportives, les aéroports, les gares, et de plus en plus de centres commerciaux. Dans cette évolution, les DEA semblent prendre le pas sur les DSA pour cette diffusion et son utilisation par le Grand Public.

En termes de recommandations, la défibrillation immédiate est souhaitable devant une FV débutante, en cas de FV prolongée pendant plus de 4 à 5 minutes sans RCP, il paraît a contrario préférable de réaliser avant le 1<sup>er</sup> choc électrique environ 2 minutes de RCP associant MCE et ventilation artificielle [12].

L'utilisation des défibrillateurs à ondes biphasiques est actuellement recommandée. L'efficacité des ondes biphasiques tronquées paraît meilleure tout en entraînant moins de complications [13]. Le niveau d'énergie optimal ne peut être précisé actuellement, mais il est proposé d'utiliser une énergie entre 150 et 200 joules. Or, récemment, une vaste étude multicentrique prospective canadienne vient de démontrer l'intérêt d'une énergie plus élevée croissante (200 - 300 - 360 J) par rapport à une énergie inférieure fixe (150 - 150 - 150 J) [14]. Quoi qu'il en soit, il est recommandé de réaliser un choc électrique externe unique, suivi immédiatement de 2 minutes de RCP, le rythme cardiaque et la présence d'un pouls n'étant vérifiés qu'après ces 2 minutes de RCP [3]. La Figure 2 propose un algorithme de la défibrillation automatisée externe.



**Figure 2 :** *algorithme de la défibrillation automatisée externe*

## 4. RÉANIMATION CARDIO-PULMONAIRE SPÉCIALISÉE

### 4.1. RÉANIMATION RESPIRATOIRE

Elle présente peu de particularités nouvelles : l'oxygène doit être administré le plus précocement possible au cours de la RCP. L'intubation oro-trachéale est la technique de référence pour la ventilation d'un AC en France, du fait de la présence d'équipes médicales pré-hospitalières. Le temps nécessaire pour mettre en sécurité les voies aériennes doit être le plus court possible et ne doit pas faire interrompre la RCP plus de 30 secondes. La confirmation de la bonne position de la sonde utilisant différentes techniques (visualisation des cordes vocales en laryngoscopie directe, auscultation, mouvements thoraciques à l'insufflation, aspiration à la seringue de gavage, capnographie) est un des points importants des recommandations internationales. Une fois la vérification de la bonne position de la sonde d'intubation, la ventilation mécanique est réalisée de préférence par un respirateur automatique : le réglage des paramètres ventilatoires est réalisé en mode ventilation assistée contrôlée avec un volume courant de 6 à 7 ml.kg<sup>-1</sup>, une fréquence respiratoire de 10 c.min<sup>-1</sup> et une FiO<sub>2</sub> = 1. L'insufflation continue d'oxygène au travers d'une sonde d'intubation spécifique (Boussignac) est une alternative à la ventilation non retenue dans les recommandations car elle ne

modifie le pronostic ni cliniquement [15], ni expérimentalement [16]. Pour les personnels ne maîtrisant pas les techniques d'intubation, la ventilation au masque et au ballon est le moyen le plus fiable d'obtenir initialement une ventilation efficace. Le masque laryngé et le Fastrach® sont des alternatives acceptables si l'intubation se révèle difficile.

## 4.2. RÉANIMATION CIRCULATOIRE

Pour améliorer l'efficacité du MCE classique, la compression – décompression active (ACD) réalisée par la Cardio-Pump® peut être utilisée si le personnel est formé en conséquence. Cette méthode a donné des résultats positifs en France [17]. L'association de l'ACD avec une valve d'impédance inspiratoire majorant la négativité des pressions thoraciques améliorerait les performances hémodynamiques [18]. En l'absence de données scientifiques suffisantes et du fait de risques potentiels [19], cette technique ne peut être recommandée en routine selon les recommandations actuelles. D'autres dispositifs de massage cardiaque ont été proposés. Certains présentent un intérêt probable pour les MCE prolongés, mais ils restent à évaluer : c'est le cas de l'Auto-Pulse®, dispositif de massage continu par une bande constrictive et du système Lucas®, permettant de réaliser une compression/décompression active mécanique qui améliorerait l'état hémodynamique des patients et pourrait être utile en pré-hospitalier pour le transport d'AC vers l'hôpital, en particulier en cas d'indication de prélèvement d'organe à cœur arrêté. Enfin, la mise en place d'une circulation extra-corporelle est une alternative extrême de plus en plus rapportée [20, 21].

## 4.3. PHARMACOLOGIE DE LA RCP

### 4.3.1. VASOPRESSEURS

Malgré de nombreuses controverses et l'absence d'études contrôlées versus placebo chez l'homme, l'adrénaline reste le vasopresseur préconisé dans le traitement de l'AC quelle que soit l'étiologie [22] : les doses recommandées sont de 1 mg tous les deux cycles de RCP, soit environ toutes les 4 minutes [3]. Une dose plus importante peut être proposée en cas d'asystolie réfractaire (5 mg), mais les fortes doses n'ont pas montré de supériorité sur la survie [23]. L'arginine-vasopressine est un vasopresseur non catécholaminergique qui a montré une certaine efficacité initialement sur les FV [24], et plus récemment sur les asystolies [25]. Son intérêt est discuté également dans différents types de choc (septique, anaphylactique) [26] même si les travaux récents sont plus réservés [27, 28]. Il n'existe pas de données scientifiques suffisantes pour recommander ou interdire l'utilisation de l'arginine-vasopressine en routine. Selon les recommandations américaines, elle pourrait être envisagée seule ou en association avec l'adrénaline en tant qu'alternative à l'adrénaline seule, notamment en cas d'asystolie, sans dépasser 2 injections de 40 UI. Depuis, une seule étude observationnelle est en faveur de l'association adrénaline-vasopressine en termes hémodynamique et de survie initiale et neurologique [29]. A contrario, une étude américaine randomisée ne montrait pas de différence [30]. Enfin, l'étude française multicentrique qui compare l'adrénaline seule à l'association adrénaline-vasopressine conclut indiscutablement que cette association n'améliore en aucun cas le pronostic [31].

#### 4.3.2. ANTI-ARYTHMIQUES

Le choix d'un anti-arythmique pour les FV résistantes à la défibrillation et à une injection d'adrénaline a évolué : l'amiodarone (à la dose initiale de 300 mg IV diluée dans un volume de 20 ml de sérum glucosé, puis une éventuelle 2<sup>ème</sup> dose de 150 mg et/ou une perfusion continue de 900 ml par 24 heures) a remplacé la lidocaïne [32]. Le sulfate de magnésium à la dose de 2 g IVD est réservé aux FV résistantes aux chocs dans un contexte d'hypomagnésémie suspectée ou en cas de torsades de pointe.

#### 4.3.3. AUTRES AGENTS THÉRAPEUTIQUES

L'atropine n'est pas indiquée dans le traitement de l'asystolie. Elle peut se discuter au cas par cas devant un rythme sans pouls survenant au décours d'une bradycardie. Elle est alors administrée sous forme d'un bolus unique de 3 mg IVD.

L'aminophylline et le calcium ne sont pas indiqués en routine.

L'alcalinisation doit être réservée au cas d'hyperkaliémie et/ou d'acidose métabolique pré-existante ou en cas d'AC par overdose de drogues à effet stabilisant de membrane, notamment les antidépresseurs tricycliques.

L'administration systématique d'un thrombolytique au cours de la RCP n'est pas recommandée en raison de données cliniques insuffisantes, l'étude multicentrique européenne « Troica » n'ayant pas montré d'amélioration avec la tecteplase sur une série de 1050 AC survenus devant témoin et réanimés précocement en pré-hospitalier [33]. La thrombolyse doit être considérée comme un traitement étiologique de l'AC, à réaliser en cas d'embolie pulmonaire crurorique ou au cas par cas, lorsque la RCP spécialisée initiale est infructueuse devant une suspicion forte de thrombose coronarienne. La thrombolyse ne contre-indique pas la poursuite du MCE, mais doit faire prolonger celle-ci pendant plus de 60 minutes, délai au cours duquel son efficacité peut apparaître.

#### 4.3.4. SOLUTÉS DE PERFUSION

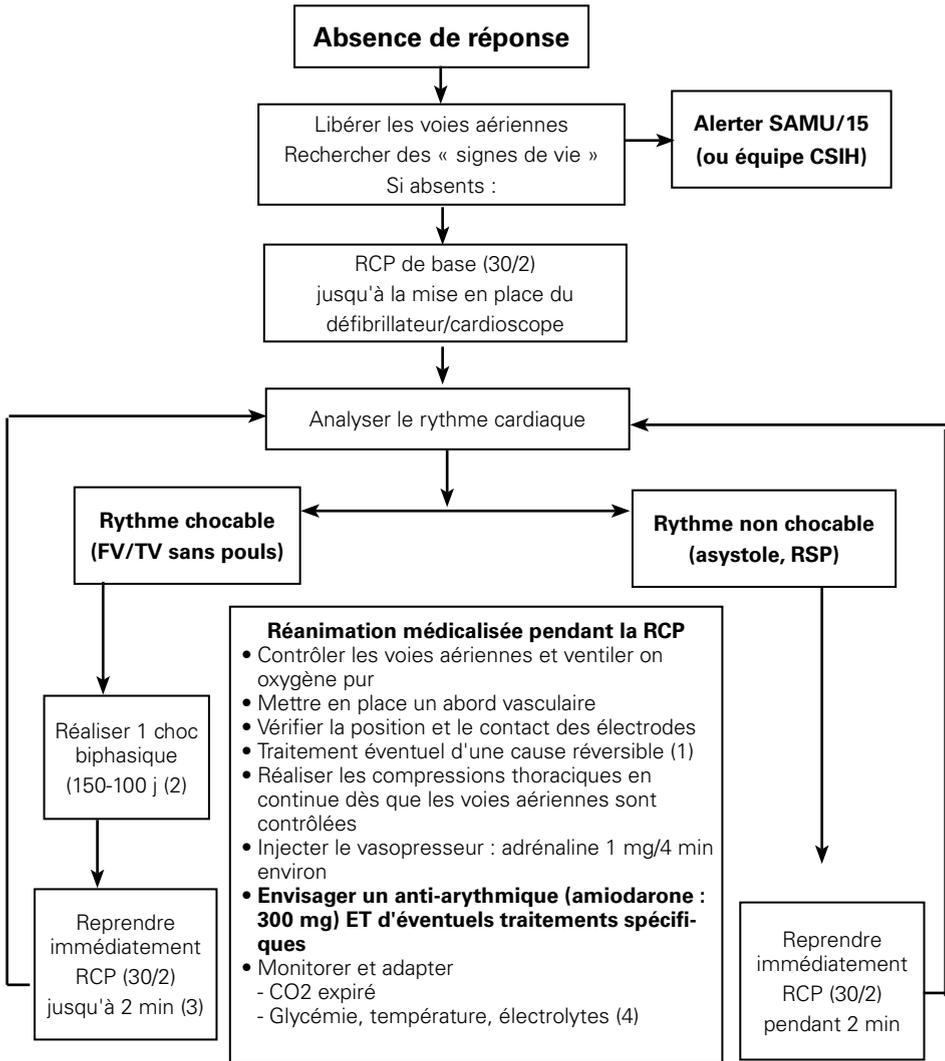
Le soluté salé isotonique est le soluté de perfusion utilisé comme vecteur des médicaments intraveineux au cours de la RCP. Le volume utilisé doit être limité et son débit accéléré uniquement pour purger la voie veineuse après l'injection de drogues. Une expansion volémique n'est indiquée que lorsque l'AC est associée à une hypovolémie.

#### 4.3.5. VOIES D'ABORD

Au cours de l'AC, il est nécessaire de mettre en place un abord vasculaire. La voie veineuse périphérique, située dans le territoire cave supérieure, est aussi efficace que la voie veineuse centrale, et offre l'avantage d'être mise en place sans interrompre le MCE. Si l'abord vasculaire est retardé ou ne peut être obtenu, l'abord intra-osseux doit être envisagé, chez l'adulte comme chez l'enfant, mais nécessite chez l'adulte un dispositif approprié. Si les deux abords précédents sont retardés ou impossibles, l'administration des médicaments peut être réalisée à travers la sonde d'intubation. Les médicaments sont alors dilués dans de l'eau pour préparation injectable et injectés directement dans la sonde d'intubation.

## **5. ALGORITHME « UNIVERSEL »**

L'ensemble des recommandations pour la réanimation spécialisée a abouti à la réalisation par l'ILCOR d'un algorithme simplifié commun de prise en charge, dit « universel ». Nous proposons un algorithme de prise en charge médicalisée adapté aux pratiques et aux recommandations françaises (Figure 3).



**(1)** Causes réversibles

- |                                  |                                     |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| Hypoxie                          | Thrombose (coronaire ou pulmonaire) |
| Hypovolémie                      | Pneumothorax suffocant              |
| Hypo/hyperkalémie - métaboliques | Tamponnade cardiaque                |
| Hypothermie                      | Intoxications                       |

**(2)** ou énergie équivalente (360 j en monophasique)

**(3)** en fonction de la reprise ou non d'une activité circulatoire évidente

**(4)** après le retour à une circulation spontanée

**Figure 3 :** Algorithme français de réanimation médicalisée de l'AC

AC : Arrêt Cardiaque

FV : Fibrillation Ventriculaire

RCP : Réanimation Cardio-Pulmonaire

TV : Tachycardie Ventriculaire

RSP : Rythme Sans Pouls

SAMU : Service d'Aide Médicale Urgente CSIH : Chaîne de survie Intra-hospitalière

## 6. SUITES DE LA RCP

Lorsque l'ischémie coronarienne est suspectée d'être la cause de l'AC, une coronarographie est indiquée et un traitement par angioplastie doit être envisagé en urgence [34] : cette proposition déjà ancienne vient d'être confirmée par une nouvelle étude rétrospective [35]. Sinon, la prévention de la complication essentielle de l'AC, à savoir l'encéphalopathie post-anoxique, passe essentiellement par le contrôle de la ventilation, de l'état hémodynamique et de la glycémie. La stabilité hémodynamique aux valeurs de pression artérielle antérieure du patient est essentielle pour le maintien d'un débit sanguin cérébral suffisant et stable ; l'hyperventilation n'a pas sa place et l'objectif ventilatoire est simplement le maintien d'une normoxie ( $SpO_2 > 92\%$ ) - normocapnie ; le maintien d'une glycémie normale dans les plus brefs délais est également souhaitable [36]. Aucun traitement médicamenteux spécifique n'a montré d'intérêt à titre de protection cérébrale. Par contre, la réalisation d'une hypothermie modérée (entre 32 et 34°C) précocement après la RCP et prolongée pendant environ 24 h semble améliorer la survie et le pronostic neurologique de ces patients [37, 38]. A fortiori, l'hyperthermie doit être activement combattue par tous les moyens. Enfin, deux paramètres sont actuellement proposés pour évaluer le pronostic précocement : le dosage de l'énolase sérique neurospécifique dès la 24 ou 48<sup>e</sup> heure (valeurs  $< 20\text{ ng/ml}^{-1}$  signifiant un pronostic neurologique favorable et  $> 80\text{ ng.ml}^{-1}$  synonyme de séquelles irréversibles) et la mesure du doppler transcrânien qui serait discriminant dès la 24<sup>e</sup> heure [39, 40].

## CONCLUSION

L'actualisation des recommandations pour la prise en charge des AC en 2005 est basée sur des données de médecine factuelle et constitue une évolution importante avant tout axée sur la place prépondérante du MCE et sur la simplification du message pédagogique.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Cummins RO, Ornato JP, Thies WH, Pepe PE: Improving survival from sudden cardiac arrest: the "chain of survival" concept. A statement for health professionals from the Advanced Cardiac Life Support Subcommittee and the Emergency Cardiac Care Committee, American Heart Association. *Circulation* 1991;83:1832-47
- [2] International Liaison Committee on Resuscitation 2005. Proceedings of the 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation* 2005;67:157-341
- [3] European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. *Resuscitation* 2005;67 Suppl 1:S1-189
- [4] Gueugniaud PY: Réanimation cardiopulmonaire: anecdote ou problème de Santé Publique? *Ann Fr Anesth Reanim* 2000;19:149-50
- [5] Cummins RO, Hazinski MF: Cardiopulmonary resuscitation techniques and instruction: when does evidence justify revision? *Ann Emerg Med* 1999;34:780-4
- [6] Eftestol T, Sunde K, Steen PA: Effects of interrupting precordial compressions on the calculated probability of defibrillation success during out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2002;105:2270-3
- [7] Hallstrom A, Cobb L, Johnson E, Copass M: Cardiopulmonary resuscitation by chest compression alone or with mouth-to-mouth ventilation. *N Engl J Med* 2000;342:1546-53

- [8] Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): an observational study. *Lancet* 2007;369:920-6
- Ewy GA: Cardiac arrest—guideline changes urgently needed. *Lancet* 2007; 369: 882-4
- [9] Décret n° 98-239 du 27 mars 1998 fixant les catégories de personnes non médecins habilitées à utiliser un défibrillateur semi-automatique. JO n° 79 du 3 avril 1998.
- [10] Recommandations formalisées d'experts sur la prise en charge de l'arrêt cardiaque co-organisée par la Société Française d'Anesthésie-Réanimation, la Société de Réanimation de Langue Française. 2006; [www.sfar.org](http://www.sfar.org)
- [11] Cobb LA, Fahrenbruch CE, Walsh TR, Copass MK, Olsufka M, Breskin M, Hallstrom AP: Influence of cardiopulmonary resuscitation prior to defibrillation in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *JAMA* 1999;281:1182-8
- [12] Schneider T, Martens PR, Paschen H, Kuisma M, Wolcke B, Gliner BE, Russell JK, Weaver WD, Bossaert L, Chamberlain D: Multicenter, randomized, controlled trial of 150-J biphasic shocks compared with 200- to 360-J monophasic shocks in the resuscitation of out-of-hospital cardiac arrest victims. Optimized Response to Cardiac Arrest (ORCA) Investigators. *Circulation* 2000;102:1780-7
- [13] Stiell IG, Walker RG, Nesbitt LP, Chapman FW, Cousineau D, Christenson J, Bradford P, Sookram S, Berringer R, Lank P, Wells GA: BIPHASIC Trial: a randomized comparison of fixed lower versus escalating higher energy levels for defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2007;115:1511-7
- [14] Bertrand C, Hemery F, Carli P, Goldstein P, Espesson C, Ruttimann M, Macher JM, Raffy B, Fuster P, Dolveck F, Rozenberg A, Lecarpentier E, Duvaldestin P, Saissy JM, Boussignac G, Brochard L: Constant flow insufflation of oxygen as the sole mode of ventilation during out-of-hospital cardiac arrest. *Intensive Care Med* 2006;32:843-51
- [15] Hayes MM, Ewy GA, Anavy ND, Hilwig RW, Sanders AB, Berg RA, Otto CW, Kern KB: Continuous passive oxygen insufflation results in a similar outcome to positive pressure ventilation in a swine model of out-of-hospital ventricular fibrillation. *Resuscitation* 2007;74:357-65
- [16] Plaisance P, Lurie KG, Vicaut E, Adnet F, Petit JL, Epain D, Ecollan P, Gruat R, Cavagna P, Biens J, Payen D: A comparison of standard cardiopulmonary resuscitation and active compression-decompression resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest. French Active Compression-Decompression Cardiopulmonary Resuscitation Study Group. *N Engl J Med* 1999;341:569-75
- [17] Plaisance P, Lurie KG, Vicaut E, Martin D, Gueugniaud PY, Petit JL, Payen D: Evaluation of an impedance threshold device in patients receiving active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation for out of hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2004;61:265-71
- [18] Herff H, Raedler C, Zander R, Wenzel V, Schmittinger CA, Brenner E, Rieger M, Lindner KH: Use of an inspiratory impedance threshold valve during chest compressions without assisted ventilation may result in hypoxaemia. *Resuscitation* 2007;72:466-76
- [19] Megarbane B, Leprince P, Deye N, Resiere D, Guerrier G, Rettab S, Theodore J, Karyo S, Gandjbakhch I, Baud FJ: Emergency feasibility in medical intensive care unit of extracorporeal life support for refractory cardiac arrest. *Intensive Care Med* 2007;33:758-64
- [20] Shin JS, Lee SW, Han GS, Jo WM, Choi SH, Hong YS: Successful extracorporeal life support in cardiac arrest with recurrent ventricular fibrillation unresponsive to standard cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2007;73:309-13
- [21] Gueugniaud PY, Dubien PY, David JS, Pannetier JC: Epinephrine and outcome of cardiac arrest. *Curr Opin Crit Care* 2000;6:196-9
- [22] Gueugniaud PY, Mols P, Goldstein P, Pham E, Dubien PY, Deweerdt C, Vergnion M, Petit P, Carli P: A comparison of repeated high doses and repeated standard doses of epinephrine for cardiac arrest outside the hospital. European Epinephrine Study Group. *N Engl J Med* 1998;339:1595-601
- [23] Lindner KH, Dirks B, Strohmenger HU, Prengel AW, Lindner IM, Lurie KG: Randomised comparison of epinephrine and vasopressin in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *Lancet* 1997;349:535-7
- [24] Wenzel V, Krismer AC, Arntz HR, Sitter H, Stadlbauer KH, Lindner KH: A comparison of vasopressin and epinephrine for out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation. *N Engl J Med* 2004;350:105-13
- [25] Treschan TA, Peters J: The vasopressin system: physiology and clinical strategies. *Anesthesiology* 2006;105:599-612

- [26] Popp E, Vogel P, Teschendorf P, Bottiger BW: Vasopressors are essential during cardiopulmonary resuscitation in rats: Is vasopressin superior to adrenaline? *Resuscitation* 2007;72:137-44
- [27] Dewachter P, Raeth-Fries I, Jouan-Hureau V, Menu P, Vigneron C, Longrois D, Mertes PM: A comparison of epinephrine only, arginine vasopressin only, and epinephrine followed by arginine vasopressin on the survival rate in a rat model of anaphylactic shock. *Anesthesiology* 2007;106:977-83
- [28] Mally S, Jelatancev A, Grmec S: Effects of epinephrine and vasopressin on end-tidal carbon dioxide tension and mean arterial blood pressure in out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation: an observational study. *Crit Care* 2007;11:R39
- [29] Callaway CW, Hostler D, Doshi AA, Pinchalk M, Roth RN, Lubin J, Newman DH, Kelly LJ: Usefulness of vasopressin administered with epinephrine during out-of-hospital cardiac arrest. *Am J Cardiol* 2006;98:1316-21
- [30] Gueugniaud PY, David JS, Chanzy E, Hubert H, Dubien PY, Mauriau-court P, Braganca C, Billeres X, Clotteau-Lambert MP, Fuster P, Thiercelin D, Debaty G, Ricard-Hibon A, Roux P, Espesson C, Querellou E, Ducros L, Ecollan P, Halbout L, Savary D, Guillaumee F, Maupoint R, Capelle P, Bracq C, Dreyfus P, Nougier P, Gache A, Meurisse C, Boulanger B, Lae C, Metzger J, Raphael V, Beruben A, Wenzel V, Guinhouya C, Vilhelm C, Marret E: Vasopressin and epinephrine vs. epinephrine alone in cardiopulmonary resuscitation. *N Engl J Med* 2008;359:21-30
- [31] Dorian P, Cass D, Schwartz B, Cooper R, Gelaznikas R, Barr A: Amiodarone as compared with lidocaine for shock-resistant ventricular fibrillation. *N Engl J Med* 2002;346:884-90
- [32] Bottiger BW, Arntz HR, Chamberlain DA, Bluhmki E, Belmans A, Danays T, Carli PA, Adgey JA, Bode C, Wenzel V: Thrombolysis during resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2008;359:2651-62
- [33] Spaulding CM, Joly LM, Rosenberg A, Monchi M, Weber SN, Dhainaut JF, Carli P: Immediate coronary angiography in survivors of out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 1997;336:1629-33
- [34] Garot P, Lefevre T, Eltchaninoff H, Morice MC, Tamion F, Abry B, Lesault PF, Le Tarnec JY, Pouges C, Margenet A, Monchi M, Laurent I, Dumas P, Garot J, Louvard Y: Six-month outcome of emergency percutaneous coronary intervention in resuscitated patients after cardiac arrest complicating ST-elevation myocardial infarction. *Circulation* 2007;115:1354-62
- [35] Gueugniaud PY, Roine R: Encéphalopathie post-anoxique. In: *Conférences d'actualisation de la Société Française d'Anesthésie et de Réanimation*. SFAR eds, Masson, Paris, 1994:pp 435-52.
- [36] Bernard SA, Gray TW, Buist MD, Jones BM, Silvester W, Gutteridge G, Smith K: Treatment of comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest with induced hypothermia. *N Engl J Med* 2002;346:557-63
- [37] The Hypothermia After Cardiac Arrest Study Group. Mild therapeutic hypothermia to improve the neurologic outcome after cardiac arrest. *N Engl J Med* 2002; 346: 549-56
- [38] Reisinger J, Hollinger K, Lang W, Steiner C, Winter T, Zeindlhofer E, Mori M, Schiller A, Lindorfer A, Wiesinger K, Siostrzonek P: Prediction of neurological outcome after cardiopulmonary resuscitation by serial determination of serum neuron-specific enolase. *Eur Heart J* 2007;28:52-8
- [39] Wessels T, Harrer JU, Jacke C, Janssens U, Klotzsch C: The prognostic value of early transcranial Doppler ultrasound following cardiopulmonary resuscitation. *Ultrasound Med Biol* 2006;32:1845-51