



DÉFIBRILLATION BIPHASIQUE

INTRODUCTION

La défibrillation est le seul traitement véritablement efficace en cas d'arrêt cardio-circulatoire (ACC) subit. Le choix de la technique d'onde utilisée par un défibrillateur est donc essentiel pour l'efficacité de la défibrillation et l'avenir du patient.

Quel que soit le type d'utilisation que vous envisagez, dans un hôpital, un centre de soins, une entreprise, ou une unité d'intervention d'urgence, vous allez sans doute vous poser les questions suivantes :

- Quel est le principe de la défibrillation ?
- Comment les ondes de défibrillation ont-elles évolué ?
- Pourquoi la technologie biphasique constitue-t-elle le meilleur choix aujourd'hui ?
- Quel est le résultat des études effectuées sur la défibrillation en cas de fibrillation ventriculaire prolongée ?
- Existe-t-il une relation entre l'onde, le niveau d'énergie et les dysfonctionnements éventuels après le choc ?
- Est-il nécessaire d'utiliser des niveaux croissants d'énergie pour traiter les arrêts cardio-circulatoires subits ?
- Certaines ondes risquent-elles d'entraîner une nouvelle fibrillation ?
- Les ondes biphasiques ont-elles toutes les mêmes effets ?
- Les diverses technologies d'onde peuvent-elles être utilisées sur tous les patients ?
- Quelle est la différence entre l'onde SMART Biphasic et les autres ondes biphasiques ?
- Existe-t-il une norme sur les niveaux d'énergie à utiliser en défibrillation biphasique ?

A l'instar des technologies développées pour les défibrillateurs cardiaques implantables (DCI), les technologies actuelles d'onde biphasique transthoracique permettent de concevoir des appareils plus compacts et plus fiables ; toutefois, l'utilisation de ces ondes externes doit tenir compte des effets potentiellement dangereux liés à la l'impédance thoracique, variable selon les patients. En 1996, Philips Medical Systems a commercialisé le premier défibrillateur semi-automatique (DSA) à onde biphasique de défibrillation externe. Aujourd'hui, Philips propose l'onde exponentielle tronquée SMART Biphasic sur tous ses défibrillateurs et se distingue sur le marché des défibrillateurs par la conception de formes d'onde fondées sur les résultats des études d'efficacité.

Cette note d'application a pour objet de répondre simplement à ces questions et de vous fournir les informations techniques et bibliographiques nécessaires. Le tableau synoptique présenté en page suivante résume les principales études effectuées ces vingt dernières années sur les ondes de défibrillation.

PRINCIPALES ÉTUDES SUR LES ONDES DE DÉFIBRILLATION

	Ondes étudiées	Conclusions
1992	monophasique sinusoïdale amortie, basse énergie versus haute énergie	249 patients (réanimation en urgence). Les ondes monophasiques sinusoïdales à amortissement critique ont une efficacité comparable, quel que soit le niveau d'énergie. Toutefois, en cas de chocs répétés, un niveau d'énergie plus élevé est associé à une incidence accrue des blocs AV. ¹
1994 1995	biphasique sinusoïdale amortie versus monophasique	19 porcs. Les chocs utilisant une onde biphasique permettent de défibriller avec une énergie plus basse et entraînent moins d'arythmies consécutives au choc que les ondes monophasiques ² . 171 patients (laboratoire d'électrophysiologie). L'efficacité du premier choc d'onde biphasique sinusoïdale amortie est supérieure à celle du choc avec onde monophasique sinusoïdale amortie, haute énergie. ³
1995	biphasique tronquée basse énergie versus monophasique sinusoïdale amortie haute énergie	30 patients (laboratoire d'électrophysiologie). Les deux types d'ondes - biphasique tronquée basse énergie et monophasique sinusoïdale amortie, haute énergie - ont une efficacité comparable. ⁴
1996	biphasique tronquée 115 et 130 J versus monophasique sinusoïdale amortie 200 J et 360 J	294 patients (laboratoire d'électrophysiologie). Les deux types d'ondes - biphasique tronquée basse énergie et monophasique sinusoïdale amortie, haute énergie - ont une efficacité comparable. Toutefois, l'onde monophasique haute énergie est associée à un nombre nettement plus élevé de modifications post-choc du segment ST sur l'ECG. ⁵
1997 1998 1999	SMART Biphasic versus monophasique standard à haute énergie	18 patients (10 FV, réanimation en urgence). L'onde SMART Biphasic a permis de stopper la FV plus rapidement que les ondes monophasiques sinusoïdales amorties ou exponentielles tronquées. ⁶ 30 patients (laboratoire d'électrophysiologie). L'onde monophasique haute énergie a entraîné un nombre nettement plus élevé de modifications post-choc du segment ST sur l'ECG que l'onde SMART Biphasic. ⁷ 286 patients (100 FV, réanimation en urgence). L'efficacité du premier choc d'onde SMART Biphasic a été de 86 % (elle n'est que 63 % pour l'onde monophasique sinusoïdale amortie) ; après deux ou trois chocs elle atteint 97 % ; 65 % des patients avaient récupéré un rythme "organisé" à la fin de la procédure. ⁸
1999	biphasique basse énergie (150 J) versus biphasique haute énergie (200 J)	20 porcs. Les chocs à onde biphasique basse énergie augmentaient la probabilité d'une défibrillation réussie et minimisaient les risques de lésions myocardiques consécutives au choc en cas d'arrêt cardiaque prolongé. ¹⁰
1999	biphasique faible capacité versus biphasique haute capacité	10 porcs. Cinq des animaux traités par choc "faible capacité" ont été réanimés, par rapport à deux des cinq traités par choc "haute capacité" à 200 J. Des niveaux d'énergie plus élevés et une RCP plus longue ont été nécessaires pour les animaux traités par choc "haute capacité". ¹¹
1999 2000	SMART Biphasic versus monophasique standard à niveaux croissants de haute énergie	10 porcs. Le débit systolique et la fraction d'éjection diminuent progressivement et de façon significative dans un délai de 2, 3, et 4 heures suivant le choc chez les animaux traités en monophasique, mais augmentent chez les animaux traités par onde SMART Biphasic. ¹² 338 patients (115 FV, réanimation en urgence). L'utilisation d'une onde SMART Biphasic a permis des défibrillations plus rapides qu'avec une onde monophasique (sinusoïdale amortie ou tronquée), davantage de patients parvenant au retour d'une activité circulatoire spontanée. Par ailleurs, les patients réanimés avec une onde SMART Biphasic enregistraient de meilleures performances cérébrales lors de leur sortie, aucun d'entre eux n'ayant présenté de coma (contre 21 % chez les patients traités par onde monophasique). ¹³

DÉFIBRILLATION ET ARRÊT CARDIO-CIRCULATOIRE SUBIT

Quel est le principe de la défibrillation ?

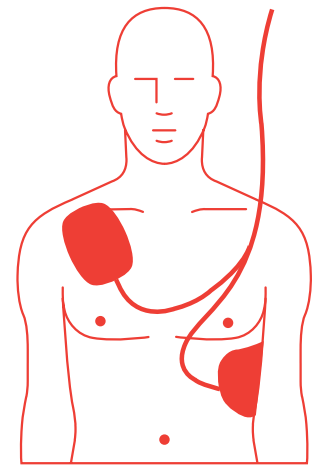
Le rythme de pompage d'un cœur sain est normalement contrôlé par des stimuli électriques qui proviennent du stimulateur naturel du cœur, le nœud sino-auriculaire. Avec un rythme sinusal normal (RSN), ces impulsions électriques traversent rapidement le cœur via des voies de conduction spéciales, entraînant une contraction mécanique coordonnée qui pompe le sang à travers le corps. Lorsque survient un arrêt cardio-circulatoire (ACC) subit, le cœur cesse de pomper.

Un ACC est généralement provoqué par une arythmie de l'activité électrique du cœur, qui devient confuse et irrégulière. Cette arythmie, susceptible d'entraîner la mort, est appelée fibrillation ventriculaire (FV). Le muscle cardiaque se met alors à trembler de façon rapide, ce qui l'empêche d'assurer sa fonction de pompe pour transmettre le sang au cerveau et à tout le reste du corps. Si une défibrillation du cœur n'est pas effectuée, la circulation sanguine ne peut être rétablie et le décès se produit dans les minutes qui suivent. La réanimation cardio-pulmonaire (RCP) permet de restaurer une circulation minimale, mais ne peut en aucun cas arrêter la FV.

Les électrocardiogrammes (ECG) ci-contre montrent la différence entre les battements du cœur en RSN et le rythme cahotique de la FV. A moins d'effectuer rapidement une défibrillation, la FV risque de se transformer en asystolie, représentée sur l'ECG par un "tracé plat".

La défibrillation est le choc électrique appliqué au cœur en cas de FV. Ce choc permet de stopper l'activité chaotique et non productive du muscle cardiaque.

Le choc est délivré par l'intermédiaire de deux électrodes adhésives à usage unique, placées sur la poitrine comme le montre le schéma ci-dessous. Cette position garantit la rapidité de réaction en cas d'ACC. Le courant traverse le cœur lorsqu'il passe d'une électrode à l'autre.



Position standard des électrodes de défibrillation sur un adulte

La défibrillation ne "relance" pas le cœur. Elle met un terme à l'activité électrique chaotique que constitue la fibrillation et entraîne une pause cardiaque, permettant ainsi au stimulateur naturel du cœur de reprendre le contrôle du rythme. C'est pourquoi, immédiatement après un choc de défibrillation réussi, il est normal que le cœur présente une pause ventriculaire brève, représentée par un "tracé plat" sur l'ECG, avant de revenir à un rythme spontané.

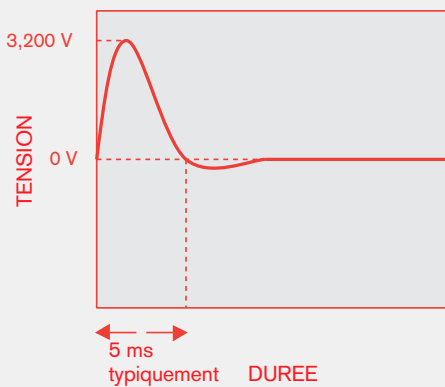


Rythme sinusal normal (RSN)

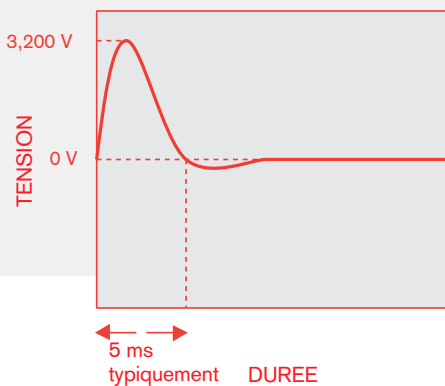


Fibrillation ventriculaire (FV)

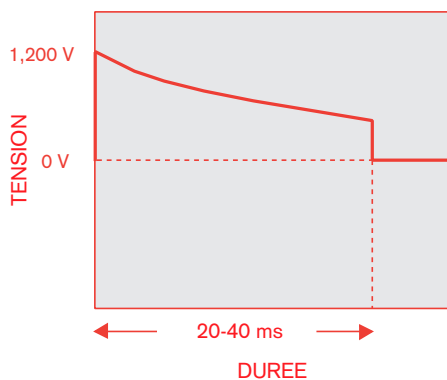
BREF HISTORIQUE DE LA DÉFIBRILLATION



Onde monophasique sinusoïdale amortie



Onde monophasique sinusoïdale amortie



Onde monophasique exponentielle tronquée

Comment les ondes de défibrillation ont-elles évolué ?

Le concept de défibrillation électrique est né il y a plus d'un siècle. Les premiers défibrillateurs expérimentaux fonctionnaient avec du courant domestique alternatif (CA) 50-60 Hertz et des transformateurs élévateurs destinés à augmenter la tension. Le choc électrique était délivré directement au muscle cardiaque. La défibrillation transthoracique (appliquée à travers la paroi thoracique) fut effectuée pour la première fois dans les années 1950.

La nécessité de disposer d'un appareil portable entraîna la mise au point de défibrillateurs fonctionnant en courant continu (CC) dans les années 1950. A la même époque, on découvrit que les chocs en courant continu s'avéraient plus efficaces que les chocs en courant alternatif. Le premier défibrillateur "portable" fut mis au point à la Johns Hopkins University. Il utilisait une onde biphasique pour délivrer un choc de 100 joules (J) pendant 14 millisecondes. L'appareil pesait environ 23 kilos avec ses accessoires, contre les 113 kilos caractérisant les défibrillateurs standards, et fut brièvement commercialisé sur le marché des services publics d'électricité.

La procédure thérapeutique par défibrillation fut progressivement adoptée au cours des deux décennies suivantes. La première utilisation d'un défibrillateur semi-automatique (DSA) externe a été enregistrée au milieu des années 1970, peu de temps avant l'implantation, chez l'homme, du premier défibrillateur automatique interne.

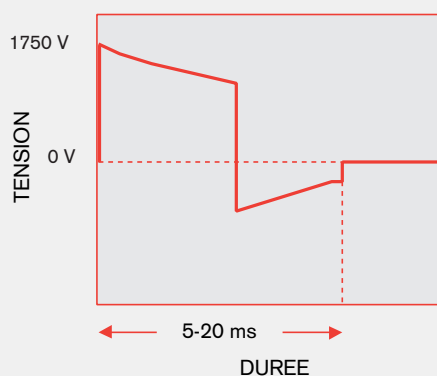
Au cours de ces 30 dernières années, les défibrillateurs ont essentiellement utilisé l'un des deux types d'ondes monophasiques existants : sinusoïdales amorties ou exponentielles tronquées. Avec les ondes monophasiques, le cœur reçoit une seule décharge de courant électrique d'une électrode à l'autre.

L'onde monophasique sinusoïdale amortie nécessite des niveaux d'énergie élevés (jusqu'à 360 J) pour que la défibrillation soit efficace. Cela s'explique notamment par le fait que les ondes de ce type ne sont pas conçues pour compenser les différences d'impédance thoracique (c'est-à-dire la résistance du corps au flux de courant électrique) existant entre les patients.

Les défibrillateurs traditionnels à onde monophasique sinusoïdale amortie sont configurés pour une impédance thoracique estimée à 50 ohms, alors que les patients adultes présentent en moyenne une impédance thoracique comprise entre 80 et 90 ohms. En conséquence, l'énergie réellement délivrée par les ondes monophasiques sinusoïdales amorties est généralement plus élevée que l'énergie sélectionnée.

L'onde monophasique exponentielle tronquée utilise également des niveaux d'énergie pouvant atteindre 360 J. Caractérisée par une tension plus faible que l'onde sinusoïdale amortie, l'onde exponentielle tronquée doit durer plus longtemps afin de compenser les impédances thoraciques plus élevées. Or, des chocs électriques trop longs (d'une durée supérieure à 20 ms) risquent d'entraîner une nouvelle fibrillation ventriculaire.¹⁴

TECHNOLOGIE BIPHASIQUE



Onde exponentielle tronquée SMART Biphasic
(dose adultes)

Pourquoi constitue-t-elle aujourd'hui le meilleur choix ?

En dépit des progrès considérables réalisés dans les secteurs médical et électronique ces 30 dernières années, la technologie des ondes utilisée pour la défibrillation externe n'a commencé à évoluer que très récemment. En 1992, les chercheurs et les ingénieurs de la société Heartstream (aujourd'hui partie intégrante de Philips Medical Systems) entreprirent de mettre au point ce qui est désormais considéré comme une avancée significative en matière de technologie des ondes de défibrillation externe.

Des études approfondies menées sur les défibrillateurs implantables ont démontré la supériorité des ondes biphasiques sur les ondes monophasiques.¹⁵⁻¹⁷ En fait, l'onde biphasique est utilisée par tous les défibrillateurs implantables depuis plus de dix ans. Avec une onde biphasique, le courant circule d'une électrode à l'autre, puis change de sens. L'équipe de chercheurs de Heartstream voulait créer une onde biphasique spécifiquement conçue pour la défibrillation externe. C'est ainsi qu'est apparue l'onde SMART Biphasic.

La technologie brevetée SMART Biphasic est désormais utilisée pour tous les nouveaux défibrillateurs de Philips Medical Systems. Elle présente les caractéristiques suivantes :

- compensation de l'impédance thoracique ;
- basse énergie ;
- faible capacité ;
- onde exponentielle tronquée ;
- onde biphasique.

Selon les procédures définies par l'American Heart Association (AHA) en 1995¹⁸, l'équipe Heartstream soumit l'onde SMART Biphasic à une procédure de validation extrêmement

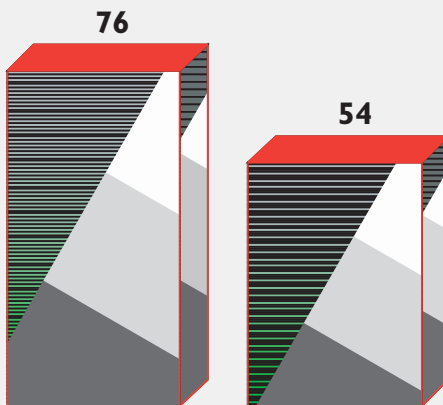
rigoureuse. En premier lieu, des études furent effectuées sur des animaux pour tester et affiner les paramètres de l'onde afin d'en optimiser l'efficacité.

Puis des études furent réalisées dans des laboratoires d'électrophysiologie afin de valider l'utilisation de l'onde chez l'homme dans un environnement hospitalier contrôlé. Enfin, dès que le DSA conçu par Heartstream fut homologué par la FDA (Food and Drug Administration), des études de surveillance après mise sur le marché furent effectuées afin de démontrer l'efficacité de l'onde SMART Biphasic pour la réanimation en urgence, en dehors du milieu hospitalier.

Selon les conclusions de ces études, l'onde SMART Biphasic basse énergie s'avérait tout aussi efficace (voire plus) pour la défibrillation que les ondes monophasiques traditionnelles, tout en entraînant moins de complications chez les patients ayant survécu (meilleure fonction cardiaque, moins d'arythmies consécutives au choc et meilleures performances neurologiques) que les DSA utilisant l'onde monophasique haute énergie.⁴⁻¹² En fait, une étude clinique randomisée a démontré la supériorité de l'onde SMART Biphasic sur les ondes monophasiques exponentielles tronquées et sinusoïdales amorties pour les procédures de défibrillation.^{13,23}

La technologie SMART Biphasic est mise en œuvre sur tous les DSA Heartstream – qui sont aujourd'hui commercialisés sous la désignation HeartStart – et son efficacité a été prouvée par de nombreuses études cliniques. Aucune autre onde ne s'est avérée aussi efficace pour la réanimation en urgence. Son succès a incité d'autres constructeurs à suivre la voie tracée par Philips Medical Systems et à utiliser les ondes biphasiques pour leurs défibrillateurs externes.

ARRÊTS CARDIO-CIRCULATOIRES SUBITS



Les pourcentages de retour circulatoire spontané s'avèrent sensiblement plus élevés chez les patients traités par onde SMART Biphasic.

Quel est le résultat des études effectuées sur la défibrillation en cas d'arrêt cardio-circulatoire prolongé ?

Selon les données recueillies à ce jour, la plupart des ondes présentent, au cours du premier choc, un taux d'efficacité compris entre 83 % et 100 % après une fibrillation ventriculaire (FV) de courte durée (c'est-à-dire inférieure ou égale à 30 secondes), artificiellement provoquée dans des laboratoires d'électrophysiologie.^{13, 23} Dans ce même environnement, l'onde SMART Biphasic a présenté un taux d'efficacité après le premier choc de 97 % dans une première étude et de 86 % dans une autre (dose de 130 J).^{4, 5}

Mais qu'en est-il des résultats obtenus en cas d'arrêt cardio-circulatoire subit survenant sur le lieu de travail, à domicile, dans un lieu public ou en milieu hospitalier ? Dans de tels environnements, une fibrillation ventriculaire se produit spontanément du fait d'une maladie cardiaque, d'une asphyxie, etc., et n'est généralement pas traitée avant un laps de temps pouvant atteindre 15 minutes. Ainsi, des tests cliniques basés uniquement sur une FV de courte durée provoquée artificiellement dans des circonstances contrôlées ne sauraient refléter les conditions rigoureuses rencontrées dans le cadre d'une réanimation en urgence, hors d'un laboratoire, en cas de FV de longue durée chez un patient présentant une cardiopathie ischémique.

L'onde SMART Biphasic constitue la seule onde biphasique à propos de laquelle ont été recueillies des données approfondies liées à la réanimation en urgence en cas de FV de longue durée.

Lors d'une étude randomisée réalisée hors du milieu hospitalier et destinée à comparer l'onde SMART Biphasic basse énergie avec une onde monophasique à niveaux croissants de haute énergie, le délai moyen entre le collapsus du patient et le premier choc était de 8,9 minutes. Sur les 54 patients soumis à l'onde SMART Biphasic, 100 % d'entre eux ont été réanimés par défibrillation, 96 % dès le premier choc, et 98 % au bout de trois chocs au plus.

En revanche, sur les 60 patients traités avec un appareil utilisant l'onde monophasique à niveaux croissants d'énergie, seuls 59 % furent défibrillés dès le premier choc et 69 % après trois chocs au plus. En outre, 76 % des patients soumis à l'onde SMART Biphasic ont présenté un retour d'activité circulatoire spontanée contre seulement 54 % des patients traités par onde monophasique.¹³

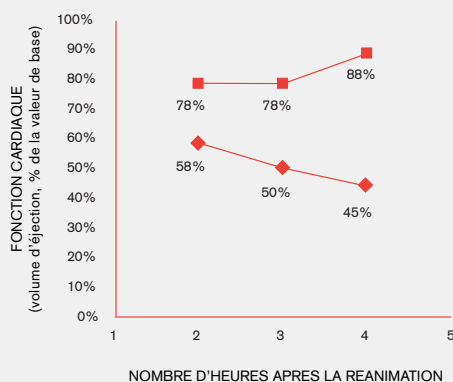
Selon les conclusions d'une étude effectuée hors du milieu hospitalier après mise sur le marché et portant sur 100 patients ayant fait l'objet, suite à une FV, d'une défibrillation par onde SMART Biphasic, "l'utilisation d'une quantité d'énergie plus élevée avec cette onde n'est aucunement justifiée du point de vue clinique".⁸

DÉFIBRILLATION ET DYSFONCTIONNEMENTS

Existe-t-il une relation entre l'onde, le niveau d'énergie et les dysfonctionnements éventuels après le choc ?

Oui. Plus la quantité d'énergie utilisée par les ondes de défibrillation, qu'elles soient monophasiques ou biphasiques, est élevée, plus les dysfonctionnements cardiaques consécutifs au choc sont importants.

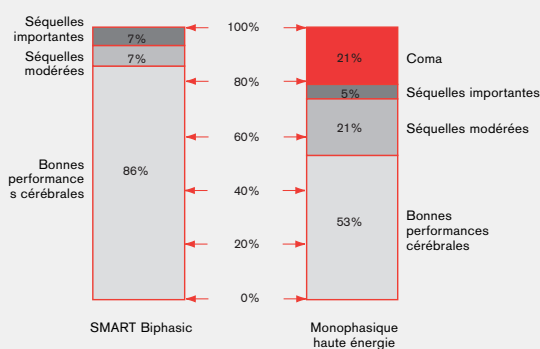
Il convient de distinguer le terme "lésion" du terme "dysfonctionnement". Dans le contexte de l'évaluation cardiaque consécutive au choc, le terme "lésion" peut être défini comme la mort irréversible de cellules, mesurée par différents tests enzymatiques. Le terme "dysfonctionnement", en revanche, désigne une atteinte cellulaire provoquée par un état réversible de sidération du myocarde. Un dysfonctionnement peut ainsi aboutir à une diminution sensible du débit cardiaque pendant plusieurs heures après la réanimation. Les ondes qui n'entraînent pas de lésions peuvent provoquer des dysfonctionnements.



La fonction cardiaque après réanimation, évaluée par le volume d'éjection, se révèle supérieure après un traitement par onde SMART Biphasic et s'améliore avec le temps.

Ces dysfonctionnements sont notamment révélés par des anomalies sur l'électrocardiogramme (ECG).^{5,7} Une étude, sur modèle animal, des ondes monophasiques a ainsi prouvé que des niveaux croissants d'énergie augmentaient les risques d'altération de la contractilité du myocarde et de mauvaise perfusion, et diminuaient les chances de survie. Les auteurs concluent cette étude en ces termes : "La gravité des dysfonctionnements du cœur consécutifs à une défibrillation est due, partiellement du moins, au niveau d'énergie électrique délivrée lors du choc".¹⁹ Plusieurs autres études présentent des données étayant cette thèse, aussi bien pour les ondes biphasiques que pour les ondes monophasiques.^{10,21,22,25}

Les dysfonctionnements cérébraux consécutifs à la réanimation constituent un autre aspect important justifiant la réalisation d'études plus approfondies. Dans le cadre d'une étude randomisée portant sur 115 patients présentant un arrêt cardio-circulatoire subit avec FV en milieu non hospitalier, 54 de ces patients ont été soumis à un choc utilisant l'onde SMART Biphasic, et le reste des patients à un choc délivré par des appareils monophasiques à niveaux croissants de haute énergie. Bien que le pourcentage global de patients ayant survécu soit identique dans les deux cas, 87 % des patients soumis à l'onde SMART Biphasic enregistraient de bonnes performances cérébrales lors de leur sortie (aucun des patients n'ayant présenté de coma après le choc), contre seulement 53 % des patients traités par onde monophasique, 21 % d'entre eux ayant présenté un coma.¹³



Suite à un ACC, les performances neurologiques des patients traités par onde SMART Biphasic sont nettement supérieures à celles des patients traités par onde monophasique.

TRAITEMENT DES ARRÊTS CARDIAQUES SUBITS

Est-il nécessaire d'utiliser des niveaux croissants d'énergie ?

Non, pas avec l'onde SMART Biphasic. Ce qui compte, c'est la forme de l'onde. Pour chaque onde, des niveaux d'énergie différents doivent être délivrés pour que la procédure de défibrillation du cœur soit efficace. Et la façon dont l'énergie est délivrée est aussi importante que la quantité d'énergie délivrée.

Le temps constitue le facteur essentiel dans le traitement des ACC. Lorsqu'un défibrillateur doit augmenter son niveau d'énergie afin d'assurer une thérapie efficace, la défibrillation est retardée et, pour le patient, c'est un temps précieux qui est perdu.

L'efficacité de l'onde SMART Biphasic est optimisée pour une défibrillation ventriculaire à 150 J. Les défibrillateurs SMART Biphasic sont conçus pour délivrer une décharge de 150 J dès le premier choc et pour tous les chocs suivants.

Dans de nombreux environnements de réanimation en urgence, l'onde SMART Biphasic basse énergie a été utilisée pour traiter un échantillon varié de patients (impédance, taille, poids, sexe, cause sous-jacente d'ACC, position des électrodes).

L'efficacité de cette onde est restée constamment égale ou supérieure à celle de l'onde monophasique à niveaux croissants de haute énergie.

Voici quelques exemples :

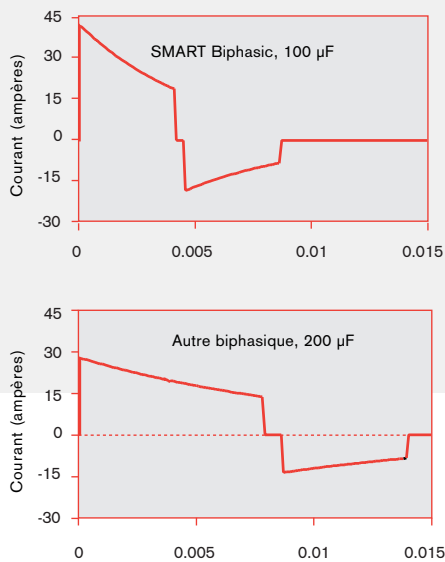
• Patients obèses, avec une impédance élevée.

Les patients obèses ont parfois une impédance élevée, ce qui constitue un véritable défi pour les traitements traditionnels par défibrillation. Grâce à la technologie SMART Biphasic, dont la méthode est brevetée, l'impédance du patient est automatiquement mesurée et l'onde est réglée de façon dynamique pendant chaque choc. Ainsi, l'onde est optimisée pour chaque choc et pour chaque patient. Il a été prouvé que l'onde SMART Biphasic permet de défibriller de façon tout aussi efficace les patients présentant une impédance élevée (supérieure à 100 ohms) que ceux présentant une faible impédance, l'efficacité du premier choc étant de 93 %.¹³

• Victimes d'arrêt cardiaque.

Dans le cadre d'une étude randomisée menée récemment sur la réanimation des patients victimes d'ACC, 54 patients en FV furent traités avec l'onde SMART Biphasic. Parmi ceux dont la cause de l'ACC avait été identifiée, 51 % étaient des victimes d'arrêt cardiaque avec infarctus du myocarde établi. Chez les patients traités par onde biphasique de 150 J à niveau constant, 100 % ont été réanimés par défibrillation, 96 % dès le premier choc. Grâce à l'onde SMART Biphasic de 150 J, il n'a pas été nécessaire d'utiliser des niveaux croissants d'énergie pour traiter ces patients.¹³

ONDES ET ÉNERGIE



Forme d'onde et variation de l'efficacité en fonction de la capacité (dose adultes)

Les ondes biphasiques ont-elles toutes les mêmes effets ?

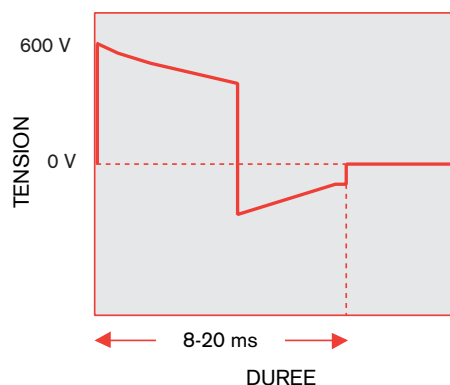
Non. Chaque onde a des effets différents, en fonction de ses caractéristiques - forme, durée, capacité, tension, courant et réaction à l'impédance. Chacune onde doit absolument être validée par des études. Aucune autre onde biphasique n'a été étudiée de façon aussi approfondie que l'onde SMART Biphasic basse énergie, en particulier en situation réelle et sur des patients présentant une FV de longue durée.^{6,8,9,13,20,23,32}

Sa technologie brevetée s'appuie sur de solides recherches scientifiques et une importante quantité de données a été accumulée au fil des ans dans ce domaine.

Les illustrations ci-contre montrent l'onde SMART Biphasic et une autre onde biphasique avec une capacité plus élevée, semblable à l'onde utilisée par un autre constructeur de DSA. Comme l'onde SMART Biphasic brevetée utilise une faible capacité, l'énergie est délivrée de façon plus efficace. Lors d'une étude comparative de ces deux ondes sur des animaux, l'onde SMART Biphasic a permis de réanimer tous les animaux. Elle a nécessité des niveaux d'énergie moins élevés, une RCP de plus courte durée que l'autre onde biphasique, avec laquelle seulement 40 % des animaux ont été réanimés.¹¹

L'onde SMART Biphasic délivre un niveau d'énergie de défibrillation de 150 J, dont l'efficacité a été prouvée. La majorité des appareils utilisant l'autre onde biphasique fonctionnent encore avec des protocoles de niveaux croissants de haute énergie, qui étaient conçus à l'origine pour les appareils utilisant une onde monophasique. Cela implique les inconvénients suivants : une plus grande complexité de l'appareil et des protocoles, ainsi que des risques de dysfonctionnement cardiaque.

PROTECTION DE NOS ENFANTS

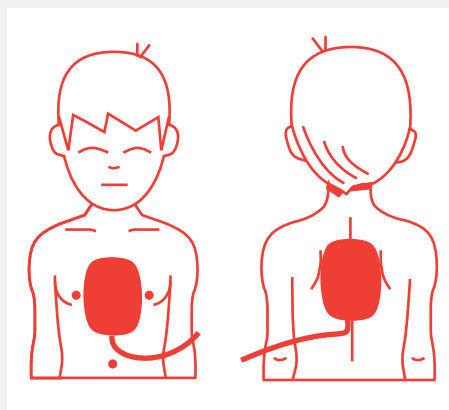


Onde exponentielle tronquée SMART Biphasic (dose pédiatrique)

Les diverses technologies d'onde peuvent-elles être utilisées sur tous les patients ?

Non. Nous ne sommes pas certains qu'un DSA puisse, chez les enfants, faire correctement la distinction entre les rythmes cardiaques à choquer et ceux qui ne doivent pas être soumis à ce traitement. Par ailleurs, il serait sans doute dangereux de choquer les jeunes enfants avec des ondes et énergies destinées aux adultes. C'est pour ces raisons que les patients en-dessous de huit ans ont toujours été exclus des traitements par DSA et, par conséquent, des procédures standard de soins recommandant une défibrillation précoce. Si les fibrillations ventriculaires ne sont pas courantes chez les petits enfants, les études révèlent qu'elles ne sont pas rares et que leur incidence est peut-être sous-estimée.³³⁻³⁵

La défibrillation sur de jeunes enfants est désormais possible. En effet, le DSA FR2 de Philips est le premier appareil dont l'utilisation sur les patients de tous âges (nourrissons et jeunes enfants compris) en état d'arrêt cardiaque a été récemment autorisée par la FDA. Le défibrillateur semi-automatique FR2, qui possède un système d'analyse du rythme cardiaque (SMART Analysis) extrêmement fiable et des électrodes de défibrillation pour nourrissons/enfants qui réduisent le choc électrique SMART Biphasic à 50 J, peut à présent être utilisé sur les nourrissons et jeunes enfants de moins de 8 ans ou de 25 kg.



Électrodes pédiatriques spéciales FR2 placées sur les faces antérieure et postérieure du thorax. Elles permettent d'utiliser le DSA FR2 sur les nourrissons et enfants de moins de 8 ans ou de moins de 25 kg.

Dans une étude sur animaux, Tang et al. ont constaté qu'une onde SMART Biphasic de 50 J permettait de réanimer efficacement, et en toute sécurité, de jeunes cochons en arrêt cardiaque prolongé (FV).³⁶ Il s'agissait de cochonnets d'âges divers correspondant à une gamme d'âges humains entre le nourrisson et l'enfant de huit ans. Ces cochonnets ont été soumis à une fibrillation ventriculaire de 7 minutes avant

la tentative de réanimation. Tous les animaux (100 %) traités par onde SMART Biphasic de 50 J ont pu être réanimés, la reprise de la circulation s'effectuant de façon spontanée. Ils ne présentaient pas de lésions neurologiques et sont rapidement revenus à leur performance cardiaque de base sans altération durable de la fonction myocardique post-réanimation.

Une énergie de 50 joules est-elle trop élevée pour de jeunes enfants ? Par comparaison avec les résultats des études sur des animaux plus âgés, même les cochonnets les plus jeunes se sont très rapidement rétablis.

50 joules sont-ils insuffisants pour un enfant de 7 ans ? Les cochonnets les plus âgés dont l'âge correspondait à celui d'un enfant de 8 ans ont tous été réanimés avec succès, ce qui a levé toute inquiétude quant à l'efficacité de ce niveau d'énergie. Tous les animaux ont reçu au moins 2 J/kg, la dose minimale recommandée pour les ondes monophasiques.

Lorsqu'il est connecté à des électrodes pédiatriques, le défibrillateur semi-automatique FR2 effectue une analyse de rythme et compense l'impédance thoracique de la même manière que pour les adultes. Lors de la délivrance du choc électrique, les électrodes réduisent simplement le choc SMART Biphasic à 50 J (150 J pour les adultes), ce qui est un niveau d'énergie adaptée aux nourrissons et jeunes enfants.

L'onde SMART Biphasic est donc adaptée à tous les patients, quel que soit leur âge.

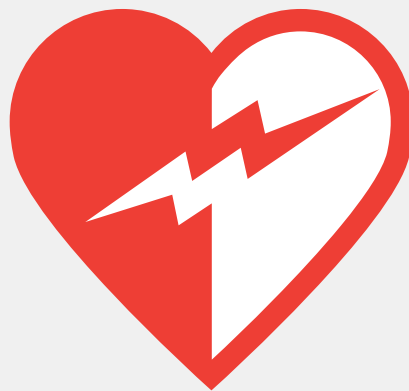
DIRECTIVES LIÉES À LA DÉFIBRILLATION

Existe-t-il une norme sur les niveaux d'énergie biphasique qu'il convient d'utiliser ?

Non.

La forme de l'onde et les niveaux d'énergie requis pour produire un choc d'efficacité optimale sont spécifiques à chaque onde biphasique. Le moyen le plus sûr pour s'informer sur l'efficacité des ondes biphasiques est de consulter les données publiées par les chercheurs sur leurs performances.

Les données relatives à la défibrillation par onde biphasique basse énergie ont été étudiées par l'American Heart Association (AHA), qui a estimé que cette thérapie était "sûre, efficace et cliniquement acceptable". "Une analyse des précédentes directives publiées par l'AHA sur la séquence d'énergie (monophasique) 200 J–300 J–360 J fait apparaître que la réputation de cette 'thérapie de référence' est fondée pour une bonne part sur des spéculations et des extrapolations du sens commun... En effet, des chocs répétés à des niveaux d'énergie élevés risquent d'avoir des effets plus néfastes que bénéfiques".³⁷



REFERENCES

- Weaver WD, et al. Ventricular defibrillation—A comparative trial using 175J and 320J shocks. *New England Journal of Medicine* 1982;307:1101-1106.
- Gliner BE, et al. Transthoracic defibrillation of swine with monophasic and biphasic waveforms. *Circulation* 1995;92:1634-1643.
- Greene HL, DiMarco JP, Kudenchuk PJ, et al. Comparison of monophasic and biphasic defibrillating pulse waveforms for transthoracic cardioversion. *American Journal of Cardiology* 1995;75:1135-1139.
- Bardy GH, Gliner BE, Kudenchuk PJ, et al. Truncated biphasic pulses for transthoracic defibrillation. *Circulation* 1995;64:2507-2514.
- Bardy GH, et al. Multicenter comparison of truncated biphasic shocks and standard damped sine wave monophasic shocks for transthoracic ventricular defibrillation. *Circulation* 1996;94:2507-2514.
- White RD. Early out-of-hospital experience with an impedance-compensating low-energy biphasic waveform automatic external defibrillator. *Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology* 1997;1:203-208.
- Reddy RK, et al. Biphasic transthoracic defibrillation causes fewer ECG ST-segment changes after shock. *Annals of Emergency Medicine* 1997;30:127-134.
- Gliner BE, et al. Treatment of out-of-hospital cardiac arrest with a low-energy impedance-compensating biphasic waveform automatic external defibrillator. *Biomedical Instrumentation & Technology* 1998;32:631-644.
- Gliner BE and White RD. Electrocardiographic evaluation of defibrillation shocks delivered to out-of-hospital sudden cardiac arrest patients. *Resuscitation* 1999;41:133-144.
- Tang W, Weil MH, Klouche K, et al. Effects of low- and higher-energy biphasic waveform defibrillation on success of resuscitation and post-resuscitation myocardial dysfunction after prolonged cardiac arrest. *Circulation (supplement)* 1999;100(18):I-662 (abstract).
- Tang W, Weil MH, Klouche K, et al. Low capacitance biphasic waveform shocks improve immediate resuscitation after prolonged cardiac arrest. *Circulation (supplement)* 1999;100(18):I-663 (abstract).
- Tang W, Weil MH, Sun Shijie, et al. Defibrillation with low-energy biphasic waveform reduces the severity of postresuscitation myocardial dysfunction after prolonged cardiac arrest. *Journal of Critical Care Medicine* 1999;27:A43.
- Schneider T, Martens PR, Paschen H, et al. Multicenter, randomized, controlled trial of 150-joule biphasic shocks compared with 200- to 360-joule monophasic shocks in the resuscitation of out-of-hospital cardiac arrest victims. *Circulation* 2000;102:1780-1787.
- Jones JL and Jones RE. Postshock arrhythmias — a possible cause of unsuccessful defibrillation. *Critical Care Medicine* 1980;8(3):167-71.
- Winkle RA, et al. Improved low energy defibrillation energy in man with the use of a biphasic truncated exponential waveform. *American Heart Journal* 1989;117:122-127.
- Bardy GH et al. A prospective, randomized evaluation of biphasic vs monophasic waveform pulses on defibrillation efficacy in humans. *Journal of the American College of Cardiology* 1989;14:728-733.
- Swartz JF, et al. Optimization of biphasic waveforms for human nonthoracotomy defibrillation. *Circulation* 1993;33:2646-2654.
- American Heart Association Task Force on Automatic External Defibrillation, Subcommittee on AED Safety and Efficacy. AHA Scientific Statement. Automatic external defibrillators for public access defibrillation: Recommendations for specifying and reporting arrhythmia analysis algorithm performance, incorporating new waveforms, and enhancing safety. *Circulation* 1997;95:1277-1281.
- Xie J, et al. High-energy defibrillation increases the severity of postresuscitation myocardial function. *Circulation* 1997;96:683-688.
- Poole JE, et al. Low-energy impedance-compensating biphasic waveforms terminate ventricular fibrillation at high rates in victims of out-of-hospital cardiac arrest. *Journal of Electrophysiology* 1997;8:1373-1385.
- Yamaguchi H, et al. The effect of defibrillation energy on postresuscitation myocardial dysfunction in the isolated perfused rat heart. *Circulation* 1998;98:I-173 (abstract).
- Tokano T, et al. Effect of ventricular shock strength on cardiac hemodynamics. *Journal of Cardiovascular Electrophysiology* 1998;9:791-797.
- Martens P, Schneider T, Paschen H, et al. Optimal response to cardiac arrest study: waveform effects. Oral presentation, Resuscitation 2000, 5th Scientific Congress of the European Resuscitation Council. Antwerp, Belgium, June 2000.
- Higgins SL, et al. A comparison of biphasic and monophasic shocks for external defibrillation of humans. *Prehospital Emergency Care* 2000;305-313.
- Cates AW, et al. The probability of defibrillation success and the incidence of postshock arrhythmia as a function of shock strength. *PACE* 1994;117:1208-1217. American Heart Association. *Textbook of Advanced Cardiac Life Support* 1997;1-34.
- Mittal S, Ayati S, Stein KM, et al. Transthoracic cardioversion of atrial fibrillation: comparison of rectilinear biphasic versus damped sine wave monophasic shocks. *Circulation* 2000 101(11):1282-1287.
- Geddes L, et al. Strength-duration curves for ventricular defibrillation in dogs. *Circulation Research* 1970;27:551-560.
- Schuder JC, et al. Transthoracic ventricular defibrillation in the 100 kg calf with untruncated and truncated exponential stimuli. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* 1980;BME-27:37-43.
- Schuder JC et al. Transthoracic ventricular defibrillation with triangular and trapezoidal waveforms. *Circulation Research* 1966;19:690-694.
- Gold JH, et al. Contour graph for relating per cent success in achieving ventricular defibrillation to duration, current, and energy content of shock. *American Heart Journal* 1979;98:207-212.
- Gliner BE, White RD. Recurrence of out-of-hospital VF following low-energy biphasic and high-energy monophasic defibrillation shocks. *Journal of the American College of Cardiology* 1999;33:127A (abstract).
- Young and Seidel. Pediatric Cardiopulmonary Resuscitation: A Collective Review. *Annals of Emergency Medicine* Feb 99, 33:2 195-205.
- Mogayzel, et al. Out of Hospital Ventricular Fibrillation in Children and Adolescents: Causes and Outcomes. *Annals of Emergency Medicine* April 95, 25:4 484-491.
- American Heart Association Guidelines 2000. *Circulation (supplement)*, Volume 102 Number 8 August 22, 2000.
- Tang, et al. Pediatric Fixed Energy Biphasic Waveform Defibrillation using a Standard AED and Special Pediatric Electrodes. *Circulation (supplement)* Vol 102, No 18, October 31, 2000, II-437 (abstract).
- Cummins RO, et al. Low-energy biphasic waveform defibrillation: Evidence-based review applied to emergency cardiovascular care guidelines: A statement for healthcare professionals from the American Heart Association Committee on Emergency Cardiovascular Care and the Subcommittees on Basic Life Support, Advanced Cardiac Life Support, and Pediatric Resuscitation. *Circulation* 1998;97:1654-1667.

**PHILIPS MEDICAL SYSTEMS, UNE DIVISION
DE ROYAL PHILIPS ELECTRONICS**

Vous pouvez nous contacter :

Sur Internet
www.medical.philips.com

Par courrier électronique
medical@philips.com

Par télécopie
+31 40 27 64 887

Par courrier
Philips Medical Systems
Global Information Center
I.B.R.S. / C.C.R.I. Numéro 11088
5600 VC Eindhoven
Pays-Bas

**PHILIPS MEDICAL SYSTEMS
ETATS-UNIS**
Philips Medical Systems
2301 Fifth Avenue, Suite 200
Seattle, WA, USA 98121
(800) 263-3342

CANADA
Philips Medical Systems
2660 Matheson Blvd. E.
Mississauga, Ontario L4W 5M2
(800) 291-6743

EUROPE, MOYEN-ORIENT, AFRIQUE
Philips Medizinsysteme Boeblingen GmbH
Cardiac and Monitoring Systems
Hewlett-Packard Strasse 2
71034 Boeblingen, Allemagne
Fax : (49) 7031 -464 -1552

FRANCE
Philips Systèmes Médicaux
Département Monitorage & Cardiologie
64, rue Carnot
92156 Suresnes Cedex
(33) 825 89 43 43

BELGIQUE/LUXEMBOURG
(32) 2 525 7100

SUISSE ROMANDE
(41) 800 80 10 23

© 2003 Philips Medical Systems
North America Corporation.
Tous droits réservés. Toute reproduction complète ou
partielle de ce document sans l'autorisation écrite du
détenteur des droits d'auteur est interdite.

Philips Medical Systems North America Corporation
se réserve le droit d'apporter des modifications aux
caractéristiques ou d'arrêter la production de tout
produit, à tout moment et sans obligation de préavis, et
ne pourra être tenue responsable de toute conséquence
résultant de l'utilisation de cette publication.

Imprimé aux Pays-Bas.
4522 981 91722/862 * JUN 2003