

Défibrillations semi-automatique et entièrement automatique externes

D. Jost, M. Ould-Ahmed, H. Degrange, G. Gueret, P. Heno, C. Fuilla

Introduite en France par le Service d'aide médicale d'urgence (Samu) de Lyon en 1990, l'utilisation de défibrillateurs semi-automatiques (DSA) par des secouristes professionnels non-médecins était autorisée depuis 1998 (décret 98-239 du 27 mars 1998). Aujourd'hui, l'habilitation à utiliser le DSA est délivrée après une formation courte, spécifique et intégrée au diplôme de base de gestes de secours. L'administration d'un choc électrique externe est réservée aux patients en arrêt cardiaque chez lesquels le DSA a détecté une fibrillation ventriculaire ou une tachycardie ventriculaire grâce à un logiciel d'analyse des signaux électrocardiographiques. La défibrillation est d'autant plus efficace qu'elle est précoce. La diffusion la plus large possible des DSA au sein de la population générale est une condition nécessaire mais non suffisante pour améliorer le pronostic des arrêts cardiaques extrahospitaliers. Cette diffusion concerne en particulier les lieux publics, les établissements de soins et les domiciles des patients à risque. Elle doit être associée à un programme de formation de la population générale aux gestes de secours intégrant la mise en œuvre d'un DSA. Les nouvelles recommandations internationales sur la prise en charge de l'arrêt cardiaque, associées aux récentes innovations technologiques (défibrillateur entièrement automatique), laissent espérer une nouvelle amélioration du pronostic des arrêts cardiaques extrahospitaliers.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Arrêt cardiaque extrahospitalier ; Fibrillation ventriculaire ; Défibrillateur semi-automatique

Plan

■ Introduction	1
Les débuts de la défibrillation électrique	1
Algorithmes de reconnaissance et d'analyse des signaux électrocardiographiques	2
Expériences étrangères et françaises	2
■ Aspects législatifs	2
■ Aspects techniques	2
Fibrillation ventriculaire	2
Défibrillation électrique	3
Appareils de défibrillation semi-automatique	4
■ Mise en œuvre du défibrillateur semi-automatique	5
Chaîne de survie	5
Intégration de la défibrillation précoce dans la chaîne de survie	6
Cas particuliers	6
Concept de « DSA-vigilance »	7
■ Formation : deux filières possibles	7
■ Perspectives d'avenir et controverses	8
Perspectives d'avenir	8
Controverses émergeant des dernières recommandations internationales	8

■ Introduction

Les débuts de la défibrillation électrique [1-6]

En 1775, un vétérinaire danois publiait ses travaux sur les effets du courant électrique chez l'animal. Un premier choc électrique externe (CEE) appliqué sur la tête d'une poule provoquait un état de mort apparente, alors qu'un second appliqué sur le thorax la ressuscitait [1]. Parmi les travaux qui se sont succédé, citons ceux des physiologistes français Prevost et Batell en 1899 [2], puis ceux de Hooker en 1933 subventionnés par l'industrie électrique américaine devant le nombre important d'électrocutions dont étaient victimes les ouvriers de l'époque [4].

En 1947, Beck réussissait à Cleveland la première défibrillation humaine [3]. Au cours d'une chirurgie thoracique, l'administration d'un courant alternatif appliqué directement sur le cœur d'un garçon de 14 ans permit la restauration d'un rythme sinusal après 45 minutes de fibrillation ventriculaire (FV).

La première défibrillation extrahospitalière fut réalisée en 1966 à Belfast par une équipe mobile de soins intensifs dotée d'un défibrillateur manuel pour la prise en charge des victimes d'infarctus du myocarde [6]. En 1972, Rose et al. [7] montrèrent l'intérêt des défibrillateurs manuels confiés à des ambulanciers (*emergency medical technician*) après une formation de 84 heures. En 1980, Mirowski et al. réalisèrent la première implantation d'un défibrillateur automatique chez une femme de 57 ans souffrant d'une cardiopathie ischémique responsable de troubles du rythme ventriculaires réfractaires à tout traitement médicamenteux [5]. Ce défibrillateur automatique permit de réduire un flutter ventriculaire 2 semaines après son implantation. Les

premiers algorithmes de reconnaissance et d'analyse des signaux électrocardiographiques ont été mis au point à cette époque.

Algorithmes de reconnaissance et d'analyse des signaux électrocardiographiques [8-12]

Les algorithmes de reconnaissance du tracé électrocardiographique ont été élaborés à partir de banques de données de signaux mises à la disposition des chercheurs et des industriels [13]. Les paramètres utilisés pour identifier un rythme choquable sont essentiellement l'amplitude, la fréquence et la morphologie des complexes électriques. Le défibrillateur semi-automatique (DSA) analyse le rythme par segments consécutifs d'une durée chacun de 3 à 4 secondes. Si deux segments successifs détectent un rythme compatible avec une FV-tachycardie ventriculaire (TV), le défibrillateur retient l'indication de choc et le propose à l'utilisateur. Si l'analyse des deux segments est discordante, un troisième segment est pris en compte pour décider de l'indication finale ou non d'un choc. Les algorithmes de reconnaissance introduits dans les défibrillateurs peuvent varier d'un industriel à l'autre. Ils possèdent chacun leur propre sensibilité et spécificité. La sensibilité est la capacité à détecter un rythme nécessitant effectivement un CEE. Elle est le plus souvent supérieure à 95 % [14]. La spécificité est la capacité à éviter une défibrillation inappropriée. Elle doit être la plus proche possible de 100 % pour garantir une sécurité d'emploi vis-à-vis du patient. Les seuils de reconnaissance d'un rythme choquable introduits par le fabricant peuvent être modifiés par toute personne habilitée, en l'occurrence le médecin responsable de la mise en place et du suivi de l'utilisation des défibrillateurs.

Expériences étrangères et françaises [14-23]

Parmi les publications princeps, deux méta-analyses ont été déterminantes pour le développement et la diffusion des DSA. Eisenberg et al. ont comparé le taux de survie des arrêts cardiaques extrahospitaliers (ACEH) dans 29 villes en fonction du système de secours préhospitalier en place [19]. Ils avaient classé les chaînes de secours selon deux catégories. La première comprenait un seul niveau de prise en charge, soit par une équipe de secouristes, soit par une équipe médicale. La deuxième associait deux niveaux successifs de prise en charge, en l'occurrence des secouristes renforcés par une équipe paramédicale ou médicale. La survie était d'autant plus élevée que le patient présentait un rythme choquable par le DSA et que la défibrillation par les secouristes était précoce. La méta-analyse d'Auble et al. reprend 1 827 patients en FV pris en charge par des secouristes professionnels munis d'un DSA [22]. Une diminution de mortalité très significative a été observée pour les patients ayant bénéficié d'une défibrillation précoce.

En France, les premières études de faisabilité ont eu lieu à Paris, Lille et Lyon [14, 16-18, 20, 21]. Au total, 36 DSA avaient été mis en œuvre chez 1 078 victimes dont 317 avaient présenté un rythme choquable. On note 30 survivants sans séquelle, dont 22 devaient leur survie à la mise en œuvre précoce du DSA. Une comparaison historique permet de constater que le taux de survie à 6 mois est passé de 1,5 % avant l'époque des DSA, à 3,4 % depuis l'utilisation des DSA [14]. Le suivi à 12 mois des 1 078 victimes révèle 10 % de survie dans le groupe des ACEH choqués par DSA, contre moins de 1 % dans le groupe des ACEH n'ayant pu bénéficier d'un choc.

■ Aspects législatifs

En 1992, l'Académie nationale de médecine rendait un avis favorable pour l'utilisation des DSA par des personnels de secours professionnels non-médecins [24-26].

Les personnels de santé souhaitant obtenir une habilitation à l'utilisation du DSA doivent valider une formation initiale et suivre des recyclages réguliers. Le rôle des médecins dans la surveillance de la bonne utilisation des DSA reste essentiel [27-30]. Ils participent à la formation initiale et continue des secouristes. Chaque utilisation de DSA fait l'objet d'un dossier médical. Les informations sur le déroulement de l'intervention initiale et le devenir immédiat du patient y sont recueillies [31].

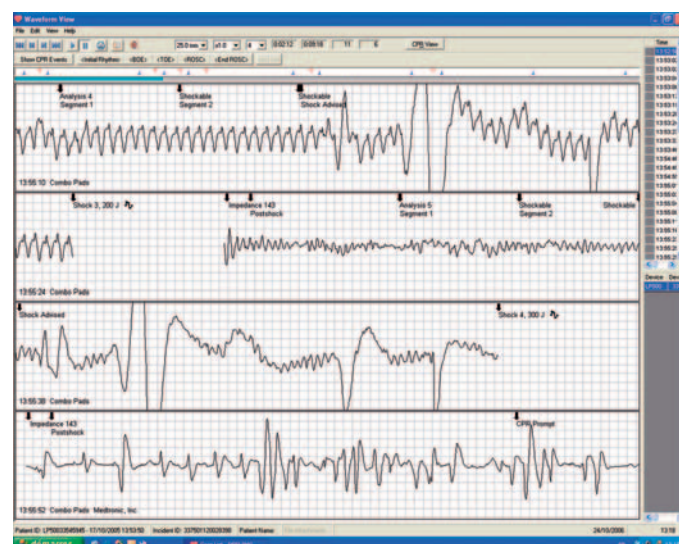


Figure 1. Exemple de rythme cardiaque analysé par le défibrillateur semi-automatique (DSA).

Ligne 1 : tracé compatible avec une tachycardie ventriculaire pour laquelle le DSA propose l'administration d'un choc.

Ligne 2 : administration d'un choc à 200 joules après lequel le DSA réalise une nouvelle analyse, détecte un aspect de fibrillation ventriculaire et propose un nouveau choc.

Ligne 3 : charge de l'appareil et administration d'un choc à 300 joules.

Ligne 4 : après le choc, réapparition de complexes ventriculaires d'aspect polymorphe. Le patient a récupéré un pouls palpable dans les instants suivants.

Pour les patients hospitalisés, les tracés enregistrés par le DSA sont transmis aux médecins hospitaliers afin d'enrichir la discussion d'une éventuelle mise en place d'un défibrillateur automatique implantable (Fig. 1). En ce qui concerne son utilisation chez l'enfant, la circulaire du 28 juin 2004 [32] autorise sa mise en place dès l'âge de 1 an.

■ Aspects techniques

Fibrillation ventriculaire

Définition clinique de la fibrillation ventriculaire

Décrite par Hoffa et Ludwig en 1849, la FV est marquée par l'inefficacité circulatoire qu'elle entraîne et par son caractère spontanément irréversible conduisant au décès en l'absence de traitement rapide. À thorax ouvert, le cœur en FV paraît immobile, sa surface étant parcourue d'ondulations vermiculaires [30].

Mode de survenue d'une fibrillation ventriculaire

La survenue d'une FV admet la coexistence d'un substrat myocardique arythmogène et d'un facteur déclenchant [33].

- Le substrat arythmogène désigne les facteurs tissulaires à l'origine d'une altération de l'électrophysiologie cellulaire. Il peut s'agir, soit de modifications anatomiques (zones d'ischémie ou de lésions myocardiques, fibrose diffuse des cardiomyopathies primitives, voie de conduction auriculo-ventriculaire accessoire), soit d'anomalies purement électriques (allongement de l'intervalle QT). Ces anomalies tissulaires génèrent de multiples boucles de réentrée électrique. Celles-ci entraînent une désynchronisation dans la contraction des cellules myocardiques, aboutissant finalement à une totale inefficacité de la mécanique ventriculaire.
- Les facteurs déclenchants concourant à abaisser le seuil de fibrillation comprennent les dimensions du substrat arythmogène, le taux des catécholamines circulantes, les anomalies métaboliques (dyskaliémies, dycalcémies), l'effet proarythmogène de certains médicaments.

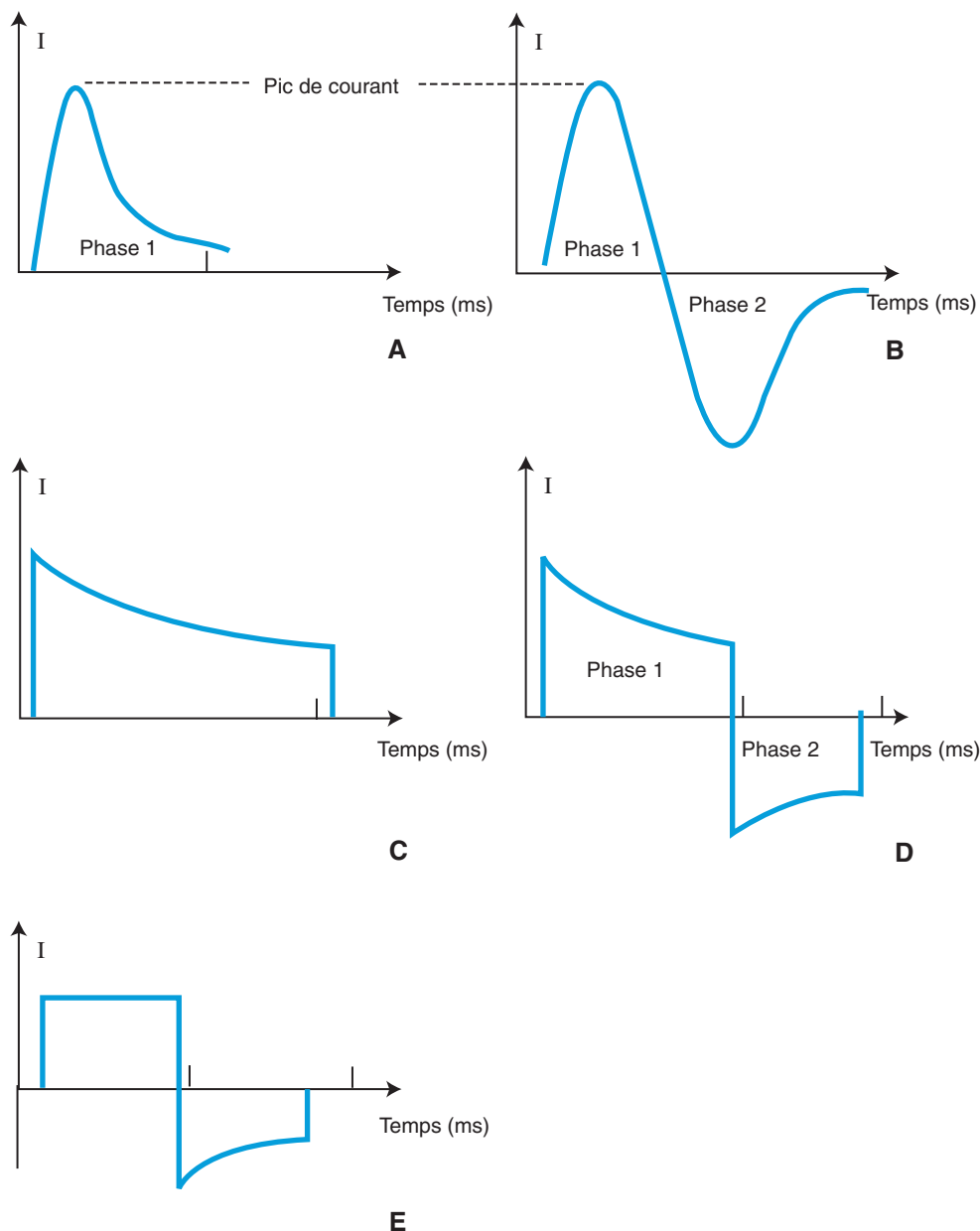


Figure 2. Formes d'ondes électriques de défibrillation cardiaque.

- A.** Onde monophasique, sinusoïdale, amortie.
- B.** Onde biphasique, sinusoïdale, amortie.
- C.** Onde monophasique, exponentielle, tronquée.
- D.** Onde biphasique, exponentielle, tronquée.
- E.** Onde biphasique à signal carré (phase 1), puis exponentielle tronquée (phase 2).

Évolution et pronostic d'une fibrillation ventriculaire

En l'absence de traitement, l'évolution naturelle de la FV est marquée par une diminution progressive de l'amplitude des mailles électriques. Cette dégradation aboutit après quelques minutes à une asystolie. La survie qui diminue de 7 à 10 % par minute est également liée à l'amplitude initiale des FV. Cummins et al. [34] rapportent 6 % de survie chez les patients en FV à petites mailles, et 36 % de survie quand la FV est à grandes mailles [35, 36].

Défibrillation électrique

Définitions

L'administration transthoracique d'un courant destinée à traiter un trouble du rythme cardiaque est appelée « choc électrique externe ». Le terme de « défibrillation électrique » désigne un CEE non synchronisé réalisé pour réduire un trouble du rythme ventriculaire de type FV-TV.

Notions d'électricité appliquées à la défibrillation électrique

Le courant électrique est caractérisé par une intensité et une tension. Selon la loi d'Ohm, la tension en volt (V) est le produit de l'intensité en ampère (A) par la résistance en ohm (Ω) : ($V = \Omega \times A$). La puissance électrique en watt (W) est le produit de

la tension par l'intensité ($W = V \times A$). L'énergie en joule (J) est le produit de la puissance par la durée ($J = W \times s$).

Le principe de la décharge d'un condensateur électrique est actuellement utilisé par tous les appareils de défibrillation. Un courant est administré pendant une durée d'environ 10 ms à travers les deux électrodes thoraciques. Cette durée extrêmement courte permet de limiter le dégagement de chaleur, source de lésions tissulaires. Les défibrillateurs les plus récents jouent sur une variation de l'intensité, de l'énergie et de la durée d'administration du choc pour optimiser son efficacité clinique.

Formes d'onde électrique de défibrillation

Les ondes peuvent être de forme « monophasique », le courant électrique circulant dans un seul sens à travers le thorax. Les DSA délivrent aussi des ondes de forme dite « biphasique » qui elles-mêmes peuvent être « exponentielles tronquées », à « signal carré ou rectiligne » ou « multipulsées » (Fig. 2). Les ondes biphasiques sont utilisées depuis longtemps pour les défibrillateurs automatiques implantables, et trouvent aujourd'hui leur place pour la défibrillation externe manuelle ou semi-automatique. La supériorité de l'onde biphasique sur l'onde monophasique a été démontrée pour les critères de jugement « patient admis vivant à l'hôpital », mais le taux de survie finale sans séquelle n'était pas modifié [37]. Pour ce qui concerne la comparaison des ondes biphasiques entre elles, aucune hiérarchisation n'est actuellement possible car aucune étude clinique prospective n'a jamais été réalisée dans ce but.

Tableau 1.

Facteurs de réussite d'une défibrillation électrique.

Facteurs influençant le résultat d'une défibrillation		
Anatomiques	Électriques	Biochimiques
Position correcte des électrodes	Taille des électrodes	Ischémie myocardique
Bonne adhésion cutanée des électrodes	Interface électrode-peau	Température corporelle
Choc sur un thorax ventilé en fin d'expiration	Impédance thoracique	pH tissulaire
Massage cardiaque préalable si l'ACR dure depuis plus de 4 à 5 minutes	Niveaux d'énergie et de courant adaptés	Hypoxie
Massage cardiaque postchoc immédiat	Forme de l'onde électrique	Dyskaliémie
	Nombre de chocs délivrés	Prise préalable d'un traitement antiarythmique

ACR : arrêt cardiorespiratoire.

Lors de son administration, la forme de l'onde administrée peut légèrement varier par rapport à la forme théorique attendue [38, 39]. Cette compliance concerne trois paramètres : le temps du passage du courant à travers le thorax, le niveau d'énergie réellement délivré, l'intensité du courant réellement administrée. Ces variations sont liées aux morphotypes des patients. Elles ne modifient pas l'efficacité du choc si elles ne dépassent pas un certain seuil. Chaque forme d'onde est affectée d'une certaine compliance que les industriels ont essayé de rendre optimale.

Facteurs de réussite d'une défibrillation électrique

Le CEE est aujourd'hui le seul traitement de la FV. Son mécanisme d'action reste discuté. La théorie de la masse critique suggère qu'une masse myocardique minimale doit être dépolarisée lors du CEE pour réduire la FV : l'interruption des multiples circuits de réentrées doit en effet intéresser environ 75 % du myocarde ventriculaire.

Les facteurs de réussite d'un CEE sont nombreux. Ils sont liés à des paramètres, soit anatomiques, soit biochimiques, soit électriques (Tableau 1). Parmi ces derniers, on retrouve le courant et l'énergie administrés. Si c'est bien le courant qui défibrille, le pic de courant, c'est-à-dire l'amplitude maximale de l'onde de choc, peut générer des effets délétères sur le myocarde lorsqu'il est trop élevé [40]. Quant à l'énergie, on dispose actuellement de chocs de basse énergie (90 à 150 J) et de haute énergie (200 à 360 J). Les basses énergies, d'utilisation plus récente, semblent aussi efficaces en termes de récupération d'un pouls palpable et génèrent moins souvent des anomalies électriques postchoc [39]. Leur utilisation n'a cependant pas amélioré le taux de survie sans séquelle neurologique [37]. Les nouvelles recommandations internationales restent prudentes et autorisent l'utilisation de chocs de basse et/ou de haute énergie, le niveau d'énergie optimal n'ayant pas encore pu être déterminé [41].

Appareils de défibrillation semi-automatique (Fig. 3)

Classification des dispositifs médicaux de défibrillation

Deux types d'appareils sont actuellement disponibles sur le marché : le DSA et le défibrillateur entièrement automatique (DEA). DSA et DEA sont regroupés sous une dénomination unique : les défibrillateurs automatiques externes (DAE). Leurs points communs sont nombreux. Ils ont les mêmes indications : l'état de mort apparente. Ils nécessitent tous les deux l'application d'électrodes sur le thorax du patient. Ils aident l'utilisateur grâce à des messages vocaux, analysent et identifient les rythmes cardiaques choquables. Ils stockent tous les deux les données dans une mémoire interne permettant d'établir une



Figure 3. Medtronic LP1000. Modèle de défibrillateur sous sa version semi-automatique qui a été conçu pour s'adapter de façon optimale aux nouvelles recommandations internationales.

parfaite traçabilité de leur utilisation. Leur différence se trouve dans les modalités d'application du CEE. Le DSA comporte un bouton « choc » que le secouriste doit presser quand l'appareil le lui recommande. Ce geste est une garantie de sécurité pour les intervenants autour de la victime. Sur le DEA, le bouton « choc » a été supprimé et c'est l'appareil qui décide du moment le plus opportun de la délivrance du choc après en avoir averti l'utilisateur par des messages vocaux. Du fait d'annonces vocales plus nombreuses, le DEA est difficilement utilisable dans les ambiances bruyantes.

Une étude comparant l'utilisation et l'ergonomie des deux types d'appareils par des élèves infirmières a montré que le DEA libère davantage l'utilisateur de toute contrainte technique, améliorant la qualité de la réalisation des gestes de survie et la compliance du sauveteur aux messages vocaux [42]. Si le DEA diminue le temps nécessaire pour administrer un CEE et améliore le pronostic des arrêts cardiaques intrahospitaliers, aucune étude n'a pour l'instant montré le bénéfice de l'un ou l'autre type d'appareil (DEA versus DSA) sur la survie des ACEH [43]. L'utilisation du DSA est actuellement soumise à une réglementation stricte, alors qu'aucune législation sur le DEA n'a encore été publiée au *Journal officiel*. Ce vide juridique devrait être corrigé au cours de l'année 2006, apportant aux futurs utilisateurs de DEA les modalités légales de formation et d'utilisation.

Caractéristiques techniques principales

Les appareils évoluent très rapidement grâce au dynamisme des industriels concernés. Les caractéristiques techniques standardisées des DSA disponibles sur le marché sont présentées dans le Tableau 2. Un progrès récent consiste par exemple à utiliser la mesure de l'impédance thoracique. Celle-ci se définit par la résistance rencontrée par le courant alternatif au moment où celui-ci traverse le thorax du patient. Pour que le défibrillateur autorise le choc, cette impédance doit se situer dans une plage bien définie (25 – 175 Ω). Si le poids du patient est trop important, ou s'il existe une mauvaise adhérence des électrodes à la peau, l'impédance mesurée se situera en dehors de cette plage et le patient ne sera pas choqué. Lorsqu'une structure de soins veut s'équiper de DSA, il appartient à un groupe de travail (médecin, infirmière, pharmacien, ingénieur biomédical) de préciser le cahier des charges techniques en fonction des besoins spécifiques du système de secours au sein duquel les DSA vont être utilisés. Les produits de plus en plus nombreux sur le marché obligent à mener une réflexion approfondie avant l'achat de tout appareil. Par exemple, il existe des DSA équipés de modules permettant la mesure de la saturation en oxygène, la mesure de la pression artérielle non invasive, la réalisation d'un électrocardiogramme complet. L'utilisation de ces modules chez un patient encore en train d'être massé ne paraît actuellement pas raisonnable dans la mesure où cela risque de générer

Tableau 2.

Caractéristiques techniques communes des défibrillateurs semi-automatiques (DSA). (Les valeurs ci-dessous peuvent varier d'un modèle à l'autre).

Caractéristiques	Valeurs
Taille	6 cm × 20 cm × 25 cm
Poids	1,5 à 2 kg avec pile
Intervalle de température pour utilisation (fonctionnement et veille)	0 °C à 50 °C
Intervalle de température pour stockage	- 20 °C à + 50 °C
Pression atmosphérique	700 à 1 060 hPa
Résistance aux chocs	Hauteur de chute 1 m, suivie d'un fonctionnement normal
Vibration-compatibilité électrostatique-émission électromagnétique	Conforme aux normes internationales - pas d'interférence avec un champ magnétique de faible amplitude
Aptitude à l'utilisation en avion	Conforme aux normes internationales - utilisable en conditions de vol commercial
Forme de l'impulsion de défibrillation	Biphasique : exponentielle tronquée ou rectiligne ou multipulse
Énergie délivrée	Protocole préconfiguré Adultes : séquence fixe : 200 J pour chaque choc ; séquence croissante (200 + 50 J à chaque choc suivant) Enfant : commutation automatique par insertion des électrodes pédiatriques D'autres valeurs d'énergies peuvent être programmées à la place des valeurs standards
Contrôle et commande de charge	Automatique quand l'analyse préconise un choc
Temps de charge entre la recommandation et l'instant où le choc est disponible	100 J en moins de 6 s – 200 J en moins de 10 s
Décharge de sécurité	Une décharge interne du défibrillateur intervient lorsque le rythme du patient ne nécessite pas de choc Aucun choc n'a été déclenché dans les 20 s suivant la disponibilité du choc Les électrodes se sont détachées de la peau du patient La touche « marche-arrêt » a été actionnée
Électrodes	Non polarisées (possibilité d'inverser leur position) Contrôle du contact électrode-peau par mesure d'impédance Adulte : 80 à 120 cm ² de surface pré-gélifiée par électrode Enfant : 20 cm ² de surface pré-gélifiée par électrode Câble d'électrode = 1,5 m
Rythmes nécessitant un choc	Fibrillation ventriculaire, tachycardie ventriculaire > 180 battements/min
Sensibilité - spécificité	Sensibilité > 98 % - spécificité proche de 100 %
Pile	Lithium-manganèse Dioxyde Capacité de 200 chocs de 150 J ou 7 h de fonctionnement sans choc
Autotest	Journalier automatique. Le DSA émet un bip sonore en cas de défection

des temps d'interruption de massage cardiaque externe, voire un retard à l'administration du CEE. D'autres modèles se limitent strictement à leur vocation initiale de « boîte à chocs ».

■ Mise en œuvre du défibrillateur semi-automatique

Chaîne de survie

La chaîne de survie insiste sur la rapidité nécessaire à tous les niveaux de prise en charge des ACEH [44]. Les quatre maillons de cette chaîne sont : l'alerte précoce, les gestes de survie précoces, la défibrillation précoce, la médicalisation précoce. Si le pronostic des patients est lié au bon déroulement de cette chaîne, la défaillance d'un seul maillon suffit à la rendre caduque.

• Le premier maillon est défini par l'alerte précoce. L'appelant au numéro d'urgence (112 ; 15 ; 18) doit fournir des renseignements précis qui permettent de déterminer le lieu et le type d'intervention. Le médecin régulateur déclenche alors le moyen de secours le plus proche.



- Le second maillon est défini par la réalisation des gestes de survie (massage cardiaque externe et bouche-à-bouche) par les premiers témoins [45, 46]. La mise en œuvre de ces gestes ne dépasse pas actuellement 10 % des cas en France [14]. Le massage cardiaque par le témoin permet de prolonger la durée de la FV et d'attendre le DSA apporté par les secouristes.
- Le troisième maillon est la défibrillation précoce par le DSA mis à la disposition des secouristes.
- Le quatrième maillon correspond à l'arrivée sur les lieux d'un médecin ou d'un personnel paramédical [28]. En France, cette mission est remplie par les équipes de réanimation préhospitalière (médecins urgentistes des services d'aide médicale d'urgence [samu], des sapeurs-pompiers ou anesthésistes-réanimateurs) qui viennent assurer le contrôle des voies aériennes par l'intubation orotrachéale, la ventilation mécanique, la mise en place d'une voie d'abord vasculaire, l'administration d'un traitement spécifique en fonction de l'étiologie de l'ACEH et l'administration éventuelle de CEE supplémentaires. Ce quatrième maillon fait l'objet d'un algorithme universel, dicté par l'European Resuscitation Council [28] (Fig. 4).

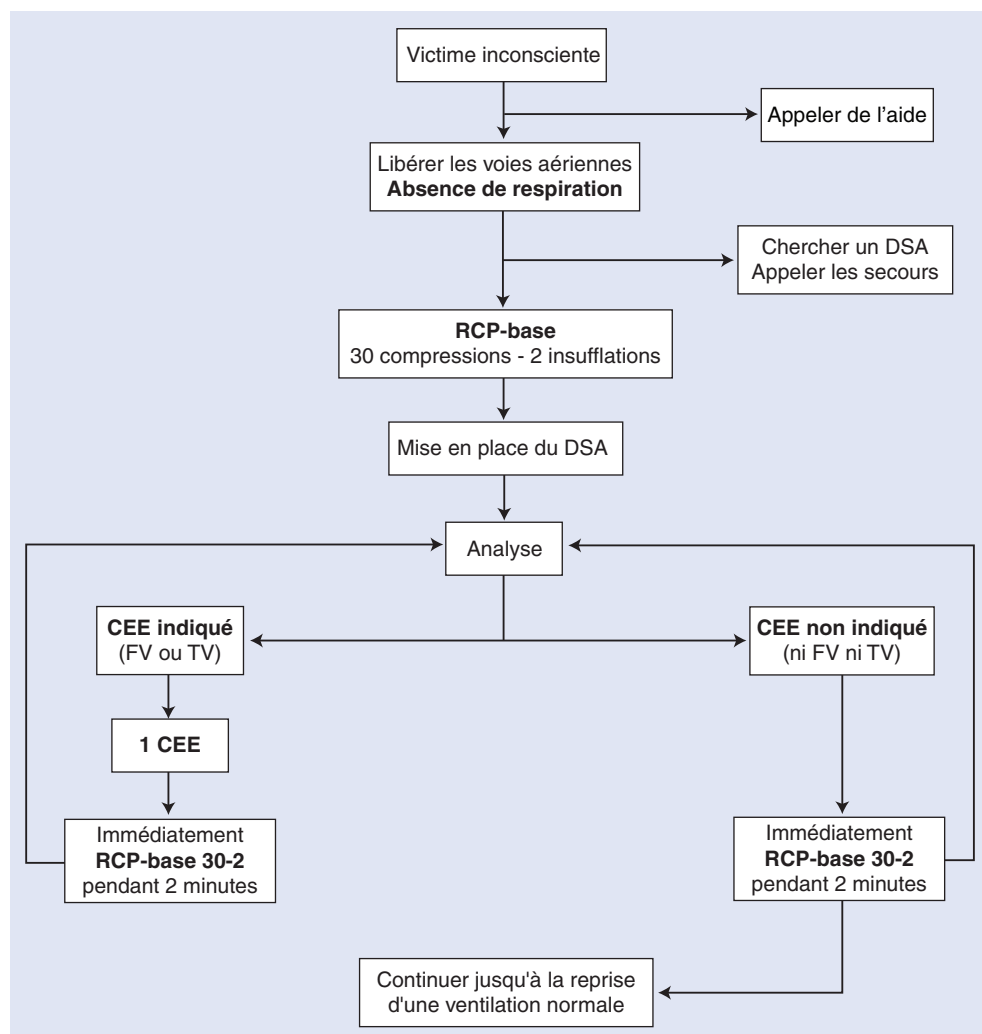


Figure 4. Arbre décisionnel. Algorithme d'utilisation du défibrillateur semi-automatique (DSA) selon l'European Resuscitation Council [28]. RCP : réanimation cardiopulmonaire ; CEE : choc électrique externe ; FV : fibrillation ventriculaire ; TV : tachycardie ventriculaire.

Intégration de la défibrillation précoce dans la chaîne de survie (Fig. 4)

La mise en œuvre du DSA est réalisée le plus souvent par une équipe de trois secouristes. Dès leur arrivée sur les lieux, ils doivent confirmer l'état de mort apparente et démarrer les gestes de survie. Si le délai estimé depuis la survenue de l'arrêt cardiorespiratoire dépasse 4 à 5 minutes, c'est la réanimation cardiopulmonaire (RCP) (massage cardiaque et ventilation artificielle) qui doit être prioritaire. Pour les ACEH datant de moins de 5 minutes, c'est au contraire la pose du DSA et l'administration d'un CEE qui restent la priorité. La pose du DSA précède dans tous les cas le contact avec le médecin régulateur du centre de réception des appels (112 ; 15 ; 18). On recommande aux secouristes de démarrer systématiquement la prise en charge par une RCP (massage cardiaque et ventilation artificielle) si aucun témoin n'était présent au moment de l'effondrement de la victime. Sur le plan pratique, les secouristes doivent le plus vite possible avoir accès au thorax nu du patient. Les électrodes adhésives sont disposées l'une sous la clavicule droite, l'autre en position latérothoracique gauche. Dès la mise sous tension du DSA, une « aide en ligne » sous la forme de messages vocaux et/ou visuels guide l'opérateur. Une première analyse est réalisée. Après l'administration éventuelle d'un CEE, une RCP de 2 minutes est immédiatement démarrée, avant une nouvelle analyse du rythme cardiaque du patient. Dès l'instant où un CEE n'est plus indiqué, le secouriste recherche la présence d'un pouls palpable au niveau carotidien. L'absence de pouls impose la reprise d'une RCP pendant 2 minutes. Les recommandations encouragent à interrompre le moins longtemps possible le massage cardiaque externe afin d'assurer une perfusion cérébrale continue et de limiter la souffrance neurologique [47].

Cas particuliers

- Le noyé. Le thorax doit être essuyé avant la pose des électrodes pour favoriser l'adhérence de celles-ci. En cas d'hypothermie associée, le nombre de CEE administrés ne doit pas dépasser trois tant que la température corporelle centrale est inférieure à 30 °C [48].
- La femme enceinte. La survenue d'un arrêt cardiorespiratoire au cours d'une grossesse reste un événement rare (1/30 000 grossesses). Les causes sont multiples : pathologie cardiaque préexistante, éclampsie, rupture de grossesse extra-utérine, embolie amniotique ou fibrinocruorique. L'utilisation du DSA est indiquée au même titre que dans l'arrêt cardiorespiratoire conventionnel. Il n'a pas été montré d'effet délétère du courant de défibrillation sur le cœur fœtal. Le niveau d'énergie et le nombre des CEE doivent suivre les recommandations standards. La mise en place des électrodes est d'autant plus difficile que la morphologie mammaire est conséquente [49].
- L'enfant. De multiples cas cliniques publiés depuis 2000 ont rapporté l'absence d'effet délétère et l'efficacité de l'utilisation du DSA chez l'enfant de moins de 8 ans. Les algorithmes spécifiques d'analyse électrocardiographique pour l'enfant permettent actuellement d'atteindre une spécificité proche de 100 % [50, 51]. Le niveau d'énergie optimal d'un choc chez l'enfant reste cependant inconnu [52]. L'extrapolation des résultats observés chez l'adulte [37] et les études pédiatriques animales montrent que le choc biphasique est au moins aussi efficace et génère moins de dysfonctionnement myocardique après son administration que l'onde de choc monophasique [53]. Les niveaux d'énergie actuellement recommandés sont de 2 J/kg (onde mono- ou biphasique) pour le premier choc. Si la FV n'est pas réduite, les chocs suivants sont réglés à 4 J/kg [54]. Le DSA est actuellement capable d'adapter

automatiquement la posologie du choc au poids de l'enfant. Cette adaptation se fait en deux étapes :

- le secouriste utilise des électrodes pédiatriques qui, une fois connectées au DSA, vont indiquer à la machine de prendre acte que la victime est un enfant de moins de 8 ans. Ces électrodes sont équipées d'un réducteur d'énergie ;
- le DSA mesure l'impédance thoracique juste avant l'administration du choc et libère le niveau d'énergie ajusté à l'impédance mesurée.

Concept de « DSA-vigilance »

La « DSA-vigilance » se définit comme la capacité à déceler, analyser et corriger un incident ou risque d'incident survenu dans le cadre de l'utilisation d'un DSA. Elle doit être réalisée à tous les niveaux de prise en charge de la victime et doit être effectuée par tous les acteurs de la chaîne des secours. Elle fait appel à la vigilance des secouristes utilisateurs de l'appareil et à la vigilance des médecins référents qui encadrent son utilisation et relisent a posteriori les tracés enregistrés. Enfin, le DSA est soumis aux règles de matériovigilance au même titre que tout dispositif médical. La DSA-vigilance a permis d'identifier les incidents survenus au cours de l'utilisation du DSA, classés en quatre catégories [55].

- 1 : administration inappropriée d'un choc par défaut de spécificité de l'algorithme d'analyse électrocardiographique de l'appareil (incidence 0,1 %) ;
- 2 : défaut d'administration d'un CEE alors qu'il aurait dû être délivré lié au décolllement d'une électrode, à une décharge de la batterie ou à un défaut de sensibilité de l'appareil (incidence 8 %) ;
- 3 : mise en jeu de la sécurité des personnels de secours avec des accidents d'électrisation ou d'électrocution (incidence proche de 0 %) ;
- 4 : problème de traçabilité, ou perte des données enregistrées par le DSA (incidence proche de 0).

Expérience à l'étranger

Au milieu des années 1990, une première compagnie aérienne, Quantas Airlines, a intégré des DSA dans ses avions dédiés aux vols commerciaux [56]. Un taux de survie spectaculaire de 26 % des ACEH a été observé suite à cette stratégie. La défibrillation est depuis effectuée par des personnels navigants commerciaux entraînés. Une autre compagnie aérienne, American Airlines, a atteint également une survie sans séquelle de 40 % au prix d'une formation de tous ses personnels navigants mais aussi des personnels au sol, attachés à l'aéroport. Des DSA sont ainsi disponibles autant dans les avions que dans les halls d'aéroports [57]. Les ACEH survenant dans les couloirs de l'aéroport de Chicago atteignent un taux de survie de 56 % [58]. D'autres lieux publics ont fait l'objet du même effort. Ainsi la survie des ACEH dans les casinos de Las Vegas atteint 53 % [59]. Outre un accès facilité à un appareil de défibrillation, le facteur pronostique essentiel reste cependant la présence d'un témoin actif au moment de la survenue de l'arrêt. Lorsque le témoin n'est pas formé au massage cardiaque, le taux de survie retombe en effet à 23 % [60].

Expérience en France

La compagnie nationale Air France a formé l'ensemble de ses personnels puis a équipé tous ses appareils de DSA, atteignant un taux de survie sans séquelle de 17 % [61]. Sur le territoire français, une étude particulièrement intéressante a été menée à Montbard en Côte-d'Or [62]. Dans cette ville, près de 50 % de la population a été formée aux gestes de survie. Cette étude observationnelle avait pour but de mesurer l'impact, sur la survie des patients victimes d'un ACEH, que peut avoir une formation du grand public aux gestes de secourisme. Sur une période de trois années, 44 ACEH ont été réanimés par un médecin urgentiste envoyé par le samu. Parmi eux, sept ont survécu sans séquelle. L'expérimentation a encouragé les responsables locaux à poursuivre cette formation du grand public et à déposer une proposition de loi visant à généraliser l'accès public aux défibrillateurs. Dans la même commune, une évaluation de la pertinence d'une formation courte pour des enfants de moins de 10 ans a été menée chez 43 élèves âgés de

9 ans. Ils ont bénéficié d'une formation de 1 heure dont les objectifs étaient l'évaluation de la conscience et de la ventilation, l'apprentissage d'une alerte correcte, d'une RCP et de la mise en œuvre d'un défibrillateur entièrement automatique. Les enfants n'éprouvaient aucune difficulté à installer le défibrillateur et à effectuer le massage cardiaque externe. Le bouche-à-bouche était en revanche plus difficile à exécuter. Cette expérience devrait inciter les pouvoirs publics à intégrer, dans les programmes scolaires, la formation aux gestes de secours avec défibrillateur. Une autre étude de faisabilité a eu lieu à Hyères, dans le Var, associant une formation courte de la population et la mise en place de défibrillateurs dans des lieux publics particuliers : gymnase, mairie, stade. Ces expériences semblent d'autant plus pertinentes qu'elles sont réalisées dans des régions de faible densité de population, d'un âge moyen élevé et d'un taux faible de médicalisation. La législation autorisant la mise en place de défibrillateurs entièrement automatiques et leur utilisation par le grand public est en cours de validation auprès des ministères concernés.

“ Points forts

- Le choc électrique externe est d'autant plus efficace qu'il est administré précocement.
- Le défibrillateur s'intègre dans la chaîne des secours qui comporte les maillons « alerte précoce – gestes de survie précoces – défibrillation précoce – médicalisation précoce – hospitalisation précoce ».
- Le DAE (défibrillateur automatique externe) regroupe le DSA (défibrillateur semi-automatique) et le DEA (défibrillateur entièrement automatique).
- La supériorité de l'onde biphasique sur l'onde monophasique a été démontrée pour le critère « patient admis vivant à l'hôpital » mais non pour le critère « survie à 1 an ». Les ondes biphasiques sont différentes d'un type de DSA à l'autre. Aucune étude clinique prospective n'a démontré la supériorité de l'une d'entre elles.

■ Formation : deux filières possibles [30, 46, 63]

L'Observatoire national du secourisme a contribué à l'évolution de l'arrêté du 4 février 1999 [64] vers l'arrêté du 10 septembre 2001 [65]. Ces deux arrêtés sont complémentaires et ciblent des publics différents.

- L'arrêté du 4 février 1999 s'adresse aux titulaires d'un diplôme d'État d'infirmier, de masseur-kinésithérapeute ou de manipulateur d'électroradiologie médicale, ainsi que les titulaires du certificat de capacité d'ambulancier. Leur formation est coordonnée par le responsable du samu départemental. Elle est sous la responsabilité d'un médecin urgentiste, d'un cardiologue, d'un anesthésiste-réanimateur, d'un médecin des armées ou des sapeurs-pompiers, assisté par des moniteurs de secourisme. Un recyclage annuel est effectué au sein du service utilisateur par le médecin responsable.
- L'arrêté du 10 septembre 2001 s'adresse aux secouristes. La formation au DSA est une partie intégrante et indissociable des Attestations de formation complémentaire aux premiers secours avec matériel (AFCSAM) et des Certificats de formation aux activités de premiers secours en équipe (CFAPSE). Elle est assurée par les organismes habilités ou les associations agréées pour la formation au secourisme. Le DSA est enseigné en même temps que le massage cardiaque externe. La formation continue est assurée par le service formateur.

À l'avenir, il existe une volonté forte de simplifier et de raccourcir les formations au DSA. Toute simplification est cependant amenée à respecter le principe qui consiste à ne jamais dissocier la formation au défibrillateur automatique externe de la formation aux gestes de survie, dont le massage cardiaque externe en particulier.

■ Perspectives d'avenir et controverses

Perspectives d'avenir

Administration du choc électrique externe synchronisée à la phase de compression thoracique

Au cours du massage cardiaque externe, la phase de compression thoracique entraîne une densité de tissu myocardique plus importante d'où une meilleure conduction intramyocardique du courant avec une augmentation des chances de succès de la défibrillation. La synchronisation du CEE administré pendant la phase de compression peut se faire si le DSA est couplé à un dispositif médical de massage cardiaque automatique. Ce couplage évite toute interruption du massage et assure des perfusions coronaire et cérébrale continues.

Prédiction du succès du choc électrique externe

Le succès d'un CEE est défini par la résolution de la FV-TV et l'absence de récurrence pendant plus de 5 secondes après l'administration du CEE [47]. Un des objectifs de la recherche actuelle sur l'ACEH consiste à détecter parmi les FV-TV celles qui répondent le moins bien au CEE, la prédiction d'un échec au CEE permettant de décider d'une stratégie thérapeutique alternative au CEE, en l'occurrence un massage cardiaque externe prolongé. D'une façon générale, les études sur la prédiction du succès au CEE reposent sur l'analyse du signal électrocardiographique enregistré par le DAE. Il a été montré depuis longtemps que des amplitudes et/ou des fréquences plus importantes des mailles de FV-TV sont associées à une meilleure réponse au CEE [36]. D'autres paramètres électriques ont été récemment étudiés. Mais leur valeur prédictive reste décevante et leur utilisation n'est pas réalisable en temps réel [66].

Défibrillateur semi-automatique assisté d'un outil de communication

Les DSA mis en place dans les lieux publics peuvent être équipés d'un émetteur-récepteur et leur allumage peut déclencher une connexion entre l'utilisateur et le médecin régulateur du centre de réception des appels de secours. Il devient dès lors possible de localiser plus rapidement le lieu de survenue de l'ACEH et d'organiser une aide à distance à la réalisation des gestes de survie. Cette perspective est en cours d'étude dans certains départements français.

Controverses émergent des dernières recommandations internationales [41, 67]

Lors d'un arrêt cardiaque extrahospitalier en fibrillation ventriculaire-tachycardie ventriculaire, la priorité est-elle au choc électrique externe ou au massage cardiaque externe ?

Si le délai d'arrivée des secours au chevet du malade dépasse 4-5 minutes, la réalisation d'un massage cardiaque externe préalable au CEE a amélioré le pronostic des malades dans l'étude de Wik et al. [68]. Cependant, le massage cardiaque externe en premier n'a apporté aucun bénéfice en termes de survie dans l'étude de Jacobs et al. [69]. Les résultats contradictoires ne permettent pas d'établir une recommandation forte. Dans l'attente d'études qui permettraient d'établir un niveau de preuve suffisant, les recommandations retenues en l'état actuel des connaissances sont les suivantes : 1,5 à 3 minutes de massage cardiaque externe peuvent être appliquées avant une tentative de CEE chez les patients souffrant de FV-TV depuis plus de 4-5 minutes. Cette recommandation de niveau de preuve faible ne concerne pas les arrêts cardiaques intrahospitaliers. Par ailleurs, la ventilation est inutile au cours des premières minutes d'une FV initiale [70]. Ventiler reste cependant primordial dans le cadre de l'ACEH d'étiologie hypoxique, en particulier l'ACEH chez l'enfant, le noyé ou l'intoxiqué.

Nombre de chocs administrés

Les recommandations européennes publiées en 2000 préconisaient trois chocs successifs en cas de persistance de FV-TV.

Les recommandations européennes de 2005 proposent une limitation de ce nombre à un CEE toutes les 2 minutes. Ce changement a pour objectif de diminuer les temps d'interruption de massage cardiaque externe induits par des CEE itératifs. Ces interruptions altèrent les perfusions coronaire et cérébrale et aggravent très rapidement le pronostic vital des patients [71].

Énergie du premier choc électrique externe [41]

La stratégie consistant à administrer un seul choc conduit à rechercher l'énergie optimale pour que ce choc unique soit efficace. L'énergie du choc est considérée comme acceptable si elle apporte une probabilité de succès de 90 %. Le succès d'un CEE est défini par l'observation de la disparition de la FV-TV à la 5^e seconde après celui-ci. Les probabilités de succès pour le premier CEE administré en fonction des ondes de défibrillation existantes sont les suivantes :

- onde monophasique : 77 à 91 % de succès à 200 J. La recommandation est de 360 J pour le premier choc ;
- onde biphasique exponentielle tronquée (BTE) : 86 à 98 % de succès à 150 J. La recommandation est de 150 J pour le premier choc ;
- onde rectiligne biphasique (RB) : 85 à 99 % de succès à 120 J. La recommandation est de 120 J pour le premier choc ;
- onde biphasique multipulsée : 89 % de succès à 120 J. La recommandation est de 120 J pour le premier choc.

Conduite à tenir après un choc électrique externe unique [47, 67]

La reprise immédiate du massage cardiaque externe après un choc inefficace a également pour objectif de réduire les temps d'attente et d'inaction des secouristes, et donc la non-perfusion coronaire et cérébrale. Cependant, aucune étude n'a mesuré le bénéfice éventuel d'un CEE avec un massage cardiaque externe postchoc immédiat versus trois CEE. La recommandation retenue « un choc suivi d'un massage cardiaque externe immédiat » repose pour l'instant sur un niveau de preuve faible, mais semble une attitude cohérente au vu de la physiopathologie de l'ACEH.

Problème du deuxième choc

Une étude met en évidence la fréquence accrue de blocs auriculoventriculaires après un second choc quand celui-ci est d'énergie élevée (360 J) [72]. Aucune étude n'a montré le bénéfice d'une escalade dans les niveaux d'énergie délivrés au fur et à mesure des chocs successivement administrés. Les recommandations actuelles proposent de rester au même niveau d'énergie en cas de FV-TV récidivante. La FV-TV récidivante se définit par le succès d'un CEE sur une FV-TV, mais avec sa récurrence dans les instants qui suivent. Les recommandations laissent le choix à l'utilisateur en cas de FV-TV réfractaire. La FV-TV réfractaire se définit par l'absence de succès du CEE et donc la constatation d'une persistance de FV-TV dans les secondes qui suivent le CEE.

“ Points forts

Nouvelles recommandations 2005.

- La réalisation d'un massage cardiaque avant le choc dans les cas où la durée de l'arrêt cardiaque est pris en charge au-delà des 4 premières minutes.
- La réalisation si nécessaire d'un choc toutes les 2 minutes.
- La reprise immédiate du massage cardiaque après un choc, et non plus la recherche d'un pouls carotidien systématique.
- L'administration préférentielle d'un choc de type biphasique.



Références

- [1] Driscoll TE, Ratnoff OD, Nygaard OF. The remarkable Dr. Abildgaard and countershock. The bicentennial of his electrical experiments on animals. *Ann Intern Med* 1975;**83**:878-82.
- [2] Prevost JL, Batelli F. Sur quelques effets des décharges électriques sur le cœur des mammifères. *CR Acad Sci* 1899;**1269**:167.
- [3] Beck CS, Pritchard WH, Feil HS. Ventricular fibrillation of long duration abolished by electric shock. *JAMA* 1947;**135**:985-6.
- [4] Hooker DR, Kouwenhoven WB, Langworthy OR. The effects of alternating electrical currents on the heart. *Am J Physiol* 1933;**103**:444.
- [5] Mirowski M, Reid PR, Mower MM, Watkins L, Gott VL, Schauble JF, et al. Termination of malignant ventricular arrhythmias with an implanted automatic defibrillator in human beings. *N Engl J Med* 1980;**303**:322-4.
- [6] Pantridge JF, Geddes JS. A mobile intensive-care unit in the management of myocardial infarction. *Lancet* 1967;**2**:271-3.
- [7] Rose LB, Press E. Cardiac defibrillation by ambulance attendants. *JAMA* 1972;**219**:63-8.
- [8] Cummins RO, Stults KR, Haggard B, Kerber RE, Schaeffer S, Brown DD. A new rhythm library for testing automatic external defibrillators: performance of three devices. *J Am Coll Cardiol* 1988;**11**:597-602.
- [9] Carlson MD, Freeman CS, Garan H, Ruskin JN. Sensitivity of an automatic external defibrillator for ventricular tachyarrhythmias in patients undergoing electrophysiologic studies. *Am J Cardiol* 1988;**61**:787-90.
- [10] Dickey W, Dalzell GW, Anderson JM, Adgey AA. The accuracy of decision-making of a semi-automatic defibrillator during cardiac arrest. *Eur Heart J* 1992;**13**:608-15.
- [11] Murray A, Clayton RH, Campbell RW. Assessment of the ventricular fibrillation detection algorithm in the semi-automatic Cardio-Aid defibrillator. *Resuscitation* 1995;**29**:113-7.
- [12] Poole JE, White RD, Kanz KG, Hengstenberg F, Jarrard GT, Robinson JC, et al. Low-energy impedance-compensating biphasic waveforms terminate ventricular fibrillation at high rates in victims of out-of-hospital cardiac arrest. LIFE Investigators. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1997;**8**:1373-85.
- [13] Goldberger AL, Amaral LA, Glass L, Hausdorff JM, Ivanov PC, Mark RG, et al. PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: components of a new research resource for complex physiologic signals. *Circulation* 2000;**101**:E215-E220.
- [14] Jost D, Richter F, Morell E, Michel A, Rebeyrend-Colin M, Prost G, et al. Expérience française de la défibrillation semi-automatique. *JEUR* 1998;**3**:124-31.
- [15] Eisenberg MS, Copass MK, Hallstrom AP, Blake B, Bergner L, Short FA, et al. Treatment of out-of-hospital cardiac arrests with rapid defibrillation by emergency medical technicians. *N Engl J Med* 1980;**302**:1379-83.
- [16] Prost G, Perfus JP, Rebeyrend-Colin M. Utilisation de défibrillateurs semi-automatiques en milieu extra-hospitaliers : applications par les Sapeurs-pompiers professionnels et le Samu de Lyon. *Rev SAMU* 1993;**5**:218-23.
- [17] Ould-Ahmed M, Jost D, Guiavarch M, Rüttimann M, Michel A. Défibrillation précoce et arrêt circulatoire extra-hospitalier : devenir de 423 patients pris en charge avec un défibrillateur semi-automatique. *Rean Urg* 2000;**9**:42-8.
- [18] Ould-Ahmed M, Bordier E, Leenhardt A, Franck R, Michel A. Défibrillateur automatique implanté après fibrillation ventriculaire traitée par défibrillation semi-automatique. *Ann Fr Anesth Reanim* 1998;**17**:47-51.
- [19] Eisenberg MS, Horwood BT, Cummins RO, Reynolds-Haertle R, Hearne TR. Cardiac arrest and resuscitation: a tale of 29 cities. *Ann Emerg Med* 1990;**19**:179-86.
- [20] Cara M. Rapport au nom d'un groupe de travail sur l'utilisation des défibrillateurs semi-automatiques par des non-médecins. *Bull Acad Natle Méd* 1993;**177**:243-5.
- [21] Besnard L, Joly R, Lacrampe B, Benameur N, Marson JC, Facon A, et al. La défibrillation semi-automatique : expérience du SAMU régional de Lille et des Sapeurs-pompiers de la communauté urbaine de Lille. *Rev SAMU* 1997;**1**:42-3.
- [22] Auble TE, Menegazzi JJ, Paris PM. Effect of out-of-hospital defibrillation by basic life support providers on cardiac arrest mortality: a meta-analysis. *Ann Emerg Med* 1995;**25**:642-8.
- [23] Weaver WD, Hill D, Fahrenbruch CE, Copass MK, Martin JS, Cobb LA, et al. Use of the automatic external defibrillator in the management of out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 1988;**319**:661-6.
- [24] Décret n° 98-239 du 27 mars 1998 fixant les catégories de personnes non-médecins habilités à utiliser un défibrillateur semi-automatique. NOR : MESP9820595D.
- [25] Beydon L, Guilleux AM, Cazalaà JB, Safran D. Matériorvigilance. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Anesthésie-Réanimation. 36-100-D-10, 2002.
- [26] Couessurel N, Torres E, Graveline P. Aspects légaux et réglementaires. *Urg Prat* 2000;**41**:19-23.
- [27] Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiac care. Emergency Cardiac Care Committee and Subcommittees, American Heart Association. *JAMA* 1992;**268**:2199-302.
- [28] Nolan JP, Deakin CD, Soar J, Bottiger BW, Smith G. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 4. Adult advanced life support. *Resuscitation* 2005;**67**(suppl1):S39-S86.
- [29] Robertson C, Steen P, Adgey J, Bossaert L, Carli P, Chamberlain D, et al. The 1998 European Resuscitation Council guidelines for adult advanced life support: a statement from the Working Group on Advanced Life Support, and approved by the executive committee. *Resuscitation* 1998;**37**:81-90.
- [30] Bossaert L, Handley A, Marsden A, Arntz R, Chamberlain D, Ekstrom L, et al. European Resuscitation Council guidelines for the use of automated external defibrillators by EMS providers and first responders: a statement from the Early Defibrillation Task Force, with contributions from the Working Groups on Basic and Advanced Life Support, and approved by the Executive Committee. *Resuscitation* 1998;**37**:91-4.
- [31] Cummins RO, Chamberlain DA, Abramson NS, Allen M, Baskett PJ, Becker L, et al. Recommended guidelines for uniform reporting of data from out-of-hospital cardiac arrest: the Utstein Style. A statement for health professionals from a task force of the American Heart Association, the European Resuscitation Council, the Heart and Stroke Foundation of Canada, and the Australian Resuscitation Council. *Circulation* 1991;**84**:960-75.
- [32] Circulaire du 28 juin 2004 relative à la formation des secouristes à l'utilisation d'un défibrillateur semi-automatique.
- [33] Bossaert LL. Fibrillation and defibrillation of the heart. *Br J Anaesth* 1997;**79**:203-13.
- [34] Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP. Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. *Ann Emerg Med* 1993;**22**:1652-8.
- [35] Bayes de Luna A, Coumel P, Leclercq JF. Ambulatory sudden cardiac death: mechanisms of production of fatal arrhythmia on the basis of data from 157 cases. *Am Heart J* 1989;**117**:151-9.
- [36] Weaver WD, Cobb LA, Dennis D, Ray R, Hallstrom AP, Copass MK. Amplitude of ventricular fibrillation waveform and outcome after cardiac arrest. *Ann Intern Med* 1985;**102**:53-5.
- [37] Schneider T, Martens PR, Paschen H, Kuisma M, Wolcke B, Gliner BE, et al. 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.
- [38] Cansell A. Efficacité et sécurité des formes d'ondes des impulsions de défibrillation cardiaque transthoracique. *Rev SAMU* 1997;**5**:229-37.
- [39] Bardy GH, Marchlinski FE, Sharma AD, Worley SJ, Luceri RM, Yee R, et al. Multicenter comparison of truncated biphasic shocks and standard damped sine wave monophasic shocks for transthoracic ventricular defibrillation. Transthoracic Investigators. *Circulation* 1996;**94**:2507-14.
- [40] Tacker WA. In: *Defibrillation and the heart*. St Louis: Mosby-Year book; 1994. p. 228-91.
- [41] Deakin CD, Nolan JP. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 3. Electrical therapies: automated external defibrillators, defibrillation, cardioversion and pacing. *Resuscitation* 2005;**67**(suppl1):S25-S37.
- [42] Monsieurs KG, Vogels C, Bossaert LL, Meert P, Calle PA. A study comparing the usability of fully automatic versus semi-automatic defibrillation by untrained nursing students. *Resuscitation* 2005;**64**:41-7.
- [43] Hancock HC, Roebuck A, Farrer M, Campbell S. Fully automatic external defibrillators in acute care: Clinicians' experiences and perceptions. *Eur J Cardiovasc Nurs* 2006;**5**:214-21.
- [44] 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.
- [45] Riou B, Jannièrre D, Carli P. Réanimation cardiopulmonaire extrahospitalière. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Anesthésie-Réanimation. 36-725-A-10, 1995.
- [46] McDowell R, Krohmer J, Spait DW, Benson N, Pons P. Guidelines for implementation of early defibrillation/automated external defibrillator programs. American College of Emergency Physicians. *Ann Emerg Med* 1993;**22**:740-1.

- [47] 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Part 3: defibrillation. *Resuscitation* 2005;**67**: 203-11.
- [48] Thomas R, Cahill CJ. Successful defibrillation in profound hypothermia (core body temperature 25,6 degrees C). *Resuscitation* 2000;**47**:317-20.
- [49] Nanson J, Elcock D, Williams M, Deakin CD. Do physiological changes in pregnancy change defibrillation energy requirements? *Br J Anaesth* 2001;**87**:237-9.
- [50] Atkinson E, Mikysa B, Conway JA, Parker M, Christian K, Deshpande J, et al. Specificity and sensitivity of automated external defibrillator rhythm analysis in infants and children. *Ann Emerg Med* 2003;**42**:185-96.
- [51] Cecchin F, Jorgenson DB, Berul CI, Perry JC, Zimmerman AA, Duncan BW, et al. Is arrhythmia detection by automatic external defibrillator accurate for children?: sensitivity and specificity of an automatic external defibrillator algorithm in 696 pediatric arrhythmias. *Circulation* 2001;**103**:2483-8.
- [52] Samson RA, Berg RA, Bingham R, Biarent D, Coovadia A, Hazinski MF, et al. Use of automated external defibrillators for children: an update: an advisory statement from the pediatric advanced life support task force, International Liaison Committee on Resuscitation. *Circulation* 2003;**107**:3250-5.
- [53] Berg RA, Chapman FW, Berg MD, Hilwig RW, Banville I, Walker RG, et al. Attenuated adult biphasic shocks compared with weight-based monophasic shocks in a swine model of prolonged pediatric ventricular fibrillation. *Resuscitation* 2004;**61**:189-97.
- [54] 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Part 6: Paediatric basic and advanced life support. *Resuscitation* 2005;**67**:271-91.
- [55] Jost D, Ruttimann M, Grasser L, Michel A. Incidents survenus au cours de l'utilisation des défibrillateurs semi-automatiques dans les arrêts cardio-respiratoires pré-hospitaliers. *Ann Fr Anesth Reanim* 1999;**18**: R483.
- [56] O'Rourke MF, Donaldson E, Geddes JS. An airline cardiac arrest program. *Circulation* 1997;**96**:2849-53.
- [57] Page RL, Joglar JA, Kowal RC, Zagrodzky JD, Nelson LL, Ramaswamy K, et al. Use of automated external defibrillators by a U.S. airline. *N Engl J Med* 2000;**343**:1210-6.
- [58] Caffrey SL, Willoughby PJ, Pepe PE, Becker LB. Public use of automated external defibrillators. *N Engl J Med* 2002;**347**:1242-7.
- [59] Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G, Clark LL, Spaite DW, Hardman RG. Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. *N Engl J Med* 2000;**343**:1206-9.
- [60] Hallstrom AP, Ornato JP, Weisfeldt M, Travers A, Christenson J, McBurnie MA, et al. Public-access defibrillation and survival after out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2004;**351**:637-46.
- [61] Bertrand C, Rodriguez Redington P, Lecarpentier E, Bellaiche G, Michel D, Teiger E, et al. Preliminary report on AED deployment on the entire Air France commercial fleet: a joint venture with Paris XII University Training Programme. *Resuscitation* 2004;**63**:175-81.
- [62] Rifler JP, Zarouala B, Wemba-Lenga F, Sahli D, Jan A, Boudenia K, et al. Evaluation de la pertinence d'une formation courte au défibrillateur automatique pour des enfants de moins de 10 ans. *JEUR* 2006;**19**:129-31.
- [63] Nichol G, Hallstrom AP, Kerber R, Moss AJ, Ornato JP, Palmer D, et al. American Heart Association report on the second public access defibrillation conference, April 17-19, 1997. *Circulation* 1998;**97**: 1309-14.
- [64] Arrêté du 4 février 1999 relatif à la formation des personnes non-médecins habilitées à utiliser un défibrillateur semi-automatique (JO du 12/12/99).
- [65] Arrêté du 10 septembre 2001 relatif à la formation des secouristes à l'utilisation d'un défibrillateur semi-automatique (JO du 25 septembre 2001).
- [66] Hamprecht FA, Jost D, Ruttimann M, Calamai F, Kowalski JJ. Preliminary results on the prediction of countershock success with fibrillation power. *Resuscitation* 2001;**50**:297-9.
- [67] Nolan JP, Hazinski MF, Steen PA, Becker LB. Controversial Topics from the 2005 International Consensus Conference on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 2005;**67**: 175-9.
- [68] Wik L, Hansen TB, Fylling F, Steen T, Vaagenes P, Auestad BH, et al. Delaying defibrillation to give basic cardiopulmonary resuscitation to patients with out-of-hospital ventricular fibrillation: a randomized trial. *JAMA* 2003;**289**:1389-95.
- [69] Jacobs IG, Finn JC, Oxer HF, Jelinek GA. CPR before defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest: a randomized trial. *Emerg Med Australas* 2005;**17**:39-45.
- [70] Van Hoeyweghen RJ, Bossaert LL, Mullie A, Calle P, Martens P, Buylaert WA, et al. Quality and efficiency of bystander CPR. Belgian Cerebral Resuscitation Study Group. *Resuscitation* 1993;**26**:47-52.
- [71] 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.
- [72] Weaver WD, Cobb LA, Copass MK, Hallstrom AP. Ventricular defibrillation a comparative trial using 175-J and 320-J shocks. *N Engl J Med* 1982;**307**:1101-6.

D. Jost (daniel.jost2@wanadoo.fr).

Service médical d'urgence de la Brigade de Sapeurs-Pompiers de Paris, 1, place Jules-Renard, 75017 Paris, France.

M. Ould-Ahmed.

Département d'anesthésie-réanimation, Hôpital d'instruction des Armées Desgenettes, B.P. 25, 69998 Lyon-Armées, France.

H. Degrange.

Service médical d'urgence de la Brigade de Sapeurs-Pompiers de Paris, 1, place Jules-Renard, 75017 Paris, France.

G. Gueret.

Service médical d'urgence de la Brigade de Sapeurs-Pompiers de Paris, 1, place Jules-Renard, 75017 Paris, France.

Département d'anesthésie-réanimation, Centre hospitalier universitaire La Cavale Blanche, 29609 Brest, France.

P. Heno.

Service de cardiologie, Hôpital d'instruction des Armées Laveran, 13998 Marseille-Armées, France.

C. Fuilla.

Groupe de travail de la Brigade de Sapeurs-Pompiers de Paris sur l'arrêt cardiaque

Service médical d'urgence de la Brigade de Sapeurs-Pompiers de Paris, 1, place Jules-Renard, 75017 Paris, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Jost D., Ould-Ahmed M., Degrange H., Gueret G., Heno P., Fuilla C. Défibrillations semi-automatique et entièrement automatique externes. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Médecine d'urgence, 25-010-B-30, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com



Arbres
décisionnels



Iconographies
supplémentaires



Vidéos /
Animations



Documents
légaux



Information
au patient



Informations
supplémentaires



Auto-
évaluations