

Dysfonctionnements des stimulateurs cardiaques et des défibrillateurs implantables

J. HORVILLEUR¹, J. SEITZ¹, J. LACOTTE²

1. Introduction – Rappel épidémiologique

Le défibrillateur automatique implantable (DAI) est un traitement préventif efficace de la mort subite : 5 à 10 vies sauvées chaque année pour 100 implantations. Les études de prévention secondaire (1, 2), puis de prévention primaire (3, 4), ont démontré la supériorité du DAI par rapport au traitement médical en termes de survie chez des patients à haut risque de mort subite. Ces résultats ont abouti à des indications larges d'implantation et à une importante progression du nombre de DAI implantés par an (figure 1). La France reste d'ailleurs toujours en retrait par rapport au reste des pays occidentaux (figure 2) malgré l'accréditation il y a deux ans d'une cinquantaine de centres aptes à implanter et à suivre ces prothèses complexes. Cette progression du taux d'implantation de DAI devrait se maintenir de nombreuses années encore, du fait du vieillissement de la population et de l'association de plus en plus fréquente d'un défibrillateur à tout système de resynchronisation cardiaque (ou stimulation biventriculaire) (figure 3).

Les patients porteurs de DAI sont exposés à un risque important de complications et d'effets indésirables (jusqu'à 30 %), dont la survenue de choc(s) inapproprié(s) de défibrillation est la cause principale (10 à 20 %) (5-9). Ces complications peuvent avoir des conséquences psychologiques importantes (10, 11) qui altèrent significativement la qualité de vie.

1. Unité de rythmologie, institut hospitalier Jacques Cartier, 91300 Massy.

2. Unité de rythmologie, institut de cardiologie, hôpital Pitié-Salpêtrière, 75013 Paris.

Correspondance : Jérôme Horvilleur, institut hospitalier Jacques Cartier, 6, avenue du Noyer Lambert, 91300 Massy. E-mail : j.horvilleur@freesurf.fr

Figure 1 – Évaluation du marché français des défibrillateurs implantables 2003-2006

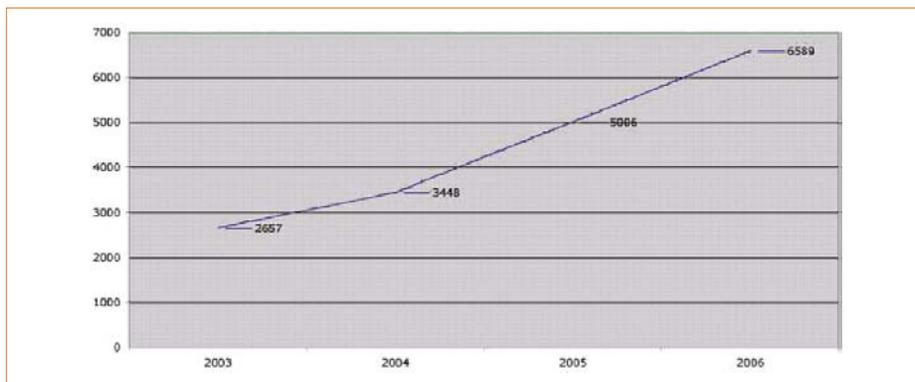
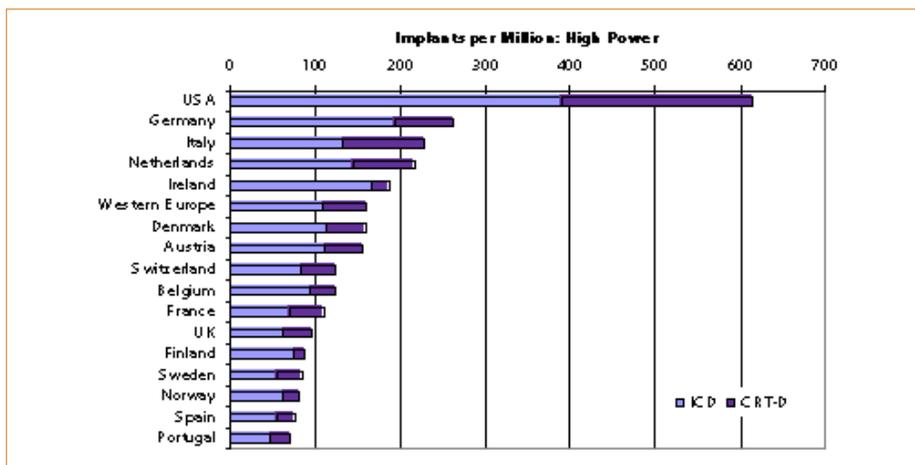


Figure 2 – Nombre d'implantations de DAI par million d'habitants en 2006. ICD = « implantable cardioverter-defibrillator » ; CRT-D = « cardiac resynchronization therapy-defibrillator »



Le risque de thérapie inappropriée, survenant essentiellement dans la première année après la pose d'un DAI requiert une prise en charge rapide, parfois urgente du patient, son transfert voire son hospitalisation au sein d'une structure polyvalente capable de gérer l'urgence cardiologique aussi bien que la technicité du défibrillateur. La compréhension du fonctionnement de ces appareils et la mise en œuvre de gestes simples doivent permettre de gérer les différentes situations auxquelles les équipes extra ou intra-hospitalières peuvent être confrontées chez les porteurs de stimulateurs cardiaques et de DAI. Bien qu'il n'y ait pas de recommandations consensuelles sur la prise en charge extra-hospitalière des défibrillateurs ou des stimulateurs cardiaques, nous allons tenter de définir une attitude pratique à l'intention de l'urgentiste et du réanimateur.

2. Indications et principes de fonctionnement

- Les stimulateurs cardiaques simple (VVI) et double chambre (DDD) :
 - traitement des bradycardies paroxystiques ou permanentes symptomatiques ou pouvant le devenir ;
 - détection et stimulation de l'oreillette droite et/ou du ventricule droit par des sondes endocavitaires, plus rarement épiscopiques (chirurgie cardiaque) ;
 - capacité à accélérer la fréquence cardiaque de base grâce à un capteur d'activité (boîtiers VVIR et DDDR) ;
 - enregistrement d'événements rythmiques atriaux ou ventriculaires (fonctions Holter) capables d'enregistrer quelques minutes de troubles rythmiques.

Les stimulateurs cardiaques multisites :

- biventriculaires ou auriculo-biventriculaires (triple chambre), permettent la stimulation d'au moins 2 sites ventriculaires (ventricule droit et paroi latérale du ventricule gauche) dont la contraction est décalée dans le temps par un bloc de branche avec un effet néfaste sur la performance hémodynamique ;
- ils sont indiqués en cas d'insuffisance cardiaque par dysfonction systolique, symptomatique sous traitement médical (classes III et IV de la NYHA) et associé à un asynchronisme ventriculaire authentifié par une durée de QRS supérieure à 120 ms (cf. guidelines ESC sept 2007) ;
- la sonde de stimulation ventriculaire gauche est positionnée par voie intracardiaque puis endoveineuse au travers du sinus coronaire, dans une veine épiscopique (autant que possible située sur le bord latéral du VG). En cas d'échec d'implantation par le sinus coronaire, elles peuvent être implantées par voie chirurgicale.

Défibrillateurs implantables :

- fonctions de stimulation identiques à celles des stimulateurs cardiaques ;
- traitement des troubles du rythme ventriculaires par cardioversion (défibrillation par choc électrique interne) ou stimulation anti-tachycardie (ATP = anti-tachycardia pacing). Les tachycardies sont catégorisées sur 1 à 3 zones de fréquence cardiaque, puis en fonction de critères fins de discrimination (afin d'éviter les traitements sur les tachycardies non ventriculaires). La nature et la répétition des traitements est programmable dans chaque zone de tachycardie définie. En deçà de la zone la plus basse en fréquence, aucun traitement ne sera délivré même en cas de tachycardie ventriculaire lente.

Le matériel

- les sondes endocavitaires :
 - longueur entre 40 et 90 cm
 - diamètre : 4 à 9 french
 - isolant en silicone ou en poly-uréthane
 - conducteur hélicoïdal simple (sonde unipolaire) ou double (sonde bipolaire)
 - lumière interne permettant le passage de mandrins afin de rigidifier et/ou orienter la sonde à l'implantation

- les sondes pour sinus coronaire peuvent permettre de plus la sortie d'un guide d'angioplastie (calibre 0,14") à l'extrémité distale pour le guidage à l'intérieur du réseau veineux
- les boîtiers de stimulateurs :
 - boîtier en titane ; connecteur en époxy
 - batterie lithium-ion (durée 5 à 10 ans)
 - poids = 20 à 30 g
 - volume = 16 à 20 cm³
- les boîtiers de défibrillateurs :
 - poids = environ 70 g
 - volume = environ 30 cm³

*Fonctionnement diagnostique et thérapeutique des **défibrillateurs** :*

- Diagnostic et traitement de la bradycardie : mêmes principes que pour les stimulateurs
- Diagnostic et traitement des tachycardies :
 - Différentes zones de fréquences (jusqu'à 3) impliquant différents traitements, programmés en fonction du trouble du rythme et de la cardiopathie
 - Critères de discrimination visant à distinguer une tachycardie ventriculaire d'une tachycardie supra-ventriculaire (régularité du rythme, brutalité du démarrage, morphologie du complexe ventriculaire endocavitaire, dissociation atrio-ventriculaire...)
 - Traitements délivrés : après le diagnostic établi, traitements programmables selon la zone de tachycardie, délivrés dans une logique d'agressivité croissante :
 1. Stimulation anti-tachycardie (« ATP » anti tachycardia pacing) : accélérations de la fréquence ventriculaire pour tenter de coiffer et d'arrêter la tachycardie
 2. Chocs endocavitaires : jusqu'à 35-40 joules, jusqu'à six fois de suite par épisode de tachycardie
 - Les traitements sont toujours suivis d'une vérification d'efficacité, qui déclenche l'étape suivante du traitement en cas d'échec

3. Les défibrillateurs et les stimulateurs au quotidien

En pratique, les patients peuvent et doivent mener une vie normale...

- La conduite : pas de contre-indication à ce jour, en l'absence de texte officiel en France. Il est admis médicalement que les porteurs de DAI observent une période sans conduite après l'implantation, pendant quelques semaines en cas de prévention primaire et pendant 6 mois en cas de prévention secondaire (implantation après arrêt cardiaque récupéré). Le problème essentiel reste celui de la conduite à titre professionnel.
- Les appareils domestiques : pas de précautions particulières (même pour les fours à micro-ondes) en dehors des plaques de cuisson à induction qui créent un champ magnétique peu intense pour lequel on recommande une distance de sécurité de 30 à 40 cm entre le boîtier et la plaque.
- Les appareils médicaux :
 - contre-indication théorique de l'IRM : des études montrent la faisabilité sous certaines conditions de surveillance et sans risque majeur chez des

- patients non dépendants (12) sous condition que l'examen soit susceptible de déboucher sur une sanction thérapeutique ;
- bistouri électrique : bipolaire de préférence ; bistouri unipolaire avec précautions de réglage pré-opératoire des appareils et d'utilisation du bistouri ; désactivation du défibrillateur (programmé en mode thérapie OFF mais bradycardie active) le temps de l'intervention
- Milieux professionnels à risque d'IEM (interférences électromagnétiques) : (exemple : moteur à turbine) à étudier au cas par cas.
- Le suivi :
- tous les 6 à 12 mois pour les stimulateurs ;
 - tous les 6 mois au moins pour les DAI ;
 - interrogation de l'appareil grâce à un programmeur avec télémétrie ; étude des diagnostics embarqués de l'appareil, mesures de seuils et de l'état de charge de la batterie ;
 - le suivi par « télécardiologie » est désormais opérationnel et permet pour certaines marques la transmission par internet de données recueillies au chevet du patient à son domicile.

4. Dysfonctionnements des stimulateurs cardiaques et usage de l'aimant

Les dysfonctionnements de pacemakers sont exceptionnels. Ils peuvent être problématiques en cas de perte de la stimulation chez un patient « dépendant », c'est-à-dire sans rythme d'échappement rapidement efficace. Ils peuvent également être imperceptibles cliniquement et diagnostiqués seulement lors du contrôle de l'appareil.

Symptômes devant faire suspecter un dysfonctionnement de PM : essentiellement les conséquences d'une bradycardie :

- syncope (bradycardie paroxystique) ;
- malaise prolongé (état de choc en cas de bradycardie sévère mal tolérée prolongée) ;
- dyspnée plus ou moins prononcée (à l'effort, au repos, voire détresse respiratoire par œdème pulmonaire).

Types de dysfonctionnements : on pourra distinguer :

- perte de capture par déplacement d'une électrode (complication généralement précoce après implantation) ;
- perte de capture par augmentation du seuil de stimulation (fracture de sonde tardive ou trouble métabolique : dyskaliémie, ischémie myocardique, hyperglycémie) ;
- ralentissement de fréquence ou perte de la stimulation par panne de l'appareil ou par épuisement de la batterie ;

- défauts d'écoute pouvant provoquer :
 - à l'étage auriculaire : la perte du synchronisme auriculo-ventriculaire,
 - à l'étage ventriculaire : des stimulations inopinées qui peuvent être exceptionnellement arythmogènes (stimulation en période vulnérable – onde T) ;
- déprogrammations intempestives par le biais d'interférences électromagnétiques : passage en mode VVI de sécurité par exemple.

Rôle de l'aimant :

- rôle essentiellement diagnostique ;
- l'aimant impose un fonctionnement asynchrone au stimulateur : il « oblige » des stimulations même si un rythme spontané est présent ;
- il suppose un comportement « standardisé » du stimulateur selon chaque marque (et permet donc souvent de déterminer la marque de l'appareil si cette donnée est manquante) **(voir tableau)** ;
- peut permettre de confirmer un dysfonctionnement (apparition des stimulations inefficaces) ;
- indications d'utilisation :
 - recherche de la fréquence magnétique (marque de la pile),
 - recherche d'une usure de batterie : fréquence magnétique diminuée par rapport au début de vie, voire très basse ou sans réponse en cas de batterie épuisée,
 - déclenchement et vérification de l'efficacité de la stimulation jusque-là absente (en raison par exemple de l'activité cardiaque spontanée).

Pour ces dysfonctionnements, la prise en charge doit porter sur le traitement « classique » d'une bradycardie symptomatique (drogues chronotropes positives) et le transfert en milieu spécialisé pour contrôle de l'appareil et traitement spécifique : de la simple reprise de la programmation du stimulateur, à la réimplantation ou repositionnement d'une électrode.

Quand demander un avis rythmologique :

- devant toute suspicion de dysfonctionnement de PM (voir ci-dessus) ;
 - symptôme « rythmologique » : arrêt cardiaque, syncope, lipothymie, palpitations ou tachycardie ;
 - en l'absence de contrôle depuis un an ;
 - en cas d'anomalie locale (loge du boîtier) pouvant évoquer une infection de loge (tuméfaction inflammatoire), une menace d'extériorisation (peau rétractée ou clairement menacée par la prothèse) ; signe général d'infection.
- Fournir tant que possible :
- tracé faisant suspecter un problème ;
 - carnet de porteur de PM (marque du boîtier).

Comportement des stimulateurs à l'aimant en fonction de leur marque :

Marque	Biotronik	Guidant	Med-tronic	Saint Jude Medidal	Sorin France (Ela)	Sorin Italie	Vitatron
FM (DDV)	90 pendant 10 cycles, puis FP	100	85 (après 4 cycles à 100)	98	96	90	100
FM (IRE)	80	85	65	85	78	83	95

FM = fréquence magnétique (par minute) ; FP = fréquence programmée ; DDV = début de vie ; IRE = indication de remplacement électif.

5. Les chocs inappropriés sur DAI : causes et gestion

– Principales causes de chocs inappropriés :

- tachycardie supraventriculaire (fibrillation et flutter atriaux, tachycardie sinusale),
- surdétection de l'onde T (syndrome de Brugada, QT long ou simple position de la sonde),
- déplacement de sonde ventriculaire (sonde devenue flottante et provoquant la détection d'artéfacts),
- rupture de sonde (isolant, conducteur, connecteur) : création d'artéfacts ou détection de myopotentiels de faible amplitude mais très rapides, pris pour une fibrillation ventriculaire.

– Conduite à tenir en cas de choc :

Bien qu'il n'y ait aucune recommandation consensuelle sur cette prise en charge, celle-ci repose sur le bon sens et la connaissance de **l'effet inhibant de l'aimant** sur les défibrillateurs. En effet, quelle que soit la marque du défibrillateur, l'aimant **inhibe les thérapies anti-tachycardie** (chocs et stimulations rapides), **sans avoir d'effet sur la stimulation anti-bradycardie** (sauf pour les défibrillateurs Sorin qui s'accroissent comme un pacemaker mais dont les thérapies restent inhibées).

L'avis d'un rythmologue doit toujours être pris en cas de choc délivré par un DAI. Il permettra de réaliser un contrôle de l'appareil par télémetrie.

L'objectif du contrôle télémetrique est d'abord de récupérer les mémoires de l'appareil afin de préciser la nature de l'événement ayant déclenché une thérapie.

L'arbre décisionnel de la **figure 3** constitue une tentative de schématiser une conduite à tenir qui prendra dans la pratique autant de formes que de patients.

Dans tous les cas, l'application de l'aimant sur un défibrillateur permet de revenir à une gestion « classique », sans intervention d'un appareil autrement incontrô-

lable, avant l'arrivée dans un centre spécialisé. La prévention des chocs appropriés et inappropriés passe par l'affinement des réglages du DAI au cas par cas, ainsi que l'utilisation d'anti-arythmiques au long cours (13, 14).

6. Conclusion

Augmentation constante des implantations de prothèses cardiaques complexes, capables de stimuler, resynchroniser, défibriller, télétransmettre.

Chez des patients le plus souvent fragiles car porteurs d'une cardiopathie évoluée pour lesquels ces prothèses implantables représentent un réel gain d'espérance de vie et parfois de qualité de vie.

Ces progrès thérapeutiques sont liés à des innovations techniques constantes aboutissant à une sur-spécialisation de l'implantation et de la prise en charge de ces prothèses au long cours.

La gestion des urgences rythmiques, tout particulièrement celle des chocs délivrés par les défibrillateurs, nécessite une parfaite cohésion des équipes d'urgentistes et des cardiologues spécialisés en rythmologie et la connaissance des effets de l'application d'un aimant sur ces prothèses.

Références bibliographiques

1. The Antiarrhythmics versus Implantable Defibrillators (AVID) Investigators. A comparison of antiarrhythmic-drug therapy with implantable defibrillators in patients resuscitated from near-fatal ventricular arrhythmias. *N Engl J Med* 1997 ; 337 : 1576-83.
2. Moss AJ, Hall WJ, Cannom DS, et al. Improved survival with an implanted defibrillator in patients with coronary disease at high risk for ventricular arrhythmia. Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial Investigators. *N Engl J Med* 1996 ; 335 : 1933-40.
3. Moss AJ, Zareba W, Hall WJ, et al. Prophylactic implantation of a defibrillator in patients with myocardial infarction and reduced ejection fraction. *N Engl J Med* 2002 ; 346 : 877-83.
4. Bardy GH, Lee KL, Mark DB, et al. Amiodarone or an implantable cardioverter-defibrillator for congestive heart failure. *N Engl J Med* 2005 ; 352 : 225-37.
5. Rosenqvist M, Beyer T, Block M, den Dulk K, Minten J, Lindemans F. Adverse events with transvenous implantable cardioverterdefibrillators: a prospective multicenter study. European 7219 Jewel ICD investigators. *Circulation* 1998 ; 98 : 663-70.
6. Alter P, Waldhans S, Plachta E, Moosdorf R, Grimm W. Complications of Implantable Cardioverter Defibrillator Therapy in 440 Consecutive Patients. *PACE* 2005 ; 28 : 926-32.
7. Gold MR, Peters RW, Johnson JW, Shorofsky SR. Complications associated with pectoral cardioverter-defibrillator implantation: comparison of subcutaneous and sub-muscular approaches. Worldwide Jewel Investigators. *J Am Coll Cardiol* 1996 ; 28 : 1278-82.

8. Gold MR, Peters RW, Johnson JW, Shorofsky SR. Complications associated with pectoral implantation of cardioverter defibrillators. World-Wide Jewel Investigators. Pacing Clin Electrophysiol 1997 ; 20 : 208-11.
9. Messali A, Thomas O, Chauvin M, Coumel P, Leenhardt A. Death due to an implantable cardioverter defibrillator. J Cardiovasc Electrophysiol 2004 ; 15 : 953-6.
10. Sears SF, Vazquez L, et al. The ICD Shock And Stress Management Program: A Randomized Trial Of Psychosocial Treatment To Optimize Quality Of Life In ICD Patients. Pacing And Clinical Electrophysiology ; 30 (7) : 858-64.
11. Bilge AK, Ozben B, Demircan S, Cinar M, Yilmaz E, Adalet K. Depression and Anxiety Status of Patients with Implantable Cardioverter Defibrillator and Precipitating Factors. Pacing and Clinical Electrophysiology ; 29 (6) : 619-26.
12. Faris OP, Shein M. Food and Drug Administration Perspective: Magnetic Resonance Imaging of Pacemaker and Implantable Cardioverter-Defibrillator Patients. Circulation 2006 ; 114 ; 1232-3.
13. Pacifico A, Hohnloser SH, Williams JH, et al. Prevention of implantable-defibrillator shocks by treatment with sotalol. d,l-Sotalol Implantable Cardioverter-Defibrillator Study Group. N Engl J Med 1999 ; 340 : 1855-62.
14. Packer M, Coats AJ, Fowler MB, et al. Effect of carvedilol on survival in severe chronic heart failure. N Engl J Med 2001 ; 344 : 1651-8.

Figure 3 – Conduite à tenir devant un choc

